

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Николе Тошића

Одлуком бр. 297/10-15 од 23.11.2017. године именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Николе Тошића, маг. инж. грађ., под насловом:

### **BEHAVIOUR OF REINFORCED CONCRETE BEAMS MADE WITH RECYCLED AND WASTE MATERIALS UNDER LONG-TERM LOADING**

Наслов на српском језику:

### **ПОНАШАЊЕ АРМИРАНОБЕТОНСКИХ ГРЕДНИХ ЕЛЕМЕНАТА ОД БЕТОНА СА РЕЦИКЛИРАНИМ И ОТПАДНИМ МАТЕРИЈАЛИМА ПОД ДУГОТРАЈНИМ ОПТЕРЕЋЕЊЕМ**

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

## **РЕФЕРАТ**

### **1. УВОД**

#### 1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

На седници Већа Катедре за материјале и конструкције одржаној 10.09.2015. Никола Тошић је јавно излагао предложену тему докторске дисертације под насловом „Behaviour of reinforced concrete beams made with recycled and waste materials under long-term loading“ (на српском језику „Понашање армиранобетонских гредних елемената од бетона са рециклираним и отпадним материјалима под дуготрајним оптерећењем“). Комисија у саставу проф. др Снежана Маринковић, проф. др Мирјана Малешев (са Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду), доц. др Ненад Пецић и доц. др Иван Игњатовић је прихватила предложену тему.

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета бр. 297/4 од 22.10.2015. године, одређена је Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом „Behaviour of reinforced concrete beams made with recycled and waste materials under long-term loading“ (на српском језику „Понашање армиранобетонских гредних елемената од бетона са рециклираним и отпадним материјалима под дуготрајним оптерећењем“) у саставу проф. др Снежана Маринковић, проф. др Мирјана Малешев (са Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду), доц. др Ненад Пецић и доц. др Иван Игњатовић. Позитиван извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације усвојен је на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета одржаној 24.12.2015. године (одлука бр. 297/6 од 29.12.2015. године). Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 09.02.2016. (одлука бр. 61206-37/2-16 од

09.02.2016. године) усвојило је предлог теме докторске дисертације кандидата Николе Тошића.

Кандидат је урађену докторску дисертацију предао Служби за студентска питања Грађевинског факултета 13.11.2017. године.

## 1.2. Научна област дисертације

Тема докторске дисертације припада научној области Грађевинарство и ужој научној области Бетонске конструкције која је дефинисана Статутом Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

Радови публиковани у међународним часописима који квалификују ментора проф. др Снежану Маринковић за вођење докторске дисертације су:

### Категорија M21a:

1. **Marinković, S.**, Dragaš, J., Ignjatović, I., Tošić, N., 2017. Environmental assessment of green concretes for structural use. *J. Clean. Prod.* 154, 633–649. doi:10.1016/j.jclepro.2017.04.015
2. Tošić, N., **Marinković, S.**, Ignjatović, I., 2016. A database on flexural and shear strength of reinforced recycled aggregate concrete beams and comparison to Eurocode 2 predictions. *Constr. Build. Mater.* 127, 932–944.
3. Tošić, N., **Marinković, S.**, Dašić, T., Stanić, M., 2015. Multicriteria optimization of natural and recycled aggregate concrete for structural use. *J. Clean. Prod.* 87, 766–776.
4. Radonjanin, V., Malešev, M., **Marinković, S.**, Al Maly, A.E.S., 2013. Green recycled aggregate concrete. *Constr. Build. Mater.* 47, 1503–1511.

### Категорија M21:

5. Ignjatović, I., **Marinković, S.**, Tošić, N., 2017. Shear behaviour of recycled aggregate concrete beams with and without shear reinforcement. *Eng. Struct.* 141, 386–401. doi:10.1016/j.engstruct.2017.03.026
6. Ignjatović, I., **Marinković, S.**, Mišković, Z., Savić, A., 2013. Flexural behavior of reinforced recycled aggregate concrete beams under short-term loading. *Mater. Struct.* 469, 1045–1059.
7. **Marinković, S.**, Alendar, V.H., 2008. Punching failure mechanism at edge columns of post-tensioned lift slabs. *Eng. Struct.* 30, 2752–2761. doi:10.1016/j.engstruct.2008.03.009
8. **Marinković, S.**, Radonjanin, V., Malešev, M., Ignjatović, I., 2010. Comparative environmental assessment of natural and recycled aggregate concrete. *Waste Manag.* 30, 2255–2264.

