

## **НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Милене Стојковић, маг. инж. арх.

Одлуком Наставно-научног већа Архитектонског факултета Универзитета у Београду бр. 01-428/2-6.8. од 18.04.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милене Стојковић под насловом

### **ЕНЕРГЕТСКА ОПТИМИЗАЦИЈА У АДАПТАЦИЈИ ИНДУСТРИЈСКИХ ОБЈЕКТАТА**

После 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 члана 104. став 9. Закона о високом образовању ("Службени гласник РС", бр. 76-05, 100/07-аутентично тумачење и 97/08), члана 15. Правилника о признавању страних високошколских исправа ради наставка образовања ("Гласник Универзитета у Београду" бр. 155/10) и Извештаја и одлуке о могућности признавања стране високошколске исправе ради наставка образовања бр. 06-613-2316/2-10 од 28.10.2010. године, признаје се високошколска исправа The Open University, Архитектонски факултет Архитектонске асоцијације, Лондон, Велика Британија, издата на име Милене (Зоран) Стојковић. Овим признавањем Милене (Зоран) Стојковић стекла је право на наставак образовања на Архитектонском факултету Универзитета у Београду, пријава докторске дисертације.

На основу члана 98. Статута Архитектонског факултета у Београду („Сл. билтен Факултета“, бр. 80/80, 84/10, 88/12 и 89/12), а у складу са Одлуком Већа докторских студија Архитектонског факултета у Београду од 03.07.2012. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној дана 10.07.2012. године, донело одлуку број 01-928/2-3.8. којом је образована Комисија за оцену испуњености услова кандидата Милене Стојковић, дипл. инж. арх. и теме докторске дисертације, под насловом „**Енергетска оптимизација у процесима адаптације индустријских објеката**“, у саставу:

- др Александра Крстић-Фурунцић, ментор, редовни професор, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет,
- др Ева Ваништа Лазаревић, члан комисије редовни професор, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, и
- др Мила Пуцар, члан комисије научни саветник Института за архитектуру и урбанизам Србије.

На основу члана 30. Закона о високом образовању („Сл. гласник РС“, бр 76/05, 100/07 – аутентично тумачење, 97/08 и 44/10), а у вези са чланом 162. Статута Архитектонског факултета у Београду („Сл. билтен АФ“, бр. 80/80, 84/10 и 89/12), и сагласности Већа научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду од 18.12.2012. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној 24.12.2012. године, донело одлуку број 01-2137/8.6. да се Милени Стојковић, дипл. инж. арх. одобрава рад на теми докторске дисертације, под насловом „**Енергетска оптимизација у адаптацији индустријских објеката**“, и да се за ментора именује проф. др Александра Крстић-Фурунџић.

Завршену докторску дисертацију кандидат предаје на Веће докторских студија у априлу 2016. 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 11.04.2016. године, Наставно-научно веће Факултета је на седници одржаној дана 18.04.2016. године, донело одлуку број 01-428/2-6.8 да се образује Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Милене Стојковић, дипл. инж. арх., под насловом „**Енергетска оптимизација у адаптацији индустријских објеката**“, у саставу:

- др Александра Крстић-Фурунџић, ментор, редовни професор, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет,
- др Ева Ваништа Лазаревић, председник комисије редовни професор, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, и
- др Игор Марић, члан Комисије научни саветник Института за архитектуру и урбанизам Србије.

## 1.2. Научна област дисертације

Дисертација која је предмет овог реферата припада научном пољу Техничко-технолошких наука, научној области *Архитектура и урбанизам*, за коју је матичан Архитектонски факултет Универзитета у Београду. Ментор проф. др Александра Крстић-Фурунџић током свог професионалног ангажмана континуирано се бави истраживачким радом у следећим научним областима: архитектонске конструкције, материјали и физика зграда, енергетска ефикасност зграда, савремени концепти материјализације фасада и кровова, индустријализована и префабрикована градња, итд., и поседује значајан број радова објављених у међународним и националним монографијама, часописима и зборницима радова, као и већи број одобрених менторства на докторским дисертацијама које третирају неку од наведених проблематика.

