

Именована			
02-08-2016			
Сл. број	Број	Датум	Прављење
01	233/12	—	—

Универзитет у Нишу

Грађевинско–архитектонски факултет у Нишу

Наставно–научном већу факултета

Одлуком Наставно–научног већа Грађевинско–архитектонског факултета у Нишу, бр. 8/190 од 25.05.2016. године именована је комисија за оцену и одбрану докторске дисертације мр Жарка И. Петровића, дипл. инж. грађ. под насловом: **Експериментално-теоријска анализа граничних стања армиранобетонских континуалних греда од самоуграђујућег бетона ојачаних влакнима армираним полимерима (Fiber-reinforced polymer – FRP), у саставу:**

1. **Др Марина Мијалковић**, редовни професор, ментор
Грађевинско–архитектонски факултет Универзитета у Нишу
2. **Др Слободан Ранковић**, доцент
Грађевинско–архитектонски факултет Универзитета у Нишу
3. **Др Станко Брчић**, редовни професор, у пензији
Грађевински факултет Универзитета у Београду

У складу са наведеном одлуком, комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

Грађевинском индустријом су током историје доминирала четири традиционална материјала: камен, дрво, бетон и челик. До пре неколико стотина година, камен и дрво су били основни материјали за изградњу грађевинских конструкција. У протеклих двеста година, конструкцијски челик и армирани бетон су постали водећи конструкцијски материјали, тако да је већина модерних конструкција израђена од ових материјала. Употреба челика и бетона омогућила је убрзани развој грађевинске индустрије и изградњу савремене инфраструктуре која је значајно допринела економском просперитету развијеног света. Међутим, вишедеценијско несавесно и прекомерно коришћење конструкција од челика и бетона резултирало је ситуацијом која се

приближава глобалној инфраструктурној кризи. Постојећа инфраструктура у Европи, Сједињеним Америчким Државама, Канади и осталим развијеним земљама је у незадовољавајућем стању по многим аспектима, а без јавних средстава потребних за замену постојећих конструкција или изградњу нових. У Србији је ситуација таква да, са једне стране, постоји огромна потреба за санацијама и ојачавањем постојећих објеката, нарочито инфраструктурних, док, са друге стране, нове методе и поступци тешко налазе пут до нормативних докумената и грађевинске праксе. Кроз напор да се успори и/или спречи пропадање грађевинских објеката, инжењери трагају за новим материјалима применом којих би се продужио радни век постојећих конструкција, а који би такође омогућили пројектовање и извођење нових трајнијих конструкција. Ојачавање бетонских конструкција могуће је постићи на више начина: смањењем статичких утицаја, повећањем носивости пресека, променом стања напрезања итд. Повећање носивости пресека је најчешћи вид ојачавања бетонских конструкција и може се остварити повећањем димензија бетонског пресека, додавањем челичне арматуре или додавањем арматуре од композитних материјала. Влакнима армирани полимери – ФРП (Fiber Reinforced Polymer – FRP), релативно нова класа некорозивних материјала високе чврстоће и мале тежине, показали су се у протеклих петнаестак година као материјали погодни за велики број примена у грађевинском инжењерству. Као што и њихово име сугерише, ови материјали су састављени од влакана високе чврстоће утопљених у полимерну матрицу.

Предмет истраживања у овој дисертацији је анализа могуће примене влакнима армираних полимерних материјала (ФРП) у ојачавању армиранобетонских (АБ) континуалних греда од самоупраћујућег бетона. У оквиру овог истраживања анализирано је ојачавање спољашњим лепљењем ламината – ЕБ метода (ЕБ - Externally Bonded) и ојачавање уградњом арматуре од ФРП материјала у заштитном слоју бетона – НСМ метода (NSM - Near Surface Mounting), при статичком оптерећењу, уз теоријску и нумеричку верификацију добијених резултата. Третирана је проблематика граничних стања ојачаних континуалних носача, са становишта носивости и употребљивости и праћено понашање носача под дејством краткотрајног оптерећења све до лома. Експериментални рад обухватио је испитивање физичко-механичких карактеристика самоупраћујућег бетона, као и испитивање носивости контролног (неојачаног) носача и ојачаних гредних носача направљених од таквог бетона. Концепт испитивања постављен је тако да са постепеним повећањем оптерећења дође до формирања пластичних зглобова и формирања механизма лома. Поред одређивања граничног стања носивости, извршена је провера граничног стања употребљивости, праћено је напонско деформацијско стање носача и формирање пластичних зглобова у карактеристичним пресецима континуалних гредних носача од самоупраћујућег бетона. Како су могућности експерименталног рада најчешће ограничене, један

од циљева био је проверити могућност моделирања АБ конструкција ојачаних ФРП арматуром применом методе коначних елемената. Урађена је неллинеарна анализа понашања ојачаних АБ континуалних носача и дато упоређење са експерименталним резултатима уз приказ прлина у бетону за различите степене оптерећења.

