

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Бранка Славковића, маг.инж.арх.

Одлуком Наставно-научног већа Факултета бр. 01-316/2-8.11 од 31.10.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Бранка Славковића, маг.инж.арх., под насловом

### **МОДАЛИТЕТИ ПРИМЕНЕ ПАСИВНИХ СОЛАРНИХ СИСТЕМА ПРИ САНАЦИЈИ ИНДУСТРИЈСКИХ ОБЈЕКТА У СРБИЈИ**

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

Бранко Славковић је уписао докторске академске студије на Архитектонском факултету Универзитета у Београду (основна област истраживања: Архитектура, а ужа научна област истраживања: Технологије у архитектури и менаџмент и биоклиматска и еколошка архитектура) школске 2009/2010. године.

На основу члана 98. Статута Архитектонског факултета у Београду (“Сл. билтен Факултета”, бр. 89/12-пречишћен текст и 98/14), а у вези са чланом 28. и чланом 29. Правилника о докторским студијама (“Сл. билтен АФ”, бр. 102/14) и Одлуком Већа докторских студија Архитектонског факултета у Београду од 11.05.2015. године, Наставно научно веће Факултета је, на седници одржаној дана 18.05.2015. године, донело одлуку број 01-645/2-4.13 којом је образована Комисија за оцену испуњености услова кандидата Бранка Славковића, маг. инж. арх. и теме докторске дисертације, под насловом „**Модалитети примене пасивних соларних система при санацији индустријских објеката у Србији**“, у саставу:

- др Александра Крстић-Фурунџић, редовни професор, Архитектонски факултет Универзитета у Београду,
- др Ана Радивојевић, ванредни професор, Архитектонски факултет Универзитета у Београду,
- др Цветко Црнојевић, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду.

На основу члана 99. Статута (" Сл. билтен Факултета", бр. 89/12-пречишћен текст и 98/14) и члана 31. став 1. Правилника о докторским студијама ("Сл. билтен АФ", бр. 102/14) и Одлуком Већа докторских студија Архитектонског факултета у Београду од 08.06.2015. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној дана 15.06.2015. године, донело одлуку бр. 01-815/2-7.18 којом се прихвата тема докторске дисертације, под насловом: „Модалитети примене пасивних соларних система при санацији индустријских објеката у Србији“, кандидата Бранка Славковића, маг. инж. арх.

На основу члана 30. Закона о високом образовању (“Сл. Гласник РС”, бр 76/05, 100/07 – аутентично тумачење, 97/08, 44/10, 93/12, 89/2013 и 99/14), а у вези са чланом 100. Статута Архитектонског факултета у Београду (“Сл. билтен АФ”, бр. 89/12- пречишћен текст и 98/14), чланом 31. Правилника о докторским студијама Архитектонског факултета у Београду (“Сл. билтен АФ”, бр. 102/14) и сагласности Већа научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду од 30.06.2015. године, одлука број 61206-2985/2-15, Наставно научно веће Факултета је, на седници одржаној 13.07.2015. године, донело одлуку број 01-954/2-10.12 да се Бранку Славковићу, маг. инж. арх., одобрава рад на теми докторске дисертације, под насловом **„Модалитети примене пасивних соларних система при санацији индустријских објеката у Србији“** и да се за ментора именује проф. др Александра Крстић-Фурунџић, редовни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду.

Завршену докторску дисертацију кандидат предаје Већу докторских студија у мају 2016. године.

На основу члана 101. и члана 102. Статута Архитектонског факултета у Београду (“Сл. билтен АФ”, бр. 105/15-пречишћен текст), члана 37. Правилника о докторским академским студијама (“Сл. билтен АФ”, бр. 102/14) и Одлуке Већа докторских студија Факултета од 09.05.2016. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној дана 16.05.2016. године, донело одлуку број 01-525/2-3.7 да се образује Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Бранка Славковића, маг. инж. арх., под насловом **„Модалитети примене пасивних соларних система при санацији индустријских објеката у Србији“**, у саставу:

- др Александра Крстић-Фурунџић, ментор и члан Комисије, редовни професор, Архитектонског факултета Универзитета у Београду,
- др Ана Радивојевић, члан Комисије, ванредни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду,
- др Цветко Црнојевић, редовни професор, Машинског факултета Универзитета у Београду.

После поступања по коментарима Комисије, кандидат докторску дисертацију предаје поново у октобру 2016. године. На основу члана 101. и члана 102. Статута Архитектонског факултета у Београду (“Сл. билтен АФ”, бр. 105/15-пречишћен текст), члана 37. Правилника о докторским академским студијама (“Сл. билтен АФ”, бр. 102/14) и Одлуке Већа докторских студија Факултета од 17.10.2016. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној дана 31.10.2016. године, донело одлуку број

01-1871/2-9.4 да се образује Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Бранка Славковића, маг. инж. арх., под насловом “**Модалитети примене пасивних соларних система при санацији индустријских објеката у Србији**”, у саставу:

- др Александра Крстић-Фурунџић, ментор и члан Комисије, редовни професор, Архитектонског факултета Универзитета у Београду,
- др Ана Радивојевић, члан Комисије, ванредни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду,
- др Цветко Црнојевић, редовни професор, Машинског факултета Универзитета у Београду.