Списак радова који квалификују проф. др Александру Крстић-Фурунџић за ментора докторске дисертације:

1. **Krstić-Furundžić, A.**, Kosić, T., "Assessment of energy and environmental performance of office building models: A case study", - *International Journal Energy and Buildings Special issue, Places and Technologies*, 115 (2016), Elsevier, pp. 11-22. (ISSN 0378-7788 , <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.050> )
2. Kostic, A., Stankovic, B., **Krstic-Furundzic, A.**, "Light pollution and energy savings", - *International Journal of Lighting Engineering (Ingenieria Iluminatului)*, Volume 14, Number 2, 2012, pp. 27-32. ISSN 1454-5837

3. Stojković, M., Pucar, M., **Krstić-Furundžić, A.**, "Daylight Performance of Adapted Industrial Buildings", - *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*, No. 1, 2016, (ISSN 0354-4605)
4. **Krstić-Furundžić, A.**, Kosoric, V., Golic, K., "Potential for reduction of CO<sub>2</sub> emissions by integration of solar water heating systems on student dormitories through building refurbishment", - *Sustainable Cities and Society*, Editor: Prof. Saffa Riffat, Volume 2, Issue 1, February 2012, Elsevier, pp. 50-62 (ISSN 2210-6707).
5. Golic, K., Kosoric, V., **Krstić-Furundžić, A.**, "General model of solar water heating system integration in residential building refurbishment-Potential energy savings and environmental impact", - *Renewable&Sustainable Energy Reviews*, Volume 15, Issue 3, April 2011, Elsevier, pp. 1533-1544 (ISSN 1364/0321).
6. **Krstić-Furundžić, A.**, Kosorić, V., "Improvement of energy performances of existing buildings by application of solar thermal systems", - *Spatium International Review*, No. 20, IAUS, 2009, pp. 19-22 (ISSN: 1450-569X, eISSN: 2217-8066).
7. **Krstić-Furundžić, A.**, "PV Integration in Design of New and Refurbishment of Existing Buildings: Educational Aspect", - *JAAUBAS-Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, Volume 4 (Supplement), 2007, pp. 135-146 (ISSN 1815-3852).
8. **Krstić-Furundžić, A.**, "Design and construction possibilities for photovoltaic integration in envelopes of new and existing buildings", - *Spatium International Review*, No. 15-16, IAUS, 2007, pp. 37-43 (ISSN: 1450-569X, eISSN: 2217-8066).
9. **Krstić-Furundžić, A.**, Djukic, A., "Chapter: Serbia", - In: Phil Jones, Werner Lang, Jo Patterson, Philipp Geyer (eds.), *COST Action TU1104 - Smart Energy Regions*, The Welsh School of Architecture, Cardiff University, Wales, UK, pp. 225-240 (ISBN: 978-1-899895-14-4).
10. Gajić, D., **Krstić-Furundžić, A.**, "Energy Optimization of the Building Envelope of the Representative Sample of the Existing Residential Building in Banja Luka", in Proceedings of the 1st International Academic Conference on Places and Technologies, "Places and Technologies 2014", editors: Vaništa Lazarević, E., Krstić-Furundžić, A., Djukić, A., Vukmirović, M., Faculty of Architecture, University of Belgrade, Belgrade, 2014, pp. 629-636 (ISBN 978-86-7924-114-6, COBISS.SR-ID 206380812).

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

Милена Стојковић, MArch (AA), маг. инж. арх, ARB, RIBA, LEED AP BD+C, рођена је у Београду 18.06.1984. године, где је завршила основну школу као ученик генерације и III београдску гимназију као носилац Вукове дипломе. Звање инжењер архитектуре стиче 2006. године завршивши основне академске студије на Архитектонском факултету Универзитета у Београду, са просечном оценом 8.83. Дипломирала је у јулу 2008. године на усмерењу архитектура, са просечном оценом 9.95 у току студија и оценом 10 на финалном Мастер пројекту са темом „Reuse као начин унапређења ромских насеља” (ментор доцент мр Иван Куцина), чиме стиче звање мастер инжењер архитектуре, мастер архитектуре. Исте године уписује последипломске Мастер студије на Архитектонској асоцијацији у Лондону, смер Еколошки одрживо пројектовање (Sustainable Environmental Design). Звање Мастер архитектуре добија 2010. године након одбране теза под називом „Обнова префабрикованих стамбених насеља у Београду”, ментор проф. др Симос Јанас (Simos Yannas). Докторску тезу под називом „Енергетска оптимизација у процесима адаптације индустријских објеката”

