

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Архитектонски факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Дејана Т. Васовића, дипл. инж. арх.

Одлуком бр 01-428/2-6.4 од 18.04.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Дејана Т. Васовића, дипл. инж. арх. под насловом

МОДЕЛОВАЊЕ ПОНАШАЊА АРХИТЕКТОНСКИХ ОБЈЕКТА УСЛЕД ПОТРЕСА ОД МИНИРАЊА НА ПОВРШИНСКИМ КОПОВИМА

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1 Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат је стекао звање магистра техничких наука након завршеног последипломског магистарског курса „Архитектонско инжењерство“ на Архитектонском факултету у Београду. Магистарску тезу под насловом „Полумонтажни конструктивни систем таванице новог типа “БАРАСЛАБ” и његово вредновање у односу на друге полумонтажне конструктивне системе таваница“ кандидат је одбранио 07.05.1998. године.

На основу члана 32 (с2) Закона о високом образовању („Сл. гласник РС“, бр. 76/05, 100/07 – аутентично тумачење, 97/08, 44/10 и 93/12), а у вези са чланом 98 . Статута Архитектонског факултета у Београду (“Сл. билтен Факултета”, бр. 80/80, 84/10, 88/12 и 89/12-пречишћен текст) и Одлуком Већа докторских студија Архитектонског факултета у Београду од 16. 06. 2014. године, Одлуком Већа докторских студија Архитектонског факултета у Београду од 12.05.2014. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној дана 19.05.2014. године, донело одлуку број 01-700/2-2.7. којом је образована Комисија за оцену испуњености услова кандидата мр Дејана Васовића, дипл. инж. арх. и теме докторске дисертације, под насловом „Моделовање утицаја минирања на архитектонске објекте“, у саставу:

- др Милан Глишић, предложени ментор,
редовни професор, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет,

- др Ружа Окрајнов Бајић, члан комисије
доцент, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, и
- др Драгослав Шумарац, члан комисије
редовни професор, Универзитет у Београду, Грађевински факултет

На основу члана 32 (с2) Закона о изменама и допунама Закона о високом образовању („Сл. Гласник РС”, бр 44/10), а у вези са чланом 162. Статута Архитектонског факултета у Београду („Сл. билтен АФ”, бр. 80/80, 84/10 и 89/12-пречишћен текст) и сагласности Већа научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду од 01.07.2014. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној 14.07.2014. године, донело одлуку број 01-986/2-5.3 да се мр Дејану Васовићу, дипл. инж. арх. одобрава рад на теми докторске дисертације, под насловом **„Моделовање понашања архитектонских објеката услед потреса од минирања на површинским коповима“**, и да се за ментора именује проф. др Милан Глишић.

Завршену докторску дисертацију кандидат, уз сагласност ментора, предаје на Веће докторских студија у априлу 2016. године.

На основу члана 101. и члана 102. Статута Архитектонског факултета у Београду („Сл. билтен АФ”, бр. 80/08, 84/10, 88/12, 89/12-пречишћен текст и 98/14), члана 37. Правилника о докторским академским студијама („Сл. билтен АФ”, бр. 102/14) и Одлуке Већа докторских студија Факултета од 11.4.2016. године, Наставно-научно веће Факултета је на седници одржаној дана 18.4.2016. године, донело одлуку број 01-428/2-6.4 да се образује Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Дејана Васовића, дипл. инж. арх., под насловом „Моделовање понашања архитектонских објеката услед потреса од минирања на површинским коповима“, у саставу:

- др Милан Глишић, ментор,
редовни професор, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет,
- др Ружа Окрајнов Бајић, члан комисије
доцент, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, и
- др Драгослав Шумарац, члан комисије
редовни професор, Универзитет у Београду, Грађевински факултет
- др Селимир Леловић, члан комисије
доцент Грађевинског факултета Универзитета у Београду и
- др Срђан Костић, члан комисије
научни сарадник, Институт за водопривреду "Јарослав Черни", Београд.

