

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Архитектонски факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидаткиње Александре Чабаркапа (рођене Костић)

Одлуком Наставно-научног већа Факултета бр. 01-68/2-10.1 од 26.01.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Александре Чабаркапа под насловом

**УПОРЕЂИВАЊЕ КВАЛИТЕТА АМБИЈЕНТАЛНОГ ОСВЕТЉЕЊА
ИЗВЕДЕНОГ ПРИМЕНОМ МЕТАЛ-ХАЛОГЕНИХ И LED ИЗВОРА
СВЕТЛОСТИ**

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидаткињом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Школске 2010/2011. године кандидаткиња је уписала докторске академске студије архитектуре научног карактера (основна област истраживања: архитектура, а ужа научна област истраживања: технологије у архитектури и менаџмент и биоклиматска и еколошка архитектура).

На основу члана 98. Статута Архитектонског факултета у Београду (“Сл. билтен Факултета”, бр. 80/80, 84/10, 88/12 и 89/12-пречишћен текст), а у вези са чланом 28. Правилника о докторским студијама (“Сл. билтен АФ”, бр. 81/08) и Одлуком Већа докторских студија Архитектонског факултета у Београду од 18. септембра 2013. године, Наставно научно веће Факултета је, на седници одржаној дана 30. септембра 2013. године, донело одлуку број 01-1337/2-8.19 којом је образована Комисија за оцену испуњености услова кандидаткиње Александре Костић, маг. инж. арх. и теме докторске дисертације, под насловом “**Упоредивање квалитета амбијенталног осветљења изведеног применом метал-халогених и LED извора светлости**”, у саставу

- др Лидија Ђокић, ментор
редовни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду
- др Владан Ђокић, члан Комисије
редовни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду
- др Ана Никезић, члан Комисије
доцент Архитектонског факултета Универзитета у Београду
- др Сретен Вујовић, члан Комисије
редовни професор Филозофског факултета Универзитета у Београду и
- др Драган Драмлић, члан Комисије
научни саветник Института за физику у Београду

На основу члана 30. Закона о високом образовању (“Сл. Гласник РС”, бр 76/05, 100/07 – аутентично тумачење, 97/08, 44/10, 93/12 и 89/2013), а у вези са чланом 100. Статута Архитектонског факултета у Београду (“Сл. билтен АФ”, бр. 80/80, 84/10 и 89/12), члановима 31-34. Правилника о докторским студијама Архитектонског факултета у Београду (“Сл. билтен АФ”, бр. 81/08) и сагласности Већа научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду од 10. децембра 2013. године, Наставно научно веће Факултета је, на седници одржаној 23. децембра 2013. године, донело одлуку број 01-1970/2-8.9 да се Александри Костић, маг. инж. арх., одобрава рад на теми докторске дисертације, под насловом “Упоредивање квалитета амбијенталног осветљења изведеног применом метал-халогених и LED извора светлости” и да се за ментора именује проф. др Лидија Ђокић.

Јануара 2015. године, завршену докторску дисертацију кандидаткиња, уз сагласност ментора, предаје на Веће докторских студија 16.01.2015. године.

На основу члана 101. и члана 102. Статута Архитектонског факултета у Београду (“Сл. билтен АФ”, бр. 80/08, 84/10, 88/12, 89/12-пречишћен текст и 98/14), члана 37. Правилника о докторским академским студијама (“Сл. билтен АФ”, бр. 102/14) и Одлуке Већа докторских студија Факултета од 16. јануара 2015. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној дана 26. јануара 2015. године, донело одлуку број 01-68/2-10.1 да се образује Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Александре Чабаркапа, маг. инж. арх., под насловом “Упоредивање квалитета амбијенталног осветљења изведеног применом метал-халогених и LED извора светлости”, у саставу:

- др Владан Ђокић, председник
редовни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду
- др Лидија Ђокић, ментор и члан
редовни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду
- др Ана Никезић, члан
доцент Архитектонског факултета Универзитета у Београду
- др Драган Драмлић, члан
научни саветник Института за физику у Београду и
- др Сретен Вујовић, члан
редовни професор Филозофског факултета Универзитета у Београду

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области *Архитектура и урбанизам* и ужој научној области *Технологије у архитектури и менаџмент и биоклиматска и еколошка архитектура*, за које је Факултет матичан. Ментор предметне дисертације је др Лидија Ђокић, редовни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду.