пријављује 2012. године на Архитектонском факултету Универзитета у Београду. Кандидат 2013. године постаје акредитовани професионалац за LEED систем сертификације за пројектовање и изградњу зграда. Годину дана касније, 2014. године, стиче Напредну диплому за професионалну праксу у архитектури издату од Краљевског института британских архитеката (RIBA), чиме стиче право коришћења титуле архитекта у Великој Британији. Током студија добија више стипендија и награда.

Кандидат је запослена у пројектном бироу Foster + Partners у Лондону на позицији архитектке и вишег истраживача за еколошки одрживо пројектовање. Учествовала је на више од 30 пројеката и конкурса на 5 континената.

Кандидат је школске 2007/2008. учествовала на настави Департамента за архитектуру Архитектонског факултета Универзитета у Београду, као студент демонстратор на предмету Простор и облик, код доцента Милоша Ненадовића. Од 2011. до 2013. је запослена у Институту за архитектуру и урбанизам Србије у Београду у звању истраживач-сарадник, на научно-истраживачком пројекту Министарства науке Републике Србије „Просторни, еколошки, енергетски и друштвени аспекти развоја насеља и климатске промене - међусобни утицаји” (ТП 36035), руководиилац пројекта др. Мила Пуцар.

Милена Стојковић је од 2013. LEED акредитовани професионалац. Од 2014. године је регистрована у Енглеском регистру архитеката (ARB) и пуноправни члан Краљевског института британских архитеката (RIBA).

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Милене Стојковић под насловом „Енергетска оптимизација у адаптацији индустријских објеката“ написана је на укупно 243 странице. На почетку дисертације, пре основног текста, на укупно 27 страна налазе се: подаци о ментору и члановима комисије, изјава захвалности, резиме на српском и енглеском језику, садржај рада, списак скраћеница, ознака и симбола коришћених у дисертацији, речник термина (глосаријум), као и попис слика, табела и дијаграма. Рад садржи 132 слике, 27 табела и 20 дијаграма, наведених на 12 страна. На крају рада дати су: преглед извора и литературе са 164 цитираних библиографских јединица, наведених на 9 страна, 6 прилога на 28 страна, биографија аутора са одабраним научним радовима на 2 стране, након чега следе изјава о ауторству, изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу. Рад садржи шест поглавља: Увод, Параметри енергетске оптимизације у процесима адаптације објеката, Адаптација индустријских објеката, Индустријски објекти изграђени пре Другог светског рата на територији Београда, Анализа енергетске оптимизације у адаптацији референтних модела индустријских објеката, Закључак. Садржај дисертације је следећи:

Апстракт

Abstract

Садржај

Скраћенице, ознаке и симболи

Речник термина (Глосаријум)

Попис слика, табела и дијаграма

#### 1. УВОД

##### 1.1 Проблем и предмет истраживања

##### 1.2 Циљ истраживања

- 1.3 Задаци истраживања
- 1.4 Полазне хипотезе истраживања
- 1.5 Научне методе истраживања
- 1.6 Научна оправданост дисертације, очекивани резултати и њихова примена
- 1.7 Преглед садржаја дисертације
  
2. ПАРАМЕТРИ ЕНЕРГЕТСКЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ У ПРОЦЕСИМА АДАПТАЦИЈЕ ОБЈЕКТА
- 2.1 Основни покретачи и препреке енергетске оптимизације у процесима адаптације индустријских објеката
- 2.2 Релевантни закони и правилници за енергетску оптимизацију постојећих објеката
  - 2.2.1 Европска унија
  - 2.2.2 Уједињено Краљевство
  - 2.2.3 Србија
- 2.3 Системи сертификације релевантни за пројекте адаптације
  - 2.3.1 LEED
  - 2.3.2 BREEAM
  - 2.3.3 WELL Building Standard
  - 2.3.4 Passivhaus стандард
- 2.4 Енергетске потребе пословних зграда
- 2.5 Захтеви унутрашњег окружења пословних зграда
  - 2.5.1 Утицај услова унутрашњег окружења на продуктивност и благостање запослених
  - 2.5.2 Ваздушни комфор
  - 2.5.3 Топлотни комфор
    - 2.5.3.1 Унутрашње пројектне температуре у пословним зградама
    - 2.5.3.2 Модели топлотног комфора
    - 2.5.3.3 Прегревање зграда у летњем периоду
  - 2.5.4 Визуелни комфор
  - 2.5.5 Звучни комфор
- 2.6 Оцена карактеристика локације објеката
- 2.7 Физичке карактеристике постојећих објеката значајне за пренамену у пословање
  