1.2 Научна област дисертације

Дисертација која је предмет овог извештаја припада научној области Архитектура и ужој научној области Архитектонске технологије, како је дефинисано Статутом Архитектонског факултета из 2006. године, члан 122, став 1.

Ментор дисертације је проф. др Милан Глишић, редовни професор Универзитета у Београду – Архитектонског факултета у пензији.

Списак радова који квалификују проф. др Милана Глишића за ментора докторске дисертације:

1. Glišić M.: Use of thin wall reinforced concrete profiles while forming structural systems. International Science Meeting INDIS03, Novi Sad, 2003.
2. Nikšić M., I. Hadžić I., Glišić M.: Is Phallus impudicus a mycological giant? "Mycologist", Vol.18, Part 1, Cambridge University Press, 2004.
3. Glišić M.: Sanation of hotel structure in Belgrade using coupling steel with existing damaged reinforced concrete. International Science Meeting INDIS'07, Novi Sad, 2007.
4. Glišić M.: The Lightweight prefabricated concrete formwork elements. Science Meeting INDIS'01, Novi Sad, 2001
5. Glišić M., Lazić M.: Application of Mathematical Methods While Discovering and Defining Optimal Solutions for Architectural Projects and Construction Subsystems. Congress C.I.B., Washington, USA, 1986.

1.3 Биографски подаци о кандидату

Мр. Дејан Т. Васовић, дипломирани инжењер архитектуре, рођен је 1966. године у Београду, где је и завршио основну и средњу школу. Архитектонски факултет Универзитета у Београду уписао је 1984. године и 1990. године дипломирао на смеру Архитектонско инжењерство као први у генерацији (са колегом Ненадом Шекуларцем) код проф. др Војислава Кујунџића са просечном оценом 9,03, оцена на дипломском раду 10. Последипломске студије уписао је на Архитектонском факултету Универзитета у Београду 1991. године.

Магистрирао је на Архитектонском факултету код проф. др Михајла Самарџића 1998. године са темом: "Полумонтажни конструктивни систем таванице новог типа "БАРАСЛАБ" и његово вредновање у односу на друге полумонтажне конструктивне системе таваница". За овај магистарски рад добио је награду Привредне коморе Београда за 1998. годину.

Стручни испит је положио 1992. године. Као руководиоца пројектанског тима пројектовао је и вршио надзор над већим бројем објеката високоградње, у земљи и иностранству. Објавио је двадесетчетири писана рада на конгресима и у часописима, у земљи и иностранству. Течно говори и пише енглески језик. Бави се областима Пројектовања и прорачуна конструкција архитектонских објеката, Технологије бетона, Применом високовредних бетона у зградама и конструкцијама.

Запослен је од 1990. године на Архитектонском факултету Универзитета у Београду на Катедри за Статику конструкција и Департману за архитектонске технологије. Учествовао је у настави и држао вежбе на предметима: Бетонске конструкције, Дрвене и металне конструкције, Механика и отпорност материјала, Статика конструкција, Конструктивни системи, Принципи конструисања архитектонских објеката, Конструктивне карактеристике примењених материјала, Студио пројект 2.

Члан је Инжењерске коморе Србије, Друштва архитеката Београда, Америчког института за бетон (American Concrete Institute, ACI) и Америчког удружења грађевинских инжењера (American Society of Civil Engineers - ASCE).

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација мр Дејана Васовића „Моделовање понашања архитектонских објеката услед потреса од минирања на површинским коповима“ изложена је на 171 страни, има укупно 27550 речи, 107 слика, 30 табела, додатак и прилог. У делу који претходи нумерисаном делу рада дати су резиме на српском и енглеском језику и садржај на 9 страна пре основног текста рада. Основни текст дисертације дат је на 154 стране, иза којих следе попис литературе и извора илустрација на 8 страна. Биографија кандидата дата је након рада.