## 1.2. Научна област дисертације

Докторска 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 предметне дисертације, 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:

- **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> )
- 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)
- **Krstić-Furundžić, A.**, Kosorić, V., Golić, 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)
- Golić, K., Kosorić, 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).
- **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).
- Djukic, A., **Krstić-Furundžić, A.**, Grujic, M., "Retrofitting of multifamily housing: life-cycle costing aspects", poglavlje u međunarodnoj monografiji "Smart energy regions - cost and value", The Welsh School of Architecture, Cardiff University, 2016, pp 61-71 (ISBN: 978-899895-22-9).

- **Krstić-Furundžić, A.**, "Energy efficiency", poglavlje u međunarodnoj monografiji "Suburbanscapes", COST Action TU0701, edited by Roberto Di Giulio, Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura, Alinea Editrice, Florence, Italy, 2012, pp. 31-36. (ISBN: 978-88-6055-685-1)
- Slavković, K., **Krstić Furundžić, A.**: "From Conventional to Low Energy Building in Serbia. A Life Cycle Perspective", - In Todorovic, B. (ed.) *Proceedings of the 45th International Congress and Exhibition on Heating, Refrigerating and Air Conditioning*, 23, Belgrade, Serbia. N° 23 (ISBN 978-86-81505-75-5).
- **Krstić-Furundžić, A.**, Djukic, A., "Improvement of the suburban housing; Case Study: Karaburma, Belgrade, Serbia", poglavlje u međunarodnoj monografiji "Improving the Quality of Suburban Building Stock, COST Action TU0701", Volume 2, edited by Roberto Di Giulio, Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura, Unife Press, Italy, 2012, str. 205-213. (ISBN: 978-88-96463-08-6)
- **Krstić-Furundžić, A.**, Djukic, A., "Assessment of suburban apartment buildings refurbishment from energy and environmental aspects", In *Proceedings of the 3rd International Exergy, Life Cycle Assessment and Sustainability Workshop&Symposium-ELCAS 3*, Koroneos K., Rovas D., Dompras A. (Eds.), COST, UNEP/SETAC, Nisyros Island, Grčka, 2013., pp. 107-116.

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

Бранко Славковић је рођен 1984. године у Новом Пазару, где је завршио Основну школу „Рифат Бурџовић - Тршо“ и Средњу школу Гимназију – природно математичког смера. Архитектонски факултет Универзитета у Београду је уписао 2003. године. Основне академске студије је завршио 2006, а мастер студије 2008. године. Школске 2009/2010. 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 године полаже све испите предвиђене наставним планом са просечном оценом 8,80. Наставно-научно веће Архитектонског факултета у Београду је, на седници одржаној 13.07.2015. године одобрило израду докторске дисертације са насловом „Модалитети примене пасивних соларних система при санацији индустријских објеката у Србији“. За ментора је именована проф. др Александра Крстић-Фурунџић.

Бранко Славковић је ангажован у настави на Државном универзитету у Новом Пазару на Студијском програму – Архитектура и као асистент учествује у настави на значајном броју предмета: Увод у архитектонске конструкције, Архитектонске конструкције 1, 2, и 3, Соларна архитектура, Пројектовање - Јавни објекти, Пројектовање – Завршни рад, Посебни проблеми у архитектури и урбанизму, Заштита и ревитализација и Грађевинске инсталације.

Професионалну каријеру почиње 2008. у својству сарадника у настави, од 2010. у својству асистента, на Државном универзитету у Новом Пазару на Студијском програму – Архитектура. Учествује на међународним научним и стручним скуповима, изложбама и конкурсима.

Одлично влада енглеским језиком и служи се немачким језиком.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Бранка Славковића под насловом „Модалитети примене пасивних соларних система при санацији индустријских објеката у Србији “ написана је на укупно 318 страна. 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, појмовник и списак скраћеница и симбола коришћених у дисертацији, попис слика, табела и дијаграма. На крају рада дати су: преглед извора и литературе са 129 цитираних библиографских јединица, наведених на 12 страна, прилози на 87 страна, биографија аутора са одабраним научним радовима на 4 стране, након чега следе изјава о ауторству, изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу. Рад укључује 25 слика, 115 табела и 93 дијаграма. На крају рада дато је 3 прилога. Рад садржи пет поглавља: Увод, Референтни оквир утицаја на индустријске објекте, Одабир референтних модела индустријских објеката и мере енергетске санације за климатске услове Србије, Резултати енергетских санација изабраних модела, Закључак. Садржај дисертације је следећи:

Апстракт  
Abstract  
Садржај  
Појмовник  
Скраћенице и симболи

#### УВОД

Уводне напомене о теми и актуелност теме  
Образложење предмета и проблема истраживања  
Библиографски извори о предмету истраживања  
Критички осврт на досадашња истраживања  
Обухват истраживања  
Основни циљеви и задаци истраживања  
Научна и друштвена оправданост дисертације, очекивани резултати и њихова примена  
Научне хипотезе истраживања  
Научне методе истраживања  
Преглед садржаја рада