3. АДАПТАЦИЈА ИНДУСТРИЈСКИХ ОБЈЕКТА
- 3.1 Типологија индустријских објеката
- 3.2 Адаптивна пренамена као вид заштите
- 3.3 Одабир нових функција за напуштене индустријске објекте  
- претходна истраживања
- 3.4 Студије случаја адаптираних објеката у Лондону
  - 3.4.1 Buckley Building
  - 3.4.2 Tea Building
  
4. ИНДУСТРИЈСКИ ОБЈЕКТИ ИЗГРАЂЕНИ ПРЕ ДРУГОГ СВЕТСКОГ РАТА НА ТЕРИТОРИЈИ БЕОГРАДА
- 4.1 Преглед историје индустрије на територији Београда

- 4.2 Преглед индустријских објеката по гранама индустрије
- 4.3 Класификација београдског индустријског наслеђа према карактеристикама значајним за енергетску оптимизацију
- 4.4 Класификација београдског индустријског наслеђа према тренутној функцији

## 5. АНАЛИЗА ЕНЕРГЕТСКЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ У АДАПТАЦИЈИ РЕФЕРЕНТНИХ МОДЕЛА ИНДУСТРИЈСКИХ ОБЈЕКТАТА

- 5.1 Приказ референтних модела адаптације индустријских објеката
- 5.2 Методологија енергетске оптимизације у адаптацији референтних модела
- 5.3 Енергетска својства модела пре унапређења
- 5.4 Мере унапређења спољашњих зидова
  - 5.4.1 Термичке карактеристике постојећих зидова
  - 5.4.2 Мере унапређења термичких карактеристика спољашњих зидова
  - 5.4.3 Ефекат унапређења енергетског баланса у зимском периоду
  - 5.4.4 Ефекат унапређења енергетског баланса у летњем периоду
  - 5.4.5 Значај унапређења термичких карактеристика спољашњих зидова
- 5.5 Мере унапређења крова
  - 5.5.1 Термичке карактеристике постојећег крова
  - 5.5.2 Мере унапређења термичких карактеристика крова
  - 5.5.3 Ефекат унапређења енергетског баланса у зимском периоду
  - 5.5.4 Ефекат унапређења енергетског баланса у летњем периоду
  - 5.5.5 Значај унапређења термичких карактеристика крова
- 5.6 Мере унапређења конструкција у тлу
  - 5.6.1 Термичке карактеристике постојећих конструкција у тлу
  - 5.6.2 Мере унапређења термичких карактеристика конструкција у тлу
  - 5.6.3 Ефекат унапређења енергетског баланса у зимском периоду
  - 5.6.4 Ефекат унапређења енергетског баланса у летњем периоду
  - 5.6.5 Значај унапређења термичких карактеристика конструкција у тлу
- 5.7 Мере унапређења транспарентних елемената
  - 5.7.1 Термичке карактеристике постојећих транспарентних елемената
  - 5.7.2 Мере унапређења термичких карактеристика транспарентних елемената
  - 5.7.3 Ефекат унапређења енергетског баланса у зимском периоду
  - 5.7.4 Ефекат унапређења енергетског баланса у летњем периоду
  - 5.7.5 Значај унапређења термичких карактеристика транспарентних елемената
- 5.8 Стратегије унапређења енергетског баланса референтних модела
  - 5.8.1 Природна вентилација
  - 5.8.2 Природно осветљење
- 5.9 Интеграција обновљивих извора енергије
- 5.10 Анализа укупних резултата енергетске оптимизације у адаптацији референтних модела
- 5.11 Препоруке за остваривање енергетске оптимизације у процесима адаптације индустријских објеката