Истраживање је обављено са циљем утврђивања могућности примене пре свега НСМ методе ојачавања, коришћењем арматуре од стаклених – ГФРП (Glass Fiber Reinforced Polymer - GFRP) и карбонских – ЦФРП (Carbon Fiber Reinforced Polymer - CFRP) влакана. Један од циљева рада било је упоређење могућности примене споља залепљених (ЕБ метода) и у заштитном слоју постављених (НСМ метода) влакнастих композита. Упоређивани су носачи са истом аксијалном крутошћу ојачања (ЕА), са аспекта граничних стања носивости и употребљивости.

Циљ истраживања био је да се стручној јавности у области грађевинског конструктства на основу сопствених експерименталних и нумеричких резултата укаже на могућност примене ФРП материјала за ојачавање континуалних гредних носача. Најпре је приказан преглед литературе која се односи на досадашња истраживања карактеристика самоуграђујућег бетона и ФРП материјала, а затим су извршена сопствена аналитичка, експериментална и нумеричка истраживања. Истраживање презентовано у овој дисертацији требало би да пружи велики подстицај примени ФРП материјала за ојачавање АБ континуалних гредних носача, што би представљало велики напредак у санацији АБ конструкција.

Тема докторске дисертације припада теоријским и примењеним техничким наукама из области Грађевинског инжењерства, ужој научној области Техничка механика и теорија конструкција, за које је матичан Грађевинско–архитектонски факултет у Нишу.

2. ОСНОВНИ БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ КАНДИДАТА

Жарко И. Петровић рођен је 07.09.1974. године у Нишу. Основну школу, као и гимназију општег смера завршио је у Нишу.

Грађевински факултет у Нишу, смер конструкције уписао је 1993. године, а дипломирао 2002. године на конструктивном смеру са просечном оценом 8,40 (осам и 40/100) и оценом 10 (десет) на дипломском раду.

Последипломске студије на Грађевинско–архитектонском факултету Универзитета у Нишу, смер Конструкције и конструктивни системи грађевинских објеката уписао је школске 2002/2003. и прописане испите положио са просечном оценом 9,83 (девет и 83/100). Магистарску тезу под називом **Гранично стање лома статички неодређених решеткастих носача** одбранио је 10.02.2011. године на Грађевинско–архитектонском факултету у Нишу.

Професионалну каријеру кандидат мр Жарко И. Петровић дипл. инж. грађ. започео је одмах након дипломирања ангажовањем у настави као асистент приправник на Грађевинско-архитектонском факултету у Нишу. На катедри за Техничку механику и теорију конструкција ангажован је у школској 2003/2004. години на предметима Статика конструкција 1, Статика архитектонских конструкција и Пластичност и гранична анализа конструкција.

Радни однос заснива 2004. године на Грађевинско-архитектонском факултету у Нишу, као асистент-приправник на Катедри за Техничку механику и теорију конструкција.

Кандидат је ожењен и има двоје деце. Активно се служи енглеским језиком.

3. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊЕГ НАУЧНОГ И СТРУЧНОГ РАДА КАНДИДАТА

Мр Жарко И. Петровић је до сада публиковао као аутор или коаутор 24 рада, од чега 5 у часописима међународног значаја, а учествовао је на више домаћих и међународних конгреса. Био је истраживач на научном пројекту под називом „Експериментална и теоријска истраживања реалних веза армирано-бетонских и спрегнутих конструкција при статичком и динамичком оптерећењу“ (Евиденциони број 16001), који је финансиран од стране Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије у периоду 01.04.2008-31.12.2010. год.

