

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
1. Датум и орган који је именовано комисију: 26.05.2022. Наставно-научно веће Факултета техничких наука.		
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i> :		
1. Радоњанин Властимир	Редовни професор	Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција, 28.03.2013.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Нови Сад		Председник
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2. Цветковска Мери	Редовни професор	Механика чврстог и деформабилног тела, Пожарна отпорност конструкција, Енергетска ефикасност грађевинских објеката, 19.10.2017.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Грађевински факултет, Скопље		Члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3. Атанацковић-Јеличић Јелена	Редовни професор	Архитектонско-урбанистичко планирање, пројектовање и теорија, 25.09.2017.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Нови Сад		Члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4. Попов Срђан	Редовни професор	Примењене рачунарске науке и информатика, 26.04.2022.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Нови Сад		Члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
5. Малешев Мирјана	Редовни професор	Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција, 28.03.2013.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Нови Сад		Ментор
установа у којој је запослен-а		функција у комисији

6.	Лабан Мирјана	Ванредни професор	Управљање ризиком од катастрофалних догађаја и пожара, 01.04.2018.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Факултет техничких наука Нови Сад		Ментор
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ			
<ol style="list-style-type: none"> Име, име једног родитеља, презиме: Сузана, Радивоје, Драганић Датум рођења, општина, држава: 23.11.1988., Суботица, Република Србија Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: Факултет техничких наука, мастер академске студије, мастер инжењер грађевинарства Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2013.год., Грађевинарство 			
III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:			
Стратешки модел планирања и пројектовања обнове бетонских фасада високих слободностојећих стамбених зграда с аспекта енергетске ефикасности, трајности и безбедности од пожара			
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:			
<p>Докторска дисертација Сузане Драганић је написана на 529 страна на српском језику, латиничним писмом. Дисертација садржи 9 поглавља, 381 референцу, 31 дијаграм, 253 слике и 110 табела интегрисаних у основни текст, као и 12 прилога. На почетку докторске дисертације дата је кључна документацијска информација на српском и енглеском језику, садржај дисертације, као и попис слика, табела, дијаграма и скраћеница.</p> <p>Докторска дисертација је структурирана кроз следећа поглавља:</p> <ol style="list-style-type: none"> Увод Стање стамбеног фонда и регулативе у Европској унији и Републици Србији Теоријске основе за развој модела Развој и формирање стратешког модела планирања и пројектовања обнове бетонских фасада високих слободностојећих стамбених зграда Валидација предложеног модела обнове кроз студију случаја Закључна разматрања Научни допринос, правци даљег истраживања и могућност примене у пракси Литература Прилози 			
V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:			
<p>Дисертација садржи све неопходне елементе прописане важећим правилницима.</p> <p>Докторску дисертацију чини 9 поглавља, која су логично поређана и добро систематизована, како би се могао сагледати комплетан обим обављених теоријских и експерименталних истраживања.</p>			

Поглавље 1: УВОД

У првом, уводном поглављу, јасно су образложени предмет, потреба, оправданост и циљ истраживања. Дефинисане су и хипотезе истраживања, које су добро постављене. У овом делу дат је и кратак приказ програма истраживања. Предмет истраживања су високе слободностојеће стамбене зграде изграђене у Новом Саду у периоду од 1961. до 1990. године. Истраживање је посебно фокусирано на бетонске фасаде високих стамбених зграда изграђених применом индустријских система изградње. Ранија истраживања су показала да је пожарна безбедност предметних зграда на веома ниском нивоу. Подаци ватрогасне службе у Новом Саду указују на стални пораст броја пожара у вишеспратним стамбеним зградама, као и на пораст процентуалног учешћа пожара у стамбеним зградама у укупном броју свих насталих пожара. Након вишегодишње експлоатације, услед детериорације материјала, нередовног одржавања и застарелости пројектованих перформанси склопова зграда, ниво квалитета фасада с аспекта трајности, енергетске ефикасности и пожарне безбедности је веома низак и условљава потребу за обновом и унапређењем перформанси фасада, ради усклађивања са захтевима савремених техничких прописа и стандарда. Анализом постојећих алата подршке процесу доношења одлука при планирању обнове зграда закључено је да не постоји опште прихваћена и јединствена методологија обнове и да ниједан алат не обухвата све аспекте обнове. Циљеви постојећих алата су углавном усмерени ка унапређењу енергетске ефикасности и смањењу негативног утицаја зграде на животну средину, док мали број развијених алата пружа подршку процени техничког стања зграде и/или безбедности од пожара. Додатно, креирање свеобухватног алата који би истовремено испунио све задатке се сматра немогућим, услед чега се решење проблема огледа у креирању модела који користи постојеће алате и обухвата све аспекте процеса обнове и ревитализације зграда. На основу наведеног, препозната је потреба за истраживањем чији је циљ развој и формирање стратешког модела планирања и пројектовања обнове бетонских фасада високих слободностојећих стамбених зграда с аспекта енергетске ефикасности, трајности и безбедности од пожара.

