

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Мирјане Милетић, дипл. инж. арх.

Одлуком Наставно-научног већа Архитектонског факултета Универзитета у Београду бр. 01-499/2-7.1. од 11.03.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Мирјане Милетић под насловом

**ОПТИМИЗАЦИЈА ЕНЕРГЕТСКИХ ПЕРФОРМАНСИ У ПРОЦЕСИМА САНАЦИЈЕ
УНИВЕРЗАЛНИХ СПОРТСКИХ ДВОРАНА ИЗГРАЂЕНИХ У БЕОГРАДУ У ПЕРИОДУ
ОД 1960. ДО 1980. ГОДИНЕ**

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 98. Статута Архитектонског факултета у Београду („Сл. билтен Факултета“, бр. 80/08, 84/10, 88/12 и 89/12-пречишћен текст), а у складу са Одлуком Већа докторских студија Архитектонског факултета у Београду од 10.11.2014. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној дана 13.11.2014. године, донело одлуку број 01-2284/2-5.11. којом је образована Комисија за оцену испуњености услова кандидата Мирјане Милетић, дипл. инж. арх. и теме докторске дисертације, под насловом „**Енергетска оптимизација у процесима санације универзалних спортских дворана изграђених у Београду у периоду од 1960. до 1980. године**“, у саставу:

- Проф. др Александра Крстић-Фурунџић, редовни професор, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет,
- Доц. др Јасна Чикић Товаровић, доцент, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, и
- Проф. др Александар Ристовски, редовни професор, Универзитет у Приштини, Факултет техничких наука у Косовској Митровици.

На основу члана 30. Закона о високом образовању („Сл. гласник РС“, бр. 76/05,100/07 – аутентично тумачење, 97/08, 44/10, 93/12, 89/13 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 26.05.2015. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној 18.05.2015. године, донело одлуку број 01-815/2-7.12. да се Мирјани

Милетић, дипл. инж. арх. одобрава рад на теми докторске дисертације, под насловом „**Оптимизација енергетских перформанси у процесима санације универзалних спортских дворана изграђених у Београду у периоду од 1960. до 1980. године**“, и да се за ментора именује проф. др Александра Крстић-Фурунџић.

Завршену докторску дисертацију кандидат предаје на Веће докторских студија у марту 2019. године.

На основу члана 109. и члана 110. Статута Универзитета у Београду -Архитектонског факултета („Сл. билтен АФ“, бр. 119/18), члана 37. Правилника о докторским академским студијама („Сл. билтен АФ“, бр. 102/14) и Одлуке Већа докторских студија Факултета од 04.03.2019. године, Наставно-научно веће Факултета је на седници одржаној дана 11.03.2019. године, донело одлуку број 01-499/2-7.1 да се образује Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Мирјане Милетић, дипл. инж. арх., под насловом „**Оптимизација енергетских перформанси у процесима санације универзалних спортских дворана изграђених у Београду у периоду од 1960. до 1980. године**“, у саставу:

- Проф. др Александра Крстић-Фурунџић, редовни професор, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет,
- Проф. др Јелена Ивановић-Шекуларац, редовни професор, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет,
- Проф. др Александар Ристовски, ванредни професор, Универзитет у Приштини, Факултет техничких наука,
- Др Милан Ђорђевић, доцент, Универзитет у Приштини, Факултет техничких наука и
- Др Будимир Судимац, доцент, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет.

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 научној области Архитектонске конструкције, у следећим 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. **M21a - 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. **M21a - Vujosevic Milica, Krstić-Furundžić Aleksandra**, „The influence of atrium on energy performance of hotel building". *Energy and Buildings Journal*, Elsevier, 156 (2017) pp. 140-150 , (ISSN 0378-7788) <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.068>
3. **M21a - Golic, K., Kosoric, V., Krstic-Furundzic, 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).

4. **M23 - Krstić-Furundžić, A.**, Kosoric, V., Golic, K., "Potential for reduction of CO₂ 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. **M23 - Kostic, A., Stankovic, B., Krstić-Furundžić, A.**, "Light pollution and energy savings", - *International Journal of Lighting Engineering (Ingenieria Illuminatului)*, Volume 14, Number 2, 2012, pp. 27-32 (ISSN 1454-5837)
6. **M24 - 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)
7. **M24 - Krstić-Furundžić, A.**, Kosoric, 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).
8. **M23 - 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).
9. **M24 - 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).
10. **M14 - Krstić-Furundžić, A.**, Savvides, A., Leindecker, G., Vassiliades, C., 2017. Architectural planning/integration. - In: *COST Action TU1205 BISTS – Building Integrated Solar Thermal Systems, Design and Applications Handbook*, editor: Soteris A. Kalogirou. COST-European Cooperation in Science and Technology, pp. 57-84. 1 (ISBN: 978-9963-697-22-9) M14
11. **M14 - Krstić-Furundžić, A.**, Djukic, A., "Chapter: Serbia", - In: *COST Action TU1104 - Smart Energy Regions*, editors: Phil Jones, Werner Lang, Jo Patterson, Philipp Geyer, The Welsh School of Architecture, Cardiff University, Wales, UK, pp. 225-240 (ISBN: 978-1-899895-14-4).
12. **M33 - 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