### Категорија M22:

9. Dragaš, J., Tošić, N., Ignjatović, I., **Marinković, S.**, 2016. Mechanical and time-dependent properties of high-volume fly ash concrete for structural use. *Mag. Concr. Res.* 68, 632–645.

## 1.3. Биографски подаци о кандидату

Никола Тошић је рођен у Београду 9.5.1987. године где је завршио основну школу и гимназију.

Основне академске студије је уписао на Грађевинском факултету Универзитета у Београду 2006. године на Одсеку за конструкције, где је стекао звање дипломираног инжењера грађевинарства 2010. године са просечном оценом 9.4 и оценом 10 на дипломском раду.

Мастер академске студије је уписао на Грађевинском факултету Универзитета у Београду 2010. године на Одсеку за конструкције, где је стекао звање мастер инжењера грађевинарства 2011. године са просечном оценом 9.86 и оценом 10 на мастер раду под називом „Анализа система конструкција за покривање трибина фудбалских стадиона са предлогом решења за стадион ФК Партизан“ (назив на енглеском „Analysis of structural systems for covering football stadium tribunes with a proposed solution for FC Partizan stadium“).

Докторске академске студије је уписао на Грађевинском факултету Универзитета у Београду 2012. године на модулу Грађевинарство, где је положио све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 9.87.

Након завршетка мастер академских студија 2011. године, радио је два месеца као студент на пракси у компанији Мејс у Лондону, на пројекту Шард Лондон Бриџ. Током 2012. године је радио у компанији Челикивест, Београд, као грађевински инжењер на пословима пројектовања и извођења грађевинских конструкција у Србији.

Од јануара 2013. године ради као асистент – студент докторских студија на Грађевинском факултету Универзитета у Београду, на предметима из уже научне области Бетонске конструкције.

Осим наставних активности, учествовао је и у неколико истраживачких пројеката везаних за одрживост бетона и бетонских конструкција. Као аутор и коаутор, до сада је публикувао 25 радова у часописима и зборницима конференција, од чега пет у часописима индексираним на СЦИ листи.

Никола Тошић је активан члан академске и истраживачке заједнице кроз учешће у неколико комисија и радних група. Члан је одбора Међународне групе младих чланова Међународне федерације за конструкцијски бетон (*International Federation for Structural Concrete, fib*) као представник за сарадњу са универзитетима и истраживачким институтима. Служи се српским, енглеским и италијанским језиком.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Николе Тошића под насловом „Behaviour of reinforced concrete beams made with recycled and waste materials under long-term loading“ (на српском језику „Понашање армиранобетонских гредних елемената од бетона са рециклираним и отпадним материјалима под дуготрајним оптерећењем“) садржи укупно 673 стране, од којих је основни текст на 341 страни. Дисертација је писана на енглеском језику и подељена је у шест поглавља:

1. Увод у дисертацију
2. Преглед литературе – скупљање, течење и угиби армиранобетонских греда
3. Експериментални програм – понашање армиранобетонских греда под дуготрајним оптерећењем
4. Резултати експерименталног програма
5. Анализа, дискусија и импликације резултата
6. Закључци

Дисертација садржи 181 слику и 73 табеле. Списак цитиране литературе садржи 178 наслова. На почетку дисертације је дат резиме на српском и енглеском језику, са кључним речима и УДК бројем. Дисертација садржи шест прилога. Биографија аутора дата је на крају дисертације.

Дисертација је технички обликована према упутствима Сената Универзитета у Београду и посебним упутствима за обликовање штампане и електронске верзије доктората. Садржи

обавезна поглавља и обрасце: изјава о ауторству, изјава о истоветности електронске и штампане верзије и изјава о коришћењу.

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Основни текст разматране докторске дисертације има шест поглавља, преглед коришћене литературе и шест прилога. На почетку текста је дат садржај, списак скраћеница и симбола, изјава захвалности, апстракт и списак кључних речи на енглеском и српском језику као и спискови слика и табела.