Списак радова који квалификују проф. др Лидију Ђокић за ментора докторске дисертације:

1. A. Kostic and **L. Djokic**, "Subjective impressions under LED and metal-halide lighting", *Lighting Res. and Tech.* Vol. 46 (3), pp. 293-307, 2014. ISSN 1477-1535.
2. A.M. Kostic, M.M. Kremic, **L.S. Djokic** and M.B. Kostic, "LEDs in Street and Roadway Lighting – Case Study Involving Mesopic Effects", *Lighting Res. and Tech.*, vol. 45 (2), pp. 217-229, 2013. ISSN 1477-1535.
3. M.B.Kostic and **L.S.Djokic**, "A Modified CIE Mesopic Table and its Influence on the Effectiveness of White Light Sources", *Lighting Res. and Tech.*, vol. 44 (4), pp. 416-426, 2012. ISSN 1477-1535.
4. M.Kostic and **L.Djokic**, "Recommendations for Energy Efficient and Visually Acceptable Street Lighting", *Energy*, vol. 34, Issue 10, pp. 1565-1572, 2009. ISSN 0360-5442.
5. 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, Issue 1, pp. 66-75, 2009. ISSN 0360-1323.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидаткиња Александра Чабаркапа, маг. инж. арх., рођена је 1987. године у Београду, Србија. Завршила је Основну школу „Веселин Маслеша“ и Основну музичку школу „Петар Коњовић“ (клавирки одсек), а затим Математичку гимназију. Током студија на Архитектонском факултету Универзитета у Београду завршила је средњу музичку школу (одсек соло-певање) у музичкој школи „Јосиф Маринковић“. Основне студије на Архитектонском факултету Универзитета у Београду завршила је 2008. године, са просечном оценом 9.18, док је мастер студије завршила 2010. године са просечном оценом 9,1 и са оценом 10 на дипломском раду, чији је ментор био доц. Александар Виденовић. Школске 2010/2011. године уписује докторске академске студије архитектуре научног карактера (основна област истраживања: архитектура, а ужа научна област истраживања: технологије у архитектури и менаџмент и биоклиматска и еколошка архитектура), и током наредне три школске године полаже све испите предвиђене наставним планом са просечном оценом 10.00. Наставно-научно веће Архитектонског факултета у Београду је, на седници одржаној 23. децембра 2013. године, донело одлуку којом се одобрава рад на теми докторске дисертације под насловом: *Упоредивање квалитета амбијенталног осветљења изведеног применом метал-халогених и LED извора светлости*. За ментора је именована проф. др Лидија Ђокић.

Рад у настави на Архитектонском факултету Универзитета у Београду кандидаткиња је започела 2011. године. Учествовала је у настави на предмету *Осветљење у архитектури*, у трећем семестру Мастер академских студија током 2011/2012, 2012/2013. и 2013/2014. школске године. Такође је учествовала у настави на предмету

Мастерплан осветљења, у другом семестру Мастер академских студија - Интегрални урбанизам, током 2012/2013. и 2013/2014. школске године. Њено ангажовање у настави подразумевало је припрему и презентацију сегмената њеног научног истраживања који је у вези са програмима предмета. Током 2012/2013. и 2013/2014. школске године учествовала је у настави на предмету *Инсталације*, у четвртом семестру Основних академских студија, при чему је уз припрему и презентацију, њено ангажовање подразумевало и рад на вежбама у две групе, са укупно око 50 студената по семестру. Рад са студентима је био индивидуалан, а обухватао је и прегледање и оцењивање вежби, као и дежурства на испитима.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је изложена на 234 странице. Рад је подељен на пет целина: Увод, Амбијентално осветљење, Пилот пројекат, Компаративна анализа конвенционалног и LED амбијенталног осветљења и Закључци.

