

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Драгице Арнаутовић-Аксић, дипл. инж. арх.

Одлуком Наставно-научног већа Архитектонског факултета бр.01-636/2-5.24 од 13.06.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Драгице Арнаутовић-Аксић, дипл. инж. арх. под насловом

ПРИМЕНА ДРВЕТА У СТАМБЕНОЈ АРХИТЕКТУРИ БОСНЕ И ХЕРЦЕГОВИНЕ СА СТАНОВИШТА ЕКОЛОШКЕ ИСПРАВНОСТИ ЗГРАДА

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

Кандидаткиња је 2004. године одбранила магистаску тезу на Архитектонском факултету Универзитета у Београду и стекла диплому магистра техничких наука у основној области архитектура и урбанизам.

На основу члана 98. Статута Архитектонског факултета у Београду („Сл. билтен Факултета“, бр. 80/80, 84/10, и 89/12), а у складу са Одлуком Већа докторских студија Архитектонског факултета у Београду од 12.06.2012. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној дана 25. јуна 2012. године, донело одлуку бр. 01-827/2-5.17 којом је образована Комисија за оцену испуњености услова кандидата мр Драгице Арнаутовић-Аксић, дипл. инж. арх. и теме докторске дисертације, под насловом „**Валоризација и оптимизација примене дрвета у стамбеној архитектури Босне и Херцеговине са становишта еколошке исправности зграда**“, у саставу:

- Др Ана Радивојевић, ванредни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду,
- Др Милица Јовановић Поповић, редовни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду,
- Др Јелена Ивановић-Шекуларац, доцент Архитектонског факултета Универзитета у Београду,
- Др Милан Јајић, редовни професор Шумарског факултета Универзитета у Београду,
- Др Мања Китек Кузман, доцент Биотехничког факултета Универзитета у Љубљани.

На основу члана 32 (с2) 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. 80/08, 84/10 и 89/12), и сагласности Већа научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду од 09.10.2012. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној 29.10.2012. године, донело одлуку број 01-1772/2-4.10. да се мр Драгици Арнаутовић-Аксић, дипл. инж. арх одобрава рад на теми докторске дисертације, под насловом **„Примена дрвета у стамбеној архитектури Босне и Херцеговине са становишта еколошке исправности зграда“**, и да се за ментора именује проф. др Ана Радивојевић.

Завршену докторску дисертацију кандидат предаје на Веће докторских студија у јуну 2016. године.

На основу члана 32. (с2) Самосталног члана Закона о изменама и допунама Закона о високом образовању („Сл. гласник РС“, бр. 76/05, 100/07 – аутентично тумачење, 93/12, 89/13, 99/14 и 68/15), члана 38. Статута Архитектонског факултета („Сл. билтен АФ“, бр. 105/15 – пречишћен текст) и Одлуке Већа докторских студија Факултета од 06.06.2016. године, Наставно-научно веће Факултета је на седници одржаној дана 13.06.2016. године, донело одлуку број 01-636/2-5.24 да се образује Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Драгице Арнаутовић-Аксић, дипл. инж. арх., под насловом **„Примена дрвета у стамбеној архитектури Босне и Херцеговине са становишта еколошке исправности зграда“**, у саставу:

- Др Ана Радивојевић, ванредни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду,
- Др Милица Јовановић Поповић, редовни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду
- Др Јелена Ивановић-Шекуларац, ванредни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду
- Др Милан Јајић, редовни професор Шумарског факултета Универзитета у Београду

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научном пољу *Техничко-технолошких наука*, научној области *Архитектонске технологије*, односно ужој научној области *Архитектонске конструкције, материјали и физика зграда* за коју је Факултет матичан. Ментор предметне дисертације је др Ана Радивојевић, ванредни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду.

Списак радова који квалификују проф др Ану Радивојевић за ментора докторске дисертације:

1. Đukanović, Lj., **Radivojević, A.**, Rajčić, A. (2015). Potentials and Limitations for Energy Refurbishment of Multi-Family Residential Buildings Built In Belgrade before the World War One. *Energy and buildings*, Vol.115, 112-120, DOI:10.1016/j.enbuild.2015.04.047.
2. Slavković K., **Radivojević, A.** (2015). Evaluation of energy embodied in the external wall of single-family buildings in the process of energy performance optimisation. *Energy Efficiency*, Vol.8 (2), 239-253. DOI 10.1007/s12053-014-9285-3
3. **Radivojević A.**, Roter Blagojević M., Rajčić A. (2014) The issue of thermal performance and protection and modernisation of traditional half-timbered (bondruk) style houses in Serbia.

4. Rajčić A., **Radivojević, A.**, Elezović M. (2015) Correlation between the morphology of unheated staircase and energy performance of residential building. *Thermal Science*, Vol.19 (3), 845-856. DOI: 10.2298/SCI130703011R
5. **Radivojević A.**, Kurtović-Folić N. (2006) "Evolution of Bricks and Brick Masonry in the Early History of Its Use in the Region of Today's Serbia", *ASCE Journal of Materials in Civil Engineering*, Vol. 18, No.5, 692-699. DOI: 10.1061/(ASCE)0899-1561(2006)18:5(692)
6. **Radivojević A.**, Nedić M. (2008) „Environmental evaluation of building materials – example of two residential buildings in Belgrade“, *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering* Vol. 6, No 1, 97-111.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Драгица Арнаутовић-Аксић је рођена 3. 6. 1958. у Белој Цркви (Војводина).