Мирјана Милетић, дипл. инж. арх, рођена је у Приштини 03.11.1976. године; ради у Косовској Митровици, живи у Београду. Грађевинско-архитектонски факултет Универзитета у Приштини уписала је 1995. године. Дипломирала је на Грађевинско-архитектонском факултету у Приштини са средњом оценом 9,1 и стекла звање дипломирани инжењер архитектуре 2001. год. Последипломске магистарске студије на Архитектонском факултету Универзитета у Београду из области Архитектонско урбанистичко пројектовање уписала је 2002. и завршила испитне обавезе са просечном оценом 10,00. Школске 2009./2010. уписује

¹ Према одредби чл. 9. Правилника о минималним условима за стицање звања наставника на Универзитету у Београду и чл. 8. Минималних услова за избор у звања наставника на универзитету (*Службени гласник РС*, бр. 101/2015, 102/2016 и 119/2017), сматраће се да је кандидат који је објавио рад који доноси исти или већи број М бодова предвиђених Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача од оног који носи рад који се захтева као минимални услов за избор у одређено звање, а који се не наводи у овим минималним условима (нпр. М11–М14 или М41 –М45), тај услов испунио.

докторске академске студије архитектуре научног карактера и током студија полаже све испите предвиђене наставним планом са просечном оценом 10,00. Статус мировања кандидат користи услед трудничког и породилског боловања. Наставно-научно веће Архитектонског факултета у Београду је, на седници одржаној 18. маја 2015. године одобрило израду докторске дисертације са насловом „ Оптимизација енергетских перформанси у процесима санације универзалних спортских дворана изграђених у Београду у периоду од 1960. до 1980. године “. За ментора је именована проф. др Александра Крстић-Фурунџић.

Кандидат је од октобра 2001. године запослена на Факултету техничких наука Универзитета у Приштини, са привременим седиштем у Косовској Митровици, одсек Архитектура у звању асистента за ужу научну, односно уметничку област Архитектонско пројектовање и савремена архитектура: од октобра 2017. до данас поред основних и мастер студија, ангажована је на Специјалистичким академским студијама Одрживост и отпорност грађене средине на предметима Енергетско моделовање и Климатски услови, омотач објекта и анализа услова унутрашње средине.

У периоду од 2015.-2018. кандидат учествује у међународном научноистраживачком пројекту: EU Erasmus+ project No. 561675 Creating the Network of Knowledge Labs for Sustainable and Resilient Environments, KLABS (2015-2018). Такође учествује у пројекту Restructuring of Study Programme in Architecture to Long-cycle Integrated Master in line with the Standards (Research project) 530440-TEMPUS-1-2012-ME-TEMPUS-JPCR у периоду од 15.10.2012.-14.10.2016. Члан је Scientific Council of the International Conference of Applied Sciences ICAS 2015, State University of Tetovo, 2015. године.

Кроз истраживања реализована на научноистраживачким пројектима, кроз праксу и едукацију студената Мирјана Милетић третира проблематику енергетске ефикасности архитектонских објеката, што је и тема докторске дисертације.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Мирјане Милетић, дипл. инж. арх., под насловом „**Оптимизација енергетских перформанси у процесима санације универзалних спортских дворана изграђених у Београду у периоду од 1960. до 1980. године**“ написана је на укупно 360 страница. На почетку дисертације, пре основног текста, на укупно 29 страна налазе се: насловне стране дисертације на српском и енглеском језику, подаци о ментору и члановима комисије, резиме на српском и енглеском језику, садржај рада, списак скраћеница, ознака и симбола коришћених у дисертацији, као и попис слика, табела и прилога. Рад садржи 128 слика, 92 табеле, чији је списак дат на 14 страна. На крају рада дати су: списак литературе наведен на 13 страна, 9 прилога на 28 страна изузимајући насловне, биографија аутора са одабраним научним радовима на 8 страна, након чега следе изјава о ауторству, изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу. Дисертација садржи седам поглавља: Уводно образложење, Улазни параметри истраживања, Преглед постојећих концепата и техника за енергетску оптимизацију у процесима санације спортских објеката, Спортски објекти у Београду изграђени 1960.-1980. године, Методологија оптимизације мера приликом енергетске санације универзалних спортских дворана, Оптимизација енергетских перформанси приликом санације репрезентативних модела спортских објеката изграђених у периоду од 1960. до 1980. године и Закључна разматрања. Садржај дисертације је следећи:

Изјава захвалности

Апстракт са кључним речима (на српском језику)

Апстракт са кључним речима (на енглеском језику)

Садржај

СКРАЋЕНИЦЕ, ОЗНАКЕ И СИМБОЛИ

ОБЈАШЊЕЊЕ ПОЈМОВА

ПОПИС СЛИКА И ТАБЕЛА

1. УВОДНО ОБРАЗЛОЖЕЊЕ

1.1. Повод и актуелност теме

1.2. Проблем и предмет истраживања

1.3. Научни циљ истраживања

1.4. Задаци истраживања

1.5. Полазне хипотезе

1.6. Научне методе истраживања

1.7. Научна оправданост дисертације, очекивани резултати и практична примена резултата