1. Увод.....	1
1.1 Уводне напомене о теми.....	1
1.2. Претходна анализа информација о предмету истраживања.....	2
1.3. Циљеви и задаци истраживања.....	11
1.4. Полазне хипотезе.....	12
1.5. Научне методе истраживања.....	13
1.6. Генерална структура докторске дисертације.....	15
1.7. Остварени резултати и њихова практична примена.....	16
2. Амбијентално осветљење.....	18
2.1. Урбани амбијенти.....	18
2.1.1. Карактеристике урбаних амбијената које могу да утичу на амбијентално осветљење.....	22
2.1.1.1. Физичка структура урбаног амбијента – границе, капије и фокус.....	22
2.1.1.2. Садржај урбаног амбијента.....	25
2.1.1.3. Актери и активности у урбаном амбијенту.....	26
2.1.2. Типични представници урбаних амбијената.....	28
2.1.2.1. Трг.....	29
2.1.2.2. Парк.....	31
2.1.2.3. Шеталиште.....	32
2.2. Амбијенталне целине.....	35
2.3. Квалитет амбијенталног осветљења.....	36

2.3.1. Фактори квалитета амбијенталног осветљења.....	37
2.3.1.1. Ниво (хоризонталне) осветљености.....	38
2.3.1.2. Полуцилиндрична осветљеност.....	38
2.3.1.3. Равномерност осветљености.....	38
2.3.1.4. Боја светлости.....	38
2.3.1.5. Репродукција боја.....	39
2.3.1.6. Расподела сјајности.....	40
2.3.1.7. Ограничење бљештања (директног и рефлектованог) и рефлектованих одраза.....	40
2.3.1.8. Смер упада светлости и сенке.....	41
2.3.1.9. Изглед светилке и њена компатибилност са окружењем.....	42
2.3.2. Аспекти амбијенталног осветљења који утичу на његов квалитет.....	43
2.3.2.1. Здравствени аспект.....	43
2.3.2.2. Еколошки аспект.....	45
2.3.2.3. Енергетска ефикасност.....	45
2.3.2.4. Економски аспект.....	46
2.3.2.5. Светлосно загађење.....	46
2.3.3. Извори светлости погодни за амбијентално осветљење...	48
2.3.3.1. Метал-халогени (метал-халогенидни) извори светлости.....	48
2.3.3.2. LED извори светлости.....	51
2.3.3.3. Ласери.....	55
2.4. Анализа изведеног амбијенталног осветљења на примеру трга, парка и шеталишта.....	56
2.4.1. Трг Gordon у Woolwich-у.....	56
2.4.2. Парк „Ташмајдан“ у Београду.....	60
2.4.2.1. Претходно решење осветљења парка „Ташмајдан“ у Београду.....	60
2.4.2.2. Ново решење осветљења парка „Ташмајдан“ (после реконструкције 2010. године).....	63
2.4.2.2.1. Анализа новог светлотехничког решења.....	66
2.4.2.3. Поређење претходног и новог решења осветљења парка „Ташмајдан“.....	71
2.4.3. Кнез Михаилова улица у Београду.....	74
2.4.4. Табеларни приказ примера са карактеристикама и	