Основну школу и гимназију општег смера завршила је у Приједору. После завршене гимназије уписује се на Архитектонски факултет Универзитета у Београду, на којем је дипломирала 1985. године.

Стручни испит из области урбанизма, архитектуре и грађевинарства, смер архитектонско-инжењерски, положила је 1987. године.

Последипломске студије „Проучавање и заштита градитељског наслеђа“ уписује на Архитектонском факултету Универзитета у Београду и исте завршава одбраном магистарског рада „Цркве брвнаре на подручју Бањалучке епархије“, код ментора проф. др Нађе Куртовић-Фолић 2004. године, чиме је стекла академско звање магистра техничких наука из области архитектура и урбанизам.

Досадашњи професионални рад кандидаткиње карактерише богато и разноврсно искуство у различитим сегментима струке. Може се рећи да се у највећој мери бавила пословима архитектонског пројектовања, извођења и надзора, посебно од 2001. године од када руководи сопственим предузећем „Ингра инжењеринг“ у Бањалуци, али треба напоменути да се опробала и у раду на изради урбанистичке документације у оквиру Урбанистичког завода Републике Српске, као и на пословима проучавања и заштите културног наслеђа у оквиру Међуопштинског завода за заштиту споменика културе у Суботици.

Поред рада у пракси, кандидаткиња се бавила и педагошким радом, и то на почетку каријере као професор стручних предмета у Хемијско-технолошкој и Грађевинско-дрвопрерађивачкој школи у Приједору, а у периоду од 2006 до 2010. године као виши асистент на Архитектонско-грађевинском факултету у Бањалуци на предметима Заштита и ревитализација градитељског наслеђа и Историја архитектуре. У овом периоду активно учествује и у научним пројектима факултета.

Посебан сегмент професионалног интересовања и рада кандидаткиње представља интересовање за проблеме енергетске ефикасности зграда и одрживог развоја. Почевши од 2001. године ангажована је као техничко-комерцијални заступник фирме Урса Словенија, где као технички саветник учествује у изради елабората топлотне заштите многобројних зграда, те учествује у раду Урсиног тренинг центра у оквиру којег држи предавања из области енергетске ефикасности у зградарству, а по природи овог посла, бива у прилици да се упозна са савременим токовима и достигнућима у овој области.

Током 2009 и 2010. године похађа обуку за стицање звања овлашћени аудитор, која је организована од стране норвешке организације „ENSI“, након чега стиче звање сертифицирани аудитор зграда (ENSI Energy Saving International AS – Norway in B&H).

Као национални експерт у овој области, кандидаткиња је била ангажована на више различитих пројеката иницираних од стране међународних институција и државе. Један од њих био је пројекат UNDP „Capacity Building Program in Energy Efficiency BiH“ у оквиру којег је држала обуку у више градова у БиХ. Такође је радила на изради Одрживог акционог плана Града Бањалука до 2020. године („SEAP – Sustainable Energy Action Plan“), а током 2010–2011. године учествује у изради Националног плана енергетске ефикасности Босне и Херцеговине (BiH – First NEEAP 2010–2018), а учествује и на изради Првог националног извештаја о климатским променама (INC), као експерт за област просторног планирања и зградарства (2008–2009). У изради Другог и Трећег националног извештаја о климатским променама (SNC и TNC) учествује као експерт за област зградарства, а у истом својству учествује и приликом израде двогодишњег извјештаја FBUR-а према UNFCCC. Учествоје и у изради других докумената из области климатских промена и заштите животне средине: Стратегија нискокарбонског развоја (LEDs) и NAMAs Buildings.

Током 2013. и 2015. била је ангажована од стране GIZ-а ради одржавања обуке запосленим у партнерским општинама Босне и Херцеговине.

Тренутно је ангажована као експерт од стране GIZ-а на пројекту *Типологија стамбених зграда у Босни и Херцеговини*.

Међу научно-истраживачким и стручним пројектима у којима је кандидаткиња издвајају се:

- НИП „Урбана и градитељска обнова у духу одрживог развоја града Бањалуке – уводна разматрања“, Архитектонско-грађевински факултет у Бањалуци 2007.
- „Прва соларна пасивна кућа у дрвету у БиХ“, пројекат суфинансиран од Министарства науке и технологије РС, вођа пројекта, 2008–2010.
- TEMPUS ПРОЈЕКАТ SD TRAIN – Развој одрживих инфраструктура за локалне заједнице у земљама Западног Балкана, као експерт у тиму Машинског факултета Универзитета у Бањалуци

Поседује лиценце – овлашћења за израду техничке документације, извођење и надзор, и израду просторно планске документације које је издало Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске.