Рад је структуриран у 6 целина: 1. Увод, 2. Утицаји потреса од минирања на објекте, 3. Примена вештачких неуронских мрежа за предикцију максималних брзина осциловања тла (PPV) и утицаја на архитектонске објекте, 4. Моделовање и динамичка анализа утицаја потреса од минирања на околне архитектонске објекте, 5. Моделовање и динамичка анализа утицаја потреса од минирања на разне типове архитектонских објеката, 6. Закључак, систематизованих у садржају кога наводимо:

РЕЗИМЕ

1. УВОД

- 1.1. Предмет истраживања
- 1.2. Циљеви истраживања
- 1.3. Методологија истраживања

2. УТИЦАЈИ ПОТРЕСА ОД МИНИРАЊА НА ОБЈЕКТЕ

- 2.1. Основе карактеристике минирања и утицај на околину
- 2.2. Преглед претходних истраживања утицаја потреса изазваних минирањем на архитектонске објекте
- 2.3. Приказ стандарда и препорука који дефинишу утицаје потреса од минирања на архитектонске објекте

3. ПРИМЕНА ВЕШТАЧКИХ НЕУРОНСКИХ МРЕЖА ЗА ПРЕДИКЦИЈУ МАКСИМАЛНИХ БРЗИНА ОСЦИЛОВАЊА ТЛА (PPV) И УТИЦАЈА НА АРХИТЕКТОНСКЕ ОБЈЕКТЕ

- 3.1. Минирање и мерења на терену
- 3.2. Анализа вибрације тла изазваног минирањем: предвиђање максималне брзине осциловања тла коришћењем конвенционалних једначина
- 3.3. Предвиђање максималне брзине осциловања тла коришћењем вештачке неуронске мреже
- 3.4. Утицај експлозија на суседне конструкције: процена потенцијалних оштећења на основу максималне брзине осциловања тла и фреквенције
- 3.5. Утицаји натпритиска ваздушног удара

4. МОДЕЛОВАЊЕ И ДИНАМИЧКА АНАЛИЗА УТИЦАЈА ПОТРЕСА ОД МИНИРАЊА НА ОКОЛНЕ АРХИТЕКТОНСКЕ ОБЈЕКТЕ

- 4.1. Динамичка анализа постојећих архитектонских објеката под утицајем потреса од минирања
 - 4.1.1. Кућа на мерном месту 5
 - 4.1.2. Кућа на мерном месту 6

- 4.1.3. Кућа број 1 на мерном месту 3
- 4.1.4. Кућа на спрат број 2 на мерном месту 3
- 4.1.5. Помоћни објект број 3 на мерном месту 3
- 4.1.6. Црква у Бољковцима

5. МОДЕЛОВАЊЕ И ДИНАМИЧКА АНАЛИЗА УТИЦАЈА ПОТРЕСА НА РАЗНЕ ТИПОВЕ АРХИТЕКТОНСКИХ ОБЈЕКТА

5.1. Зидане конструкције

- 5.1.1. Зидане конструкције без серклажа
- 5.1.2. Зидане конструкције са серклажима
- 5.2. Армиранобетонске рамовске конструкције
- 5.3. Армиранобетонске рамовске конструкције са језгром
- 5.4. Армиранобетонске рамовске конструкције са носећим зидовима и језгром
- 5.5. Армиранобетонске конструкције са носећим зидовима

6. ЗАКЉУЧАК

Додатак: Основне карактеристике примењених неуронских мрежа

Прилог 1: Улазни подаци за моделовање и прорачун типских архитектонских објеката

Списак коришћене литературе и документације

Биографија

2.1. Кратак приказ појединачних поглавља

Докторска дисертација је структурирана у шест поглавља.