#### 1. РЕФЕРЕНТНИ ОКВИР УТИЦАЈА НА ИНДУСТРИЈСКЕ ОБЈЕКТЕ

- 1.1. Климатске промене и одрживи развој индустрије у свету и Европи
- 1.2. Кључни документи о одрживом развоју индустријских објеката
- 1.3. Одрживи индустријски развој и потенцијал Републике Србије
- 1.4. Индустријско наслеђе, примери адаптације и пренамене
- 1.5. Пасивни соларни системи
  - 1.5.1. Стакленик
  - 1.5.2. Тромбеов зид
  - 1.5.3. Двострука фасада

#### 2. ОДАБИР РЕФЕРЕНТНИХ МОДЕЛА ИНДУСТРИЈСКИХ ОБЈЕКТА И МЕРЕ ЕНЕРГЕТСКЕ САНАЦИЈЕ ЗА КЛИМАТСКЕ УСЛОВЕ СРБИЈЕ

- 2.1. Типологија индустријских објеката према критеријумима који утичу на потрошњу енергије
- 2.2. Избор модела за анализу
  - 2.2.1. Модел М1: Индустријска хала са кровом шед конструкције
  - 2.2.2. Модел М2: Индустријска хала са двоводним кровом

- 2.2.3. Модел МЗ: Индустриска хала са равним кровом
- 2.3. Упоредни приказ термичких карактеристика омотача изабраних индустриских модела
  - 2.3.1. Опште карактеристике омотача изабраних индустриских модела
  - 2.3.2. Термичке перформансе омотача изабраних индустриских модела
  - 2.3.3. Трансмисиони топлотни губици кроз омотач зграде
- 2.4. Предлог мера санације одабраних индустриских модела
- 2.5. Методолошки приступ у испитивању енергетских перформанси референтних модела индустриских објеката
  - 2.5.1. Климатске карактеристике значајне за енергетску анализу
  - 2.5.2. Сертификација енергетски ефикасних и индустриских објеката
  - 2.5.3. Нумеричка симулација енергетских перформанси одабраних модела индустриских објеката
  - 2.5.4. Режим коришћења простора

### 3. РЕЗУЛТАТИ ЕНЕРГЕТСКИХ СИМУЛАЦИЈА ИЗАБРАНИХ МОДЕЛА

- 3.1. Потребна финална енергија за грејање и хлађење изабраних модела
  - 3.1.1. Годишња финална енергија за грејање зграде
  - 3.1.2. Годишња финална енергија за хлађење зграде
  - 3.1.3. Месечна финална енергија за грејање и хлађење зграде
- 3.2. Допринос и негативни утицај топлотних добитака у зградама
- 3.3. Интерни топлотни добици и соларни добици у зградама
- 3.4. Анализа емисије угљен-диоксида
- 3.5. Алтернативе за побољшање енергетских карактеристика индустриских хала са двоструком фасадом
  - 3.5.1. Предлог мера унапређења енергетских карактеристика индустриских хала са двоструком фасадом
  - 3.5.2. Годишња финална енергија за грејање зграде
  - 3.5.3. Годишња финална енергија за хлађење зграде
  - 3.5.4. Месечна финална енергија за грејање и хлађење зграде
  - 3.5.5. Интерни топлотни и соларни добици у зградама
  - 3.5.6. Анализа емисије угљен-диоксида
- 3.6. Дискусија

### ЗАКЉУЧАК

### ИЗВОРИ И ЛИТЕРАТУРА

### ПРИЛОГ 1

### ПРИЛОГ 2

### ПРИЛОГ 3

### БИОГРАФИЈА АУТОРА

### ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

### ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ

### ДОКТОРСКОГ РАДА

### ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Рад садржи пет поглавља: Увод, Референтни оквир утицаја на индустријске објекте, Одабир референтних модела индустријских објеката и мере енергетске санације за климатске услове Србије, Резултати енергетских санација изабраних модела и Закључак.

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

Друго поглавље је резултат теоријског истраживања о узроцима и поводима за истраживање предложене теме. Описују се и тумаче чињенице које доводе до бољег разумевања значаја предмета истраживања. Говори се о индустрији и индустријском развоју у свету и у Србији, као о једном од водећих сектора светске привреде. Дају се коментари о високом броју напуштених индустријских објеката у Србији, о браунфилд инвестицијама, адаптацији и пренамени индустријских објеката у Србији што представља повод за ово истраживање. Указује се на значај формирања свести о могућности искоришћења постојећег грађевинског фонда, унапређења његових енергетских карактеристика и имплементације одрживости у целом процесу обнове и санације.

У трећем поглављу третира се проблематика индустријских објеката, њихов утицај на животну средину и потрошњу енергије, и даје се типологија индустријских објеката са енергетског аспекта. Приказују се концепти за остварење енергетске ефикасности у индустријским објектима, системи за сертификацију енергетски ефикасних објеката и одговорност према животној средини. Врши се одабир конкретних модела индустријских објеката и спроводе се анализе њихових енергетских перформанси. Формира се методолошки приступ изради сценарија санације према коме се врши санација омотача одабраних објеката, од чега четири сценарија санације представљају примену двоструке фасаде. Даје се опис параметара који утичу на нумеричку симулацију енергетских перформанси модела, као што су климатски услови, физичке карактеристике објеката, топлотно оптерећење и режим коришћења простора.