1.8. Критички осврт и ограничења у истраживању

1.9. Преглед садржаја дисертације

2. УЛАЗНИ ПАРАМЕТРИ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Климатске карактеристике подручја у коме се налазе објекти

2.1.1. Климатски подаци меродавни за израду студије оптимизације енергетских перформанси спортских објеката на подручју Београда

2.2. Преглед законске регулативе, правилника и стандарда у области енергетске ефикасности и спортских објеката

2.2.1. Инострани стандарди и регулатива о енергетској ефикасности и категоризацији спортских објеката

2.2.2. Инострана документација, правилници и водичи у области енергетске ефикасности и енергетске санације спортских објеката

2.2.3. Законска регулатива у Републици Србији у погледу енергетске ефикасности

2.2.4. Законска регулатива у Србији везано за енергетску ефикасност и категоризацију спортских објеката

2.3. Анализа услова комфора за спортске објекте

2.3.1. Термички комфор

2.3.1.1. Фактори који утичу на термички комфор

2.3.1.2. Прилагодљив комфор (*adaptive component*)

2.3.2. Хигијенски комфор

2.3.2.1. Количина свежег ваздуха

2.3.2.2. Квалитет ваздуха

2.3.2.3. Принудна и природна вентилација

2.3.3. Звучни комфор

2.3.4. Визуелни комфор

2.3.4.1. Природно осветљење

2.3.4.2. Препоруке за осветљење спортских објеката

2.4. Структурални и технички елементи универзалних спортских дворана који могу утицати на енергетску оптимизацију

2.4.1. Пасивни системи са акцентом на природне потенцијале вентилирања, темперирања и осветљавања простора

2.4.2. Активни системи и обновљиви извори енергије

2.4.3. Термотехнички системи

3. ПРЕГЛЕД ПОСТОЈЕЋИХ КОНЦЕПАТА И ТЕХНИКА ЗА ЕНЕРГЕТСКУ ОПТИМИЗАЦИЈУ У ПРОЦЕСИМА САНАЦИЈЕ СПОРТСКИХ ОБЈЕКТА

3.1. Примери нових енергетски ефикасних универзалних спортских дворана

- 3.1.1. Спортска хала у Лаквили (L' Aquila)
- 3.1.2. Спортска дворана Пољопривредног факултета у Кракову (Sports Hall of Cracow University of Agriculture)
- 3.2. Примери енергетске санације универзалних спортских дворана**
 - 3.2.1. Примери енергетске санације спортских објеката применом пасивних и активних система приказаних кроз студије случаја у Европи
 - 3.2.2. Енергетска санација спортских објеката унапређењем термотехничких система приказана кроз студије случаја у Европи
- 4. СПОРТСКИ ОБЈЕКТИ У БЕОГРАДУ ИЗГРАЂЕНИ 1960-1980. ГОДИНЕ
 - 4.1. Кратак историјат настанка спортских објеката**
 - 4.2. Дефиниција спортских објеката**
 - 4.2.1. Спортско- рекреативни центри и спортске дворане
 - 4.2.2. Програмски садржај спортских дворана
 - 4.3. Типологија и категоризација спортских објеката**
 - 4.3.1. Типологија спортских објеката са аспекта форме (Архитектонски облик спортских објеката)
 - 4.3.2. Категоризација спортских објеката у Србији на основу законске регулативе
 - 4.4. Типологија спортских објеката по питању енергетских перформанси**
 - 4.5. Спортско-рекреативни центри и дворане у Београду**
 - 4.5.1. Основне карактеристике универзалних спортских дворана на подручју Београда значајне за енергетску оптимизацију
- 5. МЕТОДОЛОГИЈА ОПТИМИЗАЦИЈЕ МЕРА ПРИЛИКОМ ЕНЕРГЕТСКЕ САНАЦИЈЕ УНИВЕРЗАЛНИХ СПОРТСКИХ ДВОРАНА
 - 5.1. Планирање унапређења и оптимизација енергетских перформанси**
 - 5.2. Преглед физичких и термичких карактеристика**
 - 5.2.1. Основни параметри за дефинисање појединачних мера унапређења приликом санације спортских објеката
 - 5.2.2. Физичке и термичке карактеристике објеката који се анализирају у енергетском смислу и утврђивање енергетског разреда
 - 5.3. Методологија унапређења референтних модела**
- 6. ОПТИМИЗАЦИЈА ЕНЕРГЕТСКИХ ПЕРФОРМАНСИ ПРИЛИКОМ САНАЦИЈЕ РЕПРЕЗЕНТАТИВНИХ МОДЕЛА СПОРТСКИХ ОБЈЕКТА ИЗГРАЂЕНИХ У ПЕРИОДУ ОД 1960. ДО 1980. ГОДИНЕ
 - 6.1. Критеријуми за одабир референтних модела**
 - 6.2. Анализа постојећег стања референтних модела**
 - 6.2.1. Анализа композиције основе Центра за културу и спорт Шумице СЦ1
 - 6.2.2. Анализа композиције основе Спортског центра Вождовац, СЦ2
 - 6.2.3. Основне карактеристике Центра за културу и спорт Шумице (СЦ1) и Спортског центра Вождовац (СЦ2) значајне за енергетску оптимизацију
 - 6.2.4. Идентификација елемената термичког омотача модела СЦ1 и СЦ2
 - 6.2.5. Динамичке симулације објеката СЦ1 И СЦ2
 - 6.2.5.1. Енергетски разреди модела СЦ1 и СЦ2
 - 6.2.5.2. Постојећи услови комфора модела СЦ1
 - 6.2.5.3. Постојећи услови комфора модела СЦ2
 - 6.2.5.4. Упоредни приказ и дискусија добијених резултата услова комфора постојећег стања за дефинисане просторе модела СЦ1 и СЦ2
 - 6.3. Дефинисање појединачних и пакета мера за идентификоване елементе термичког омотача за моделе СЦ1 и СЦ2- креирање сценарија унапређења**
 - 6.3.1. Модел СЦ1
 - 6.3.1.1. Примена пасивних мера унапређења