Члан је Савета за климатске промене града Бањалука, члан Одбора за енергетску ефикасност Савеза општина и градова Републике Српске и председник Савеза архитеката Републике Српске

Активно се служи енглеским и немачким језиком. Познаје и у раду користи следеће рачунарске програме: Windows 2010, AutoCAD 2023, PHPP 2007, MS Office (Word, Excel, Power Point, Internet Tools) и др.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Драгице Арнаутовић-Аксић под насловом „Примена дрвета у стамбеној архитектури Босне и Херцеговине са становишта еколошке исправности зграда“ написана је на укупно 313 страница. На почетку дисертације, пре основног текста, налазе се: подаци о ментору и члановима комисије, резиме на српском и енглеском језику, попис ознака, скраћеница и симбола, као и садржај рада. На крају рада дати су: преглед литературе са 298 коришћених библиографских јединица, прилози, попис слика и табела, биографија аутора са одабраним научним радовима, након чега следе изјава о ауторству, изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу. Рад укључује 145 слика и 23 табеле, а прилози су организовани у 5 целина. Рад садржи седам поглавља, а садржај дисертације је следећи:

Резиме са кључним речима (на српском језику)

Резиме са кључним речима (на енглеском језику)

Попис ознака, скраћеница и симбола

Предговор

Садржај

1.	УВОД	1
1.1	Проблем и предмет истраживања	1
1.2	Научни циљ истраживања	8
1.3	Задаци истраживања	9
1.4	Радне (полазне) хипотезе	10
1.5	Научне методе истраживања	11
1.6	Научна оправданост истраживања	12
1.7	Очекивани резултати и њихова практична примена	13
1.8	Критички осврт на досадашња истраживања	15
2.	САВРЕМЕНИ НАЧИНИ ГРАЂЕЊА ДРВЕТОМ	17
2.1	Дрвена грађа и производи на бази дрвета	17
2.2	Конструктивни системи и начини грађења дрветом	23
3.	РЕЛЕВАНТНИ ПОДАЦИ ВЕЗАНИ ЗА ПРИМЕНУ ДРВЕТА У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ	46
3.1	Традиција грађења дрветом	46
3.2	Постојећи стамбени фонд	54
3.2.1	Карактеристике постојећег грађевинског фонда у односу на примењене материјале и технологије грађења	60
3.2.2	Облици примене дрвета у постојећем стамбеном фонду	72
3.3	Клима	75
3.4	Шумско богатство	81
4.	ОДРЖИВА АРХИТЕКТУРА И МЕТОДОЛОГИЈА ЊЕНЕ ПРОЦЕНЕ	85
4.1	Појам	85
4.2	Основни еколошки аспекти примене дрвета	92
4.3	Законска регулатива у домену еколошки исправне архитектуре	106
4.4	Анализа индикатора еколошке исправности релевантних за примену дрвета у стамбеној архитектури	122

4.5	Преглед и анализа постојећих модела и софтвера за процену еколошке исправности зграда	127
5.	ВАЛОРИЗАЦИЈА СТАМБЕНИХ ЗГРАДА	147
5.1	Типологија стамбених зграда у односу на степен примене дрвета	147
5.2	Избор референтних типова за процену	149
5.3	Дефинисање методологије процене еколошке исправности зграда	157
5.4	Дефинисање критеријума за процену еколошке исправности	162
6.	ВРЕДНОВАЊЕ, РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА	166
6.1	Вредновање елемената структуре	166
6.1.1	Вредновање фасадних зидова	167
6.1.2	Вредновање кровних конструкција	171
6.1.3	Вредновање међуспратних конструкција према негрејаном тавану	173
6.1.4	Вредновање међуспратних конструкција	175
6.1.5	Вредновање конструкција на тлу	182
6.1.6	Вредновање преградних зидова	185
6.1.7	Вредновање фасадне столарије – прозора	188
6.2	Вредновање референтних типова зграда	190
6.2.1	Вредновање термичког омотача зграда	191
6.2.2	Вредновање референтних зграда	193
6.3	Резултати и дискусија	196
6.4	Препоруке за пројектовање и извођење	202
7.	ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	204
	ЛИТЕРАТУРА	210
	ПРИЛОЗИ	
1.	Преглед оцењиваних елемената структуре зграда	231
2.	Преглед оцена вредновања елемената структуре	253
3.	Оцењиване зграде – преглед елемената структуре	259
4.	Преглед резултата вредновања зграда	268
5.	Упитник А и Б/ Првостепени и другостепени формулар	289
	ПОПИС СЛИКА, ДИЈАГРАМА И ТАБЕЛА	295
	БИОГРАФИЈА АУТОРА	305
	ИЗЈАВЕ АУТОРА	
	Изјава о ауторству	
	Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада	
	Изјава о коришћењу	

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Рад садржи седам поглавља: Увод, Савремени начини грађења дрветом, Релевантни подаци везани за примену дрвета у Босни и Херцеговини, Одржива архитектура и методологија њене процене, Валоризација стамбених зграда, Вредновање, резултати и дискусија, и Закључна разматрања.

У уводном поглављу 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 врши критички осврт на досадашња истраживања.

Друго поглавље третира савремене начине грађења дрветом. Проблем се објашњава кроз претходну систематизацију и утврђивање облика у којима се дрво данас примењује у процесу грађења – дрвена грађа и различити производи на бази дрвета, где се на сажет начин врши њихов преглед и утврђују димензионалне карактеристике, подручје примене и начелна еколошка оцена. Након овог прегледа, анализирају се конкретни конструктивни системи и склопови, односно, конкретни начини грађења дрветом, уз адекватан осврт и поређење са одговарајућим традиционалним начином грађења.