У **првом поглављу** је представљен истраживачки оквир дисертације са историјатом и развојем предмета истраживања. На основу претходних истраживања других аутора јасно су дефинисани предмет и разлози за израду дисертације. На основу претпоставке да постојећи вибрациони стандарди недовољно прецизно дефинишу понашање објеката, дефинисан је циљ истраживања и намера да се прикажу и верификују нове, нестандартне методе за процену утицаја минирања на архитектонске објекте. Приказана је методологија која је коришћена при изради ове дисертације.

У **другом поглављу** су приказане основне карактеристике минирања и утицај минирања на околину. Посматране су нежељене манифестације минирања, потреси који се простиру на даљину и утичу на околине објекте. Дат је преглед претходних истраживања утицаја потреса од минирања на архитектонске објекте од тридестих година прошлог века до данас. Приказан је развој експерименталних и теоријских сазнања о дејству потреса од минирања на објекте у близини места минирања. У жељи да се негативни пропратни ефекти минирања ограниче, многе државе су донеле посебне прописе којим су ограничиле интензитет вибрација и потреса изазваних минирањем, најчешће кроз ограничавање максималне брзине осциловања тла (PPV – peak particle velocity). У овом поглављу приказани су и најзначајнији вибрациони стандарди (ДИН, УСБМ, БС, АС, СССР) и дат критички осврт на поједине одредбе.

У **трећем поглављу** је приказана нова метода за предикцију максималних брзина осциловања тла (PPV) коришћењем неуронских мрежа и њиховог утицаја на архитектонске објекте. Коришћени су експериментални подаци и мерења за каменолом „Дреновац“ у западној Србији. На основу података из литературе усвојени су најчешће коришћене конвенционалне једначине за предикцију максималне брзине осциловања и дата оцена њихове применљивости за регистроване максималне брзине осциловања. Развијен је модел неуронских мрежа коришћењем истог приступа као и код Моњезија

и др. [Monjezi et al. 2013] са укупним експлозивним пуњењем, максималним пуњењем по интервалу успорења, растојањем од места минирања до мерног места као улазним параметрима, док је максимална брзина осциловања тла узета као једини излазни параметар. Коришћена је трослојна вештачка неуронска мрежа са повратном пропагацијом са Левенберг–Маркар (Levenberg–Marquardt) алгоритмом, са два, шест и девет скривених неурона. Резултати су показали да је вештачка неуронска мрежа са шест скривених неурона имала најбољу предикцију максималне брзине осциловања тла на основу забележених података. Утицај минирања на околне објекте дат је применом ДИН, УСБМ, СССР, АС,) ДГМС (Tech) S и GB6722-201X стандарда. Скоро све забележене брзине биле су испод дозвољених вредности за дату категорију објеката. Дејство ваздушног натпритиска контролисано је у складу са Правилником о техничким нормативима и руковању експлозивним средствима и минирању у рударству.

У **четвртом поглављу** је приказан нов поступак за процену утицаја вибрација од минирања на околне архитектонске објекте коришћењем директне динамичке анализе. На основу увида на лицу места процењене су карактеристике и квалитет материјала и конструкција анализираних објеката. Процена карактеристика зиданих зидова дата су на основу упоредне анализе са примерима из литературе. Моделовање и динамичка анализа утицаја потреса од минирања урађена је у комерцијалном софтверу TOWER 7, за забележене временске серије брзина на три мерна места. Као меродавне, приказане су вредности максималних померања конструкције.

У **петом поглављу** је претходни поступак примењен на карактеристичне типове стамбених и пословно-комерцијалних објеката. Анализирани су објекти са носећом конструкцијом од зиданих носећих зидова, са и без секлажа, спратности П+1 и П+3, као и армиранобетонски објекти са носећим рамовским конструкцијама, рамовским конструкцијама са језгром, мешовитим конструкцијама са језгром и са носећим зидовима, и конструкцијама са носећим армиранобетонским зидовима. Спратности објеката су се кретале од ниских (П+2 и П+4), средњих (П+8) и високих (П+16). Приказана су максимална укупна померања објеката у Х и У правцу, као и максимална релативна померања. Приказани поступак је спроведен и за знатно увећана дејства која доводе до граничних вредности померања конструкције објекта, на основу чега је добијен дијаграм максималних количина експлозива за дефинисана растојања објеката од места минирања.

