

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

### ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног  
родитеља и име Грдић (Зоран) Душан  
Датум и место рођења 28.12.1988. у Нишу

ГРАЂЕВИНСКО-АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ  
У НИШУ

Пријем	12.11.2019		
Ср. бр.	Број	Датум	Иницијали
01	41/12	—	—

### Основне студије

Универзитет Ниш  
Факултет Грађевинско - архитектонски  
Студијски програм Грађевинарство  
Звање Инжењер грађевинарства – Bachelor (BSc)  
Година уписа 2007.  
Година завршетка 2010.  
Просечна оцена 9,37

### Мастер студије, магистарске студије

Универзитет Ниш  
Факултет Грађевинско - архитектонски  
Студијски програм Грађевинарство - конструкције  
Звање Мастер инжењер грађевинарства (MSc)  
Година уписа 2010.  
Година завршетка 2012.  
Просечна оцена 9,52  
Научна област Грађевинско инжењерство  
Наслов завршног рада Моделирање и прорачун конструкције хотела „Double Tree by Hilton“ у Сочију

### Докторске студије

Универзитет Ниш  
Факултет Грађевинско - архитектонски  
Студијски програм Грађевинарство  
Година уписа 2012.  
Остварен број ЕСПБ бодова 120  
Просечна оцена 10,00

### НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације Утицај додатка фино самлевоног рециклираног стакла од катодних цеви на својства цементног малтера и бетона  
Име и презиме ментора, звање Ненад С. Ристић, доц. др. дипл.инж.грађ.  
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације НСВ број 8/20-01-006/16-039 у Нишу, 19.09.2016. године

### ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна 284 (271 нумерисана)  
Број поглавља 10  
Број слика (шема, графика) 205  
Број табела 84  
Број прилога 23