Трећим поглављем се утврђују и приказују елементи спроведеног истраживања који указују на карактер грађевинског фонда Босне и Херцеговине, како у погледу традиције грађења дрветом, тако и у погледу садашњег стања и заступљености појединих облика и типова стамбених зграда у постојећем стамбеном фонду. Поред тога, ово поглавље анализира основне карактеристике климе Босне и Херцеговине, односно, расположиво шумско богатство што ће бити од значаја за разматрање еколошких аспеката грађења и њихову даљу процену.

Како је питање еколошких својстава зграда и начина њиховог процењивања директно везано за проблеме одрживости у архитектури, четврто поглавље даје поглед на шири оквир посматрања, односно, на сам појам одрживе архитектуре, који се даље усмерава ка питању еколошких аспеката примене дрвета које је директно поље интересовања у раду. У том смислу, анализира се одговарајућа законска регулатива у домену одрживе архитектуре, у свету и на простору Босне и Херцеговине, на основу чега се анализирају и утврђују индикатори еколошке исправности који су релевантни за примену дрвета у стамбеној архитектури, односно, даје се преглед и анализа постојећих модела и софтвера за процену одрживости зграда.

Пето поглавље дисертације фокусирано је на валоризацију стамбених зграда. Као релевантни типови за спроведено истраживање, дефинишу се два типа стамбених зграда као основа за даље анализе и компарације - зидане куће, односно, куће изведене елементима и системима конструкције од дрвета. На основу претходно утврђених одлика постојећег стамбеног фонда утврђује се референтна кућа за даљу процену, односно, утврђују начини варирања елемената њене структуре са идејом достизања еколошки исправнијих решења, уз повећање обима примене дрвета. На крају овог поглавља утврђује се конкретна методологија која ће бити спроведена за процену еколошке исправности утврђених референтних зграда, као и релевантни критеријуми који ће у ту сврху бити примењени.

У шестом поглављу спроводи се вредновање утврђених референтних модела зграда које се врши у два корака и на два независна нивоа: појединачних елемената структуре, односно, зграде као целине, уз осврт и уважавање испољених резултата елемената структуре у претходном кораку вредновања. Зграде се анализирају и кроз у односу на карактеристичне временске периоде експлоатације, са идејом да се испрате промене у интензитету еколошких утицаја током њеног живота. Остварени резултати се критички анализирају да би на крају поглавља биле дате конкретне препоруке за пројектовање и грађење.

У закључном делу рада се доносе конкретни закључци проистекли из научног истраживања, своде резултати и доказује могућност практичне примене. Такође се указује на потенцијалне нерешене проблеме како на теоретском тако и на практичном плану и идентификују правци даљег истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Премда не постоје јединствене дефиниције како појма одрживог развоја, тако и из њега изведеног појам одрживе архитектуре, питање одрживости у архитектури подразумева архитектуру која у процесу настајања води рачуна о рационалном коришћењу енергије и сировина, узима у обзир интеракцију грађевине са околином, те преиспитује њен утицај на здравље људи и комфор боравка, па се моће закључити да данас актуелно питање одрживости пројектовања и грађења неизоставно укључује аспекте укупне еколошке исправности зграда.

Уважавајући значај и актуелност проблема, ова докторска дисертација разматра питање еколошких импликација које зграде и начин њихове материјализације имају на окружење. Усмереност истраживања на конкретан материјал – дрво, покреће питање релевантних еколошких карактеристика материјала које користимо у процесу грађења, и оне су разврстане у две основне групе: оне које могу да утичу на здравље људи и еко систем, односно, карактеристике и утицај који производња и коришћење неког материјала има на потрошњу ресурса (енергије, воде и сировина).

Дрво као обновљив материјал има значајне предности са еколошке тачке гледишта у поређењу са другим грађевинским материјалима и уједно представља материјал који има дугу традицију примене у градитељству. На посматраном подручју Босне и Херцеговине постоји значајно шумско богатство и дуга традиција грађења дрветом која се препознаје пре свега у њеном традиционалном градитељству, док је данас примена овог материјала спорадична и у далеко мањем обиму од очекиваног и пожељног. У том смислу, истраживање еколошке исправности зграда у контексту обима и могућности примене дрвета спроведено на постојећем стамбеном фонду Босне и Херцеговине има посебан значај и вредност.

Анализа и евалуација референтних типова стамбених зграда (основног и унапређиваног по различитим критеријума) које су дефинисане и одабране након претходно спроведене детаљне анализе постојећег стамбеног фонда, спроведена је по методологији која је формирана за потребе овог истраживања. Посматрано кроз укупан животни циклус, зграде су оцењиване на основу релевантних критеријума који се пре свега тичу проблема потрошње примарне енергије, потенцијала глобалног загревања и потенцијала закисељавања, што је спроведено коришћењем одговарајућег софтвера *Eco2soft* који у овом тренутку представља најпогоднији алат за спровођење поменуте комплексне анализе. Описана методологија која има потенцијала за применљивост у свакодневној грађевинској пракси представља посебну вредност дисертације, а посебно када се узме у обзир њена јединственост како у нашој средини, тако и у региону.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Приликом рада на докторској дисертацији, коришћена је обимна литература и разни примарни и секундарни извори, стандарди и прописи, као и извори доступни на интернету.