## 6. ЗАКЉУЧАК

## ИЗВОРИ И ЛИТЕРАТУРА

ПРИЛОГ 1: Подела индустрије Краљевине Југославије по индустријским гранама

ПРИЛОГ 2: Фабрика чоколада Коста Шонда

ПРИЛОГ 3: Магацин Банке Николе Бошковића

ПРИЛОГ 4: Климатске карактеристике Београда

ПРИЛОГ 5: Прорачуни енергетске оптимизације референтних модела

ПРИЛОГ 6: Карактеристике термоизолационих материјала и прозора

## БИОГРАФИЈА АУТОРА

### ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

### ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА

### ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Рад се састоји од шест поглавља: *Увод, Параметри енергетске оптимизације у процесима адаптације објеката, Адаптација индустријских објеката, Индустријски објекти изграђени пре Другог светског рата на територији Београда, Анализа енергетске оптимизације у адаптацији референтних модела индустријских објеката и Закључак.*

У *Уводу* се образлаже тема, предмет и проблем истраживања, даје увид у литературу, разматрају циљеви и задаци истраживања, хипотезе, научни методи истраживања, врши процена научне оправданости и резултата истраживања и даје преглед структуре докторске дисертације.

Друго поглавље - *Параметри енергетске оптимизације у процесима адаптације објеката* - даје преглед релевантне регулативе, система сертификације адаптираних објеката и преглед услова и захтева произашлих из промене функције у пословање, односно преглед захтева унутрашњег окружења пословних зграда и енергетских потреба пословних зграда. У овом поглављу се разматрају основни покретачи и препреке енергетске оптимизације у процесима адаптације индустријских објеката, и сагледавају физичке карактеристике постојећих објеката значајне за промену у пословање.

У трећем поглављу - *Адаптација индустријских објеката* - разматра се одабир нових функција за индустријске објекте који више нису у функцији и анализирају примери адаптираних индустријских објеката у Лондону.

Четврто поглавље - *Индустријски објекти изграђени пре Другог светског рата на територији Београда* - даје преглед индустријског наслеђа Београда по индустријским гранама, тренутној функцији и карактеристикама значајним за енергетску оптимизацију.

У петом поглављу - *Анализа енергетске оптимизације у адаптацији референтних модела индустријских објеката* - дат је приказ референтних модела адаптације индустријских објеката у Београду, преглед спроведених енергетских симулација унапређења омотача референтних модела индустријских објеката. Анализиране су мере смањења прегревања укључујући природну вентилацију и природно осветљење. Разматрана је и интеграција обновљивих извора енергије. Анализирају се резултати различитих нивоа енергетске оптимизације.

У *Закључку* се даје приказ резултата истраживања, потврђују постављене хипотезе, образлаже применљивост постигнутих резултата и указује на правце даљих истраживања.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Значајан број напуштених индустријских објеката широм Европе успешно је ревитализован тако што је адаптиран и пренамењен за нове функције и садржаје, а овакве интервенције су све више присутне у градовима. То указује на савременост и актуелност теме ове докторске дисертације. У Београду, као и широм Србије, осим ретких појединачних примера, пракса квалитетне заштите и укључивања објеката индустријског наслеђа у друштвено-економски развој локалних заједница још увек није установљена.

У Београду постоји велики број потпуно или делимично напуштених индустријских објеката који имају потенцијал за адаптивну пренамену у пословне. Међутим, ни у домаћој, ни у иностраној стручној литератури, не могу се наћи јасне смернице о томе која врста индустријских објеката је, с аспекта енергетске ефикасности, најпогоднија за пренамену у пословне.

Оригиналност дисертације огледа се у анализи подобности београдског индустријског наслеђа за пренамену у пословну функцију, као и у анализи стратегија енергетске оптимизације у процесима адаптације на примеру референтних модела типичних објеката.

#### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Приликом рада на докторској дисертацији коришћена је обимна литература и разни примарни и секундарни извори. Прва два поглавља у дисертацији заснована су на теоријском истраживању тема и појмова релевантних за адаптацију индустријских објеката и пренамену у пословање. Анализирани су међународни и национални стандарди и регулатива, документи и препоруке релевантних институција, научни и стручни часописи, као и остали електронски извори.