У уводном поглављу су представљени основни проблеми одрживости са којима се сусреће савремена индустрија бетона и савремене армиранобетонске конструкције. Представљен је значај употребе рециклираних и отпадних материјала у производњи бетона. У овом поглављу су дефинисани циљеви, методологија и организација дисертације по поглављима.

У поглављу „Преглед литературе – скупљање, течење и угиби армиранобетонских греда“ прво су сумирана најновија експериментална и теоријска сазнања у вези са феноменима скупљања и течења бетона. Након тога је презентована теоријска основа прорачуна угиба армиранобетонских елемената под дуготрајним оптерећењем. Прегледом литературе су затим обухваћени најзначајнији модели за прорачун скупљања и течења бетона и за прорачун угиба армиранобетонских елемената. У овом поглављу је посебна пажња посвећена тренутним сазнањима о бетону од рециклираног агрегата (енгл. *Recycled Aggregate Concrete*, RAC) и бетону са великим садржајем летећег пепела (енгл. *High-volume fly ash concrete*, HVFAC), основним специфичностима њихових физичко-механичких карактеристика, скупљања и течења као и преглед постојећих испитивања армиранобетонских елемената од ових бетона под краткотрајним и дуготрајним оптерећењем.

У поглављу „Експериментални програм – понашање армиранобетонских греда под дуготрајним оптерећењем“ је описан програм испитивања који је укључивао производњу три различите бетонске мешавине: бетон са природним агрегатом (енгл. *Natural Aggregate Concrete*, NAC), RAC и HVFAC, бетонске узорке и армиранобетонске греде. У овом поглављу су приказани резултати испитивања компонентних материјала коришћених у производњи испитиваних бетонских мешавина као и њихове рецептуре. Детаљно је објашњен начин производње армиранобетонских гредних елемената и пратећих узорака, поступак њихове неге и начин њиховог испитивања. Укупно је израђено шест армиранобетонских гред статичког система просте греде, распона 3.2 м – две греде од сваке бетонске мешавине. Све греде су армиране истом количином арматуре. По једна греда од сваке бетонске мешавине је оптерећена након 7, а друга након 28 дана. Оптерећење је тако одабрано да је однос напон притиска/чврстоћа бетона при притиску у тренутку nanoшења оптерећења једнак за све греде оптерећене при истој старости: овај однос је износио 0.60 за греде оптерећене након 7 дана и 0.45 за греде оптерећене након 28 дана. Све греде су биле под константним оптерећењем 450 дана од тренутка nanoшења оптерећења.

Приказ резултата експерименталног програма је дат у поглављу „Резултати експерименталног програма“. Прво су приказани резултати испитивања физичко-механичких карактеристика бетонских мешавина (запреминска маса, чврстоћа при притиску и затезању, модул еластичности). Затим су приказани резултати испитивања скупљања и течења на бетонским узорцима и на крају резултати испитивања шест армиранобетонских гредних елемената под дуготрајним оптерећењем (угиби, прслине, дилатације). Резултати су коментарисани у смислу међусобног поређења резултата различитих бетонских мешавина.

Пето поглавље, „Анализа, дискусија и импликације резултата“ представља централни део дисертације у коме су анализирани резултати сопственог експерименталног испитивања заједно са претходно публикованим резултатима других истраживача о угибима армиранобетонских гредних елемената под дуготрајним оптерећењем. Прво су анализирана

два, у пракси, доминатна модела за прорачун угиба армиранобетонских елемената и помоћу статистичке анализе базе података постојећих резултата угиба греда од NAC бетона предложене су корекције ових модела. Након тога су овако кориговани модели примењени за прорачун угиба армиранобетонских елемената од RAC и HVFAC бетона. Помоћу статистичке анализе базе података састављене од сопствених и постојећих експерименталних резултата, изведени су закључци о могућностима њихове директне примене на елементе од ових бетона.

Општи закључци истраживања, као и препоруке за будућа истраживања су дати у шестом поглављу.