Истраживање кандидаткиње је засновано на изворима и теоријској литератури која се односи на више тема које се дисертацијом истражују као што су: појам одрживе архитектуре, савремени начини грађења дрветом, модели – алати за процену еколошке исправности зграда, затим, постојећа регулатива и нормативи у БиХ и земљама ЕУ а који се односе на одрживо грађење и утицаје зграда на животну средину, релевантни подаци везани за Босну и Херцеговину, пре свега они који се односе на параметре зграде – традицију грађења дрветом, постојећи грађевински фонд.

Избор библиографских јединица указује на то да је кандидаткиња упозната са кључним теоријским расправама и резултатима, као и са актуелним примерима у области коју истражује, и да на одговарајући начин користи изворе за аргументацију својих ставова. Најзначајнији извори коришћени у истраживању, а према специфичним тематским оквирима, су следећи:

- истраживања појма одрживе архитектуре
 - Fitzgerald, E., McNicholl, A., Alcockand, R., Lewis, O., et al. (2008) *A Green Vitruvius – Principle and Practice of Sustainable Architecture Design*. Dublin: Earthscan
 - Gonzalo R, Habermann J.K. (2006) *Energy-efficient architecture, Basic for planning and construction*. Basel-Boston-Berlin,Munich: Birkhäuser
 - Косановић, С.(2009) *Еколошки исправне зграде, Увод у планирање и пројектовање*. Београд: Задужбина Андрејевић
 - Косорић., С.(2008) *Еколошка кућа*. Београд: Грађевинска књига
 - Roaf S, Crichton D, Fergus, N. (2005) *Adapting Buildings and Cities for Climate Change, A 21st century survival guide*. Burlington: Elsevier/ Architectural Press
 - Smith P. (2005) *Architecture in a Climate of Change – A Guide to sustainable design*. Burlington: Elsevier/ Architectural Press
 - Wines J. (2008) *Grüne architektur*. Köln: Taschen

- истраживања савремених начина грађења дрветом
 - Kaufmann, H., Nedinger, W. (2011) *Bauen mit Holz.Wege ind die Zukunft*. München–London–New York: Prestel
 - Kitek Kuzman, M. (2012) *Lesene konstrukcije v stanovanjski in javni gradnji/ Slovenija*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
 - Kitek Kuzman, M. (2010) *Les v sodobni slovenski arhitekturi: 2000–2010*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: Fakulteta za arhitekturo
 - Kitek Kuzman, M. at el. (2009) *Gradnja z lesom*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
 - Klarić, S. (2015) *Održivo stanovanje: drvo, ovčija vuna i slama: izazovi i potencijali tradicionalnih prirodnih materijala*. Sarajevo: International Burch University
 - Reid H, Hoq S, Inkinen A, Macgregor J, Macqueen D, Mayers J, Murray L, Tipper R. (2004) *Using wood products to mitigate climate change: a review of evidence and key issues for sustainable development*. London: International institute for environment and development.
 - Herzog, T. et al. (2004) *Timber Construction Manual*. Basel–Boston–Berlin: Birkhäuser – Publishers for Architecture.

- истраживања постојеће регулативе и норматива у земљама ЕУ и БиХ који се тичу одрживог грађења и утицаја зграда на животну средину
 - EU (2010) *Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)*
 - EC (2009) *Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products (recast)*
 - EN 15942:2011 *Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Communication format – Business to Business*
 - EN 15978:2011 *Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method*
 - EN 15804: 2012+A1:2013 *Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products*

- EN 15643-1:2010 *Sustainability of construction works - Sustainability assessment of buildings - Part 1: General framework*
- EN 15643-2:2011 *Sustainability of construction works - Assessment of buildings - Part 2: Framework for the assessment of environmental performance*
- EN 15643-3:2012 *Sustainability of Construction Works - Assessment of Buildings - Part 3: Framework for the assessment of social performance*
- EN 15643-4:2012 *Sustainability of Construction Works - Assessment of Buildings - Part 4: Framework for the assessment of economic performance*
- COM 147/4 (2009) *White paper. Adapting to climate change: Towards a European framework for action, Commission of the European Communities of 2 April 2009.*
- COM 30 (2008) *20 20 by 2020 Europe's climate change opportunity, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and the Committee of the Regions, of 23.1.2008.*
- COM 354 (2007) *GREEN PAPER „Adapting to climate change in Europe – options for EU action”, from the Commission to the Council, the European Parliament, the European economic and social Committee and the Committee of the Regions, of 29.6.2007*
- UN (1992) *Агенда 21 <http://habitat.igc.org/agenda21/index.htm>*
- ВИН (2003) *NEAP Акциони план за заштиту okoliša.*
- *Закон о уређењу простора и грађењу. "Службени гласник Републике Српске", бр. 40/13*
- *Закон о управљању отпадом. "Службени гласник Републике Српске", бр. 111/13*
- *Закон о заштити животне средине. "Службени гласник Републике Српске", бр. 71/12*
- *Закон о заштити природе. "Службени Гласник Републике Српске", бр. 50/02*
- *Закон о заштити ваздуха. "Службени Гласник Републике Српске", бр. 124/11*
- *Закон о просторном планирању и кориштењу земљишта на нивоу Федерације Босне и Херцеговине.,Службене новине Федерације БиХ", бр. 2/06, 72/07, 32/09,4/10, 13/10, 45/10*
- *Закон о управљању отпадом. „Службене новине Федерације БиХ", бр. 72/09, 33/03*
- *Закон о заштити okoliша. „Службене новине Федерације БиХ", бр. 38/09, 33/03*
- *Закон о фонду за заштиту okoliша. „Службене новине Федерације БиХ", бр. 33/03*
- *Закон о заштити вода. „Службене новине Федерације БиХ", бр. 70/06*
- *Закон о заштити природе. „Службене новине Федерације БиХ", бр. 33/03*
- *Закон о заштити зрака. „Службене новине Федерације БиХ", бр. 04/10, 33/03*
- истраживање модела – алата за процену еколошке исправности зграда
 - ISO 14041 *Environmental management – life cycle assessment – goal and scope definition – inventory analysis*
 - ISO 14042:2000 *Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment*
 - ISO 14043:2000 *Enivornmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation*
 - ISO 14044:2006 *Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines*
 - European Commision Joint Research Centre-JRC Institut for Environment and Sustainability, Ispra (2010) *ILCD handbook, general guide for Life Cycle Assessment – Detailed guidance. <http://www.jrc.europa.eu>, 23.4.2013*
- истраживање података који се односе на параметре зграда у БиХ– традицију грађења дрветом и постојећи грађевински фонд
 - Арнаутовић Аксић, Д. (2009) *Архитектура цркава брвнара Бањалучке епархије. Бањалука: Ингра инжењеринг*