Поглавље 2: СТАЊЕ СТАМБЕНОГ ФОНДА И РЕГУЛАТИВЕ У ЕУ И РС

Анализа постојећег стамбеног фонда спроведена у другом делу истраживања је омогућила да се сагледају сличности и разлике у изграђеном окружењу у државама Европе и идентификују (заједнички и специфични) проблеми које је потребно решити обновом, а потом да се формулишу адекватна решења обнове. Како би се утврдиле захтеване перформансе спољних зидова предметних зграда, у овом делу је спроведена и анализа актуелних релевантних грађевинских прописа и стандарда који постављају минималне захтеве квалитета за зграде, како би исте биле отпорне, безбедне, здраве, енергетски ефикасне, трајне и комфорне за коришћење.

Поглавље 3: ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ ЗА РАЗВОЈ МОДЕЛА

Врло вредан део докторске дисертације представља треће поглавље, која се односи на преглед релевантне литературе у области истраживања. У овом поглављу дисертације спроведен је теоријско-истраживачки рад који је обухватио анализу актуелног стања у области и који је омогућио постављање теоријских основа за развој модела, кроз анализу постојећих: (1) модела, метода и алата обнове фасада, (2) методологија за процену стања фасада с аспекта енергетске ефикасности, трајности и безбедности од пожара и (3) термоизолационих материјала и система за обнову фасада.

Поглавље 4: РАЗВОЈ И ФОРМИРАЊЕ СТРАТЕШКОГ МОДЕЛА ПЛАНИРАЊА И ПРОЈЕКТОВАЊА ОБНОВЕ БЕТОНСКИХ ФАСАДА ВИСОКИХ СЛОБОДНОСТОЈЕЋИХ СТАМБЕНИХ ЗГРАДА

Четврто поглавље је подељено у два међусобно повезана дела. У првом делу је идентификовано и евидентирано 70 високих слободностојећих стамбених зграда изграђених у анализираном периоду на урбаном подручју града Новог Сада, а затим је извршена њихова класификација и типологија. На основу постављених критеријума класификације (врста спољне облоге, конструктивни систем зграде и форма фасадних елемената), у оквиру предметног стамбеног фонда, дефинисано је 7 типова зграда и 5 подтипова. Резултати спроведених истраживања показују да у структури предметних зграда доминирају зграде изграђене у ИМС систему градње са завршном облогом од бетона (дефинисани тип Б2), те су ове зграде, односно њихове бетонске фасаде, као преовлађујући тип, оправдано у фокусу истраживања спроведених у оквиру докторске дисертације. На основу

прикупљених података и утврђених доминантних карактеристика зграда унутар типолошких група, одабране су репрезентативне зграде, чије карактеристике одговарају највећем броју зграда истог типа, које су описане у овом делу.

У другом делу четвртог поглавља дисертације развијен је и креиран стратешки модел планирања и пројектовања обнове бетонских фасада високих слободностојећих стамбених зграда. Модел је заснован на процени стања и постављеним критеријумима обнове, са циљем унапређења термичке заштите спољних зидова, продужења трајности фасада зграда и обезбеђења потребног нивоа безбедности од пожара, уз очување идентитета грађевина. Према предложеном моделу, процес обнове зграда се састоји из осам фаза чија реализација захтева мултидисциплинарни приступ кроз комбиновану примену метода, технологија и дигиталних алата који се често примењују у савременој науци и инжењерској пракси.

Фаза 1 - Карактеризација зграде. Фаза обухвата активности који се односе на прикупљање основних података о згради која је предмет обнове и имају за циљ анализу зграде и њеног окружења, односно креирање прелиминарног налаза о стању зграде и условима околине.

Фаза 2 - Припрема и организација снимања и прегледа зграде. Фаза обухвата планирање активности које се спроводе на терену са циљем прикупљања података потребних за процену стања.

Фаза 3 - Снимање зграде. Трећа фаза модела се односи на снимање зграде и спроводи се на терену, применом аерофотограметријске методе и методе прецизне електронске тахиметрије. Прикупљање фотографских снимака фасада се спроводи беспилотном летелицом на даљинско управљање, а просторне координате одабраних детаљних тачака на фасадама (тзв. *оријентационе тачке*) се мере електронским геодетским инструментом – тоталном станицом.

Фаза 4 - Генерисање ортофасада. Подаци прикупљени на терену (фотографије и координате оријентационих тачака) се процесуирају у фотограметријском софтверу како би се за сваку фасаду генерисала *геореференцирана ортофасада* – висококвалитетна, геометријски коригована, фотографија целокупне фасаде која се у даљим фазама модела користи за процену стања фасада.

Фаза 5 - Процена стања фасада. Спроводе се три процене: (1) трајности, (2) енергетских перформанси и (3) безбедности од пожара. **Фаза 5.1 - Процена трајности фасада.** Генерисане ортофасаде се користе као база/извор података за визуелни преглед и мануелну идентификацију видљивих дефеката и оштећења на фасадама, као и за аутоматску детекцију пукотина која се врши на нивоу пиксела преко рачунарског кода, који користи методе OpenCV (енг. Open Source Computer Vision) библиотеке и који је кандидаткиња развила у сарадњи са програмером. Ортофасаде се затим користе као подлога за мапирање дефеката и оштећења на фасадама, док се за квантификацију нивоа деградације предлаже нумерички модел деградације.