- 6.3.1.2. Оцена комфора након примене дефинисаних сценарија
- 6.3.1.3. Унапређење термотехничких система
- 6.3.1.4. Интеграција обновљивих извора енергије
- 6.3.2. Модел СЦ2
 - 6.3.2.1. Примена пасивних мера унапређења
 - 6.3.2.2. Оцена комфора након примене дефинисаних сценарија
 - 6.3.2.3. Унапређење термотехничких система
 - 6.3.2.4. Интеграција обновљивих извора енергије

6.4. Упоредна анализа остварених резултата оптимизације енергетских перформанси приликом санације Модела СЦ1 и СЦ2

7. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

7.1. Препоруке и правци даљих истраживања

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ

ПРИЛОГ 1: Клима У Србији

ПРИЛОГ 2: Ваздушни комфор

ПРИЛОГ 3: Пасивни соларни системи и зелени зидови

ПРИЛОГ 4: Шематски приказ спортске дворане

ПРИЛОГ 5: Упитник за кориснике СЦ

ПРИЛОГ 6: Резултати динамичких симулација постојећег стања модела СЦ1 и СЦ2

ПРИЛОГ 7: Вредности индекса комфора

ПРИЛОГ 8: Топлотноизолациони материјали

ПРИЛОГ 9: Резултати динамичких симулација након примене дефинисаних сценарија

Изјава о ауторству

Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада

Изјава о коришћењу

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Рад се састоји из седам поглавља: *Уводно образложење, Улазни параметри истраживања, Преглед постојећих концепата и техника за енергетску оптимизацију у процесима санације спортских објеката, Спортски објекти у Београду изграђени 1960 - 1980. године, Методологија оптимизације мера приликом енергетске санације универзалних спортских дворана, Оптимизација енергетских перформанси приликом санације репрезентативних модела спортских објеката изграђених у периоду од 1960. до 1980. године и Закључна разматрања.*

У Уводу се образлаже повод и актуелност теме, предмет и проблем истраживања, циљеви и полазне хипотезе, научни методи и дискутује се о научној оправданости, очекиваним резултатима, о критичком осврту на тему као и о начину њеног спровођења.

У поглављу *Улазни параметри истраживања* дати су подаци о климатским карактеристикама подручја у коме се налазе објекти који се анализирају, дат је преглед законске регулативе који обухвата тематику и даје смернице и ограничења у даљим истраживањима као и основне податке о условима комфора који постоје и треба их достићи. У овом поглављу указује се на структуралне и функционалне елементе спортских дворана који су значајни за енергетску оптимизацију.

Поглавље *Преглед постојећих концепата и техника за енергетску оптимизацију у процесима санације спортских објеката* даје преглед изабраних примера енергетски ефикасних спортских дворана у свету као и могућност примене пасивних и активних система као мера унапређења поред унапређења енергетске инфраструктуре-термотехничких система.

У поглављу *Спортски објекти у Београду изграђени 1960 - 1980. године* дефинишу се спортске зграде и даје се кратак осврт на историјат њиховог настанка. Ово поглавље даје преглед и листу спортских објеката у Београду са основним претходно дефинисаним карактеристикама значајним за оптимизацију енергетских перформанси.

Поглавља *Методологија оптимизације мера приликом енергетске санације спортских објеката* и *Оптимизација енергетских перформанси приликом санације репрезентативних модела спортских објеката изграђених у периоду од 1960. до 1980. године* дају детаљан приказ осмишљене методологије уопштено а затим њене примене на конкретним референтним моделима. Анализиране су мере унапређења термичког омотача, примена пасивних и активних система као и унапређење термотехничких система у различитим дефинисаним сценаријима и комбинацијама.

Закључак даје приказ резултата истраживања, потврђује постављене хипотезе и указује на правце даљих истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 . Савременост и оригиналност

Актуелност теме је у томе што је енергетска ефикасност данас неизоставна карактеристика сваког новог или реконструисаног објекта, због регулативе и све израженије свести о очувању животне средине.