- Грабријан, Д.,Најдхарт, Ј. (1973) *Архитектура Босне и Херцеговине и пут у савремено*. Сарајево: Веселин Маслеша
- Кадић, М. (1967) *Старинска сеоска кућа у Босни и Херцеговини*. Сарајево: Веселин Маслеша
- Крзовић, И. (2004) *Архитектура сецесије у Босни и Херцеговини*. Сарајево: Sarajevo Publishing
- Курто, Н. (1998) *Архитектура Босне и Херцеговине: развој босанског стила*. Сарајево: Веселин Маслеша
- Мерингер, Р. (1889) Пучка кућа у Босни и Херцеговини, *Гласник Земаљског музеја БиХ II*, 187–235, Сарајево: Земаљски музеј БиХ
- Павловић, Д., и др. (1987) *Народно градитељство на Балкану*. Београд: Просвета
- Пашић, А. (2010) *Архитектура Босне и Херцеговине 1918-1992*. Сарајево: Архитектонски факултет Сарајево
- Спасојевић, Б. (1988) *Архитектура стамбених палата аустроугарског периода у Сарајеву*. Сарајево: Свјетлост.
- Хадровић, А. (1993) *Градска кућа оријенталног типа у БиХ*, Сарајево: Avicena Publisher
- Штраус, И. (1996) *Архитектура Босне и Херцеговине 1945-1995*. Сарајево: Око

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У раду се користи више научних метода.

У првом делу рада преовлађује аналитички метод који се тиче садржаја референтне литературе на основу које се формира теоријска и информациона основа за научно истраживање у оквирима више области као што су појам одрживе архитектуре, еколошки утицаји зграда на окружење и еколошки исправна архитектура. Анализа се такође спроводи и у домену: систематизације савремених начина грађења дрветом; утврђивања и систематизације законске регулативе у Босни и Херцеговини и у земљама ЕУ у области еколошких утицаја зграда на окружење и одрживе архитектуре; постојећих модела и софтвера за оцену и вредновање одрживе стамбене архитектуре; као и свих података релевантних за подручје Босне и Херцеговине, пре свега оних који се тичу традиције грађења дрветом на анализираном подручју, као и карактеристика постојећег стамбеног фонда Босне и Херцеговине, са нагласком на карактеристикама примењених елемената материјализације.

Спроведена класификација стамбеног фонда Босне и Херцеговине је имала за полазиште резултате истраживања *Типологија стамбених зграда у Босни и Херцеговини* које представља наставак европског пројекта TABULA, а чији је један од аутора и кандидаткиња, а имала је за циљ утврђивање степена заступљености различитих типова стамбених објеката уз сагледавање типичних начина материјализације у карактеристичним периодима грађења. На основу тога је дефинисан референтни модел/тип куће, као и одговарајући начини и принципи њеног унапређења који су имали за циљ повећање обима примене дрвета у процесу реконструкције или грађења куће, што је у даљим анализама испитивано у светлу постигнуте еколошке исправности.

Методолошки поступак за утврђивање еколошких својстава зграда заснива се на оцени њеног животног циклуса - LCA, односно, оцени могућих утицаја примењених материјала и производа на животну средину током целокупног животног циклуса, - LCIA, при чему су, пре свега анализирани утицаји који се односе на проблеме потрошње примарне енергије, потенцијала глобалног загревања и потенцијала закисељавања.

Валоризација која је у раду спроведена извршена је у складу са процедуром дефинисаном алгоритмом којим је предвиђено неколико фаза оцењивања еколошке исправности зграда. Вредновање се спроводи на основу критеријума и индикатора који су претходно утврђени, а

спроведена је применом *Eco2soft* софтвера као најпогоднијег за ову врсту симулације на дефинисаном моделу.

У завршној фази истраживања, на основу резултата добијених применом утврђеног методолошког поступка за процену еколошке исправности зграда, методом синтезе су изведени закључци који дају одговоре на све постављене хипотезе. Закључцима су такође, дефинисане смернице и отворена поља за будућа истраживања.