ефектима изведених решења амбијенталног осветљења.....	75
2.5. Смернице за амбијентално осветљење.....	85
2.5.1. Смернице за осветљење урбаних амбијената.....	86
2.5.2. Смернице за осветљење амбијенталних целина.....	89
2.5.3. Хармонија у оквиру амбијенталног осветљења.....	91
3. Пилот пројекат – субјективни доживљаји испитаника по питању релевантних параметара амбијенталног осветљења изведеног помоћу метал-халогених, односно LED светилки.....	93
3.1. Услови за извођење пилот пројекта којим се утврђују субјективни показатељи инсталације амбијенталног осветљења.....	95
3.2. Дефинисање пилот инсталације.....	96
3.3. Избор методе истраживања.....	100
3.4. Дефинисање анкете за субјективну оцену релевантних параметара анализираних типова амбијенталног осветљења.....	102
3.5. Уводно предавање за испитанике који немају предзнања из области осветљења.....	109
3.6. Спровођење анкете.....	111
4. Компаративна анализа конвенционалног и LED амбијенталног осветљења.....	116
4.1. Субјективни показатељи.....	116
4.1.1. Резултати анкете.....	116
4.1.2. Статистичка анализа резултата добијених анкетом.....	142
4.1.3. Обрада резултата анкете уважавањем тежинских фактора.....	146
4.2. Објективни показатељи.....	153
4.2.1. Фотометријски показатељи.....	154
4.2.2. Економски показатељи.....	159
5. Закључци.....	169
ЛИТЕРАТУРА.....	179
ПРИЛОГ А: Прорачун нивоа осветљености за главно шеталиште.....	186
ПРИЛОГ Б: Коначна верзија анкетног упитника.....	188
ПРИЛОГ В: Иницијална верзија анкетног упитника.....	193
ПРИЛОГ Г: Фотографије са спровођења анкете.....	196
ПРИЛОГ Д: Коментари испитаника у вези са избором најбољих карактеристика типа осветљења 1 (МН).....	201
ПРИЛОГ Ђ: Коментари испитаника у вези са избором најбољих карактеристика типа осветљења 2 (LED).....	206
ПРИЛОГ Е: Општи коментари испитаника.....	209
ПРИЛОГ Ж: Актуелизовани трошкови инсталација амбијенталног осветљења изведених помоћу светилки са метал-халогеним изворима	

светлости, дати у зависности од стопе актуелизације и цене електричне енергије.....	212
ПРИЛОГ 3: Актуелизовани трошкови инсталација амбијенталног осветљења изведених помоћу LED светиљки, дати у зависности од стопе актуелизације и цене електричне енергије.....	219
БИОГРАФИЈА АУТОРА.....	226
Прилог 1: Изјава о ауторству.....	231
Прилог 2: Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада.....	232
Прилог 3: Изјава о коришћењу.....	233

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Рад је подељен на пет целина: Увод, Амбијентално осветљење, Пилот пројекат, Компаративна анализа конвенционалног и LED амбијенталног осветљења и Закључци.

У уводу је обрађена тема предметног истраживања, његов значај, циљеви, задаци, хипотезе и научне методе које су коришћене у раду, уз приказ његове структуре и остварених резултата.

Суштински део рада садржи три целине. Прва целина, која се односи на амбијентално осветљење, садржи пет потцелина у којима су редом:

- дефинисани и анализирани урбани амбијенти, уз издвајање њихових карактеристика које су релевантне за амбијентално осветљење,
- дефинисане амбијенталне целине,
- дефинисани фактори квалитета и представљени општи подаци о амбијенталном осветљењу, као и подаци о препорученим изворима светлости, уз истицање оних перформанси метал-халогених и LED извора светлости које доминантно утичу на амбијентално осветљење,
- анализирани примери изведених амбијенталних осветљења тргова, паркова и шеталишта, и
- дефинисане смернице за амбијентално осветљење.

У оквиру друге целине представљен је пилот пројекат помоћу кога су испитивани субјективни доживљаји учесника анкете по питању релевантних карактеристика амбијенталног осветљења изведеног помоћу LED и метал-халогених светиљки (интензитета осветљења, равномерности осветљености, интензитета и квалитета осветљења људског лица, лакоће уочавања пешака, пријатности боје светлости, способности верног приказа боја у простору, доживљаја бљештања, осећаја безбедности и осећаја угодности).

Трећа целина садржи:

- компаративну анализу субјективних показатеља конвенционалног и LED амбијенталног осветљења у оквиру које је посебна пажња посвећена статистичкој анализи добијених података, као и анализи података која ће укључити тежинске факторе, и
- компаративну анализу објективних показатеља конвенционалног и LED амбијенталног осветљења са енергетског, фотометријског и економског аспекта.

У закључном делу рада представљени су сумирани резултати истраживања, као и очекивани трендови у развоју амбијенталног осветљења у будућности.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Дисертација се бави употребом како конвенционалних, метал-халогених извора светлости, тако и LED извора светлости у амбијенталном осветљењу. LED извори светлости су резултат развоја савремених технологија који још увек траје. Они се у амбијенталном осветљењу примењују тек неколико година. Очекује се њихова масовна примена у урбаном осветљењу, пре свега због енергетске ефикасности која је већ сада већа од оне која карактерише упоредиве конвенционалне изворе светлости.