У четвртом поглављу излажу се резултати о потребној енергији за грејање и хлађење одабраних модела индустријских зграда након примене бројних нивоа унапређења, формираних комбиновањем класичне санације омотача и примене двоструке фасаде као модалитета примене пасивних соларних система при санацији. Вредности утврђене компјутерским симулацијама потрошње енергије су упоређене и илустроване дијаграмима. Дају се предлози за унапређење енергетских карактеристика модела и анализирају се доприноси предложених мера. Закључци анализа и препоруке за пројектовање енергетске санације индустријских објеката са применом двоструке фасаде приказују се у дискусији на крају овог поглавља.

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

## **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 3.1. Савременост и оригиналност

У дисертацији се третира акуелна проблематика унапређења енергетских перформанси зграда и сагледавају модалитети и ефекти примене пасивних соларних система при санацији индустријских зграда у Србији. Дисертација се бави проценом унапређења енергетских карактеристика постојећих индустријских објеката у климатским условима Републике Србије са применом двоструке фасаде. Поређење унапређења енергетских карактеристика одабраних модела индустријских зграда се врши за намену индустријског објекта и за случај пренамене у пословни објекат.

Оригиналност дисертације се огледа у чињеници да унапређење енергетских карактеристика индустријских зграда са променом намене и применом двоструке фасаде, као модалитета примене пасивних соларних система, до сада није било предмет научног истраживања у Србији. Браунфилд инвестиције, које поред оживљавања старих објеката подразумевају и ревитализацију загађеног грађевинског земљишта, у свету су актуелне већ двадесетак година. Напуштена индустријска постројења и руинирани индустријски комплекси, обично смештени у деловима града који су у време индустријске револуције били језгра развоја, у развијеним земљама после санације више не представљају ругло као што је то сада случај у Србији.

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Приликом рада на докторској дисертацији, коришћена је обимна литература и разни примарни и секундарни извори. Истраживање кандидата је засновано на изворима о националној и европској регулативи о енергетској ефикасности у зградарству (закони, директиве, правилници, стратегије и др.), научним и стручним часописима (студије случаја процене потребне енергије зграда, студије случаја примене појединачних и сетова мера унапређења и др.), као и на другим изворима (оригинална пројектна документација индустријских зграда, и др.). Избор библиографских јединица указује на то да је кандидат упознат 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. Најзначајнији извори коришћени у истраживању, а према специфичним тематским оквирима, су следећи:

- Климатске промене и животна средина:

- Council of the European Union. (2008). Energy and climate package - elements of the final compromise agreed by the European Council. Brussels: Council of the European Union.
- European Commission. (2011). A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. Brussels: European Commission
- European Environment Agency. (2012). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. Copenhagen: European Environment Agency.
- European Environment Agency. (2012). Environmental indicator report 2012. Copenhagen: European Environment Agency.
- Фремптон, К. (2004). Модерна архитектура, критичка историја. Београд: Орион арт.
- International Energy Agency. (2012). CO2 Emissions from fuel combustion: Highlights. Paris: The International Energy Agency.
- IPCC (1990). First assessment report. Cambridge: University Press.
- Krstić-Furundžić, A., Djukić, A. (2009). Serbia. U Jones, P., Pinho, P., Patterson, J., Tweed, C. (ur.), European Carbon Atlas, Low Carbon Urban Built Environment (156-170). Cardiff: The Welsh School of Architecture, Cardiff University.
- Ministry of Environment and Spatial Planning. (2010). Initial national communication of the Republic of Serbia under the United Nations framework convention on climate change. Belgrade: The Ministry of Environment and Spatial Planning.
- Национална стратегија одрживог развоја, Службени гласник Републике Србије, бр. 57/2008.
- Национални програм заштите животне средине и Стратегија биолошке разноврсности, Службени гласник Републике Србије, бр. 13/2011.
- New Scientist. (2008). Special report: How our economy is killing the Earth. New Scientist 2678.
- Rifkin, J. (2011). The Third industrial revolution: How lateral power is transforming energy, the economy, and the world. Hampshire: Palgrave Macmillan.