Након списка литературе, у прилозима су дати нумерички подаци везани за испитивање бетонских мешавина (бетонских узорака и армиранобетонских греда) као и сви прорачуни спроведени у петом поглављу заједно са базама података сопствених и претходно објављених туђих резултата који су били коришћени у анализама у склопу дисертације.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Бетон је други најкоришћенији производ на свету након воде, са растућим трендом производње и незаменљив грађевински материјал, нарочито у виду армираног бетона и посебно у земљама у развоју. Међутим, велике количине бетона које се произведу сваке године захтевају и велике количине природних сировина, компонентних материјала бетона. Поред потрошње ограничених природних камених ресурса и последичног нарушавања локалног квалитета животне средине, посебан, глобални проблем представља производња цемента услед које долази до емисије велике количине гасова са ефектом стаклене баште. Поред свега овога, проблем представљају и старе бетонске конструкције које након истека њиховог употребног века бивају срушене, а бетонски отпад одложен на депоније.

Протеклих неколико деценија, истраживачи су у потрази за одрживим алтернативама традиционалном начину производње бетона. Две могућности које нуде велики потенцијал јесу употреба рециклираних и отпадних материјала у производњи бетона. Рециклирањем бетонског отпада се добија агрегат од рециклираног бетона (енгл. *Recycled Concrete Aggregate*, RCA) који се може искористити за производњу RAC бетона. На овај начин се штеде природни ресурси (услед избегавања коришћења природног агрегата) и смањује количина отпада одложена на депоније. Што се употребе отпадних материјала тиче, највећи потенцијал нуди примена летећег пепела, нуспроизвода сагоревања угља у термоелектранама, као замена дела цемента у производњи HVFAC бетона (бетона у коме летећи пепео чини најмање 30% укупне количине материјала са цементним својствима). На овај начин се искоришћава отпад и смањује употребљена количина цемента, а самим тим штеде природни ресурси и смањују емисије гасова са ефектом стаклене баште.

Досадашња истраживања RAC и HVFAC бетона се у далеко највећој мери баве физичко-механичким карактеристикама ових бетона. Скупљање и течење ових бетона је испитивано у значајно мањој мери. Што се армиранобетонских елемената од ових бетона тиче, постоје релативно бројна испитивања појединачних елемената и комплетних конструкција од RAC бетона под краткотрајним оптерећењем као и неколико испитивања појединачних елемената од HVFAC бетона, такође под краткотрајним оптерећењем. Међутим, када су у питању испитивања армиранобетонских елемената од RAC и HVFAC бетона под дуготрајним оптерећењем, у случају RAC бетона постоји само неколико резултата док за HVFAC бетоне практично такви резултати не постоје.

У том смислу, ова дисертација се бави врло савременим проблемом који се односи на угибе армиранобетонских елемената – проблемом који постаје све актуелнији и значајнији при пројектовању армиранобетонских конструкција. Нарочит допринос дисертације јесу и експериментални резултати угиба армиранобетонских греда од RAC и HVFAC бетона којих у постојећој литератури има веома мало. Такође, резултати анализе дисертације имају тренутну практичну вредност и могућност примене у пракси.

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У изради ове докторске дисертације је коришћено 178 библиографских јединица. Већину референци чине радови објављени у врхунским међународним часописима попут Construction and Building Materials, Engineering Structures, Journal of Cleaner Production, Materials and Structures, Structural Concrete и ACI Structural Journal као и радови објављени на значајним међународним конференцијама, извештаји истраживачких пројеката и међународни стандарди у области испитивања материјала и пројектовања армиранобетонских конструкција.

Највећи број референци је новијег датума: 120 референци је публикувано након 2000. године, од чега 70 између 2010. и 2017. године.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Рад у дисертацији је реализован паралелном применом теоријског приступа ослоњеног на податке добијене из литературе и практичног приступа заснованог на сопственом експерименталном истраживању.

За сагледавање постојећих сазнања из предметне области примењене су структурално-функционална и компаративна анализа објављених резултата као и синтеза досадашњих истраживања, док је за планирање и анализу резултата експерименталног истраживања примењена хипотетичко-дедуктивна метода.

У оквиру експерименталног истраживања извршено је испитивање карактеристика компоненталних материјала и бетонских NAC, RAC и HVFAC мешавина.

На бетонским узорцима су испитиване физичко-механичке карактеристике мешавина: запреминска маса, чврстоћа при притиску и затезању, модул еластичности, скупљање и течење, а на армиранобетонским гредама је испитивано понашање под дуготрајним оптерећењем мерењем угиба, прслина и дилатација.