Фаза 5.2 - Процена енергетских перформанси. Утврђивање испуњености услова енергетске ефикасности врши се израдом Елабората енергетске ефикасности. Процена обухвата проверу топлотне заштите зграде на два нивоа: (а) на нивоу појединачних грађевинских склопова зграде, кроз сагледавање провођења топлоте, дифузије водене паре и летње стабилности; (б) на нивоу зграде као енергетске целине, кроз одређивање топлотних добитака и топлотних губитака, специфичне годишње потребне енергије за грејање (методом квази-стационарног стања) и енергетског разреда зграде. Додатно је предвиђена и идентификација топлотних мостова у термичком омотачу на фотографијама снимљеним термовизијским дроном. **Фаза 5.3 - Процена безбедности од пожара.** За процену ризика од пожара модел предлаже примену вишестепене методологије развијене у оквиру докторске дисертације, која обухвата: 1) просторно-временску анализу дистрибуције пожара у стамбеним зградама (применом Мапе хазарда пожара), 2) мапирање и анализу ризика од пожара високих слободностојећих стамбених зграда (применом Мапе ризика од пожара), 3) контролу квалитета перформанси безбедности зграде од пожара (методом чек-листе), 4) процену ризика у погледу захтева за уградњом система за аутоматску детекцију и дојаву/гашење пожара (полуквантитативном методом Густав Пурт) и 5) квантитативну процену ризика од пожара (методом стабла догађаја).

Након процене спроводи се компарација постојећег са захтеваним стањем, дефинисаним законском регулативом, техничким прописима и стандардима и/или пројектним задатком. Уколико зграда задовољава постављене захтеве, предлаже се одлагање обнове и спровођење редовних прегледа зграде према утврђеним критеријумима у циљу контроле сталности перформанси. У супротном, дефинишу се мере за унапређење стања.

Фаза 6 – Предлог мера и решења за унапређење постојећег стања. На основу резултата процене стања и постављених услова квалитета, у фази 6 се идентификују мере за унапређење постојећег стања и дефинишу техничка решења за њихову реализацију. Дефинишу се две групе мера, које се

имплементирају: (1) на нивоу фасаде/термичког омотача (санација, уградња топлотне изолације, замена фасадних елемената, апликација пожарних баријера, реконструкција или замена целокупне фасаде); (2) на нивоу целе зграде, које се односе на унапређење безбедности од пожара.

Фаза 7 – Евалуација предложених мера и решења обнове. У фази 7 спроводи се анализа и евалуација предложених мера и варијантних решења према дефинисаним параметрима, у циљу провере адекватног одабира. Провера адекватног одабира предложених мера и решења подразумева спровођење компаративне анализе актуелног стања и унапређеног стања. Уколико новопроектовано стање задовољава постављене захтеве, следећи корак је доношење одлуке о обнови. У супротном, мере за унапређење стања се ревидирају.

Фаза 8 - Доношење одлуке о обнови. У последњој фази приступа се доношењу одлуке о имплементацији предложених мера и решења и реализацији обнове бетонских фасада у контексту постављених циљева. Мере се могу реализовати у целисти или фазно, према приоритетности радова.

Поглавље 5: ВАЛИДАЦИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА ОБНОВЕ КРОЗ СТУДИЈУ СЛУЧАЈА

Пето поглавље представља валидацију предложеног модела кроз студију случаја. Провера и валидација предложеног модела је спроведена на високој слободностојећој стамбеној згради са ознаком НФ-26, која је репрезентативни представник зграда са монтажним фасадним парапетима. Зграда је пројектована 1970. године, спратности С+П+13, укупне висине сса. 42 m, нето површине 3507,37 m², лоцирана на Лиману 3. У структури фасаде доминирају канелирана АБ платна и монтажни бетонски „сендвич“ парапети. Зидови у приземљу, балконима и лођама су изведени од опекарских елемената. Фасадна столарија је дрвена, крило на крило. Ограде балкона и лођа су изведене од бетонских монтажних елемената. Карактеристична етажа садржи 4 стана: 2 двособна и 2 трособна.

Примена предложеног модела је омогућила успешно, ефикасно, објективно и безбедно спровођење процене трајности предметне зграде. Неопходни подаци су прикупљени путем снимања фасада зграде, применом дрона и тоталне станице. Прикупљено је 2779 фотографија и одређене су просторне координате 46 оријентационих тачака. Прикупљени подаци су даље процесуирани у фотограметријском софтверу Pix4D и генерисане су геореференциране ортофасаде са просечном резолуцијом од 2,4 mm и RMS (енг. Root Mean Square) грешком оријентационих тачака по све три осе мањом од 2,8 mm. Захваљујући постигнутој тачности и резолуцији, генерисане ортофасаде су задовољиле захтеве студије случаја, омогућавајући у даљим фазама истраживања прецизно мерење архитектонских карактеристика на фасади, креирање детаљне мапе оштећења и дефеката спољних зидова и квантификацију глобалног стања деградације. Резултати спроведене квалитативне процене трајности показују да је трајност монтажних АБ ограда, ивичних греда и конзолних таваница нарушена. Изузев трајности, угрожена је и стабилност монтажних АБ ограда, услед чега ови елементи представљају непосредну опасност за пролазнике. Резултати квантитативне процене трајности показују да је глобално стање АБ зидова ДОБРО. На 60% парапета малтерска облога је достигла крај свог употребног века, док је спољашњи слој армираног бетона на већини парапета без видљиве деградације. На појединим парапетима су идентификована локална оштећења бетона (углови или ивичне зоне) те је и њихово стање оцењено као ДОБРО. У овој фази је спроведено и тестирање новоформираног рачунарског кода за аутоматску инспекцију пукотина, предложеног са циљем оптимизације визуелног прегледа ортофасаде. Код је успешно детектовао пукотину на парапетном елементу одабране вертикале на анализираној ортофасади.