Данас је тема санације постојећих објеката врло актуелна нарочито када су у питању стамбени објекти. Анализом укупног грађевинског фонда утврђено је да се готово 50 % енергије утроши током употребе зграда. Имајући на уму овај податак јасно је да санација у циљу постизања енергетске ефикасности има веома велики економски и еколошки значај.

У Европи је до данас изграђено 1,5 милиона спортских објеката који се и данас углавном користе у пуном капацитету. Тај број представља 8 % од укупног грађевинског фонда неких земаља и региона. Податак да ове зграде троше 10 % од укупне утрошене енергије на глобалном нивоу доводи до закључка да ова врста објеката свакако заузима значајно место у планирању унапређења енергетске ефикасности грађевинског фонда. По заузетој површини спортски објекти заузимају значајних 4 % од укупне површине изграђених објеката у Европи. Велики објекти попут ових троше значајне количине енергије за грејање великих простора, за њихову вентилацију и осветљење.

Уколико се претпостави да се применом различитих мера унапређења енергетске ефикасности код спортских објеката може остварити уштеда од минимум 30 %, а имајући у виду да је потрошња енергије европског грађевинског фонда (ЕУ 27) 2008. године износила 1,768 [Mtoe] на основу базе података ЕУРОСТАТ потенцијално се може уштедети око 21 [Mtoe] енергије годишње што никако није занемарљиво.

Оригиналност дисертације огледа се у анализи енергетске и обликовне оправданости употребе пасивних и активних система у термичким омотачима спортских објеката у београдским

климатским условима на примеру референтних модела. Савременост се исказује кроз методе примене појединачних и пакета мера на универзалним спортским дворанама.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Приликом рада на докторској дисертацији коришћена је обимна литература и разни примарни и секундарни извори. Прва три поглавља у дисертацији заснована су на теоријском истраживању теме и појмова релевантних за услове комфора, енергетску ефикасност и санацију спортских објеката.

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

Као најзначајнији извори коришћени у истраживању издвајају се:

- Artuso, P. Santiangeli, A. (2008) Energy solutions for sports facilities, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 33, Issue 12, јун 2008, стр. 3182–3187.
- ASHRAE (2009) American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, *Handbook: Fundamentals*, Inch-Pound Edition.
- Associazione Impianti Sportivi, (Асоцијација спортских објеката- енергетски ефикасне зграде), доступно на www.ais-it.org
- Baker, N. (2009) *A Handbook of Sustainable Refurbishment: Non-Domestic Buildings*. Earthscan, London.
- Baker, N. (2007) Adaptive thermal comfort standards for building refurbishment. Revival Technical Monograph 2, доступно на www.revival-eu.net
- Best Practice Programme (2000) Energy Consumption Guide 19. Energy Use in Offices, BRE publications
- EnerPHit – the Passive House Certificate for retrofits, коришћено априла 2017. са <https://passipedia.org/certification/enerphit>
- Energy Consumption Guide, ECG 078- Energy use in sports and recreation buildings, BRECSU - UK, 2001, доступно на :
<http://www.carbontrust.co.uk/Publications/pages/publicationdetail.aspx?id=ECG078>
- Ilić, S. (1998) *Sportski objekti*, Beograd: Slobodan N. Ilić
- Passive House requirements , доступно на:
http://passiv.de/en/03_certification/02_certification_buildings/08_energy_standards/08_energy_standards.html
- Правилник о енергетској ефикасности зграда*, Службени гласник РС бр. 61/2011
- Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда*, Службени гласник РС бр. 69/12
- Reknagel, Šprenger, Šramek, Čeperković (2002) *Grejanje i klimatizacija sa pripremom tople vode I rashladnom tehnikom*, 2002, V издање, Vrnjačka Banja: Interklima.
- SportE². 2018, „Performance Criteria and Requirements.“ Energy Efficiency for European Sport Facilities, доступно на:
<https://cordis.europa.eu/docs/projects/cnect/4/260124/080/deliverables/001-ARES296619D11GA260124.pdf>
- CIBSE Guide A: Environmental design, January 2006 (7th edition) The Chartered Institution of Building Services Engineers London, ISBN-10: 1-903287-66-9

Софтвери коришћени у раду су:

SketchUp 2016

IES VE 2016 и 2017 Integrated Environmental Solutions Virtual Environment кроз модуле

ModelIT, SunCast, Apache, FlucsDL, Radiance IES, VistaPro

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Први правац истраживања је у теоријском разматрању енергетске санације спортских објеката. Заснива се на анализи научних истраживања из доступне литературе и прикупљању релевантних података кроз анализе иностраних примера санације ове врсте зграда. Анализом датих примера одабране су мере за унапређење енергетске ефикасности референтних модела универзалних спортских дворана у Београду.

Други правац истраживања огледа се у прикупљању података, анализи тренутног стања референтних узорака постојећих спортских објеката и универзалних дворана а који су усвојени као радни модели на којима се испитивало унапређење.