Оригиналност дисертације се пре свега огледа у реализацији пилот пројекта, заснованог на оригиналној методологији и оригиналној обради резултата анкете, у оквиру кога су анализирани субјективни показатељи квалитета амбијенталног осветљења.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидаткиња је у оквиру докторске дисертације користила обимну литературу и разне примарне и секундарне изворе. Истраживање кандидаткиње је засновано на теоријској литератури (која се односи на карактеристике амбијената и амбијенталних целина, као и на карактеристике извора светлости), на релевантим стандардима и препорукама, научним и стручним часописима, као и на другим изворима (*online* извори, студије, оригинална пројектна документација, и сл.). Избор библиографских јединица указује на то да је кандидаткиња упозната са кључним теоријским расправама и резултатима, као и са актуелним примерима у области коју истражује, и да на одговарајући начин користи изворе за аргументацију својих ставова у области коју истражује.

Као најзначајнији извори коришћени у истраживању издвајају се:

- Главни пројекат за инвестиционо одржавање парка „Ташмајдан” у Београду, Београд, 2010.
- Ђокић В., „Град и градски трг“, Архитектонски факултет Универзитета у Београду, Београд, 2004.
- Ђокић Л., „Осветљење у архитектури – захтеви и смернице за пројектовање”, Архитектонски факултет Универзитета у Београду, Београд, 2007.
- Ђокић Л., „Осветљење урбаних елемената и простора – хармонија кроз мастерплан”, Архитектонски факултет Универзитета у Београду, Београд, 2012.
- Зите К., „Уметничко обликовање градова”, Грађевинска књига, Београд, 2011.
- Kostic A. and Djokic L., “Subjective impressions under LED and metal halide lighting”, *Lighting Research and Technology*, Vol. 46, pp. 293-307, 2014.

- Костић М., Ђокић Л. и Костић А., „Анализа оправданости употребе LED технологије у урбаном осветљењу”, Електротехнички факултет Универзитета у Београду, Наручилац студије: ЈКП „Јавно осветљење”, Београд, 2012.
- Lynch K., “A theory of good city form”, MIT Press, Cambridge MA and London, 1981.
- Lynch K., “The image of the city”, MIT Press, Cambridge, 1960.
- Morante P., “Mesopic street lighting demonstration and evaluation”, Lighting Research Center report, New York, USA, January 2008.
- Пушић Љ., „Писање града – урбана свакодневица”, Прометеј, Нови Сад, 2007.
- Swenson JD., Griswold WF. and Kleiber PB., “Focus groups: method of inquiry/intervention”, Small Group Research, Vol. 23, pp. 459–474, 1992.
- The Climate Group, “Lighting the clean revolution: The rise of LEDs and what it means for cities”, The Climate Group report., London, June 2012.
- Urban design compendium (Приручник за урбано пројектовање), уредници: Петровић Г. и Полић Д., Орион арт и Програф, Београд, 2008.
- Freund J., “Mathematical statistics with applications (seventh edition)”, Pearson Prentice Hall, New Jersey, USA, 2004.
- Hagiwara T., Akasaka H., Matsuo H. and Nishio M., “Visibility assessment of light emitting diode (LED) street lighting”, Proceedings of the 27th Session of the CIE, Sun City, South Africa, pp. 1192–1200, July 2011.
- Хараламбос М., „Теме и перспективе”, Golden marketing, Загреб, 2002.
- CIE, “A guide to masterplanning urban lighting” (draft report – 7a.1), July 2007.
- CIE, “Lighting of roads for motor and pedestrian traffic”, CIE Publication 115–2010, Vienna, 2010.
- Clinton Foundation, Clinton climate initiative, “Outdoor lighting program: Street lighting retrofit projects: Improving performance, while reducing costs and greenhouse gas emissions”, 2009, преузето 28. јануара 2013. са http://www.dvrpc.org/energyclimate/eetrafficstreetlighting/pdf/CCI_EE_Streetlighting_White_Paper.pdf

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У теоријском делу рада је формирана информациона основа применом **методе анализе садржаја** научно-стручне литературе. У овом делу истраживања примењен је поступак критичке анализе, селекције и систематизације. Приликом дефинисања урбаних амбијената коришћена је **метода класификације**.