У циљу процене енергетских перформанси анализиране зграде и утврђивања испуњености услова енергетске ефикасности израђен је Елаборат енергетске ефикасности, у складу са важећим Правилником о енергетској ефикасности зграда. Зграду карактерише повољан фактор облика, нешто већи од уобичајеног за високе зграде. Удео транспарентних површина у укупној површини фасаде достиже чак 45%. У структури термичког омотача идентификовано је 28 склопова елемената, при чему ниједан не задовољава постављен критеријум који се односи на максималну вредност коефицијент пролаза топлоте. Највеће учешће у укупним губицима имају трансмисиони губици кроз прозоре и врата, а затим трансмисиони губици кроз нетранспарентни део омотача зграде. На основу прорачунате специфичне годишње потребне енергије за грејање зграда је сврстана у енергетски разред F. Анализом термовизијских фотографија, јасно се уочавају термички мостови у зонама ивичних носача и стубова на АБ зидовима и у ивичним зонама парапетних зидова и фасадне столарије.

Применом предложене новоформиране методологије, успешно је спроведена процена безбедности од пожара анализираних зграда. Новокреирана Мапа хазарда је примењена за просторно-временску анализу дистрибуције пожара. Резултати спроведене анализе указују да се највећи број пожара у стамбеним зградама догодио у градским четвртима Детелинара, Грбавица, Стари град, Роткварија, Сајмиште и Бистрица, у кухињама и предсобљима стамбених јединица. Највећи број пожара догодио се у току и непосредно пре и након грејне сезоне, у току радног дана када се станари врате са посла или ноћу када спавају. Људски немар и неисправне/неиспитане електричне инсталације су идентификовани као два основна узрока пожара. Мапа ризика од пожара указује на висок ризик предметних зграда од пожара, које су лоциране у градским четвртима где је идентификован највећи број пожара. У анализираном трогодишњем периоду на 19 од 70 високих слободностојећих стамбених зграда догодио се 21 пожар, од којих је на Лиману 3, где је лоцирана анализирана зграда, идентификовано 5 пожара на 4 зграде. Резултати спроведене квалитативне процене, применом новокреиране чек-листе, указују да је пожарна безбедност анализираних зграда на веома ниском нивоу: зграда није подељена на пожарне секторе, не постоји сигурносно степениште и предметном објекту је у случају ватрогасне интервенције могуће непосредно прићи само са једне фасадне стране са отворима, што уз недостатак осветљења и ознака евакуације значајно угрожава безбедност станара у случају пожара. Процењом ризика од пожара у погледу захтева за уградњом система за заштиту од пожара, спроведеном полуквантитативном методом Густав Пурт, закључено је да је у згради неопходна уградња система за аутоматску дојаву пожара, а препоручује се и уградња система за аутоматско гашење пожара. Резултати квантитативне процене, спроведене применом методе стабла догађаја, показују да су постојеће мере заштите од пожара имплементирани у згради недовољне да сниже ризик на прихватљив ниво. На основу анализираних могућих сценарија, закључује се да у случају пожара највећу вероватноћу да преживе имају станари који остану у својим становима и сачекају ватрогасну бригаду да их спаси. Најмању вероватноћу да преживе имају станари који касно започну евакуацију, путем степеништа испуњеног продукцијом сагоревања. На основу процењеног стања с аспекта трајности, енергетске ефикасности и безбедности од пожара, предложене су мере и решења за унапређење стања, и то у оквиру два могућа сценарија: (1) очувања идентитета грађевине у потпуности и (2) делимичног очувања идентитета грађевине. У оквиру првог сценарија, спроводи се енергетска санација спољних зидова са унутрашње стране, санација свих идентификованих дефеката и оштећења на фасадама и уградња аутоматског система за гашење пожара. У другом сценарију, спроводи се енергетска санација спољних зидова са спољашње стране, у систему контактне (топле) или вентилисане (хладне) фасаде, делимична/неопходна санација оштећења и дефеката, уградња аутоматског система за детекцију и дојаву пожара, као и изградња два сигурносна степеништа. У оба сценарија за енергетску обнову су одабрани материјали у складу са захтевима безбедности од пожара високих зграда.

Евалуација предложених мера и решења је спроведена на два нивоа. У оквиру првог нивоа енергетске санације разматрана је: замена фасадне столарије и система равне крова и топлотна изолација међуспратне конструкције изнад негрејаног простора. У оквиру другог нивоа, уз примену мера првог нивоа, разматрана је и уградња термоизолације на спољне зидове. Резултати евалуације предложених мера показују да се имплементацијом мера првог нивоа постиже побољшање енергетског разреда зграде са F на D, док се реализацијом мера другог нивоа постиже енергетски разред C. У циљу вредновања предложених мера заштите од пожара, методом стабла догађаја је спроведена квантификација преосталог ризика од пожара. Резултати показују да се изградњом сигурносних степеништа и уградњом аутоматског система за детекцију и дојаву пожара преостали ризик по људске животе смањује на 34 % од почетне вредности, а уградњом аутоматског система за гашење пожара на 11 %.