Како би се провериле постављене хипотезе спроведен је трећи правац истраживања који представља анализу различитих техничких решења да би се усвојиле мере за унапређење енергетске ефикасности. Применом нумеричких симулација извршене су анализе потрошње енергије одабраних модела спортских дворана одређеног капацитета за различита сценарија унапређења енергетских перформанси као и услови комфора након примене сваке појединачне и пакета мера. Коришћење симулација се показало као нужно у анализи модела код којих су примењене различите предложене мере унапређења помоћу компјутерских софтверских пакета Virtual environment (IES VE 2016 и 2017, Integrated Environmental Solutions Virtual Environment). Студијом појединачних модела спортских дворана истог капацитета и упоредном анализом резултата добијених из студије енергетске оптимизације дошло се до закључка који параметри утичу на енергетске перформансе зграде. Резултати истраживања су анализирани, класификовани и упоређени. На основу добијених резултата установљени су основни принципи и закључци и дефинисане препоруке за планирање и пројектовање енергетски ефикасних спортских објеката, као и универзалних спортских дворана у оквиру њих, 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 санације универзалних спортских дворана у београдским климатским условима. Они имају практичну примену јер су истражене адекватне мере унапређења фасада у циљу енергетске оптимизације. Добијени резултати могу бити применљиви за стручну и ширу јавност. Практична примена истраживања огледа се у могућностима примене предложених принципа, препорука и техничких решења приликом санације универзалних спортских дворана приказаног капацитета и волумена главне хале у Београду. Ово истраживање даје основ за даља истраживања и едукацију кадрова у овој области.

Методологија коришћена у раду је применљива на спортске центре али је значајно поменути да се може применити и код школских зграда које по својој структури простора могу да се поделе на две термичке зоне - физкултурну салу и остатак зграде где су смештене учионице, администрација и помоћни простори. Анализе и испитивања у овом правцу представљаће правац даљих истраживања.

Претпоставка је да се методологија може применити и на објекте кружне форме у габариту са призматичном салом у њиховом саставу. Објекти ове форме нису били предмет рада и остају као препорука за даља истраживања.

Посебан допринос ове дисертације је приказ методолошког поступка приликом санације само дворане у оквиру спортског центра и спортског центра у целисти. Приказане смернице могу се користити у функцији стварања стратегија и концепата приликом енергетске санације и

пројектовања спортских објеката како у Београду тако и подручјима са сличним климатским условима.

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 различитих области, биоклиматског пројектовања, грађевинске физике и динамичких симулација понашања зграда. Кандидат Мирјана Милетић влада вештинама употребе разноврсних научних метода истраживања које су специфичне за наведене области, почев од теоријске анализе извора, компјутерске симулације енергетских перформанси објеката, обраде добијених резултата и њихове компаративне анализе, као и синтезе и интерпретације резултата истраживања.

На основу детаљног увида у дисертацију, Комисија констатује 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 и националних научних конференција, у монографијама међународног значаја, а као један од најзначајнијих истиче се рад објављен у научном часопису међународног значаја M22.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси истраживања су:

- Идентификација карактеристика постојећих спортских објеката које су релевантне за енергетску санацију и формирање енергетски ефикасног спортског објекта;
- Дефинисање референтних модела енергетски ефикасних спортских објеката компактне и разуђене основе са главном двораном у средишњем делу и са три зида у контакту са спољним ваздухом, дефинисање најповољније појединачне мере као и пакета мера у циљу остваривања енергетске оптимизације спортских објеката за климатске услове Београда;
- Формирање препорука за постизање енергетске оптимизације у процесима санације универзалних спортских дворана у оквиру спортских објеката кроз специфичну усвојену методологију;
- Стварање препорука за остваривање одговарајућег комфора у спортским дворанама током целе године коришћењем природних потенцијала и обновљивих извора енергије (већина радова у домаћој литератури се фокусира само на стамбене објекте и енергију потребну за грејање);
- Креирање методологије пројектовања спортских дворана која узима у обзир природне потенцијале и обновљиве изворе енергије за темперирање (грејање и хлађење), вентилирање и осветљавање простора чиме се указује на могућност смањења енергетских потреба у објекту, што је приказано на репрезентативним узорцима спортских објеката у Београду.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Предложена тема је проистекла на основу савремених тенденција у погледу енергетске ефикасности зграда и смањења загађења животне средине, које су у овом моменту врло актуелне у свету а све више и у Србији. Говори се о климатским променама, енергетској ефикасности, одрживости и то углавном са акцентом на становање, док у Србији не постоје истраживања унапређења енергетске ефикасности спортских објеката. У овом раду се управо анализирају спортске зграде, односно универзалне спортске дворане у оквиру спортских центара, изграђене у периоду од 1960-1980. године у Београду. Након детаљне анализе постојећих спортских дворана у контексту енергетских перформанси дате су смернице за пројектовање нових тј. смернице како комбинованом употребом обновљивих и конвенционалних извора енергије као и применом специфичних техничких елемената омотача можемо утицати на побољшање енергетске ефикасности универзалних спортских дворана у климатским условима Београда. Да би се постигао резултат након примене одређених предложених мера примењене су нумеричке симулације у циљу сагледавања утицаја архитектонског решења на енергетску ефикасност универзалних спортских дворана и квалитета унутрашњег комфора у њима.