- Секулић, Г., Димовић, Д., Јовић, З., Тодоровић, Н. (2012). Процена рањивости на климатске промене – Србија. Београд: WWF (Светски фонд за природу) и Центар за унапређење животне средине.
  - Стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара, Службени гласник Републике Србије, бр. 33/2012.
  - United Nations. (1992). Agenda 21. New York: United Nations.
  - United Nations. (1992). Rio declaration on environment and development. New York: United Nations
  - United Nations. (1992). United Nations framework convention on climate change. New York: United Nations
  - United Nations. (1998). Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change. New York: United Nations.
  - United Nations. (2012). The future we want. New York: United Nations.
- Одрживи развој и одржива архитектура:
- Accor Hospitality. (nd). Sustainable Development: International Guidelines - Construction & Refurbishment. Paris: Accor Hospitality.
  - ASHRAE. (1999). Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ANSI/ASHRAE Standard 62-1999. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
  - ASHRAE. (2004b). Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2004. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
  - ASHRAE. (2009). 2009 ASHRAE Handbook of Fundamentals. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
  - ASHRAE. (2011). 2011 ASHRAE HVAC Applications Handbook. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
  - Andjelković, A. S. et al. (2015). The Development of simple calculation model for energy performance of double skin facades, Thermal Science, 16, Suppl. 1, pp. S251-S267
  - Baldinelli, G. (2009). Double skin façades for warm climate regions: Analysis of a solution with an integrated movable shading system, Building and Environment, 44, pp. 1107–1118
  - Chartered Institution of Building Services Engineers. (2001). CIBSE Guide B: Heating, Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration. London: Chartered Institution of Building Services Engineers.
  - Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings - EPBD. (2010). Official Journal of the European Union, 153, 13-35.
  - Гбурчик П., (ур.) (2004). Студија енергетског потенцијала Србије за коришћење сунчевог зрачења и енергије ветра. Београд: Институт за мултидисциплинарна истраживања.
  - Gratia, E. et al. (2007). The most efficient position of shading devices in a double-skin façade, Energy and Buildings, 39, pp. 364–373.
  - Golic, K., Kosoric, V., Krstic-Furundzic, A. (2011). General model of solar water heating system integration in residential building refurbishment - Potential energy savings and environmental impact. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 15 (3), 1533-1544.
  - Институт за стандардизацију Србије. (2010). Стандард SRPS EN ISO 13790:2010 Енергетске перформансе зграда – Прорачун енергије која се користи за грејање и хлађење простора. (2010). Београд: Институт за стандардизацију Србије.
  - International Union of Architects. (2009). Copenhagen declaration: Sustainable by design. Paris: International Union of Architects.
  - Косорић, В. (2010). Примена топлотних пријемника сунчеве енергије у циљу унапређења енергетских перформанси зграда у Београду. Докторска дисертација. Београд: Архитектонски факултет.

- Krstić, A. (1997). Design and energy performances of greenhouses located in attics. U Proceedings 4th International PLEA '97: Bioclimatic Design in Cold Climates (57-62). Kushiro: Architectural Institute of Japan.
- Крстић, А. (1998). Застакљења као функционални елементи омотача енергетски ефикасних зграда. У Зборник међународне конференције Алтернативни извори енергије и будућност њихове примене у Југославији (109-114). Подгорица: Црногорска Академија наука и умјетности.
- Крстић, А. (1999). Еколошки приступ у изградњи нових и обнови постојећих стамбених градских зона. У Бајић-Брковић, М. (ур.), Одрживост и град (31-39). Београд: Архитектонски факултет.
- Krstić-Furundžić, A. (2012). Energy efficiency. U Di Giulio, R. (ur.), Suburbanscapes, COST Action TU0701 (31-36). Florence, Italy: Universita di Ferrara, Dipartimento di Architettura, Alinea Editrice.
- Krstić-Furundžić, A., Kosić, T. (2012). Assessment of the scenarios of an office building in terms of energy and environmental sustainability. U Olabi A. G., Benyounis, K.Y. (ur.), Environment & Clean Technologies, Proceedings of the 5th International Conference on Sustainable Energy&Environmental Protection-SEEP 2012, Part II (79-84). Dublin: Dublin City University, School of Mechanical & Manufacturing Engineering.
- Krstić-Furundžić, A., Kosić, T. (2011). Analysis of energy efficiency of the office building in downtown of Belgrade. U Yigiteanlar, T., Fachinelli, A. C. (ur.), Proceedings of the 4th Knowledge Cities World Summit-KCWS 2011 (209-220). Bento Goncalves: The World Capital Institute and Ibero-American Community for Knowledge Cities.
- Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer. (2009). Le Grenelle Environnement: Ecology, Energy, Sustainable Development & the Sea. Paris: Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer.
- Norton, J. (1999). Sustainable architecture: a definition. Habitat debate - construction and architecture, 5 (2), 60.
- Petrović, S., Pucar, M. (2011). Energy Certification Experience and Requirements in Republika Srpska. U The Proceedings of the 42nd Congress on HVAC&R (230-239). Београд: SMEITS I KGH Србије.
- Pike Research. (2011). Energy Efficient Buildings: Europe. Boulder: PIKE Research LLC.
- Правилник о енергетској ефикасности зграда. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 61/2011.
- Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 61/2011.
- Пуцар, М. (1999). Параметри планирања и пројектовања застакљеног простора као елемента биоклиматске архитектуре. Докторска дисертација. Београд: Архитектонски факултет.
- Пуцар, М. (2006). Биоклиматска архитектура: застакљени простори и пасивни соларни системи. Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.
- Pucar, M. (2007). Principles of Ecological and Energy Efficient Urban Planning and Application of Renewable Energy Sources – Present Conditions and Possibilities. U International Scientific Conference: „Sustainable Spatial Development of Towns and Cities”, Thematic Conference Proceedings - Volume 1 (247-278). Belgrade: Institute of architecture and urban & spatial planning of Serbia.
- Pucar, M. (2008). Contemporary Concept in Planning, Designing and Construction of Bioclimatic and Energy-Efficient Buildings. U Savremena građevinska praksa (201-227). Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka i Društvo građevinskih inženjera Novog Sada.
- Пуцар, М., Пајевић, М., Јовановић-Поповић, М. (1994). Биоклиматско планирање и пројектовање: урбанистички параметри. Београд: Завет.
- Reckangel, H., Sprenger, E., Schramek, E.R., Čeperković, Z. (2004). Grejanje i klimatizacija 05/06. Vrnjačka Banja: Interklima.
- United Nations Environment Programme. (2012). Moving towards a climate neutral UN: The UN system's footprint and efforts to reduce it. Nairobi: United Nations Environment Programme.