На основу евалуације и приоритетности предложених мера донета је одлука о обнови анализираних зграда. Предложена је фазна реализација обнове кроз хитне, краткорочне и дугорочне интервенције.

Поглавље 6: ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

У шестом поглављу изведени су закључци на основу резултата истраживања представљених у дисертацији.

Поглавље 7: НАУЧНИ ДОПРИНОС, ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА И МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ У ПРАКСИ

У поглављу 7 представљен је научни допринос који је остварен овим истраживањем, предложени су

правци даљих истраживања у овој области, као и могућност примене у пракси.

Поглавље 8: ЛИТЕРАТУРА

У осмом поглављу дат је шири списак коришћене литературе, стандарда и извора, који се састоји од 381 наслова, адекватно цитираних у раду.

На основу приложеног констатује се да је кандидаткиња током израде докторске дисертације користила савремене резултате истраживања у области проблематике дисертације.

Поглавље 9: ПРИЛОЗИ

У последњем, деветом, поглављу је дато 12 прилога, који се односе на примењену методологију, коришћене методе и студију случаја.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ:

Рад у истакнутом међународном часопису (M22):

1. **Draganić, S.**, Popov, S., Laban, M., Marković, M.Z., Lukić, I., Malešev, M., Radonjanin, V. (2022). Orthofaçade-Based Assisted Inspection Method for Buildings. *Applied Sciences*, 12, no. 11: 5626. <https://doi.org/10.3390/app12115626>
2. Laban, M., Cvetkovska, M., Trombeva Gavriloska, A., **Draganić, S.**, Lazarevska, M., Džolev, I. (2020). Chimneys' influence on fire risk of solid wood structures in residential buildings in rural Balkan settlements. *Thermal Science*, ISSN: 0354-9836, 1-16, VINČA Institute of Nuclear Sciences. <https://doi.org/10.2298/TSCI190525138L>

Рад у међународном часопису (M23):

1. Džolev, I., Laban, M., **Draganić S.** (2021). Survey based fire load assessment and impact analysis of fire load increment on fire development in contemporary dwellings. *Safety Science*, ISSN: 0925-7535, Vol. 135, 1-7, ISBN 0925-7535, Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105094>

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33):

1. Laban, M., Ilić, S., Džolev, I., **Draganić, S.** (2022). *European and national assessment procedure for the fire performance of facades*. 19th International Symposium MASE, 577-582, ISBN: 978-608-4510-47-5, Ohrid, Skopje.
2. **Draganić, S.**, Dražić, J., Malešev, M., Laban M., Bukvić, O. (2021). *Energy Efficiency Improvement and Fire Safety of High-Rise Residential Buildings Facades*. Construction Materials for a Sustainable Future-COMS, 21-29, ISBN: 978-961-7125-01-6, Bled, Slovenia.
3. Marković, M., Laban, M., Kuzmić, T., Petković, M., **Draganić, S.** (2020). *Application of Modern Technologies in Assessing Facade Condition of Building Structures*. FIG Working Week 2020, Smart surveyors for land and water management, ISBN 978-87-92853-93-6, ISSN 2307-4086, Amsterdam, the Netherlands.
4. Laban, M., **Draganić, S.**, Radonjanin, V., Bukvić, O. (2020). *Prefabricated residential buildings from the state socialism era in Hungary, Romania and Serbia*. Građevinarstvo nauka i praksa, 7, 845-852, ISBN: 978-86-82707-32-5, Kolašin, Montenegro.
5. Laban, M., **Draganić, S.**, Bukvić, O. (2019). *Check-list for fire safety assessment of high-rise residential buildings*. 11. међународно научно-стручно саветовање Ocena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata i naselja, Vol. 11, 409-416, ISBN 978-86-88897-12-9, Savez građevinskih inženjera Srbije, Zlatibor.
6. Milanko, S., **Draganić, S.**, Bukvić, O., Laban, M. (2018). *Choice optimization for the emergency route from the fire brigade to high-rise residential buildings in Novi Sad*. 1st International Symposium Students For Resilient Society S-FORCE 2018, Book Of Proceedings, 178 - 187, ISBN: 978-86-6022-093-8, Novi Sad, Serbia.
7. Laban, M., Džolev, I., **Draganić, S.** (2018). *Fire load survey in residential buildings - comparative analysis*. 27th International Conference Fire Protection 2018, 78 - 85, 978-80-248-4273-8, Ostrava, Czech Republic.