Велика ограничења у овом истраживању су непостојање јасних законских смерница, статистичких података, непостојање пројектне документације. У овом истраживању тежиште је на енергетском моделовању, анализи примера санације и резултата добијених анализом овог типа зграда из суседних земаља.

У докторској дисертацији први пут је обављено испитивање енергетских перформанси и у том погледу потенцијала спортских објеката у београдским климатским условима. Унапређење научног знања у односу на постојеће стање огледа се пре свега у формирању методологије за постизање унапређења енергетске ефикасности спортских зграда. Допринос овог истраживања архитектонској пракси огледа се и у приказу конкретних резултата мерења и симулација енергетских перформанси референтних спортских објеката у београдским климатским условима. Истраживање даје конкретне препоруке за енергетску оптимизацију спортских објеката у процесима санације.

4.3. Верификација научних доприноса

Списак радова који су резултат истраживања у оквиру докторске дисертације:

Радови објављени у часописима од водећег међународног значаја

M22

Stamenkovic, M. **Miletić, M.** Kosanovic, S. Vuckovic, G. Glisovic, S. (2017) The impact of a building shape on space cooling energy performance in the green roof concept implementation, *Thermal Science*, <https://doi.org/10.2298/TSCI170425205S>

Радови од међународног значаја објављени у зборницима међународних конференција:

M33

Miletić, M. (2012) *Примена иновативних материјала у пројектовању и грађењу стамбених објеката у погледу економичности и енергетске ефикасности*, PHIDAC 2012- IV међународни симпозијум студената докторских студија из области грађевинарства, архитектуре и заштите животне средине-, Ниш, 27- 28. септембар 2012. ISBN 978-86-88601-06-1, стр. 63-70.

M33

Miletić, M. (2012) *Polymers in designing and construction of building facades related to heating concerning energy efficiency*, INDIS 2012- Planiranje, projektovanje, građenje i obnova graditeljstva- XII међународни научни skup, deo Contemporary materials and construction systems, Novi Sad, 28-30. новембар 2012. Conference proceedings ISBN 978-86-7892-453-8, стр. 625-633.

M33

Miletić, M. (2013) *Measures aimed at improving the energy efficiency of state protected buildings, Applying innovative materials on building fronts*, RESPAG, 2nd International Scientific Conference, „REGIONAL DEVELOPMENT, SPATIAL PLANNING AND STRATEGIC

GOVERNANCE“ Conference thematic session: SUSTAINABLE SPATIAL DEVELOPMENT UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS, Belgrade, 22-25. May 2013. Conference Proceedings, стр. 1038-1047.

M33

Miletic, M. (2013) *Use of transparent insulation materials as one of measures of improving energy efficiency of structures*, THE SIXTH INTERNATIONAL EXERGY, ENERGY AND ENVIRONMENT SYMPOSIUM, IEEEES6, by Recep Tayyip Erdogan University (RTEU), Session: **Energy and Environmental Issues-II**, Rize, Turkey, July 1-4. 2013. Conference proceedings ISBN: 978-605-85878-0-9 стр. 379-386.

M33

Miletić, M. (2013) *Biopolimeri u sklopu fasadnog omotača objekta*, Međunarodna naučna konferencija SAVREMENI MATERIJALI 2013. kondenzovane materije, biomaterijali, nanomaterijali, voda, nanomedicina, Simpozijum A, Nauka o materiji, kondenzovana materija i fizika čvrstog stanja, Banja Luka, 4-6. jul 2013. Постер презентација.

M33

Miletić, M. Ilić Martinović, O. (2013) *Održivi i multifunkcionalni materijali u sastavu termičkog omotača objekta- korišćenje savremenih materijala u cilju unapređenja energetske efikasnosti*. Međunarodna naučna konferencija SAVREMENI MATERIJALI 2013. kondenzovane materije, biomaterijali, nanomaterijali, voda, nanomedicina, Simpozijum A, Nauka o materiji, kondenzovana materija i fizika čvrstog stanja, Banja Luka, 4-6. jul 2013. Постер презентација.

M33

Ilić Martinović, O. Miletić, M. (2013) *Sagledavanje uloge i mesta materijala u oblikovanju prostora u savremenoj arhitekturi*, Međunarodna naučna konferencija SAVREMENI MATERIJALI 2013. kondenzovane materije, biomaterijali, nanomaterijali, voda, nanomedicina, Simpozijum A, Nauka o materiji, kondenzovana materija i fizika čvrstog stanja, Banja Luka, 4-6. jul 2013. Постер презентација.

M33

Ilić Martinović, O. Miletić, M. (2014) *Sustainability, identity and role of traditional materials*, First International Academic Conference, Places and Technologies 2014, Belgrade 3-4. april 2014. Conference proceedings ISBN 978-86-7924-114-6, стр. 441-448.