- United Nations. (1987). Report of the World Commission on environment and development: Our common future. New York: United Nations.
- Wang, L., Wong, N. H. (2009). Coupled simulations for naturally ventilated rooms between building simulation (BS) and computational fluid dynamics (CFD) for better prediction of indoor thermal environment. *Building and Environment*, 44 (1), 95-112.
- Закон о планирању и изградњи. (2014). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 132/2014.
- Zisko-Aksamija, A., Whalley, L. (2007). Sustainable architecture: social, cultural and technological aspects in reconstruction of war-torn societies. U *Rebuilding sustainable communities in Iraq: Policies, programs and projects* (161-180). Boston: University of Massachusetts.

- адаптација и енергетска санација објеката:

- Alfrey, J. (2002). *The Industrial Heritage*. London-New York: Routledge.
- Ballestini, G. (2005). Possibilities and limitations of natural ventilation in restored industrial archaeology buildings with a double-skin facade in Mediterranean climates, *Building and Environment*, 40, pp. 983–995.
- Bordass, B. (1996). *Museum Collections in Industrial Buildings: A selection and adaptation guide*. London, UK: Bigwood and Staple.
- Cantell, S., F. (2005). *The Adaptive Reuse of Historic Industrial Buildings: Regulation Barriers, Best Practices and Case Studies*. Virginia: Polytechnic Institute and State University.
- Chan, R., C. (2011). *Old Buildings, New Ideas: Historic Preservation and Creative Industry Development as Complementary Urban Revitalization Strategies*. (Masters Thesis). Philadelphia, PA: University of Pennsylvania.
- Cizler, J. (2014). *Industrijsko nasleđe kao potencijal za razvoj kreativne ekonomije. Kreativna & Kolaborativna ekonomija i lokalni razvoj*. Academica. Beograd. pp 21-31
- Corey, A., W. (2010). *ADAPTIVE REUSE of INDUSTRIAL BUILDINGS in TORONTO, ONTARIO: Evaluating Criteria for Determining Building Selection*. Kingston. Ontario. Canada: Queen's University.
- Krstić-Furundžić A., Kosorić V. (2009). Improvement of energy performances of existing buildings by application of solar thermal systems. *Spatium International Review*, 20, 19-22.
- 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> )
- Langston, C., Shen, L. (2010). *Application of the adaptive reuse potential model in Hong Kong: A case study of Lui Seng Chun*. London: Taylor & Francis.
- Moreno, R., A., Skea, J. (1994). *Industry, Energy, and Transportation: Impacts and Adaptation*.
- Slavkovic, B. (2016). Application of the double skin facade in reconstruction of the industrial buildings in Serbia. *Thermal Science*, DOI: 10.2298/TSCI160524179S
- The Department of Arts, Heritage and the Gaeltacht. (2012). *Shaping the Future: Case Studies in Adaptation and Reuse in Historic Urban Environments*.
- Wilkinson, S., J., James, K., Reed, R., G. (2010). *Building Adaptation in the Melbourne CBD: The relationship between adaptation and building characteristics*. Sydney, Australia: FIG Congress.
- Zabala, A. (2012). *Energy balance in the adaptive reuse of historic urban industrial buildings*. Sheffield, UK: The University of Sheffield, School of Architecture.
- Група аутора, (2003). *Анализа структуре грађевинског фонда, фаза 1. Научно истраживачки пројекат „Енергетска оптимизација зграда у контексту одрживе архитектуре“*. Архитектонски факултет Универзитета у Београду. Београд.
- Група аутора, (2003). *Могућности унапређења енергетских карактеристика грађевинског фонда, фаза 2. Научно истраживачки пројекат „Енергетска оптимизација*

зграда у контексту одрживе архитектуре“. Архитектонски факултет Универзитета у Београду. Београд.

- Дамјановић, В. (1980). Индустијски комплекси и зграде. Грађевинска књига. Београд.
- Којић, Б. (1962). Индустијска архитектура – пројектовање привредних зграда. Научна књига. Београд.
- Радовић, Р. (1977). Физичке структуре. Београд: Архитектонски факултет

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У раду се користи више научних метода. Приликом рада кандидат користи опште, посебне и специфичне научне методе истраживања у областима које су предмет истраживања. Природа рада условљава да истраживање буде спроведено у три основна правца, односно дела истраживања што подразумева више различитих научно-истраживачких метода.

Први правац истраживања се огледа у прикупљању података и анализи претходних истраживања, у сагледавању и утврђивању чињеничног стања у области грађевинског фонда индустријских објеката у Србији. Такође обухвата анализу климатских карактеристика Србије, са аспекта примене пасивних фасадних соларних система на грађевинским објектима.

Други правац је теоријски и у њему се одређују критеријуми и параметри на основу којих се генерално може извршити евалуација квалитета примене пасивних соларних фасадних система на грађевинским објектима.