3.4. Применљивост остварених резултата

Примена резултата остварених у овој докторској дисертацији је веома широка и има изразиту практичну компоненту која се препознаје кроз доступност утврђеног методолошког поступка и математичког модела стручној и научној јавности. Постигнути резултати спроведеног научног истраживања омогућавају да пројектанти, извођачи као и стручњаци у грађевинској индустрији Босне и Херцеговине, али и других земаља у региону, могу да конкретно сагледају еколошке импликације изграђеног стамбеног фонда, како новог, тако и оног унапређеног, уз могућност директног међусобног поређења решења која упућују на замену уобичајеног масивног система грађења различитим савременим начинима грађења дрветом.

Примена утврђене методологије на референтну породичну стамбену зграду у Босни и Херцеговини представља полазну тачку за њену потенцијалну примену на зграде других намена и величина изграђене у сличним климатским условима у региону.

Примена добијених резултата се очекује како у науци - као полазиште за даља истраживања на сличну тему, тако и у привреди - код пројектаната и извођача приликом доношења одлука о избору материјала и система грађења, али и код стручњака у грађевинској индустрији у функцији развоја дрвне индустрије и савремених система грађења овим материјалом. Осим коришћења у виду упутства и препорука за даљу примену у зградарству, резултати могу да усмере даља истраживања ка промени свакодневне грађевинске праксе у правцу повећања обима и начина примене дрвета и производа од дрвета, што би допринело еколошкој исправности грађевинског фонда, али и приближило карактер савремене градње градитељској традицији Босне и Херцеговине.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Предметна докторска дисертација показује да кандидаткиња поседује способност за самосталан научно-истраживачки рад. То се огледа у консултовању релевантне литературе и повезивању знања из области архитектуре, посебно оних у домену одрживог пројектовања и грађења како би се формирао свеобухватни приступ са циљем процене еколошке исправности зграда са аспекта целокупног животног циклуса, а у датом светлу и оправданости и потребе за повећањем обима примене дрвета.

Кандидаткиња влада вештинама употребе разних научних метода истраживања, почев од критичке теоријске анализе, анализе садржаја разних извора, методе компјутерске симулације и математичког моделовања у процесу оцене еколошке исправности анализираних референтних зграда, затим компаративне анализе, синтезе и интерпретације резултата истраживања. Кандидаткиња је кроз формирану методологију и концептуални оквир истраживања показала изузетну способност дефинисања и обраде специфичне теме.

Значајан показатељ способности кандидата за самосталан научни рад произилази из радова из шире области дисертације, публикованих у међународним и националним часописима, зборницима радова са научних скупова и монографијама националног значаја.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси предметног истраживања су:

- дефинисање историјског развоја и карактеристика стамбеног фонда Босне и Херцеговине уз осврт на примењене елементе материјализације, а посебно на степен и обим примене дрвета као релевантног аспекта и полазишта спроведеног истраживања;
- формирање методолошког поступка за утврђивање еколошке исправности стамбених зграда са анализираним подручја;
- дефинисање критеријума који омогућавају процену и оцену еколошких импликација стамбених зграда на окружење;
- указивање на потребу за стандардизацијом и увођењем процене еколошких утицаја зграда у националну регулативу Босне и Херцеговине;
- препоруке за пројектовање и грађење као резултат компаративне анализе добијених резултата које указују на допринос који повећање обима примене дрвета у процесу грађења стамбених зграда има на смањење еколошких импликација зграда на окружење;

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Научни доприноси који су остварени у дисертацији представљају унапређење научних знања, имајући у виду да се први пут код нас сагледава методологија за процену еколошких утицаја зграда на окружење, преваходно са аспекта обима, али и могућности примене дрвета у архитектури.

Анализом и идентификацијом основних одлика стамбеног фонда, дефинисан је преовлађујући облик становања у Босни и Херцеговини – слободностојећа породична кућа, на основу чега је утврђена референта стамбена зграда са типичним карактеристикама у погледу волуметрије и одлика елемената материјализације која је послужила као модел за процену еколошких импликација зграде на окружење. Иницијална идеја да се преиспитају актуелна заступљеност дрвета у стамбеном фонду Босне и Херцеговине, као и могућности повећања обима примене овог, у еколошком смислу, изузетно погодног грађевинског материјала, послужила је као смерница приликом дефинисања начина варирања структуре почетног модела зграде у смислу унапређења постојећег стања структуре зграде до нивоа актуелних захтева енергетске ефикасности, односно, интерпретације референтног модела у карактеристичним савременим системима грађења дрветом, што је имало за циљ да укаже на позитиван импакт који примена дрвета у станоградњи има на животну средину.

Даљом анализом постојећих методолошких поступака за оцену еколошке исправности зграда и одабиром одговарајућег софтвера, односно, критеријума и параметара који ће бити конкретно утврђивани, омогућено је формирање модела за процену утицаја референтних модела на окружење који би у ту сврху највише одговарао условима Босне и Херцеговине, а који би се могао применити и на ширим просторима, пре свега на регионалном нивоу.

Овакав приступ је омогућио да се квантификује еколошки утицај зграда, варирано у зависности од обима и начина примене дрвета у њеној структури, што се показало као начин да се конкретно покаже позитиван допринос примене дрвета у поступку грађења на квалитет животне средине.