**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>Dušan Grdić, Nenad Ristić, Gordana Topličić - Ćurčić, Dragan Đorđević, Nenad Krstić</b> (2019): <i>"Effects of addition of finely ground CRT glass on the properties of cement paste and mortar"</i>, Paper ID:2594-2018, Accepted for publication, Journal Građevinar, Journal of Croatian Association of Civil Engineers, Zagreb, Croatia.</p> <p>У раду су приказани резултати испитивања цементне пасте и малтера код којих је део цемента замењен фино самлевеним катодним стаклом (CRT). Процент замене цемента стаклом износио је 5%, 10%, 15%, 20% и 35%, по маси. Такође, направљене су две серије малтера са додатком 5% и 10% CRT-а у односу на целокупну количину цемента. Није утврђено да присуство стакла има већи утицај на време везивања и сталност запремине пасте. Малтери са 5% и 10% CRT-а су имали веће механичке чврстоће у поређењу са еталоном. Све малтерске серије су отпорне на дејство мраза.</p>	M23
2	<p><b>Dušan Grdić, Nenad Ristić, Gordana Topličić – Ćurčić, Dejan Krstić</b> „Potential of usage of self compacting concrete with additon of recycled CRT glass for production of precast concrete elements“, FACTA UNIVERSITATIS Series: Architecture and Civil Engineering Vol. 16, No 1, 2018, pp. 57-66, UDC 691.32</p> <p>Значајну количину е-отпада чини стакло од катодних цеви телевизијских екрана и компјутерских монитора (CRT стакло), које због сложености процеса рециклаже и хемијског састава угрожава животну средину и представља велики еколошки проблем. Један од видова примене рециклираног CRT стакла јесте његова употреба за справљање самоупраћујућег бетона (SCC). У раду су испитана различита својства свежег и очврслог SCC бетона код кога је катодно стакло имало улогу прашкастог минералног додатка. Овако справљен SCC бетон са одличним физичко - механичким карактеристикама погодан је за израду различитих бетонских префабриката. У циљу праћења трајности експерименталног бетона у реалним условима огледно је постављена неколико бетонских ивичњака израђених од предметног бетона током реновирања једне саобраћајнице у Нишу.</p>	M24
3	<p><b>Dušan Grdić, Nenad Ristić, Gordana Topličić-Ćurčić:</b> „Effects of addition of recycled rubber and recycled glass on the variations of ultrasonic velocity in concrete“, Building materials and structures, Vol. LVI, No. 3, 2013. ISSN 0543-0798, UDK: 06.055.2:62-03+620.1+624.001.5(497.1)=861, p.p. 29-43</p> <p>У раду је посебна пажња посвећена изучавању утицаја који употреба рециклираног стакла и рециклиране гуме имају на промену брзине ултразвучног таласа у бетону, што је доведено и у корелацију са чврстоћом бетона при притиску. Утврђено је да повећање додатка рециклиране гуме значајно утиче на смањење брзине простирања ултразвучног таласа кроз бетон. У случају додатка 30% рециклиране гуме то смањење износи чак 18,5%. Додатак рециклираног стакла знатно мање утиче на смањење брзине ултразвука у бетону. Замена ситног агрегата са 75% рециклираног стакла доводи до смањења брзине ултразвука од око 4%.</p>	M24
4	<p><b>Dušan Grdić, Nenad Ristić, Gordana Topličić-Ćurčić, Milan Protić, Saša Marinković:</b> „Impact of replacement of natural aggregate with the recycled glass obtained from cathode tubes on the change of cement mortar properties“, International symposium on researching and application of modern contemporary achievements in civil engineering in the field of materials and structures, DIMKS, XXVI Congress, Vrnjačka banja, October 30 – 31, 2014, CIP 624(082), 69(082), 666.7/9(082), ISBN 978-86-87615-05-2, COBISS.SR-ID 210812172, p.p. 79 – 88.</p> <p>У раду су приказани резултати експерименталног истраживања промене својстава свежег и очврслог цементног малтера које су настале услед замене природног агрегата рециклираним стаклом добијеним дробљењем катодних цеви. Замена природног агрегата рециклираним стаклом је урађена у количини од 25%, 50%, 75% и 100%. Утврђено је да рециклирано стакло утиче на конзистенцију и запреминску масу малтера, промену чврстоће при савијању и отпорност на деловање мраза. Значајнији утицај на промену чврстоће при притиску и садржај увученог ваздуха није утврђен.</p>	M33
5	<p><b>Dušan Grdić, Nenad Ristić, Gordana Topličić-Ćurčić:</b> „Effects of Addition of Finely Milled Cathode Tube Glass Powder on Concrete Properties“, Proceedings 13<sup>th</sup> International Scientific Conference INDIS 2015 – Planning, Design, Construction and Renewal in the Civil Engineering, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Civil Engineering and Geodesy, Novi Sad, 25 – 27 November 2015, CIP 69.05(082), 624(082), ISBN 978-86-7892-750-8, COBISS.SR-ID 301196551, p.p. 179 – 187.</p> <p>У раду су приказани резултати испитивања физичких и механичких својстава бетона који је справљен са додатком фино самлевеног рециклираног стакла који потиче од катодних цеви. Процент додатка стакла је износио од 0 до 10%, са кораком од 2,5%. Стакло је самлевено до финоће млива која омогућава да без остатка прође кроз сито отвора 0,063 mm. Поред уобичајених особина свежег бетона, на очврслом бетону утврђене су вредности чврстоће при притиску при старости од 2, 7, 28 и 90 дана. Такође, утврђене су вредности чврстоће при затезању савијањем, чврстоће при затезању цепањем и pull off чврстоћа при старости од 28 дана.</p>	M33
6	<p><b>Dušan Grdić, Nenad Ristic, Gordana Topličić – Ćurčić, Dejan Krstić:</b> „Usage of cathode ray tube waste glass for the partial substitution of aggregate in cement mortar“, XXV International Conference "ECOLOGICAL TRUTH" Eco - Ist'17, 12 - 15 June 2017, Vrnjačka Banja, Serbia, organizer University of Belgrade, Technical faculty Bor, Proceedings XXV International Conference "ECOLOGICAL TRUTH" Eco - Ist'17, 12 - 15 June 2017, Vrnjačka Bania. Serbia. publisher University of Belgrade. Technical faculty Bor. May 2017. ISBN 978-</p>	M33

Одржива градња је један од кључних захтева у савременом грађевинарству како би се умањило штетан утицај на животну средину. Од почетка XXI века у грађевинарству се нарочито инсистира на употреби рециклираних материјала као компоненте приликом справљања опште присутних материјала или за справљање нових материјала. Иако су телевизори са катодним цевима практично престали да се производе, количина катодног стакла (CRT) на депонијама се и даље увећавају. С обзиром на специфичан хемијски састав CRT стакла, процес рециклаже није једноставан. У овом раду је представљена могућност употребе отпадног стакла као замене за део агрегата у цементном малтеру посматрано са аспекта промене његових физичких и механичких својстава у свежем и очврслном стању.