Трећи правац истраживања је практичан и у њему се дефинишу референтни модели енергетске санације индустријских објеката, анализирају и вреднују са енергетског и еколошког аспекта.

У складу са самом тематиком, у овом раду су коришћене следеће научно-истраживачке методе:

- Анализа садржаја и компаративна метода, које се примењују у разматрању претходних истраживања из области релевантних за сагледавање могућности примене пасивних фасадних соларних система на грађевинским објектима, како би се адекватно формирала слика чињеничног стања и прикупили подаци који представљају базу за касније фазе истраживања у раду;
- Прикупљање и анализа техничких података везаних за пасивне соларне системе и њихову примену на индустријским објектима, као и релевантних података о индустријским објектима, неопходних за адекватно и квалитетно сагледавање проблематике примене двоструке фасаде на индустријским објектима;
- Анализа термодинамичких и енергетских симулација, дијаграма, графикана, табеларних података пројектованих и изведених архитектонских објеката са пасивним соларним системима, а све у циљу успостављања и дефинисања критеријума за евалуацију примене пасивних соларних система при санацији индустријских објеката;
- Нумеричка симулација енергетских перформанси различитих решења примене двоструке фасаде, као модалитета пасивне соларне архитектуре, у материјализацији омотача индустријских објеката помоћу рачунарских програма DesignBuilder и Energy Plus;
- Квантитативна анализа енергетских перформанси референтних модела енергетске санације индустријских објеката у Србији која обухвата апликацију двоструке фасаде;
- Синтеза свих претходно прикупљених података и резултата спроведених анализа, како би се установили основни принципи и закључци за примену двоструке фасаде при санацији индустријских објеката у климатским условима Републике Србије.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

Практична примена резултата научног истраживања се препознаје кроз доступност утврђеног методолошког поступка и нумеричког модела стручној и научној јавности. Стручњаци у грађевинарству Србије који раде на унапређењу грађевинског фонда, конкретно постојећих индустријских објеката, могу да сагледају резултате о потрошњи енергије за грејање и хлађење у случају када се задржава функција индустријског објекта и када се врши пренамена објекта у пословну зграду, за различите нивое унапређења енергетских својстава еа применом двоструке фасаде као модалитета примене пасивних соларних система.

Резултати рада представљају конкретна сазнања произашла из анализе реалне могућности примене пасивних соларних система, конкретно двоструке фасаде, на индустријским објектима у климатским условима Републике Србије.

Резултати ове докторске дисертације директно дају доприносе пројектантским процесима и концептима и представљају значајан допринос архитектонској струци, као и струкама машинских и грађевинских инжењера, пошто савремени архитектонски концепти енергетски ефикасног грађења захтевају блиску сарадњу архитекте са машинским и грађевинским инжењерима.

Архитектима, машинским и грађевинским инжењерима су намењене релевантне информације, препоруке и методолошки поступак за пројектовање грађевинских објеката са применом стакла као основним материјалом у склопу двоструких фасада као пасивних соларних фасадних системима, јер пројектовање и примена поменутих система захтева поседовање адекватних информација и знања чему доприносе резултати овог истраживања.

Посебан допринос ове докторске дисертације садржан је у чињеници да је у оквиру ње представљена проблематика пројектовања и извођења двоструке фасаде у поступку енергетске санације, а у циљу постизања енергетских уштеда коришћењем сунчеве енергије као обновљивог извора. Истраживања у овом раду представљају базу података значајну за приближавање идеје примене двоструке фасаде у домаћој пракси и представљају подлогу за даља истраживања у функцији формирања стратегије пројектовања и извођења енергетски ефикасних зграда у домаћим условима. Конкретне анализе директно представљају методолошки приступ, а резултати указују на решења за обнову постојећих индустријских објеката и пројектовање нових у климатским условима Србије.

Примена добијених резултата се очекује како у науци - као полазиште за даља истраживања на сличну тему, тако и у привреди - код пројектаната, као параметар приликом пројектовања унапређења енергетских перформанси зграда, и код стручњака у грађевинској индустрији.

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

Предметна докторска дисертација показује да кандидат поседује способност за самосталан научно-истраживачки рад, што се огледа у консултовању релевантне литературе и повезивању знања из области архитектуре. Кандидат влада вештинама употребе разних научних метода истраживања, што укључује критичку теоријску анализу, анализу садржаја разних извора, методе компјутерске симулације потрошње енергије у згради, компаративну анализу, синтезу и научну интерпретацију резултата истраживања. Кандидат је кроз одабране моделе за процену унапређења енергетских карактеристика индустријских зграда са применом двоструке фасаде, показао способност дефинисања и обраде специфичне теме.

Значајан показатељ способности кандидата за самосталан научни рад произилази и из радова из шире области дисертације публикованих у зборницима међународних научних конференција, а као један од најзначајнијих истиче се рад објављен у научном часопису међународног значаја.