У **шестом поглављу** су сумирани резултати рада и назначени правци даљих истраживања. Сазнања и резултати стечени током израде дисертације јасно су представљени и дат је коментар у односу на важеће стандарде и уобичајену инжењерску праксу. Дата је оцена применљивости приказаних поступака коришћења вештачких неуронских мрежа и динамичке анализе на разне типове архитектонских објеката.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Дисертација се бави актуелним и савременим проблемима утицаја минирања на околину. На почетку дисертације дат је детаљан и систематичан приказ историјског развоја знања о утицају минирања на околне објекте, као и преглед савремених ставова и сазнања. У другом делу су представљени нови нестандартни поступци за одређивање утицаја од минирања на околне објекте.

На основу свеобухватног истраживања литературе, у дисертацији су приказана савремена истраживања из ове области спроведена у свету. Раширена је пракса у свету да се за описивање и процену утицаја потреса изазваних минирањем на носеће конструкције објеката користе емпиријски установљене граничне вредности брзине осциловања тла. Ове емпиријске граничне вредности у потпуности занемарују параметре који одређују одговор конструкција на померања тла и појаву оштећења, као што су начин осциловања тла и својства носеће конструкције. Мало је објављених студија које се баве одговором конструкција и могућим оштећењима објеката услед осцилација тла изазваних минирањем. Њихови резултати само потврђују ауторову хипотезу да је неопходно применити модерне аналитичко-нумеричке методе и у области овако генерисаних потреса. Ова дисертација, као оригинално и изворно научно истраживање, бави се применом нових поступака – коришћење вештачких неуронских мрежа и динамичке анализе – за процену утицаја од минирања на архитектонске објекте. Уместо емпиријских формула, за одређивање утицаја потреса изазваних минирањем на архитектонске објекте у овој дисертацији су извршене анализе методама динамике конструкција, а за познати (забележени) временски запис брзина осциловања тла. На овај начин добијена је прецизнија слика стварног стања напрезања и деформација у конструкцијама архитектонских објеката. Процена могућих оштећења елемената носеће конструкције објеката на основу улазних параметара минирања, прецизнија је и поузданија. Овим поступком је могуће одредити безбедна растојања од места минирања, за различите типове архитектонских објеката и за разне меродавне критеријуме.

Научну опрећданост и оригиналност дисертације потврђује и чињеница да овакав приступ овој теми досада није био предмет истраживања у Србији и окружењу, нити је утицај потреса од минирања на различите архитектонске објекте до сада био анализиран у оквиру научне области Архитектуре и урбанизма, подобласти Архитектонско инжењерство.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидат је за израду своје дисертације користио обимну литературу, тако да је истраживање засновано на широком спектру извора који се баве овом значајном темом. Коришћена литература се може поделити на примарну и секундарну.

Примарна литература се састоји од књига, монографија и публикација које обрађују тему утицаја минирања на околину, примене неуронских мрежа за предикцију и примене динамичке анализе за анализу конструкција. Посебан део примарне литературе представљају вибрациони стандарди и прописи са обавезујућом применом. По својој природи, ова литература прописује обавезујућа ограничења и не може се слободно тумачити. С друге стране, публикације појединих државних институција (нпр. Извештаји УСБМ) дају обиље података, резултате истраживања других аутора, и препоруке за примену. Ове препоруке најчешће нису обавезујуће као стандарди, али представљају верификована научна сазнања које следи добра инжењерска пракса.

Секундарна литература се састоји од бројних научних радова који се баве ужом темом докторске дисертације – моделовањем неуронских мрежа за предикцију утицаја на архитектонске објекте, и динамичком анализом реалних и артифицијелних објеката изложених дејству вибрација и потреса од минирања.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У оквиру ове дисертације коришћено је више научних метода истраживања.