8. **Draganić, S.**, Laban, M., Radonjanin, V., Šupić, S., Knežević, D. (2017). *Fire safety-based typology of façades*. Risk and Safety Engineering, 12, 226 - 233, ISBN: 978-86-6211-107-4, Kopaonik, Serbia.
9. **Draganić, S.**, Laban, M., Milanko, V. (2016). *Analysis of fire load in apartments*. State and trends of civil and environmental engineering E-GTZ, 3, 939 - 946, ISBN: 978-9958-628-18-4, Tuzla, Bosnia and Herzegovina.
10. **Draganić, S.**, Šupić, S., Bondžić, J., Laban, M., Goločevac, R. (2016). *Fire events in residential facilities in Pljevlja*. 6th International Conference "Civil Engineering – Science and Practice", GNP 2016, 1655 - 1663, ISBN: 978-86-82707-30-1, Žabljak, Montenegro.
11. Popov, S., Laban, M., **Draganić, S.**, Šupić, S., Milanko, S. (2015). *High-Rise Residential Building Evacuation Modelling and Simulation*. 1st International Conference on Innovative technologies in Safety Engineering ITE-SAFETY, 19 - 24, ISBN: 978-953-56789-8-4, Rijeka, Croatia.
12. Laban, M., Dražić, J., **Draganić, S.** (2014). *Energy efficiency improvement and fire safety of building façades*. 16th International Scientific Conference on Industrial Systems (IS'14), 425 - 430, ISBN: 978-86-7892-652-5, Novi Sad, Serbia.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34):

1. **Draganić, S.**, Laban, M., Popov, S., Bukvić, O. (2021). *Spatial-temporal analysis of fire hazard distribution: Fires in apartment buildings in the city area of Novi Sad, Serbia*. Book of abstracts, Nordic Fire & Safety Days, Online conference.
2. Mirjana, L., Kočetov Mišulić, T., **Draganić, S.**, Džolev, I. (2017). *Fire safety in regulations, research and future challenge*. COST FP 1404 MC and WG meeting: Dissemination, standardization and implementation of novel improvements, 52-56, ISBN: 978-91-88349-91-0, Prague, Czech Republic.
3. Laban, M., **Draganić, S.** (2017). *Fire Safety of High Rise Buildings in Serbia*. FACADES WORKSHOP - Fire safe use of Bio-Based Building Products for Facades - Challenges and Limitations, Detailing and Testing - Book of Abstracts, 27 - 32, ISBN: 978-84-9880-685-4, Barcelona, Spain.

Рад у водећем часопису националног значаја (M51):

1. Mirjana, L., Popov, S., **Draganić, S.**, Šupić, S. (2015). Performanse puteva evakuacije i bezbednost zgrada od požara. *Tehnika*, 4, 599 - 606, ISSN i ISBN: 0040-2176. Savez inženjera i tehničara. <https://doi.org/10.5937/tehnika1504599L>

Рад у научном часопису (M53):

1. Laban, M., Milanko, V., Kočetov Mišulić, T., **Draganić, S.** (2017). Fire statistics and risk analysis in wooden building structures in Serbia. *International Wood Products Journal*, 8(2), 62–70. <https://doi.org/10.1080/20426445.2017.1309808>
2. Laban, M., Šupić, S., **Draganić, S.**, Medić, N. (2015). Dvofazno modelovanje bezbednosti od požara prema minimalnim tehničkim zahtevima i unapređenim zahtevima na primeru visokih stambenih zgrada. *Journal of the Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering*, 41 - 52, ISSN i ISBN: 2303-5145.

Предавање по позиву са скупа националног значаја штампано у целини (M61):

1. Laban, M., Dražić, J., Šupić, S., **Draganić, S.** (2015). *Basic requirements for construction works*. 11th regional Conference Ene15-ENV.net Conference, 49 - 53, ISBN: 978-86-89961-02-7, Belgrade, Serbia.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63):

1. Laban, M., Popov, S., **Draganić, S.** (2018). *Analiza prostorno-vremenske raspodele požara*. Bezbednosni inženjering - požar, životna sredina, radna okolina, integrisani rizici, 64 - 72, ISBN: 978-86-6211-114-2, Novi Sad, Srbija.

Поглавље у књизи:

1. Marković, M., Laban, M., Maksimović, J., Kuzmić, T., Batilović, M., **Draganić, S.** (2020). Analysis of the Existence of Geospatial Data Necessary for Fire Modeling in the Republic of Serbia. In: Makovicka Osvaldova, L., Markert, F., Zelinka, S. (eds) *Wood & Fire Safety*. WFS 2020. Springer,

https://doi.org/10.1007/978-3-030-41235-7_51

2. **Draganić, S.**, Malešev, M., Bukvić, O., Laban, M. (2020). Energy Rehabilitation and Façade Fire Safety of High-Rise Residential Building. *Fire Safety in Buildings: A Western Balkan approach and practice*, 178-190, ISBN 978-86-6022-279-6, Publisher: Faculty of Technical Sciences.
3. Laban, M., **Draganić, S.**, Džolev, I. (2020). Fire Risk Assessment and Fire Safety in Buildings. *Disaster Risk Management in the Western Balkans: A comprehensive approach on technical and economic perspectives*, 78-87, ISBN 978-86-6022-269-7, Publisher: Faculty of Technical Sciences.
4. Bukvić, O., **Draganić, S.**, Laban, M., Radonjanin, V. (2020). Façade Fire Safety - the Legal Framework in WB and EU Countries. *Fire Safety in Buildings: A Western Balkan approach and practice*, 162-177, ISBN 978-86-6022-279-6, Publisher: Faculty of Technical Sciences.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

Резултати научног истраживања у оквиру ове дисертације су значајни за област савременог градитељства у циљу развоја модела обнове и ревитализације постојећих стамбених зграда и насеља.