M33

Miletić, M. Krstić-Furundžić, A. (2018) *Energy refurbishment of a public building in Belgrade*, Conference paper, Places and Technologies 2018, Beograd, 26-27. april 2018. стр. 348-356.

Радови објављени у часописима од водећег националног значаја:

M51

Miletić, M. (2013) *Inovativno staklo i nanotehnologija na fasadama administrativnih objekata u pogledu energetske efikasnosti*, Originalni naučni rad. *časopis Izgradnja*, vol.1-2. ISSN 0350-5421, стр. 18-22.

M51

Miletić, M. (2013) *Inovacije u primeni građevinskih materijala i njihov uticaj na savremenu arhitekturu*, Pregledni rad, *časopis Izgradnja* 67, 2013, vol 7-8, стр. 292- 296.

M51

Tomovska, R. Mickovski, G. Miletić, M. (2014) *Analiza obnove, sanacije i promene namene objekta: kuća Uranija – Ohrid*, Originalni naučni rad, *časopis Izgradnja*, 2014, vol 1-2, ISSN 0350-5421, стр. 20-32.

Поглавља у монографијама од међународног значаја:

M14

Miletic, M. (2013) *Innovative polymer based materials within the façade envelope assembly of buildings*, chapter of first series of Energy Book, 2013 edition, titled "*Materials and processes for energy: communicating current research and technological developments*", a

divulagation/educationally-oriented publication on Energy and Materials. Publisher: Formatex Research Centre, C/Zurbaran, Badajoz, Spain Book title: Materials and processes for energy: communicating current research and technological developments, Editor: A. Mendez-Vilas, ISBN: 978-84-939843-7-3, Publication date: August 2013 [електронска верзија] доступна на <http://www.formatex.info/energymaterialsbook>, стр. 709-718.

M14

Miletić, M. Arsić, N. (2018) *Energy Flows and Energy Cycle: From Resources to End Users*, chapter of the Book Series. Energy Resources and Building performance, KLABS for Sustainable and Resilient Environment, Co-founded by Erasmus+ Programme of the European Union, ур. Thaleia Konstantinou, Nataša Ćuković Ignjatović i Martina Zbašnik-Senegačnik, TU Delft Open, ISBN 978-94-6366-034-1, стр. 20-42.

M14

Lekić, O. **Miletić, M.** Fikfak, A. (2018) *Healthy Places and the Built Environment*, chapter of the Book Series. Sustainability and Resilience Socio-Spatial Perspective KLABS for Sustainable and Resilient Environment, Co-founded by Erasmus+ Programme of the European Union, ур. Alenka Fikfak, Saja Kosanović, Miha Konjar and Enrico Anguillari, TU Delft Open, ISBN 978-94-6366-030-3, стр. 217-230.

Bertagna, F. Carrobé, A. Cruz, J. Macut, N. **Miletić, M.** (2018) Case Study Belgrade: Istočna kapija residential building, Adaptive façade 2018, COST TU 1403, Delft, доступно на: <http://tu1403.eu/wp-content/uploads/Booklet-Adaptive-Facades-Training-School-2018.pdf>. Постер презентација

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Мирјане Милетић представља свеобухватно проучавање енергетских перформанси универзалних спортских дворана у београдским климатским условима. Након теоријског дела у коме се разматра и даје преглед могућих начина примене одређених пасивних и активних система као мера унапређења енергетске ефикасности универзалних спортских дворана са класификацијом спортских објеката уопште и са аспекта енергетских перформанси, постављају се пројектантски захтеви за енергетску санацију спортских зграда. У експерименталном делу рада кроз нумеричке симулације спроведено је истраживање утицаја појединачних пасивних и активних система, интегрисаних у термички омотач, на енергетске перформансе само универзалне дворане у оквиру спортских центара и објекта у целисти у београдским климатским условима. Дисертација представља оригинални научни допринос кандидата у области енергетске оптимизације и обезбеђује основу за даља истраживања у овој области.

На основу детаљне анализе дисертације кандидата Мирјане Милетић, 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* за коју је матичан Универзитет у Београду - Архитектонски факултет, као и научни допринос који се односи на развој методологије и примену резултата истраживања у пракси. Кандидат Мирјана Милетић је показала способност за научноистраживачки рад кроз рад на самој дисертацији, учествовање

на научноистраживачким пројектима и објављене научне радове у зборницима радова са међународних конференција (M33), у монографијама међународног значаја (M14) и међународном часопису (M22).

На основу свега наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Архитектонског факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом „**Оптимизација енергетских перформанси у процесима санације универзалних спортских дворана изграђених у Београду у периоду од 1960. до 1980. године**“, кандидата Мирјане Милетић, дипл. инж. арх. прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду.

У Београду, април 2019. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

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

Проф. др Јелена Ивановић-Шекуларац, редовни професор
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

Проф. др Александар Ристовски, ванредни професор
Универзитет у Приштини, Факултет техничких наука

Др Милан Ђорђевић, доцент
Универзитет у Приштини, Факултет техничких наука

Др Будимир Судимац, доцент
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет