

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

### ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног  
родитеља и име  
Датум и место рођења

Марковић (Боривоје) Немања  
18.09.1985, Крагујевац

#### Основне студије

Универзитет  
Факултет  
Студијски програм  
Звање  
Година уписа  
Година завршетка  
Просечна оцена

Универзитет у Нишу  
Грађевинско-архитектонски факултет  
Грађевинарство – Конструктивни смер  
Дипломирани грађевински инжењер  
2004  
2009  
9.75

#### Мастер студије, магистарске студије

Универзитет  
Факултет  
Студијски програм  
Звање  
Година уписа  
Година завршетка  
Просечна оцена  
Научна област  
Наслов завршног рада

#### Докторске студије

Универзитет  
Факултет  
Студијски програм  
Година уписа  
Остварен број ЕСПБ бодова  
Просечна оцена

Универзитет у Нишу  
Грађевинско-архитектонски факултет  
ДОС Грађевинарство  
2009  
120  
9.91

#### НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске  
дисертације  
Име и презиме ментора,  
звање  
Број и датум добијања  
сагласности за тему  
докторске дисертације

Активни мониторинг и детекција оштећења армирано бетонских конструкција  
применом пиезоелектричних агрегата  
Драгослав Стојић, дипл. грађ. инж., редовни професор  
НСВ број 8/20-01-005/20-026 у Нишу, 10.07.2020. године

#### ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна  
Број поглавља  
Број слика (шема, графикона)  
Број табела  
Број прилога

201  
6  
101  
25  
3



**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА  
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p><b>Nemanja Marković, Tamara Nestorović, Dragoslav Stojić, „Numerical Modeling of Damage Detection in Concrete Beams Using Piezoelectric Patches“, Mechanics Research Communications, March 2015, vol. 64, pp. 15-22. DOI:10.1016/j.mechrescom.2014.12.007</b></p> <p><i>Истраживања и развој димензионалних система мониторинга армираног бетона након оштећења треба да доведу до изградње сигурних и издржљивих грађевинских објеката. Нумерички модели динамичног понашања под дејством греда потпуно нееластичних сензора индуктора и на бази пронајерје таласа је урађено у овом раду. Процес нумеричког моделирања је подељен у два дела: 1) нумерички анализу агрегата – урађени у стандардизовани методи анализа система; 2) пронајерје таласа – модификован систематички метод анализе система. Резултати података оштећења на бази сензорне просторне таласа и "Wavelet" декомпозиције сигнала добијене нумеричким моделирањем изграђено је са ефикасним таласним резултатима. Велика добро система мониторинга и експерименталних резултата доводи до закључка да је нумерички приступ проблеме издемонстриран.</i></p>	M22
2	<p><b>Nemanja Marković, Tamara Nestorović, Dragoslav Stojić, Miroslav Marjanović, Nenad Stojković, „Hybrid approach for two dimensional localization using piezoelectric smart aggregates“, Mechanics Research Communications, October 2017, Vol. 85, pp. 69-75. <a href="https://doi.org/10.1016/j.mechrescom.2017.08.011">https://doi.org/10.1016/j.mechrescom.2017.08.011</a></b></p> <p><i>Овај радни урађено је са циљем изградње система мониторинга напнатих агрегата и њихова примена као индуктора за локализацију пронајерје таласа у бетонским системима. На основу теоријских урађено је модификован просторни таласи где су добијени издати системи који су коришћени као почетни резултати за хибридни приступ за локализацију и дефиницију оштећења. На основу урађеног нумеричког приступа хибридни приступ је успешно дефинисан оштећења објекта зграда и система.</i></p>	M22
3	<p><b>Dragoslav Stojić, Tamara Nestorović, Nemanja Marković, Miroslav Marjanović, „Experimental and numerical research on damage localization in plate-like concrete structures using hybrid approach“, Structural Control and Health Monitoring, Wiley, Vol. 25, Issue 9, 2018, <a href="https://doi.org/10.1002/stc.2214">https://doi.org/10.1002/stc.2214</a>.</b></p> <p><i>Хибридни метод на бази утријазних пронајерје таласа, wavelet декомпозиције сигнала и експерименталног приступа примењен је за дефиницију и локализацију оштећења на бази армираног бетонских попречних елемената конструкције. Урађено је нумеричка и експериментална анализа на одном броју узорока у циљу ефикасности пронајерје таласа. На основу добијених резултата закључено је да хибридни приступ може успешно да се користи пре свега за дефиницију и локализацију оштећења зграда или приближно зграда објекта који је изграђен методом приступа и за експерименталног приступа.</i></p>	M21a
4	<p><b>Dragoslav Stojić, Tamara Nestorović, Nemanja Marković, Radovan Cvetković, „Material defects localization in concrete plate-like structures – Experimental and numerical study“, Mechanics Research Communications, Elsevier, June 2019, Vol. 98, pp. 9-15, <a href="https://doi.org/10.1016/j.mechrescom.2019.05.002">https://doi.org/10.1016/j.mechrescom.2019.05.002</a></b></p> <p><i>Предметна анализа оштећења која се могу јавити у бетонским конструкцијама, подвела су преглед, ора често се јављају и изградњи дефекти. Материјални дефекти у бетонским конструкцијама могу бити ексцентрична, највише брине материјала изнутра бетонске елементима конструкцијама изградње и изградње. Овај радни урађено је дефиниција таласа изнутра бетонским елементима конструкције, применом хибридног приступа. Анализама су дефинисани у овом раду нумерички системи и системи. Приступ је успешно примењен што је дефинисано нумерички и експерименталног приступа.</i></p>	M22
5	<p><b>Nemanja Marković, Dragoslav Stojić, Radovan Cvetković, Vladimir Radojičić, Stefan Conić, „Numerical Modeling of Ultrasonic Wave Propagation – by using of Explicit FEM in Abaqus“, Facta Universitatis, Serier: Architecture and Civil Engineering, vol. 16, No 1, 2018, pp. 135-147.</b></p> <p><i>Нумеричко моделирање утријазних пронајерје таласа у бетонским конструкцијама је експериментално одних брине нумерички метода. Због своје изградње динамичног понашања и одних брине просторна таласа, одних нумерички метода је нумерички за моделирање системских проблема. Експлицитна метода коју се експлицитно је одних ефикасних метода за моделирање пронајерје таласа и она је примењена за те проблеме у овом раду. Ефикасност метода експлицитно је на одних брине метода са нумерички оштећења или без него.</i></p>	M24
6	<p><b>Dragoslav Stojić, Nemanja Marković, Tamara Nestorović, Radovan Cvetković, Nikola Stojić, „Damage Detection of Reinforced Concrete Structures Using Piezoelectric Smart Aggregates – Numerical Analysis“, Građevinar, vol. 5, 2016, pp. 371-380. DOI: 10.14256/JCE.1372.2015</b></p> <p><i>Примена система система мониторинга под дефиницију оштећења зграда у бетонским конструкцијама и метод нумерички анализа система напнатих агрегата, као и на бази пронајерје таласа, ограда у ред нумерички анализа система и система, као дефиницијом таласа са нумерички нумерички анализа. Модификован система се брине на експериментално експериментално нумерички анализа система. Експлицитна метода коју се експлицитно је одних ефикасних метода за моделирање пронајерје таласа и она је примењена за те проблеме у овом раду. Ефикасност метода експлицитно је на одних брине метода са нумерички оштећења или без него.</i></p>	M23



**НАПОМЕНА:** уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

## ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

**ДА НЕ**

Кандидат Немања Марковић поднео је захтев Грађевинско-архитектонском факултету Универзитета у Нишу, број 102/1, од 18.02.2022, за именовање Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом "Активни мониторинг и детекција оштећења армирано бетонских конструкција применом пиезоелектричних агрегата". У складу са чланом 20. Правилника о поступку припреме и условима за одбрану докторске дисертације (Гласник Универзитета у Нишу, 4/2018) кандидат је уз захтев поднео:

- потребан број одштампаних и повезаних примерака докторске дисертације;
- примерак докторске дисертације у ПДФ формату на диску, у складу са Одлуком о достављању дисертације за репозиторијум Универзитета у Нишу (Гласник Универзитета у Нишу, број 9/2015);
- доказ да има најмање један рад, у којем је првопотписани аутор, објављен у часопису са СЦИ листе, односно СЦИе листе;
- доказ да има рад, у којем је првопотписани аутор, објављен у часопису који издаје Универзитет у Нишу или факултет Универзитета у Нишу.

Узимајући у обзир досадашњи научно-истраживачки рад кандидата Немање Марковића, а на основу анализе поднетог захтева, као и услова предвиђених Законом о високом образовању, Статутом Универзитета, Правилником о поступку припреме и условима за одбрану докторске дисертације и Статутом Грађевинско-архитектонског факултета у Нишу, Комисија констатује да кандидат испуњава све предвиђене услове за оцену и одбрану докторске дисертације.

## ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације *(до 500 речи)*

У првом делу дисертације (Поглавља 1 и 2) приказан је уводни део дисертације који садржи позадину, предмет и проблем истраживања, као и структуру самог рада. У поглављу 2 приказана је теоријска позадина истраживања са акцентом на следеће области: а) пиезоелектрицитет и пиезоелектрични сензори/актуатори; б) тродимензионална пропација таласа; в) Експлицитна метода коначних елемената и г) Wavelet декомпозиција сигнала.

У другом делу дисертације (Поглавље 3) приказана је детекција оштећења код линијских бетонских конструкција, затим, опште карактеристике и примена пиезоелектричних паметних агрегата, врсте и типови мониторинга и примењени принцип мониторинга у самој дисертацији. Детекција оштећења код линијских бетонских елемената анализирана је нумеричким путем и добијени резултати верификовани су експерименталним путем. Нумеричком анализом посебно су обрађени пиезоелектрични паметни агрегати – ефекат актуатора, на локалном нивоу, као и пропација таласа и детекција оштећења код бетонске греде на глобалном нивоу. Коришћена је стандардна и експлицитна метода коначних елемената. Након верификације нумеричког модела, урађена је параметарска анализа промене индекса оштећења у зависности од промене различитих фактора од утицаја – као што су положај и величина оштећења, положај актуатора/сензора и другог.

Детекција и локализација оштећења код плочастих бетонских конструкција приказана је у Поглављу 4. Детекција оштећења урађена је на основу хибридног алгоритма који је аутор дисертације осмислио за потребе детектовања и локализовања оштећења. Хибридни поступак детекције и локализације оштећења анализиран је нумеричким и експерименталним путем. Добијени су задовољавајући резултати како у погледу верификације нумеричког модела, тако и у погледу саме методе за детекцију и локализацију оштећења. Поглавље 5 приказује се детекција и локализација оштећења код масивних бетонских конструкција. Детекција оштећења урађена је применом тродимензионалног индекса оштећења. Локализација је урађена применом проширеног хибридног алгоритма примењеног за просторне (масивне) бетонске конструкције. Проширени хибридни алгоритам није толико успешан у детекцији и локализацији оштећења као код плочастих елемената али се показао да има велики потенцијал за даља истраживања и примену у практичним конструкцијама. Коначно, у поглављу 6 приказани су закључци аутора са освртом на будућа истраживања. На крају приказан је списак референци, и прилози (А, Б и Ц).

## ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације *(до 200 речи)*

Структура и садржај докторске дисертације постављени у пријави су реализовани уз одређене корекције у организацији и називима појединих поглавља. Главни циљ, развој метода за детекцију и локализацију оштећења код армирано бетонских конструкција, остварен је у потпуности. Остали циљеви су такође остварени:

- извршена је систематизација и преглед метода детекције и локализације оштећења;
- извршено је нумеричко моделирање пиезоелектричних паметних агрегата и пропације таласа, које је верификовано експерименталним мерењима;
- дефинисане су нове методе за детекцију и локализацију оштећења код плочастих бетонских елемената;
- дефинисан је просторни индекс оштећења на бази енергије простирања ултразвучних таласа;
- извршена је модификација метода, примењених код плочастих елемената, на просторним бетонским к-јапа;
- дефинисани су правци даљих истраживања.

Кандидат је валидном аргументацијом и резултатима спроведених истраживања потврдио постављене хипотезе. Закључци дају јасне одговоре на постављена истраживачка питања, тако да комисија закључује да су постављени циљеви из пријаве докторске дисертације у потпуности остварени.



Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (од 200 речи)

Докторска дисертација представља значајан допринос у области грађевинарства, са посебним акцентом на мониторинг и детекцију оштећења код армиранобетонских конструкција. На основу спроведених истраживања и резултата презентованих у докторској дисертацији, као најзначајнији доприноси дисертације могу се издвојити:

- дефинисање нове хибридне методе за локализацију оштећења код плочастих бетонских елемената;
- унапређење моделирања детекције оштећења применом стандардне и експлицитне методе коначних елемената;
- примена линијског и дводимензионалног индекса оштећења за детекцију код бетонских конструкција;
- унапређење хибридне методе за детекцију оштећења на просторним бетонским елементима;
- дефинисање просторног индекса оштећења примењеног за детекцију оштећења код масивних бетонских конструкција.

Оцена самосталности научног рада кандидата (од 100 речи)

Препознавањем проблема истраживања у области мониторинга конструкција и детекције оштећења, применом одговарајућих теоријских поставки, спровођењем опсежних нумеричких анализа и софтверских симулација у вези са предметом истраживања, као и адекватним одабиром и применом научно-истраживачких метода и валидном интерпретацијом добијених резултата, кандидат је исказао изузетне способности за самосталан научно-истраживачки рад. Дефинисани проблем је логично разглашен и обрађен, структура рада је јасна, а истраживање прегледно урађено. Комисија закључује да дисертација представља резултат оригиналног и самосталног научно-истраживачког рада и сматра да кандидат поседује потребно знање и способност за успешно бављење научним радом у области мониторинга, праћења стања и детекције оштећења код грађевинских конструкција.

### ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу детаљног прегледа приложене докторске дисертације, Комисија закључује следеће:

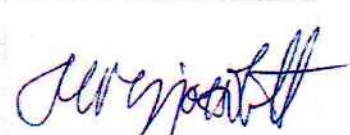


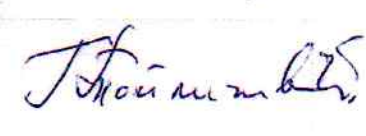
- садржај дисертације одговара називу, дефинисаним циљевима и постављеним хипотезама;
- кандидат поседује обимно знање из области истраживања;
- кандидат је формулисао и презентовао истраживање на адекватан начин;
- дисертација садржи оригиналан научни допринос у области предметног истраживања, односно мониторинга и детекције оштећења код армиранобетонских конструкција применом пиезоелектричних сензора;
- приступ проблематици је актуелан, иновативан и подстицајан за даља истраживања.

На основу претходно изложеног, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације позитивно оцењује докторску дисертацију Немање Марковића под називом "Активни мониторинг и детекција оштећења армирано бетонских конструкција применом пиезоелектричних агрегата" и предлаже Наставно-научном већу Грађевинско-архитектонског факултета Универзитета у Нишу да прихвати Извештај о оцени докторске дисертације и одобри њену јавну одбрану.

### КОМИСИЈА

Број одлуке НСВ о именовању Комисије НСВ број 8/20-01-003/22-023

Датум именовања Комисије 06.04.2022

Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
1.	Др Мирослав Марјановић, доцент Техничка механика и теорија конструкција (Улазница области) Грађевински факултет, Универзитет у Београду (Улазница у којој је издат)	председник 
2.	Др Драгослав Стојић, редовни професор Металне и дрвене конструкције (Улазница области) Грађевинско-архитектонски факултет, Универзитет у Нишу (Улазница у којој је издат)	ментор, члан 
3.	Др Зоран Грдић, редовни професор Грађевински материјали и технологија бетона (Улазница области) Грађевинско-архитектонски факултет, Универзитет у Нишу (Улазница у којој је издат)	члан 
4.	Др Гордана Топличих-Ђурчић, редовни професор Грађевински материјали и технологија бетона (Улазница области) Грађевинско-архитектонски факултет, Универзитет у Нишу (Улазница у којој је издат)	члан 

Датум и место:

21.06.2022, Ниш

СТАВА СЕ ИЗ  
ЈАВНО УВЧД  
22.06.2022