## 4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научна оправданост предметног истраживања повезана је и условљена доприносом истраживања у архитектонској и осталим техничким наукама које су уско повезане са пројектовањем и извођењем објеката у чијој материјализацији фасадних зидова се примењује стакло у функцији формирања или креирања пасивних соларних система. Допринос овог истраживања је у следећим областима:

- Примени пасивних соларних система на фасади објекта, систематизацији релевантних параметара карактеристичних за примену пасивних соларних система, као и објашњењу условљености одабира функционалних карактеристика пасивних соларних система и релевантних карактеристика индустријских објеката у чији се фасадни зид пасивни соларни систем интегрише;
- Истраживање проблематике енергетске санације индустријских објеката применом двоструке фасаде, свеобухватној и комплексној анализи релевантних карактеристика објекта, затим анализа локације узимајући у обзир релевантне климатске услове Србије, и анализи и евалуацији модалитета примене пасивних соларних система. Ово истраживање доприноси унапређењу логичко-сазнајног приступа у разматрању целокупног процеса примене двоструке фасаде при санацији индустријских објеката.

### 4.1. Критичка анализа резултата истраживања

Научни доприноси који су остварени у дисертацији представљају унапређење научних знања, с обзиром да се први пут код нас сагледава методологија за процену унапређења енергетских карактеристика индустријских зграда са применом двоструке фасаде у случају задржавања функције и пренамене у функцију пословне зграде.

Анализом унапређења енергетских карактеристика индустријских зграда (која обухвата анализу пет сценарија енергетске санације на три одабрана модела), анализом постојећих методолошких поступака за процену потребне енергије за грејање и хлађење зграде (израдом нумеричких симулација и нумеричких модела), утврђивањем типологије индустријских зграда (типологије са енергетског аспекта), омогућени су формирање и анализа модела за примену двоструке фасаде при санацији индустријских објеката у климатским условима Србије, примењивих и на осталим објектима са сличним конструктивним и енергетским карактеристикама омотача, на простору Републике Србије.

### 4.3. Верификација научних доприноса

Рад у истакнутом међународном часопису (M23):

1. **Slavkovic, B.** (2016). Application of the double skin facade in reconstruction of the industrial buildings in Serbia. *Thermal Science*, DOI: 10.2298/TSCI160524179S. ISSN 0354-9836, IF 1.222

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

2. Dragović, D., **Slavković, B.**, Žižić, K. (2015). The cultural identity of „Modern“ Novi Pazar, In the Proceedings of the *The 3rd International Conference - The Importance of Place*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina: CICOP, pp. 119-132. ISSN 2232-965X.

3. **Slavković, B.**, Dragović, D.(2013). Modern approach toward the use of glass in the materialization of the building skin, In the Proceedings of the *5th International conference on hazards and modern heritage*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina: CICOP, pp. 223-236. ISSN 2232-965X.
4. **Slavković, B.**, Žižić, K., Dragović, D. (2014). Adaptation of an industrial building into higher a education institution accordance with improved energy performance, In the 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. 557-564, ISBN 978-86-7924-114-6.
5. **Славковић, Б.**, Жижић, К., Драговић, Д. (2014). Адаптација индустријског објекта у високообразовну установу у складу са побољшањем енергетских перформанси објекта, У *Зборнику 45. Међународног Конгреса за грејање, хлађење и климатизацију*, уредник: Бранислав Тодоровић, Савез машинских и електротехничких инжењера Србије (SMEITS) - Београд, Србија: Друштво за, грејање, хлађење и климатизацију (KGH) Србије, ISBN 978-86-81505-75-5.

Рад у зборнику радова са међународног научног скупа објављен у изводу (M34):

6. **Slavković, B.**, Dragović, D.(2013). Modern approach toward the use of glass in the materialization of the building skin, In the Proceedings of the *5th International conference on hazards and modern heritage*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina: CICOP, pp. 62. ISSN 2232-965X.
7. Dragović, D., **Slavković, B.** (2013). Problems in remodeling of residential interiors: Kitchen design issues, In the Book of Conference abstracts of the *5th International conference on hazards and modern heritage*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina: CICOP, pp. 49. ISSN 2232-965X.

Превод изворног текста у облику студије, поглавља или чланка (M44):

8. **Славковић, Б.**, (2011). Разговор са Мариом Ботом. У Бојанић, П., Ђокић, В. (ур). *Дијалози са архитектама: о речи архитектуре као архитектуралном акту*. Београд: Архитектонски факултет. стр. 321-334.

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе дисертације кандидата Бранка Славковића, Комисија констатује да је дисертација написана у складу са одобреном темом. 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 нових методологија и примену резултата истраживања у пракси. Оригинални резултати се првенствено односе на методолошки поступак за процену унапређења енергетских карактеристика постојећих индустријских зграда оствареног применом двоструке фасаде при санацији омотача зграде.

Кандидат је показао способност за научно-истраживачки рад кроз рад на самој дисертацији, објављивање научних и стручних радова у зборницима радова са међународних конференција (M33), тематском зборнику националног значаја (M44) и међународном часопису (M23).

На основу напред наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Архитектонског факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом “**Модалитети примене пасивних соларних система при санацији индустријских објеката у Србији**”, кандидата Бранка Славковића, магистарског рада, прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 12.11.2016. године

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

---

Др Александра Крстић-Фурунџић, редовни професор,  
ментор, Архитектонски факултет Универзитета у Београду

---

Др Ана Радивојевић, ванредни професор,  
Архитектонски факултет Универзитета у Београду

---

Др Цветко Црнојевић, редовни професор,  
Машински факултет Универзитета у Београду