Сама методологија за процену еколошког импакта зграда која је развијена током истраживања представља оригинални допринос дисертације који временом треба да допринесе повећању обима примене дрвета приликом грађења и обнове стамбених, али и других зграда. Осим тога, добијени резултати су допринели да се као посебан допринос дисертације дефинишу препоруке за пројектовање и извођење које упућују пројектанте и извођаче на начине и могућности, али и предности примене дрвета у различитим елементима структуре зграда.

4.3. Верификација научних доприноса

M24 - Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком

Arnautović Aksić, D. „A Comparative Analysis of Architects' Views on Wood Construction“, (*SPATIUM - International Review*) No.36, December 2016 (ISSN 1450-595X).

M33 - Рад у зборнику радова са међународног научног скупа објављен у целини

Арнаутовић Аксић, Д. „Примена дрвета у савременим системима грађења у циљу рационализације потрошње енергије у развоју градова“, – *Међународни научни скуп ИАУС Одрживи просторни развој градова, Тематски зборник радова, део 3*. Београд, 2007, pp. 162–180.

Арнаутовић Аксић, Д. „Архитектура и климатске промјене – изазови 21. вијека“, – *Зборник радова Међународни научно-стручни скуп Савремена теорија и пракса*, Бањалука, 2010., pp. 279–294.

Арнаутовић Аксић, Д. „Утицај европских директива и стандарда у области грађења на смањење емисије штетних гасова и климатске промјене“, – *Зборник радова Други међународни конгрес Екологија, рад, здравље, спорт*, Бањалука, 2008., pp. 53–58.

Арнаутовић Аксић, Д. „Унапређење енергетских карактеристика зграда у циљу побољшања њихове енергетске ефикасности“, – *Зборник радова Интернационални научно-стручни скуп Грађевинарство – наука и пракса*, Жабљак, 2008., pp. 1345–1350.

Арнаутовић Аксић, Д. „Примјена дрвета у савременим системима грађења у циљу рационализације потрошње енергије“, – *Зборник радова Интернационални научно-стручни скуп „Грађевинарство – наука и пракса“*, Жабљак, 2008., pp. 1351–1356.

Арнаутовић Аксић, Д. „Утицај директиве ЕРВД и стандарда пасивне зграде на ублажавање климатских промјена“, – *Зборник радова Научно-стручни скуп са међународним учешћем Савремене технологије за одрживи развој градова*, Бањалука, 2008., pp. 917–926.

Арнаутовић Аксић, Д. „Могућности унапређења енергетских карактеристика омотача зграде у циљу побољшања њихове енергетске ефикасности“, – *Зборник радова Научно-стручни скуп Грађевинарство – теорија и пракса*, Бањалука, 2007., pp. 141–161.

M35 - Ауторизована дискусија са међународног скупа

Арнаутовић Аксић, Д. „Постојећи грађевински фонд у БиХ као неискориштен потенцијал у области штедне енергије“, – *Међународно савјетовање о комуналној енергетици*, Цетеор, Сарајево 2008.

Guzijan, J., **Arnautović-Aksić, D.**, „Application of principles of energy efficiency in the renewal of towns and cities with preserved historical and cultural complexes – a case study of Trebinje“, *International conference Energy management in cultural heritage*, Dubrovnik, 2011.

M42 - Монографија националног значаја

Арнаутовић Аксић, Д. *Архитектура црква брвнара Бањалучке епархије*, Бањалука 2009. (ISBN 978-99955-656-0-2, COBISS.BIH-ID 1244696)

M45 - Поглавље у тематском зборнику националног значаја

Арнаутовић Аксић, Д., „Унапређење енергетских перформанси грађевинског фонда града Бањалучке у духу одрживог развоја“, – *Урбана и градитељска обнова града Бањалучке у духу одрживог развоја – уводна разматрања*, Бањалука, 2008., pp. 295-311.

M56 - Уређивање научног часописа националног значаја

Главни и одговорни уредник научно-стручног часописа *Простор С* у периоду 2008-2012.

M72 - Одбрањен магистарски рад

Арнаутовић Аксић, Д. *Цркве брвнаре на подручју Бањалучке епархије*, Архитектонски факултет Универзитета у Београду, ментор проф. др Нађа Куртовић Фолић, 2004.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе дисертације кандидаткиње мр Драгице Арнаутовић Аксић, 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 еколошких утицаја зграда на животну средину посматрано са аспекта степена и обима примене дрвета и из њега изведене препоруке за пројектовање и грађење, а који је примењен на референтну индивидуалну породичну кућу као најзаступљенији тип стамбених зграда у Босни и Херцеговини.

Кандидаткиња је показала способност за научно-истраживачки рад кроз рад на самој дисертацији, учествовање на националним научно-истраживачким пројектима и међународним истраживачким пројектима, објављену монографију и поглавље у тематском зборнику националног значаја и објављеним научним и стручним радовима у међународним и домаћим периодичним публикацијама и зборницима радова са међународних конференција.

На основу напред наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Архитектонског факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом **„Примена дрвета у стамбеној архитектури Босне и Херцеговине са становишта еколошке исправности зграда“**, кандидаткиње мр Драгице Арнаутовић Аксић, дипл.инж.арх. прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду.

У Београду, јула 2016. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Ана Радивојевић, ванредни професор, ментор
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

Проф. др Милица Јовановић Поповић, редовни професор
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

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

Проф. др Милан Јајић, редовни професор
Универзитет у Београду, Шумарски факултет