У првим поглављима овог рада, који се баве приказом историјског развоја сазнања о утицају од минирања на објекте, коришћен је метод анализе доступних писаних извора, кроз који се упознају карактеристике до сада примењених метода и ствара основ за сопствено истраживање. У овом делу су превасходно коришћени извори које су објавиле релевантне државне институције и у свету најчешће примењивани вибрациони стандарди.

У каснијим поглављима, у оквиру сопственог истраживања, за моделовање понашања различитих типова архитектонских објеката услед потреса изазваних минирањем на површинским коповима, коришћене су аналитичке и нумеричке математичке методе. За анализу су коришћене временске серије брзина осциловања тла забележене на површинском копу Дреновац.

У првом делу самосталног рада анализирани су резултати досадашњих истраживања коришћењем метода нумеричке анализе временских серија брзина осциловања тла помоћу конвенционалних предиктора и применом вештачких неуронских мрежа.

Регистроване временске серије су коришћене за моделовање утицаја минирања на архитектонске објекте применом програма за анализу конструкција методом коначних елемената. За оцену стања и поређење са важећим стандардима коришћене су методе регресионе и корелационе анализе.

3.4. Применљивост остварених резултата

Традиционални приступи за одређивање утицаја потреса изазваних минирањем, који подразумевају примену конвенционалних предиктора и упоређивање добијених резултата са вибрационим стандардима, не дају увек резултате задовољавајуће тачности, а ни економичности. Имајући у виду чињеницу да су ови емпиријски обрасци изведени за поједине врсте стенских маса, јасно је да самим тим имају ограничену примену у другим геолошким срединама са различитим физичко-механичким, структурно-тектонским и другим својствима. Такође, традиционални приступ потпуно занемарује својства носећих конструкција објеката који су изложени потресима од минирања. У том смислу, пратећи, пре свега светске трендове у области изучавања утицаја од земљотреса, закључено је да би технике и методе изучавања ових појава требале бити примењене и на одређивања напрезања и деформација у носећим конструкцијама архитектонских објеката услед потреса од минирања, што би довело до бољег разумевања самог механизма настанка оштећења, као и динамичких карактеристика појаве оштећења.

Приказани нестандардни поступци дају основу за правилно пројектовање параметара минирања и дефинисање безбедних растојања објеката до места минирања, као и рационалније пројектовање објеката изложених дејству потреса изазваних минирањем. До сада обављена испитивања у свету, у области одређивања и анализе утицаја потреса од минирања на објекте у околини, само потврђују хипотезу да је неопходно применити модерне математичке методе и у области овако генерисаних потреса. Допринос ових истраживања огледа се у потврди полазне хипотезе да се за одређивање утицаја изазваних потресима од минирања у архитектонским објектима, морају користити методе динамичке анализе на моделима њихових носећих конструкција.

Поступци и методологија процене утицаја минирања на архитектонске објекте који су дати у овој дисертацији могу се применити на разне забележене временске серије брзина или убрзања, као и за практично све типове архитектонских објеката, без ограничења.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат мр Дејан Т. Васовић је показао да поседује способност за самостални научно-истраживачки рад, систематичност и савесност приликом прикупљања грађе, анализе литературе и повезивања новостечених са претходно стеченим знањима. Кандидат је показао и систематичност приликом обраде података, информација и резултата, као и способност логичког размишљања и закључивања. У склопу дисертације, кандидат је показао да влада употребом научних метода истраживања, користећи критичке анализе, анализе садржаја извора, студије случаја, компаративне анализе, синтезе и интерпретације резултата. У дисертацију је уткано и вишегодишње искуство кандидата у пројектовању конструкција архитектонских објеката и вишегодишње искуство у раду са различитим софтверским пакетима који се користе у ову сврху.