На основу дефинисаног проблема и анализе актуелног стања у области, идентификована је потреба за истраживањем спроведеним у докторској дисертацији, чији је циљ био развој и формирање стратешког модела планирања и пројектовања обнове бетонских фасада високих слободностојећих стамбених зграда с аспекта енергетске ефикасности, трајности и безбедности од пожара.

Предложен је модел који омогућује процену стварног стања фасада, формулисање захтева обнове, предлог и евалуацију мера и решења за унапређење постојећег стања, селекцију одговарајућих техничких решења за реализацију обнове, одређивање приоритета интервенција и доношење коначне одлуке о обнови.

Употребом предложеног модела омогућује се:

- методолошки приступ унапређењу стања постојећих зграда у правцу одрживог изграђеног окружења, а да се при том задрже наслеђене вредности и предности постојећих зграда,
- детекција, лоцирање и геометријска карактеризација пукотина на фасадама зграда применом новокреираног полуаутоматизованог дигиталног алата,
- процена ризика од пожара, применом новокреиране методологије, јединствене на нашим просторима и у складу са најновијим трендовима у области анализе ризика,
- доступност података и информација потребних за детаљну анализу стварног стања и планирање и пројектовање обнове постојећих зграда, путем *Досијеа зграде*, који представља један од излазних резултата модела,
- формирање оквира за даљи развој модела за различите нивое обнове од појединачних зграда до комплетних блокова зграда и насеља у целини.

Синтеза резултата упоредне анализе актуелних и захтеваних перформанси предметних зграда, произашлих на основу спроведене студије случаја, упућује на неке од наглашених потреба за унапређењем:

- енергетске ефикасности, где је неопходно заменити фасадну столарију због великог удела транспарентних површина у термичком омотачу, чиме се могу остварити уштеде и до 50% у односу на садашњу потрошњу енергије; допунске уштеде је могуће остварити апликацијом термоизолационог слоја на спољашње зидове – до 70%;
- пожарне безбедности, где је неопходно обезбедити правовремену и ефикасну евакуацију из зграда у случају пожара уградњом аутоматских система за детекцију и дојаву пожара и сигурносног степеништа или уградњом аутоматског система за гашење пожара;
- трајности и стабилности монтажних бетонских фасадних елемената, примарно балконских ограда.

Утврђено је да није препоручљиво одлагање обнове фасада, али је могуће радове планирати фазно,

у складу са одређивањем приоритета радова. При рангирању приоритета предност треба да имају радови који доприносе поузданости конструкције и безбедној експлоатацији зграда и квалитету комфора становања, које је неопходно ускладити са захтевима енергетске ефикасности, трајности и економичности. Архитектонске вредности објеката треба да су сачуване или унапређене у сваком од алтернативних решења, а неопходно је и остварити повољан утицај на окружење. Да би се сачувале новостворене вредности постигнуте обновом зграда, потребно је успоставити контролу квалитета: периодичне прегледе и редовно одржавање објеката. Изостанак ових активности у досадашњем периоду експлоатације, један је од основних узрока детериорације и девастације зграда и насеља.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

На основу анализе докторске дисертације Сузана Драганић, комисија сматра да је она урађена систематично, да је добро структурирана и да је примењен адекватан научни приступ у њеној изради. На основу приказа и анализе релевантне литературе, из области досадашњих истраживања алата, метода и модела обнове зграда, дефинисан је програм сопственог теоријског и експерименталног истраживања.

У истраживањима су коришћени стандардни, модификовани и оригинални поступци и методологије за процену стања фасада зграда с аспекта трајности, енергетске ефикасности и безбедности од пожара.

Креирани модел је верификован кроз студију случаја на репрезентативном узорку истраживаног стамбеног фонда.

Резултати сопственог истраживања на примеру студије случаја су адекватно обрађени и презентовани на разумљив и коректан начин, а анализа резултата је систематично приказана, јасно изложена и спроведена уз примену адекватних метода.

На основу анализе резултата истраживања и провере модела изведени су одговарајући закључци.

Предложени су и правци даљих истраживања у овој области, као и могућност практичне примене.

Техничка обрада свих поглавља докторске дисертације је на високом нивоу. Јасно написан текст је пропраћен добро осмишљеним фотографијама, табелама, дијаграмима, алгоритмима и мапама који доприносе бољем и јаснијем сагледавању добијених резултата истраживања.

Докторска дисертација проверена је у софтверском пакету за детекцију плагијаризма iThenticate, у Библиотеци Факултета техничких наука. На основу резултата провере, Комисија је утврдила да је проценат подударности занемарљив и донела закључак да је докторска дисертација оригинално ауторско дело кандидаткиње Сузана Драганић.

Комисија сматра да укупан рад кандидата, по свом карактеру и обиму, у потпуности одговара дефинисаној теми и наслову и такође сматра да ће резултати овог теоретског и експерименталног истраживања имати примену у грађевинској пракси и у будућим научним истраживањима из ове области.