У анализи сопствених и постојећих резултата коришћене су статистичке методе испитивања расподеле случајних променљивих као и статистички тестови поређења средњих вредности различитих узорака.

Наведене методе истраживања су врло савремене и у потпуности примерене за примену у предметном истраживању.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати добијени у оквиру истраживања указују: (1) да је могуће побољшати тачност и прецизност постојећих модела за прорачун угиба армиранобетонских елемената од NAC бетона под дуготрајним оптерећењем и (2) да је уз додатне корекције, могуће применити ове моделе за прорачун угиба армиранобетонских елемената од RAC и HVFAC бетона под дуготрајним оптерећењем. Посебно је наглашен значај узимања у обзир различитог скупљања и течења ових бетона.

Добијени резултати су последица статистичких анализа спроведених на обимним базама података и уз публиковане нумеричке прилоге омогућавају надоградњу у будућности. Кориговани модели за прорачун угиба који су резултат ове дисертације се могу директно применити у пројектовању армиранобетонских конструкција.

### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат се у оквиру своје докторске дисертације бавио изучавањем и критичком анализом доступне референтне литературе, као и планирањем, спровођењем, обрадом и анализом резултата експерименталног истраживања. Систематичним приступом постављеном проблему, повезујући различите сегменте научно-истраживачког рада, Никола Тошић је успешно решио постављене задатке и доказао да поседује способност за самостални научно-истраживачки рад.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру докторске дисертације Николе Тошића остварени су следећи научни доприноси:

1. Извршено је поређење скупљања и течења бетонских NAC, RAC и HVFAC мешавина као и угиба армиранобетонских греда од NAC, RAC и HVFAC бетона, уз експланаторну дискусију резултата;
2. Предложена су побољшања постојећих модела за прорачун угиба армиранобетонских елемената од NAC бетона, на основу статистичке анализе обимне базе података експерименталних резултата;
3. Предложене су потребне корекције модела за прорачун угиба армиранобетонских елемената како би били примењиви на елементе од RAC и HVFAC бетона.

### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживачки рад Николе Тошића, маг. инж. грађ. на истраживању понашања армиранобетонских греда од NAC, RAC и HVFAC бетона под дуготрајним оптерећењем је омогућио формулисање нових израза за прорачунске моделе угиба армиранобетонских елемената и њихову примену на RAC и HVFAC бетоне.

У истраживању је спроведен ригорозан експериментални програм испитивања армиранобетонских греда под дуготрајним оптерећењем који захтева обимне припремне активности и тачно и прецизно спровођење. Добијени резултати омогућавају извођење закључака као и употребу од стране других истраживача кроз нумеричке прилоге.

Испитивања у оквиру дисертације су утврдила веће скупљање RAC бетона у односу на контролни NAC бетон и мање скупљање HVFAC бетона такође у односу на контролни NAC бетон. Течење RAC бетона је значајно веће од течења HVFAC бетона, а резултати су показали да не постоји значајан утицај старости при оптерећивању на величину коефицијента течења.

Што се армиранобетонских греда тиче, утврђено је да ефекат старости бетона при оптерећивању није значајан и да за усвојену диспозицију експеримента, усвојен однос напон/чврстоћа при притиску у тренутку оптерећивања као и усвојено армирање греда, однос крајњи/почетни угиб, за свих шест испитаних греда, износи 2.03–2.36.

Анализом обимне базе података експерименталних резултата угиба армиранобетонских греда од НАС бетона под дуготрајним оптерећењем, формулисане су корекције постојећих модела прорачуна ради постизања веће тачности и прецизности, као и боље физичке заснованости одређених параметара прорачунских модела.

Овако формулисани модели су примењени на бази података од 26 експерименталних резултата угиба армиранобетонских греда од РАС бетона уз предвиђање скупљања и течења РАС бетона помоћу постојећих модела доступних у литератури. Анализом је показано да је за адекватну примену предложених модела за прорачун угиба неопходно узимање у обзир израженијег скупљања и течења РАС бетона. У том случају не постоји статистички значајна разлика у прецизности модела између прорачуна угиба греда од РАС и НАС бетона. Међутим, за формирање комплетних поступака прорачуна угиба армиранобетонских греда од РАС бетона неопходно ја формулисање аналитичких израза за предвиђање скупљања и течења ових бетона.