У склопу дисертације кандидат наставља вишегодишњи научни рад на испитивању понашања конструкција архитектонских објеката за различите утицаје, започет на последипломским студијама Архитектонског факултета. Учесће на бројним научним и стручним скуповима, са већим бројем до сада објављених радова у научним публикацијама и домаћим и међународним часописима, резултат су досадашњих истраживања везаних за тему дисертације и доказ су способности кандидата Дејана Т. Васовића за успешно бављење самосталним научно-истраживачким радом. Досадашња истраживања која је аутор спроводио добра су подлога за истраживања у оквиру докторске дисертације.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни допринос се огледа у томе што је по први пут у Србији и ширем окружењу темељно приказано понашање архитектонских објеката под утицајем потреса од минирања, и то путем коришћења вештачке неуронске мреже за процену максималних брзина осциловања тла, и путем директног увођења регистрованих временских серија брзина и убрзања осциловања тла у динамичку анализу, што представља унапређење постојећих процедура оцене могућих оштећења објеката на основу само вршних вредности брзина осциловања тла коришћењем постојећих вибрационих стандарда. Квалитет предложене дисертације лежи у оригиналном приступу изложеној проблематици и комплексности примењених математичких метода. Овакве анализе утицаја минирања на архитектонске објекте до сада нису рађене у нашој средини.

Опште посматрано, научни допринос ове докторске дисертације огледао би се у следећем:

- анализи регистрованих вредности PPV током потреса услед минирања помоћу вештачких неуронских мрежа, и оцени предности њиховог коришћења у односу на конвенционалне предикторе;
- оцени потенцијалности оштећења објеката током потреса услед минирања коришћењем вибрационих стандарда који до сада нису коришћени у нашој инжењерској пракси (аустралијски AS, индијски DMGS circular 7, кинески GB6722-201X);
- динамичкој анализи модела различитих типова конструкција архитектонских

објеката за различите временске серије убрзања и брзина тла изазваних минирањем;

–дефинисању потребних (безбедних) растојања различитих типова архитектонских објеката од места минирања у зависности од одговора конструкције.

Неопходно је напоменути да утицај потреса од минирања на различите архитектонске објекте до сада није анализиран у оквиру научне области Архитектуре и урбанизма, подобласти Архитектонско инжењерство, што такође представља још један научни допринос у области ових наука.

Очекује се да ова дисертација допринесе побољшању будућег конципирања, пројектовања, као и статичке и динамичке анализе нових архитектонских објеката изложених дејствима минирања. Поступци изложени у овој дисертацији омогућавају унапређење схватања понашања конструкција архитектонских објеката, и процену појаве оштећења на објектима у околини површинских копова.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У докторској дисертацији су по први пут примењене нестандартне методе моделовања и оцене утицаја минирања на површинским коповима на архитектонске објекте: моделовање процене утицаја од минирања на архитектонске објекте помоћу неуронских мрежа, и поступак динамичке анализе на основу забележених временских серија од минирања, реалних и типских архитектонских објеката. Применом приказаног поступка за коришћење вештачке неуронске мреже могуће је проценити максималну брзину осциловања тла (а тиме и евентуалну несагласност са важећим вибрационим стандардима, односно могућу појаву оштећења) са већом прецизношћу него са до сада коришћеним конвенционалним једначинама. Осим тога, у дисертацији је представљен поступак којим се може утврдити стање деформација и напрезања у елементима конструкције, као и могућност и место појаве оштећења на објектима, што није могуће учинити применом важећих вибрационих стандарда. Дисертација нуди смернице за одређивање утицаја и дефинисање потребних (безбедних) растојања од места минирања, за различите типове конструкција архитектонских објеката. Применом предложених поступака могуће је одредити места појаве оштећења на архитектонским објектима, као и количине експлозива које могу их могу изазвати. Применом одговарајућих нумеричких метода дефинисани су објективни критеријуми за процену могућих оштећења, који могу бити препорука за пројектанте и инжењере који се баве овом облашћу.