Оперативни део рада обухвата следеће методолошки значајне активности:

- На основу карактеристика урбаних амбијената издвојених у теоријском делу, као и анализом примера изведених инсталација осветљења карактеристичних урбаних амбијената, дефинисане су смернице за квалитетно осветљење сваког од издвојених амбијената;

- Извршена је провера могућности употребе LED извора светлости у урбаним амбијентима, водећи рачуна о дефинисаним смерницама и факторима квалитета. Уз помоћ доступних програмских пакета, за неколико пешачких стаза и стандардима дефинисаних светлотехничких класа урађени су фотометријски прорачуни осветљења, и то како применом метал–халогених извора светлости са керамичким гориоником, тако и LED чипова, јер су они најпогоднији за амбијентално осветљење. На основу добијених резултата фотометријских прорачуна урађена је техно–економска анализа, у оквиру које је, применом **методе компаративне анализе** и опште прихваћене **методе актуелизације трошкова**, извршено упоређивање енергетских и економских показатеља инсталација са конвенционалним (метал-халогеним) и LED светиљкама. Метода актуелизације трошкова узима у обзир не само почетне (инвестиционе) трошкове, него и трошкове за утрошену електричну енергију и одржавање инсталације осветљења током њеног животног века (око 25 година);
- У оквиру пилот пројекта реализованог у једном београдском парку извршено је упоређивање субјективних показатеља квалитета обе инсталације осветљења (применом методе компаративне анализе). За добијање података одабрана је **анкета** као облик методе прикупљања података, која омогућава да се у кратком временском периоду прикупе подаци од великог броја испитаника. Рад са фокус групом се одвијао у виду **интервјуа** (као још једног облика методе прикупљања података), помоћу кога је, пре спровођења анкете, дефинисан коначни садржај анкетног упитника. У оквиру анкете испитаници су одговарали на низ питања која се односе на њихов субјективни доживљај појединих аспеката амбијенталног осветљења. Иако се анкета односила на осветљење парковске стазе, поједини закључци који имају општи значај (они који се односе на боју светлости и способност репродукције боја извора светлости, осећај сигурности, итд.) моћи ће, применом **методе индукције**, да се примене и на друге урбане просторе;
- За обраду података добијених спровођењем анкете коришћена је **статистичка метода** (t-тест за једнакост средњих вредности у случају зависних узорака), којом се за сваки аспект осветљења одређује статистичка значајност разлике просечних оцена које су испитаници дали сваком типу осветљења. Обрада података добијених спровођењем анкете укључиће и тежинске факторе;
- У завршној фази истраживања, на основу резултата појединачних истраживања, **методом синтезе** су изведени закључци који дају одговоре на све постављене хипотезе.

3.4. Применљивост остварених резултата

Практична примена резултата се пре свега очекује у употреби наведених смерница приликом пројектовања амбијенталног осветљења (уважавајући потребу да се осветли целокупан простор у коме се људи крећу и задржавају), као и у утицају резултата истраживања на доношење одлуке о избору оптималног извора светлости у различитим амбијентима.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Предметна докторска дисертација показује да кандидаткиња поседује способност за самосталан научно-истраживачки рад, што се огледа у консултовању релевантне

литературе и повезивању знања из области архитектуре, осветљења, социологије и статистике. Кандидаткиња влада вештинама употребе разних научних метода истраживања у поменутих областима, почев од критичке теоријске анализе, анализе садржаја разних извора, социолошких метода прикупљања и обраде података, компаративне анализе и синтезе и интерпретације резултата истраживања. Кандидаткиња је кроз формирану методологију и концептуални оквир истраживања показала способност дефинисања и обраде специфичне теме.