3.1 Научно-стручни радови од значаја за докторску дисертацију

1. B. Milošević, Ž. Petrović, M. Mijalković, S. Ranković, **Mechanical characteristics of self-compacting concrete made with coarse aggregate obtained from concrete prefabricated elements recycling**, Romanian Journal of Materials, Vol 46, No 2, 2016, pp. 167-174, ISSN 1583-3186 IF 0,563 M23
2. B. Milošević, M. Mijalković, Ž. Petrović, M. Hadžimujović, B. Mladenović, **Comparative Analysis of Limit Bearing Capacity of Frames Depending on the Character of the Load**, TEHNICKI VJESNIK = TECHNICAL GAZETTE, Vol 20, No 6, 2013, *Sveučiliste Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku – Strojarski Fakultet u Slavanskom Brodu*, pp. 1001-1009, ISSN1330-3651, UDC/UDK 624.042:624.072.3 IF 0.615 M23
3. Ž. Petrović, B. Milošević, M. Hadžimujović, B. Popović, M. Mijalković, **Algorithm for determining limit load of statically indeterminate truss girders**, Technics Technologies Education Management, Vol 7, No 3, pp. 1036-1043, 2012, Journal of society for development of teaching and business processes in new net environment in B&H, DRUNPP Sarajevo, ISSN1840-1503 IF 0.351 M23
4. B. Milošević, M. Mijalković, Ž. Petrović, M. Hadžimujović, **Comparative Analysis of Limit Bearing Capacity of a Continuous Beam Applying the Limit and Shakedown Analysis Depending on the Character of the Load**, TEHNICKI VJESNIK = TECHNICAL GAZETTE, Vol 18, No 4, 2011, *Sveučiliste Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku – Strojarski Fakultet u Slavanskom Brodu*, pp. 485-495, ISSN1330-3651, UDC/UDK 620.173.22:624.166.2.042 IF 0.083 M23

5. **Ž. Petrović, B. Milošević, M. Mijalković, S. Brčić, Determination of the limit load of statically indeterminate truss girders, The Scientific Journal FACTA UNIVERSITATIS, Series: Architecture and Civil Engineering, Vol. 9, No. 2, 2011, University of Niš, pp. 217-229, ISSN 0354-4605, UDK 624.072.22:624.042:531.1=11 M24**
6. **Б. Поповић, Ж. Петровић, Б. Милошевић, Величина и облик зоне пластичности и пластичног зглоба код просте греде оптерећене једном концентрисаном силом или једнакоподељеним оптерећењем по целом распону са или без аксијалних сила на крајевима греде, Зборник радова Грађевинско-архитектонског факултета у Нишу, №22, стр. 19-33, Грађевинско-архитектонски факултет Универзитета у Нишу, 2007, ISSN 1452-2845, UDK: 624.072.22:539.4(045) M52**
7. **Б. Милошевић, М. Мијалковић, Ж. Петровић, М. Хацимујовић, Анализа граничне носивости континуалних носача применом принципа виртуелног рада, Зборник радова Грађевинског факултета у Суботици, No. 19, стр. 35-47, 2010, Универзитет у Новом Саду, Грађевински факултет у Суботици, YU ISSN 0352-6852, UDK: 624.072.2:624.042 M53**
8. **B. Milošević, S. Ranković, M. Mijalković, Ž. Petrović, Review of some mechanical characteristics of self compacting concrete, International Symposium on researching and application of contemporary achievements in civil engineering in the field of materials and structures, Vrnjačka Banja, October 29-31, 2014. Society for materials and structures testing of Serbia; pp: 115-121; ISBN 978-86-87615-05-2 M33**
9. **B. Milošević, M. Mijalković, Ž. Petrović, S. Ranković; Application of recycled prefabricated elements for making of self-compacting concrete, 5TH International Conference Civil Engineering – Science and Practice, GNP 2014, in Žabljak, Montenegro, 17-21 February 2014, University of Montenegro, Faculty of Civil Engineering Podgorica, pp: 977-984 ISBN 978-86-82707-23-3 M33**
10. **Ž. Petrović, B. Milošević, M. Mijalković, Application of matrix analysis in determination of failure load, 2nd International Scientific Meeting, GTZ 2012, Tuzla, BiH, June 07-09, 2012, University of Tuzla, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering, pp. 407-414, ISBN 978-9958-628-16-0 M33**
11. **Ž. Petrović, B. Milošević, M. Mijalković; The Phenomenon of Incremental Collapse in Truss Girders, 4TH International Conference "Civil Engineering – Science and Practice", GNP 2012, in Žabljak, Montenegro, 20-24 February 2012., University of Montenegro, Faculty of Civil Engineering Podgorica, pp:281-288 ISBN 978-86-82707-21-9 M33**
12. **B. Milošević, M. Mijalković, Ž. Petrović, B. Mladenović, Comparative Analysis of Limit Bearing Capacity of a Continuous Beam Depending on the Character of the Load, International Balkans Conference on Challenges of Civil Engineering, BCCCE, 19-21. May 2011, pp. 123, EPOKA University, Tirana, Albania, ISBN 978-9928-4044-7-3 M33**

4. ТЕХНИЧКИ ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација мр Жарка И. Петровића је обрађена на 247 страна, у оквиру којих су приложене 242 слике, 18 табела и 122 наслова литературе. Техничка обрада дисертације је на веома високом нивоу.

5. СТРУКТУРА И САДРЖАЈ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације

У докторској дисертацији под насловом: **Експериментално-теоријска анализа граничних стања армиранобетонских континуалних греда од самоуграђујућег бетона ојачаних влакнима армираним полимерима (Fiber-reinforced polymer – FRP)** наведена проблематика је систематизована и изложена у оквиру следећих 8 поглавља:

1. Увод
2. О самоуграђујућем бетону
3. О ФРП материјалима
4. Ојачавање АБ греда ФРП материјалима
5. Аналитички прорачун пресека АБ греде ојачане ФРП арматуром
6. Експериментално испитивање АБ континуалних носача ојачаних ФРП арматуром
7. Нумеричко моделирање применом МКЕ
8. Завршне напомене

У првом поглављу је објашњена потреба за појавом и развојем самоуграђујућег бетона и истакнуте његове предности у односу на вибриран бетон. Такође је указана потреба за развојем метода ојачавања и обнављања грађевинских конструкција са акцентом на употребу ФРП материјала у ојачавању АБ конструкција. Дефинисани су проблем и предмет испитивања, циљеви и методологија испитивања и приказана структура тезе.

Друго поглавље садржи кратак преглед развоја самоуграђујућег бетона, као и преглед досадашњих истраживања на основу домаће и светске литературе. Дат је преглед основних метода и досадашњих истраживања везаних за испитивање својстава самоуграђујућег бетона, одређивање његових карактеристика у свежем и очврслом стању, као и потребних услова за квалитетно пројектовање конструкција. Презентована је и техничка регулатива која се односи на класификацију самоуграђујућег бетона и дефинисање његових својстава.

Треће поглавље садржи кратак преглед развоја ФРП материјала. Најпре су дате опште напомене о ФРП материјалима и списак референтних светских организација и њихових комисија за развој употребе ФРП материјала у грађевинским конструкцијама. Затим је дат опис компонентних материјала (арматурна влакна, полимерна смола и додаци), као и начина производње елемената од ФРП материјала. На крају је дат преглед основних карактеристика елемената од ФРП материјала као што су модул еластичности, чврстоћа, трајност, итд.

У четвртном поглављу дат је преглед метода за ојачавање АБ греда арматуром од ФРП материјала. Дат је кратак опис најчешћих примена ФРП материјала у повећању носивости АБ елемената са акцентом на повећању носивости АБ греда. Презентоване су две најзаступљеније методе у ојачавању АБ греда:

1. ЕБ метода, код које се ојачавање врши лепљењем ламината на затегнутој страни гредног носача и
2. НСМ метода, код које се ФРП арматура уграђује у заштитном слоју бетона.

Дат је кратак преглед досадашњих истраживања везаних за ојачавање АБ гредних носача ФРП арматуром и до сада постигнутих резултата у ојачавању применом ЕБ и НСМ методе.

У петом поглављу приказане су основне поставке и методе прорачуна пресека АБ греде ојачане ФРП арматуром. Дефинисана су напонско деформацијска стања кроз која пресек пролази у зависности од интензитета оптерећења:

1. до појаве прслина,
2. до границе великих издужења (течења) арматуре и
3. после појаве течења арматуре, до лома.

На основу дефинисаних напонско деформацијских стања написан је програм `M_k.m` у Матлабу (MATLAB R2014a) чијим су извршењем одређене криве зависности између момента савијања и кривине пресека. На основу добијених вредности извршена је анализа утицаја врсте и количине ФРП арматуре на вредност момента појаве прслина, момента течења, граничног момента савијања и крутост пресека АБ греде. Дефинисани су могући облици лома пресека и извршена анализа утицаја параметара као што су: врста и количина ФРП арматуре, проценат армирања унутрашњом челичном арматуром и чврстоћа бетона при притиску на вредност граничног момента савијања и појаву одређених облика лома.

Шесто поглавље обухвата спроведено сопствено експериментално испитивање. АБ конструкције ојачане ФРП материјалима спадају међу најсложеније за аналитички и нумерички прорачун, па постоји ризик да се неки од феномена који се јављају не третира на прави начин. Због великог броја значајних фактора, различитих карактеристика материјала (бетона, епоксидног лепка, челичне и ФРП арматуре) и нелинеарног понашања током прираштаја оптерећења, експериментална анализа је незаобилазна у оваквим истраживањима.

У оквиру рада на овој дисертацији спроведена су експериментална лабораторијска испитивања у две фазе. Прва фаза је обухватила испитивање физичко-механичких својстава самоупраћујућег бетона. Испитивањем пробних епрувета облика коцке (ивице 150 mm) и цилиндра ($\varnothing 150/300$ mm) одређена је чврстоћа бетона при притиску, зависност између напона и дилатације

при једноосијалном притиску, модул еластичности бетона и чврстоћа бетона при затезању цепањем.

Друга фаза испитивања обухватила је испитивање континуалних гредних носача израђених од самоупрађујућег бетона, попречног пресека 120/200 mm, укупне дужине 3200 mm, статичког система континуални носач на два поља, са осовинским распоном између ослонаца од 1500 mm. Носачи су оптерећивани дејством две концентрисане силе у средини оба поља а за испитивање су изабране следеће варијанте континуалних гредних носача:

1. Контролна (неојачана) греда;
2. Греда ојачана НСМ методом, ГФРП арматурном шипком $\varnothing 10$, у горњој зони над средњим ослонцем;
3. Греда ојачана НСМ методом, ГФРП арматурним шипкама $\varnothing 10$ у доњој зони оба поља носача;
4. Греда ојачана НСМ методом, ГФРП арматурном шипкама $\varnothing 10$ у горњој зони над средњим ослонцем и у доњој зони оба поља носача;
5. Греда ојачана НСМ методом, ЦФРП арматурном шипкама $\varnothing 8$ у горњој зони над средњим ослонцем и у доњој зони оба поља носача;
6. Греда ојачана ЕБ методом, ЦФРП ламинатом $d_{\text{ФРП}}=1,4$ mm у горњој зони над средњим ослонцем и у доњој зони оба поља носача.

Приказани су резултати експерименталног испитивања континуалних носача на два поља, као и анализа тих резултата у зависности од начина ојачања и врсте употребљене ФРП арматуре. Извршена је компаративна анализа зависности оптерећење–угиб, оптерећење–дилатација у бетону, као и оптерећење–дилатација у унутрашњој челичној и спољашњој ФРП арматури. Праћено је и формирање пластичних зглобова и одређено гранично оптерећење испитаних носача, као и одговарајући индекс дуктилности.

Седмо поглавље обухвата нумеричку анализу АБ носача применом методе коначних елемената, употребом софтверског пакета Ансис (ANSYS). Дефинисани су потребни параметри и усвојени коначни елементи за моделирање бетона, челичне и ФРП арматуре. Нумеричко моделирање континуалних гредних носача извршено је на основу механичких карактеристика самоупрађујућег бетона које су одређене сопственим лабораторијским испитивањем, механичких карактеристика челичне и ФРП арматуре које су добијене од стране произвођача. На основу одређених вредности угиба при различитим степенима (корацама) оптерећења, спроведена је

анализа нумерички добијених резултата и извршено поређење тих резултата са резултатима добијеним експерименталним испитивањем.

На крају, у осмом поглављу презентовани су општи закључци, као и препоруке за будућа истраживања везана за ојачавање АБ континуалних гредних носача од самоупраћујућег бетона арматуром од ФРП материјала.

6. ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације

Докторска дисертација мр Жарка И. Петровића израђена је у складу са предлогом теме и постављеним циљевима. Кандидат је тему обрадио студиозно, користећи теоријске основе научних дисциплина релевантних за ову проблематику. При изради докторске дисертације, аутор се доследно придржавао теоријских основа научних дисциплина струке, као и постављених циљева из пријаве тезе.

На основу спроведене анализе података из литературе о досадашњим испитивањима у области истраживане проблематике, кандидат је успоставио везу са добијеним резултатима сопственог експерименталног испитивања. У раду је посебна пажња посвећена експерименталном испитивању формираних модела у лабораторијским условима. Експерименталним испитивањем испуњен је један од циљева научног истраживања с обзиром на то да су утврђени и сагледани сви реални параметри и дефинисана гранична стања разматраних модела континуалних носача под дејством краткотрајног статичког оптерећења.

Упоредном анализом експериментално добијених резултата у лабораторијским условима са резултатима добијеним нумеричким путем применом софтверског пакета испуњен је још један од циљева научног истраживања. На основу упоредне анализе експериментално и нумерички добијених резултата изведени су закључци који потврђују оправданост усвојених претпоставки које су кандидату послужиле за формирање рачунског модела континуалног носача ојачаног ФРП арматуром и описивање његовог реалног понашања.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације

Обрађена тема је веома актуелна и важна за развој научне области Грађевинско инжењерство, а добијени резултати представљају значајан допринос могућности примене ФРП материјала у ојачавању АБ конструкцијских елемената.

Кандидат успешно моделира континуалне носаче израђене од самоупраћујућег бетона ојачане ФРП материјалима захваљујући широком познавању ове веома сложене проблематике

грађевинског конструкторства. Показао је да је могућа примена постојећих софтверских пакета за пројектовање и прорачун оваквих АБ конструкција, што такође представља значајан допринос ове дисертације.

На основу спроведеног аналитичког, експерименталног и нумеричког истраживања изведени су закључци који потврђују да се применом арматуре од ФРП (Fiber Reinforced Polymer – FRP) материјала може остварити значајно повећање носивости армиранобетонских континуалних гредних носача без обзира на врсту композитне арматуре. Ово је такође веома значајан допринос истраживања у оквиру дисертације.

Упоредном анализом сопствених експерименталних и нумеричких резултата закључено је да НСМ метода (NSM - Near Surface Mounting) ојачања има низ предности у односу на ЕБ методу (EB - Externally Bonded) ојачања како са аспекта граничног стања носивости тако и у погледу деформабилности ојачаних гредних носача, док је основна предност ЕБ методе њена економичност. Један од закључака указује и да је примена композитне арматуре на бази стаклених влакана (ГФРП) економичнија у односу на примену арматуре од карбонских влакана (ЦФРП) па, иако је носивост гредних носача ојачаних ЦФРП арматуром у извесној мери већа, у случајевима када деформабилност није ограничавајући услов треба примењивати ГФРП арматуру.

Оцена самосталности научног рада кандидата

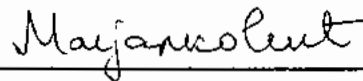
На основу детаљне анализе докторске дисертације, Комисија сматра да ова дисертација у потпуности представља оригинални научни рад кандидата. Приступајући сложеној проблематици на свеобухватан начин, систематизујући постојећа научна знања, искуства и научне резултате из области истраживања докторске дисертације, конкретизујући циљеве и анализирајући резултате сопствених експерименталних и нумеричких испитивања, кандидат је показао изузетне способности за самостални научни рад. Предмет истраживања је логично рашчлањен и обрађен, структура рада је јасна, а нумеричко и експериментално истраживање квалитетно спроведено и прегледно приказано.

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

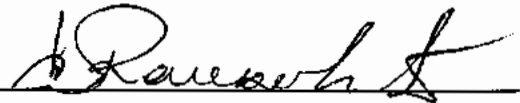
Имајући све наведено у виду Комисија са задовољством предлаже Наставно–научном већу Грађевинско–архитектонског факултета Универзитета у Нишу да докторску дисертацију мр Жарка И. Петровића, дипл. инж. грађ. под насловом: **Експериментално-теоријска анализа граничних стања армиранобетонских континуалних греда од самоупраћујућег бетона ојачаних влакнима армираним полимерима (Fiber-reinforced polymer – FRP)** прихвати и упути Универзитету на давање сагласности за њену јавну одбрану.

У Нишу и Београду,

25.08.2016.



Др Марина Мијалковић, редовни професор, ментор
Грађевинско-архитектонски факултет Универзитета у Нишу,
(ужа научна област Техничка механика и теорија конструкција)



Др Слободан Ранковић, доцент
Грађевинско-архитектонски факултет Универзитета у Нишу
(ужа научна област Техничка механика и теорија конструкција)



Др Станко Брчић, редовни професор, у пензији
Грађевински факултет Универзитета у Београду
(ужа научна област Техничка механика и теорија конструкција)

Савлада се на уводу
јавности 25.08.2016.