4.3. Верификација научних доприноса

Списак радова проистеклих током израде докторске дисертације

Категорија M22

1. Vasović D, Kostić S, Ravilić M, Trajković S (2014) Environmental impact of blasting at Drenovac limestone quarry (Serbia), Environmental Earth Sciences, p. 1 – 14.

Списак осталих радова

Категорија M22

2. Kostić S, Vasović D (2014) Prediction model for compressive strength of basic concrete mixture using artificial neural networks, Neural Computing and Applications.

Категорија M24

3. Kostić S, Vasović D, Okrajnov-Bajić R. (2014) New fresh concrete chemical admixture for tunnel lining design in the extreme winter conditions. Mining and Metallurgy Engineering Bor, Broj 2.

Категорија M33

4. D. Vasovic, T. Vasovic, S. Otovic (2008) Repair Of The Reinforced Concrete Structure Damaged In Bombardment, Structural Faults and Repair, 12th International Conference, Edinburgh, UK.
5. T. Vasovic, D. Vasovic (2003) Application of Self-Compacting Concrete For Repair of the Reinforced Concrete Structure Damaged in Fire, Sixth CANMET/ACI International Symposium on Recent Advances in Concrete Technology, Bucharest, Romania.
6. D. Vasovic, T. Vasovic (2000) Utilization of Concrete with Expanded Polystyrene Granules for Concrete Slab Reconstruction, International Conference Repair, Rehabilitation and Maintenance of Concrete Structures and Innovations in Design and Construction, Seoul, Korea.

Категорија M51

7. Р. Окрајнов-Бајић, Д. Васовић (2009) Self-compacting Concrete and Its Application in Contemporary Architectural Practice, SPATIUM No. 20, 28-34.

Категорија M52

8. Kostić S, Vasović D (2015) Процена чврстоће бетона при притиску коришћењем неуронских мрежа, Грађевински материјали и конструкције, вол. 58, бр. 1, стр. 3-16.

Категорија M72

9. Д. Васовић (1998) Полумонтажни конструктивни систем таванице новог типа “БАРАСЛАБ” и његово вредновање у односу на друге полумонтажне конструктивне системе таваница, Универзитет у Београду Архитектонски факултет, ментор проф. др Михајло Самарџић.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа и детаљне анализе докторске дисертације кандидата мр Дејана Васовића, дипл. инж. арх. Комисија сматра да је дисертација написана у складу са одобреном темом и да су структура дисертације, примењена научна методологија, као и сви релевантни елементи у складу са пријавом теме на који је Универзитет у Београду дао своју сагласност. Дисертација у потпуности задовољава научне критеријуме, како у погледу квалитета и научне аргументације, тако и у погледу остварених резултата, као и применљивости за будућа истраживања. Имајући у виду све оцене изнете у овом Извештају, као и целокупан научни профил кандидата и до сада постигнуте научне резултате, Комисија сматра да докторска дисертација кандидата мр Дејана Васовића под називом „Моделовање понашања архитектонских објеката услед потреса од минирања на површинским коповима“ потпуно задовољава предвиђене услове и предлаже Наставно Научном Већу да кандидату мр Дејану Васовићу, дипл. инж. арх. одобри и закаже јавну одбрану докторске дисертације.

У Београду, 9. 5. 2016.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
ментор
проф. др Милан Глишић, дипл.инж.арх., редовни професор у пензији
Архитектонског факултета Универзитета у Београду

.....
проф. др Драгослав Шумарац, дипл. инж. грађ., редовни професор
Грађевинског факултета Универзитета у Београду

.....
доц. др Ружа Окрајнов Бајић, дипл. инж. грађ., доцент Архитектонског
факултета Универзитета у Београду

.....
доц. др Селимир Леловић, дипл. инж. грађ., доцент Грађевинског факултета
Универзитета у Београду

.....
др Срђан Костић, дипл. инж. геол., научни сарадник, Институт за
водопривреду "Јарослав Черни", Београд