Избор библиографских јединица указује на то да је кандидаткиња упозната са кључним теоријским разматрањима и примерима из области коју истражује.

Као најзначајнији извори коришћени у истраживању издвајају се:

ASHRAE: *Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2010*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA, 2010.

Baker, N.V.: *A Handbook of Sustainable Refurbishment: Non-Domestic Buildings*. Earthscan, London, 2009.

Ball, R.M.: The Cutting Edge 1998. The use and re-use of vacant industrial premises: some initial findings from the EPSRC-Funded stoke-n-Trent project, - *Journal of Property Research*, Vol. 19, str. 93-110, 1998.

British Standards Institution: *British Standard BS 8206-2:2008. Lighting for buildings – Part 2: Code of practice for daylighting*. British Standards Institution, London, 2008.

Burton, S.: *Energy-efficient Office Refurbishment: Designing for Comfort*, James & James, London, 2001.

Vaništa Lazarević, E.: „Obnova gradova u novom milenijumu“, Zavod za udžbenike, Beograd, 2003.

Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings – EPBD, Official Journal of the European Union, 153, 2010, pp. 13-35.



English Heritage: *Energy Efficiency and Historic Buildings. Application of Part L of the Building Regulations to historic and traditionally constructed buildings*, English Heritage, 2012.

Eley, P & J. Worthington: *Industrial rehabilitation: the use of redundant buildings for small enterprises*, Architectural Press, London, 1984.

*Закон о планирању и изградњи*, Службени гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009, 64/2010, 24/2011, 121/2012, 42/2013, 50/2013, 98/2013, 132/2014, 145/2014.

*Закон о културним добрима*, Службени гласник РС, бр. 71/94, 52/2011, 99/2011.

International Well Building Institute: *The Well Building Standard*, v1. September 2015, IWBI, Washington, 2015.

Kincaid, D.: *Adopting buildings for changing uses: Guidelines for change of use refurbishment*, Spon Press, London, 2002.

Krstić, A.: Multifunkcionalne krovne strukture energetske efikasne zgrada, - *Архитектура и урбанизам*, 2006, 18(19), 34-47.

Krstic, A. & Rajcic, A.: *Improvement of thermal performances of external walls aimed to produce energy rational buildings*. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference for Teachers of Architecture, School of Architecture, Oxford Brookes University, Oxford: Oxford Brookes University, 2000.

Kulenović, R.: *Industrijsko nasleđe Beograda*, Muzej nauke i tehnike, Beograd, 2010.

Nicol, F., Humphreys, M., Susan, R.: *Adaptive Thermal Comfort*, Routledge, New York, 2012.

*Правилник о енергетској ефикасности зграда*, Службени гласник Републике Србије, бр. 2011/61.

*Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда*, Службени гласник Републике Србије, бр. 2011/61.

Troi, A., Zeno, B. (eds.): *Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings: A Handbook*, EURAC research/Passive House Institute, Birkhauser, Basel, 2014.

USGBC: *Leadership in Energy & Environmental Design LEED Reference Guide for Building Design and Construction v4*, U.S. Green Building Council, Washington, 2013.

HM Government: *Approved Document L2B, Conservation of fuel and power in existing buildings other than dwellings, The Building Regulations 2010. 2010 Edition incorporating 2010, 2011 and 2013 amendments*, HMG, 2013.

CIBSE: *CIBSE Guide A. Environmental Design*, CIBSE Publications Department, London, 2015.

Софтвери:

IES-VE (version 2015), Integrated Environmental Solutions Virtual Environment

Solemma. DIVA for Rhino

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Истраживачки процес се одвијао кроз примену неколико научних метода истраживања. Теоријско разматрање адаптације индустријских објеката у функцију пословања заснива се на анализи претходних научних истраживања из доступне литературе о промени функције

објеката и прикупљању релевантних података методом компаративне анализе иностраних примера обнове индустријских зграда, што служи разумевању мера енергетске оптимизације које су примењене на референтним моделима. Следећи правац истраживања огледа се у прикупљању података, утврђивању и анализи тренутног стања релевантних узорака постојећих индустријских објеката који ће бити усвојени као радни модели и на којима ће се вршити унапређење.