Кориговани модели за прорачун угиба су примењени и у анализи сопствених експерименталних резултатима на гредама од НВФАС бетона. Анализом је показано значајно одступање предвиђања модела од експерименталних резултата које указује на различити ефекат садејства затегнутог бетона у гредама од НВФАС бетона у поређењу са упоредним гредама од НАС бетона. Међутим, за извођење прецизнијих закључака неопходно је спровођење додатних испитивања с обзиром да су сопствени резултати уједно и једини постојећи резултати угиба греда од НВФАС бетона.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

У току израде дисертације, Никола Тошић је међународној и домаћој, научној и стручној јавности представио свој рад кроз следеће публикације:

##### Категорија M21a:

1. Marinković, S., Dragaš, J., Ignjatović, I., **Tošić, N.**, 2017. Environmental assessment of green concretes for structural use. *J. Clean. Prod.* 154, 633–649. doi:10.1016/j.jclepro.2017.04.015
2. **Tošić, N.**, Marinković, S., Dašić, T., Stanić, M., 2015. Multicriteria optimization of natural and recycled aggregate concrete for structural use. *J. Clean. Prod.* 87, 766–776.
3. **Tošić, N.**, Marinković, S., Ignjatović, I., 2016. A database on flexural and shear strength of reinforced recycled aggregate concrete beams and comparison to Eurocode 2 predictions. *Constr. Build. Mater.* 127, 932–944.

##### Категорија M21:

4. Ignjatović, I., Marinković, S., **Tošić, N.**, 2017. Shear behaviour of recycled aggregate concrete beams with and without shear reinforcement. *Eng. Struct.* 141, 386–401. doi:10.1016/j.engstruct.2017.03.026

##### Категорија M22:

5. Dragaš, J., **Tošić, N.**, Ignjatović, I., Marinković, S., 2016. Mechanical and time-dependent properties of high-volume fly ash concrete for structural use. *Mag. Concr. Res.* 68, 632–645.

## **5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

У оквиру докторске дисертације под насловом „Behaviour of reinforced concrete beams made with recycled and waste materials under long-term loading“ (на српском језику „Понашање армиранобетонских гредних елемената од бетона са рециклираним и отпадним материјалима под дуготрајним оптерећењем“) извршено је експериментално испитивање понашања



армиранобетонских греда од конвенционалног бетона, бетона са рециклираним агрегатом и бетона са великим садржајем летећег пепела, под дуготрајним оптерећењем. Предложена је корекција постојећих механичких модела за прорачун угиба армиранобетонских елемената и њихова примена на бетоне са рециклираним агрегатом и летећим пепелом. Експериментални резултати и развијени прорачунски модели у овој докторској дисертацији представљају оригиналан и вредан научни допринос у области бетонских конструкција и одрживог грађевинарства. Такође, кориговани модели за прорачун угиба који су резултат ове дисертације се могу одмах и директно применити у пројектовању армиранобетонских конструкција.

Комисија сматра да урађена докторска дисертација кандидата Николе Тошића, маг. инж. грађ. у потпуности испуњава све захтеване критеријуме и да је кандидат испољио способност за самосталан научно-истраживачки рад у свим фазама израде ове дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу да се докторска дисертација под насловом „Behaviour of reinforced concrete beams made with recycled and waste materials under long-term loading“ (на српском језику „Понашање армиранобетонских гредних елемената од бетона са рециклираним и отпадним материјалима под дуготрајним оптерећењем“) кандидата Николе Тошића, маг. инж. грађ. прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду, као и да након завршетка ове процедуре позове кандидата на усмену одбрану дисертације пред Комисијом у истом саставу.

#### **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

Београд, 27.11.2017.

.....  
проф. др Снежана Маринковић,  
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

.....  
проф. др Жорже де Брито,  
Универзитет у Лисабону, Виши технички институт

.....  
доц. др Ненад Пецић,  
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

.....  
доц. др Иван Игњатовић,  
Универзитет у Београду, Грађевински факултет