Значајан показатељ способности кандидаткиње за самосталан научни рад су три рада из области дисертације публикована у врхунским међународним часописима са SCI листе.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси предметног истраживања су:

- дефинисање карактеристика урбаних амбијената које осветљењем треба да се истакну, као и формирање смерница за квалитетно осветљење тргова, паркова и пешачких стаза;
- закључци који су резултат упоређивања конвенционалних и LED инсталација амбијенталног осветљења, која су обављена узимањем у обзир следећих аспеката:
 - субјективних показатеља квалитета,
 - енергетске ефикасности,
 - фотометријских параметара, и
 - економских показатеља;
- дефинисање општих услова за извођење пилот пројекта за утврђивање субјективних показатеља инсталације амбијенталног осветљења;
- развој оригиналне методе за обраду података добијених у оквиру пилот пројекта уважавањем тежинских фактора.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У докторској дисертацији су први пут дефинисане карактеристике урбаних амбијената које осветљењем треба да се истакну, као и смернице за квалитетно осветљење тргова, паркова и пешачких стаза.

Као резултат упоређивања конвенционалних и LED инсталација амбијенталног осветљења, закључено је да брз развој LED технологије са аспекта енергетске ефикасности није праћен значајним побољшањима спектра емитоване светлости. Због тога, а и у складу са резултатима реализованог пилот пројекта, изнето је мишљење да ће примена метал-халогених извора светлости још дуго бити оправдана у амбијенталном осветљењу.

Први пут су дефинисани општи услови за извођење пилот пројекта за утврђивање субјективних показатеља инсталације амбијенталног осветљења.

Развијена је оригинална метода за обраду података добијених у оквиру пилот пројекта уважавањем тежинских фактора.

4.3. Верификација научних доприноса

Категорија M21:

- **A.M. Kostic**, M.M. Kremic, L.S. Djokic and M.B. Kostic, "LEDs in Street and Roadway Lighting – Case Study Involving Mesopic Effects", *Lighting Res. and Tech.*, vol. 45 (2), pp. 217-229, 2013. ISSN 1477-1535. (IF=1.485)
- B. Stankovic, **A. Kostic** and M. Jovanovic Popovic, "Analysis and Comparison of Lighting Design Criteria in Green Building Certification Systems – Guidelines for Application in Serbian Building Practice", *Energy for Sustainable Development*, Vol. 19, pp. 56-65, 2014. ISSN 0973-0826. (IF=2.360)
- **A.M. Kostic** and L.S. Djokic, "Subjective Impressions Under LED and Metal-Halide Lighting", *Lighting Research and Technology*, Vol. 46 (3), pp. 293-307, 2014. ISSN 1477-1535. (IF=1.485)

Категорија M33:

- L.Djokic, **A. Kostic** and M.Kostic, "What Should be Considered by Lighting Masterplans and How" (oral presentation), CIE Session 2011, Sun City, South Africa, 2011. Proceedings, Volume 1, Part 1, pp. 151-159. ISBN 978 3 901906 99 2.
- M.Kostic, L.Djokic, **A.Kostic** and M.Kremic, "LEDs in Street and Ambient Lighting: Two Case Studies" (oral presentation), CIE Session 2011, Sun City, South Africa, 2011. Proceedings, Volume 1, Part 1, pp. 358-365. ISBN 978 3 901906 99 2.
- Д. Јеремић, **А. Костић** и Л. Ђокић, „Техно-економски ефекти употребе флуо цеви последње генерације“, *Инсталације & Архитектура*, Архитектонски факултет, Београд, 2011. Зборник стр. 75-82. ISBN 978-86-7924-058-3.
- **A.Kostic**, B. Stankovic and A. Krstic-Furundzic, "Light Pollution in Public Lighting and the Influence of Its Reduction on Reductions in Electricity Consumption and Global Warming", *The Fifth Conference Balkan Light 2012*, Belgrade, Serbia, 2012. Proceedings pp. 286-291. ISBN 978-86-7466-438-4.
- А. Перић, **А. Костић** и Л. Ђокић, „Препоруке за селекцију и примену ватроотпорних материјала у ентеријеру“, *Инсталације & Архитектура*, Архитектонски факултет, Београд, 2012. Зборник стр. 17-22. ISBN 978-86-7924-086-6.
- Л. Ђокић и **А. Костић**, „Препоруке за унапређење функционалног урбаног осветљења“, *Инсталације & Архитектура*, Архитектонски факултет, Београд, 2013. Зборник стр. 128-133. ISBN 978-86-7924-111-5.
- L.Djokic, **A. Kostic** and M.Kostic, "Subjective impressions as quality indicators of ambient lighting", *Proceedings of the CIE Centenary Conference: Towards a new century of light*, Paris, april 2013, pp. 1107-1111. ISBN 978-3-902842-44-2.