У практичном делу рада, експерименталном методом, методом моделовања и применом нумеричких симулација у софтверским пакетима IES-VE и DIVA for Rhino, врше се квантитативне анализе унапређења енергетских својстава референтних модела индустријских зграда. Добијени резултати подлежу мултифакторским анализама, класификацији, описивању и упоређивању.

Након синтезе и упоредне анализе претходно прикупљених података и добијених резултата анализа, установљени су основни принципи и закључци, установљени су модели одабира одговарајућих објеката за функцију пословања, и дефинисане препоруке за енергетску оптимизацију у процесима адаптације индустријских објеката у пословне у климатским условима Београда.

Комисија закључује да се валидност методологије овог истраживања потврђује кроз избор одговарајућих метода истраживања и истиче адекватност општег методолошког приступа у односу на постављени проблем и предмет рада и постављене хипотезе.

#### 3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати овог истраживања могу наћи директну примену у поступцима пројектовања адаптација индустријских објеката на територији Београда и шире. Они имају практичну примену јер су истражене адекватне мере унапређења у циљу енергетске оптимизације постојећих индустријских објеката града Београда.

Резултати овог истраживања такође могу наћи примену кроз формирање стратегије адаптације индустријских објеката. Низ потребних информација и анализа доступан је стручној јавности као подлога за даља истраживања која се односе на адаптацију напуштених индустријских објеката, као и побољшања услова комфора и смањења потрошње енергије у индустријским објектима који су тренутно у употреби.

Посебан допринос ове дисертације је приказ методолошког поступка оптимизације индустријских објеката са енергетског и аспекта топлотног и визуелног комфора. Пружене смернице могу се користити у функцији стварања стратегија, концепата и законских прописа у области обнове индустријских објеката.

#### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Докторска дисертација показује да кандидат поседује способност за самосталан научноистраживачки рад, што се огледа у консултовању широког дијапазона релевантне литературе и повезивању знања из области адаптације објеката, биоклиматског пројектовања, грађевинске физике и динамичких симулација понашања зграда и анализа природног осветљења. Кандидаткиња Милена Стојковић влада вештинама употребе разноврсних научних метода истраживања које су специфичне за наведене области, почев од теоријске анализе извора, компјутерске симулације енергетских перформанси објеката, компјутерских симулација природног осветљења, обраде добијених података и њихове компаративне анализе, као и синтезе и интерпретације резултата истраживања.

На основу детаљног увида у дисертацију, Комисија је уверена да кандидат поседује потребна знања и вештине за успешно бављење научним радом у области савремене архитектуре и архитектонског пројектовања и на тај начин доприноси развоју савремене архитектонске теорије и праксе.

Способност кандидата за самосталан научни рад огледа се и у објављеним научним радовима у зборницима међународних научних конференција, у монографији националног значаја, а као један од најзначајнијих истиче се рад објављен у научном часопису међународног значаја.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси овог истраживања су:

- Сагледавање параметара енергетске оптимизације у процесима адаптације индустријских објеката;
- Показивање значаја адаптације као вида заштите индустријских објеката;
- Успостављање методологије за оцену подобности индустријских зграда за пренамену у енергетски ефикасне пословне објекте;
- Класификовање индустријског наслеђа Београда према критеријумима значајним за енергетску оптимизацију у процесима адаптације у пословне објекте;
- Анализа адаптираних објеката у Лондону, оцена потенцијала различитих типологија индустријских објеката за пренамену у енергетски ефикасне и еколошки одрживе пословне објекте;
- Формирање референтних модела индустријских објеката и нумеричке симулације њихових енергетских перформанси за климатске услове Београда;
- Креирање препорука за адаптацију индустријских објеката у климатским условима Београда, а на основу анализа појединачних стратегија и комбинације стратегија унапређења омотача зграде и услова комфора.

### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У докторској дисертацији први пут је обављено испитивање енергетских перформанси индустријских објеката на територији Београда и мера енергетске оптимизације у процесима адаптације у функцију пословања.

Унапређење научног знања у односу на постојеће стање огледа се пре свега у формирању методологије за оцену подобности индустријских објеката за пренамену у функцију пословања.