Сагласно изнетим ставовима, Комисија позитивно оцењује начин на који су резултати истраживања приказани и тумачени у овој докторској дисертацији.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

Комисија је констатовала да је дисертација кандидаткиње Сузане Драганић написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Да, докторска дисертација садржи све битне елементе који се захтевају по Статуту Факултета техничких наука у Новом Саду и Универзитета у Новом Саду.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Докторска дисертација кандидаткиње Сузане Драганић је оригинални теоријско-експериментални научни рад на тему обнове бетонских фасада високих слободностојећих стамбених зграда с аспекта енергетске ефикасности, трајности и безбедности од пожара. Детаљном анализом досадашњих истраживања у области, закључено је да је ова научна област недовољно истражена, а нарочито у контексту истовремене обнове по сва три наведена критеријума уз очување идентитета грађевина, тако да су истраживања са овом тематиком високо цењена и у научној и у стручној јавности.

Научни допринос дисертације се првенствено види кроз испуњење постављених хипотеза:

- Креиран је стратешки модел планирања и пројектовања обнове бетонских фасада високих слободностојећих стамбених зграда који има значајну улогу као подршка доносиоцима одлука у процесу обнове стамбених зграда и омогућава комплекснију и реалнију процену стања зграда пре обнове и обезбеђује прецизнију евалуацију будућих перформанси зграда у фази планирања и пројектовања њихове обнове.
- Креирани модел обезбеђује сагледавање могућности за продужење животног века зграде, остварених уштеда у потрошњи енергије за обезбеђење основних услова комфора и унапређења безбедности становања и очувања људских живота у случају пожара.
- Креиран је полуаутоматизовани дигитални алат за детекцију, лоцирање и геометријску карактеризацију пукотина на фасадама зграда.
- На основу Мапе хазарда пожара и перформанси зграда, креирана је методологија процене ризика од пожара, јединствена на нашим просторима и у складу са најновијим трендовима у области анализе ризика.

Посебан допринос овог истраживања је примена **савременог приступа процени трајности фасада**, заснованог на визуелном прегледу генерисане **геореференциране ортофасаде** и квантификацији глобалног стања деградације фасада применом нумеричког модела деградације. Геореференцирана ортофасада представља висококвалитетну, геометријски кориговану, фотографију целокупне фасаде, реалних размера, и примењује се за идентификацију дефеката и оштећења, њихово детаљно мапирање и прецизну геометријску карактеризацију, што даље омогућава квантификацију глобалног стања деградације фасада. У поређењу са традиционалним прегледом, применом предложене методе, визуелни преглед зграде се значајно поједностављује, бржи је, прецизнији, економичнији и безбеднији за проценитеља.

Модел, у оквиру креираног полуаутоматизованог дигиталног алата, садржи **рачунарски код за аутоматску инспекцију пукотина**, чијом применом се превазилазе ограничења везана за мануелну идентификацију дефеката и оштећења и смањује могућност случајне људске грешке. Аутоматска детекција пукотина на геореференцираној ортофасади и њихова локација и геометријска карактеризација нису раније истраживане. Захваљујући оријентационим тачкама, применом кода је могуће прецизно лоцирање пукотине, након чега је могуће одредити и њене геометријске параметре (дужину, ширину, површину), на основу координата њених тачака, применом једноставних математичких операција. Дате информације су кључне за мапирање оштећења и квантификацију деградације фасаде.

Посебан допринос представљају и новокреиране **Мапа хазарда пожара** и **Мапа ризика од пожара**.

Мапа хазарда пожара је формирана применом ГИС алата трансформацијом прикупљених историјских података о пожарима и користи се за просторно-временску анализу дистрибуције пожара. Резултати активности пружају корисне увиде у временске и просторне обрасце пожарних инцидената у стамбеним зградама, указујући на то у којем делу дана/седмице/године људи треба да буду пажљивији и да обрате више пажње на безбедност од пожара у својим домовима, као и у којим просторијама је потребно спроводити превентивне мере заштите. Додатно, резултати омогућавају идентификацију градских подручја са најчесталијим пожарима и дате информације могу да послуже ВСЈ да организује едукативне вежбе у циљаним урбаним подручјима и зградама. Мапа ризика од пожара је формирана преклапањем Мапе хазарда и Мапе предметних зграда, у оквиру које су интегрисани сви прикупљени описни подаци о зградама. На овај начин је формирана **дигитална вишеслојна геореференцирана интерактивна база података**, која има потенцијал за имплементацију у оквиру *Регистра ризика од катастрофа* чија је израда предвиђена за територију РС Законом о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама.

Један од излазних резултата модела је и **досије зграде** која је предмет обнове. Досије може да послужи као основа за креирање рачунарског модела (рачунарске апликације/експертског система) који омогућава оператеру (инжењеру) брзу и истовремену процену трајности, енергетских перформанси и безбедности од пожара високих стамбених зграда, и уједно даје предлог за унапређење ових перформанси.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?

На основу детаљне анализе рада кандидаткиње Сузана Драганић, комисија констатује да су испуњени постављени циљеви и да дисертација не садржи недостатке који би утицали на резултате истраживања.

X ПРЕДЛОГ:

На основу наведеног, комисија предлаже:

Да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана.

Место и датум: Нови Сад, 06.07.2022.

1. др Властимир Радоњанин, ред. проф.
_____, председник

2. др Мери Цветковска, ред. проф.
_____, члан

3. др Јелена Атанацковић-Јеличић, ред. проф.
_____, члан

4. др Срђан Попов, ред. проф.
_____, члан

5. др Мирјана Малешев, ред. проф.
_____, ментор

6. др Мирјана Лабан, ванр. проф.
_____, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.