- L. Đokić i **A. Kostić**, „Preporuke za unapređenje funkcionalnog urbanog osvetljenja“, Međunarodni naučno-stručni simpozijum *Instalacije & Arhitektura 2013*, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2013. Zbornik pp. 128-133. ISBN 978-86-7924-111-5.
- N. Kostic, **A. Kostic** i D. Manasijevic, ”Statistical Analysis of Subjective Impressions as Quality Indicators of Ambient Lighting”, IX Internacionalna Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, Bor, 2013. Zbornik radova str. 787-793. ISBN: 978-86-6305-006-8.
- **A. Костић** и Л. Ђокић, „Оправданост употребе LED технологије у урбаном осветљењу“, Инсталације & Архитектура, Архитектонски факултет, Београд, 2014. Зборник стр. 1-5. ISBN 978-86-7924-133-7.

Категорија М51:

- M.Kostic, L.Djokic, **A.Kostic** and M.Kremic, ”LEDs in Street and Ambient Lighting: Two Case Studies”, Light, Newsletter of the Indian Society of Lighting Engineers, vol. XI, No. III, pp. 26-31, 2011. RNI Reg. No. DELENG/2001/4847.
- L.Djokic, **A.Kostic** and M.Kostic, ”What Should be Considered by Lighting Masterplans and How”, Light, Newsletter of the Indian Society of Lighting Engineers, vol. XII, No. II, pp. 10-20, 2012. RNI Reg. No. DELENG/2001/4847.
- **A. Kostic**, B. Stankovic and A. Krstic-Furundzic, ”Light Pollution and Energy Savings”, Ingeria Puminatului, Vol. 14 (2), pp. 27-32, 2012. ISSN: 1454-5837.

Категорија М52:

- Л. Ђокић и **A. Костић**, „Урбано осветљење: примена светлости у боји и динамичног осветљења“, часопис *Култура*, број 134, стр. 200-209, 2012. ISSN 0023-5164.
- A. Perić, **A. Kostić** i L. Đokić, „Preporuke za selekciju i pravilnu upotrebu vatrootpornih građevinskih materijala“, *Изградња*, број 03-04, март-април, стр. 89-97, 2013. ISSN 0350-5421.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе дисертације кандидаткиње Александре Чабаркапа, Комисија констатује да је дисертација написана у складу са одобреном темом. Дисертација задовољава научне критеријуме и пружа научни допринос ужој научној области *Технологије у архитектури и менаџмент и биоклиматска и еколошка архитектура*, као и развоју нових методологија и примени резултата истраживања у пракси. Примена оригиналних резултата се првенствено односи на осветљење амбијената, као и на избор оптималног извора светлости за амбијентално осветљење. Кандидаткиња је показала способност за научно-истраживачки рад кроз рад на самој дисертацији, учествовање на националном научно-истраживачком пројекту и објављене научне и стручне радове у међународним и домаћим периодичним публикацијам (М20, М50) и зборницима радова са међународних конференција (М30).

На основу напред наведеног, Комисија предлаже Научно-наставном већу Архитектонског факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом **"Упоредивање квалитета амбијенталног осветљења изведеног применом метал-халогених и LED извора светлости"** кандидаткиње Александре М. Чабаркапа, маг.инж.арх. прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 12.02.2015. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Лидија Ђокић, редовни професор, ментор
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

др Ана Никезић, доцент
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

др Владан Ђокић, редовни професор
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

др Сретен Вујовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Филозофски факултет

др Драган Драмлић, научни саветник
Институт за физику у Београду