Допринос овог истраживања архитектонској пракси огледа се и у приказу конкретних резултата енергетске оптимизације модела типичних индустријских објеката. Истраживање даје конкретне препоруке за енергетску оптимизацију постојећих зграда без негативног утицаја на карактер објекта нити његову трајност.

Рад осликава методолошки приступ комбиновања специфичних проблематика различитих научних области, како би се постигло што боље архитектонско решење у циљу заштите историјских објеката и побољшања енергетске ефикасности.

### 4.3. Верификација научних доприноса

Списак радова који су резултат истраживања у оквиру докторске дисертације:

Рад у међународном часопису (M24):

1. **Stojković, M.**, Pucar, M., Krstić-Furundžić, A.: Daylight Performance of Adapted Industrial Buildings, - Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering No. 1, 2016, (ISSN 0354-4605)

Рад у монографији националног значаја (M44):

2. **Stojković, M.**: Energetski efikasno unapređenje prefabrikovanih naselja u Beogradu kao strategija ublažavanja efekta klimatskih promena, у Pucar, M., Dimitrijević, B., Marić (ed.), *Klimatske promene i izgrađeni prostor: politika i praksa u Škotskoj i Srbiji. Climate Change and the Built Environment: policies and practice in Scotland and Serbia*, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, Srbija, 2014, str. 346-367 (ISBN 978-86-80329-72-7)

Рад у зборнику радова са међународног научног скупа објављен у целини (M33):

4. Nenković-Riznić, M., **Stojković, M.**, Pucar, M.: “Key Issues of Environmentally Sustainable Urban and Spatial Development under Climate Change Conditions”, - *Proceedings of the Regional development, spatial planning and strategic governance conference - RESPAG*, Belgrade, Serbia, 2013., pp. 852-870.
5. **Stojković, M.**, Kyrkou, D., Žerjav, B.: “Sustainability Assessment Systems – The Issue of Scale in Sustainable Design”, - *Proceedings of the Regional development, spatial planning and strategic governance conference - RESPAG*, Belgrade, Serbia, 2013., pp. 1144-1157.

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Милене Стојковић представља свеобухватно проучавање енергетске оптимизације индустријских објеката у процесима адаптације у функцију пословања за климатске услове Београда. Након теоријског дела у коме се, између осталог, постављају одреднице за селекцију објеката за пренамену у пословне и даје селекција стратегија енергетске оптимизације у процесима адаптације, анализирани су адаптирани индустријски објекти и дата категоризација београдског индустријског наслеђа. У експерименталном делу рада кроз нумеричке симулације спроведено је истраживање утицаја примене појединачних стратегија и комбинације стратегија унапређења омотача на енергетске перформансе индустријских објеката и остваривање услова комфора за функцију пословања. Дисертација представља оригинални научни допринос кандидата у области енергетске оптимизације у процесима адаптације индустријских објеката и обезбеђује изузетну основу за даља истраживања у овој области.

На основу детаљне анализе дисертације кандидата Милене Стојковић, Комисија констатује да је дисертација написана у складу са одобреном темом и пријавом на коју је Универзитет у Београду дао сагласност. Дисертација задовољава научне критеријуме и пружа научни допринос научној области *Архитектура и урбанизам* и ужој научној области *Архитектонске конструкције, материјали и физика зграда* за коју је матичан Архитектонски факултет, као и научни допринос који се односи на развој методологија и примену резултата истраживања у пракси. Кандидат Милена Стојковић је показала способност за научноистраживачки рад кроз рад на самој дисертацији, учествовање на научноистраживачком пројекту и објављене

научне радове у зборницима радова са међународних конференција (М33), у монографији националног значаја (М44) и међународном часопису (М24).

На основу свега наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Архитектонског факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом „**Енергетска оптимизација у адаптацији индустријских објеката**“, кандидата Милене З. Стојковић, маг. инж. арх. прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду.

У Београду, мај 2016. године

## ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Александра Крстић-Фурунџић, редовни професор,  
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

Проф. др Ева Ваништа Лазаревић, редовни професор,  
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

Др Игор Марић, научни саветник,  
Институт за архитектуру и урбанизам Србије