**Dušan Grdić, Nenad Ristić, Gordana Topličić-Ćurčić, Dejan Krstić:** „Effects of addition of CRT glass on properties of fresh and hardened mortar“, International Symposium on Researching and Application of Contemporary Achievements in Civil Engineering in the Field of Materials and Structures", Proceedings, 624/628(082), 69(082), 666.7/9(082), ISBN 978-86-87615-08-3, COBISS.SR-ID 247427852, DIMKS, Vrsac, 18-20. oktobar 2017., p.p. 87-97.

- 7 У раду су приказани резултати експерименталног испитивања малтера у свежем и очврслном стању који је справљен са додатком рециклираног отпадног стакла (CRT). Стакло је уситњено помоћу специјално конструисаног млина до финоће млива која омогућава да без остатка прође кроз сито отвора 0,063 mm. Додавање CRT стакла је рађено у количини од 0%, 5% и 10% у односу на масу цемента. Испитивањем при старости од 90 дана, утврђено је да се додавањем 10% стакла повећава чврстоћа при притиску и чврстоћа при савијању малтера за 7% и 9%, респективно. Такође, утврђено је да се додатком CRT-а побољшава трајност малтера у погледу скупљања, отпорности на деловање мрза и алкално - силикатне реакције (ASR). Значајнији утицај додатка стакла на промену конзистенције малтера и садржај увученог ваздуха није утврђен.

M33

**Dušan Grdić, Nenad Ristić, Gordana Topličić-Ćurčić, Dejan Krstić, Jelena Bijeljić:** „Potential for making concrete paving blocks and tiles using cathode ray tube glass“, Proceedings The 14<sup>th</sup> International Scientific Conference (iNDiS), with Subconference "Eco build", Novi Sad, 21-23 November 2018, University of Novi Sad, Faculty of technical sciences, Department of Civil Engineering and Geodesy, Department of Architecture and Urban Planning, 2018., ISBN 978-86-6022-105-8, CIP 69.05(082) 624(082) 72:502.1(082), COBISS.SR-ID 326766855, Novi Sad, Serbia, 21-23 November 2018, p.p 365–374

- 8 У раду су приказани резултати испитивања физичких и механичких својстава блокова и плоча за поплочавање. Код еталона је за израду хабајућег слоја коришћен кварцини песак, док је код осталих производа коришћена комбинација кварцног песка и уситњеног стакла катодних цеви. Стакло је уситњено до фракције 0,25/1,00 mm што одговара финоћи млива кварцног песка. Посебна пажња је посвећена испитивању отпорности на хабање по Бемеу, утврђивању отпорности према клизању горње површине производа SRT клатном и испитивању отпорности на једновремено деловање мрза и соли за одмрзавање. На основу анализе добијених резултата изнети су закључци о могућности практичне примене оваквих производа.

M33

**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 Душан З. Грдић поднео је захтев Грађевинско-архитектонском факултету Универзитета у Нишу, број 41/12 од 10.09.2019. године, за именовање Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом "Утицај додатка фино самлевоног рециклираног стакла од катодних цеви на својства цементног малтера и бетона".

У складу са Правилником о поступку припреме и условима за одбрану докторске дисертације, кандидат је уз захтев поднео:

- 8 (осам) одштампаних и повезаних примерака докторске дисертације;
- примерак докторске дисертације у PDF формату на диску, у складу са Упутством за обликовање, објављивање и достављање докторских дисертација за дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу;
- доказ да као првopotписани аутор има најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са импакт фактором са SCI листе, односно SCIE листе;
- доказ да као првopotписани аутор има најмање један рад објављен у часопису који издаје Универзитет у Нишу или факултет Универзитета у Нишу.

На основу анализе поднетог захтева, пратећег материјала и према условима Закона о високом образовању, Статута Универзитета у Нишу, Статута Грађевинско-архитектонског факултета у Нишу и Правилника о поступку припреме и условима за одбрану докторске дисертације, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације констатује да кандидат Душан З. Грдић, мастер инжењер грађевинарства, испуњава све услове предвиђене за оцену и одбрану докторске дисертације.

## ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторска дисертација се састоји од укупно десет поглавља. Прво поглавље представља уводни део у коме су дефинисане поставке проблема, полазне хипотезе и жељени циљеви експерименталног истраживања, као и сама методологија истраживачког рада.

У другом поглављу укратко је приказан изглед катодне цеви и указано је на количине отпадног катодног стакла које се генеришу широм света. У том смислу дат је преглед количина отпадног катодног стакла и проблеми који се јављају у процесу складиштења и рециклаже глобално у свету, у САД-у, Кини, Европи и у Републици Србији. Детаљно је објашњен процес рециклаже и технологија расклапања ове врсте екрана.

Треће поглавље чини "State of the art", односно преглед досадашњег стања у области истраживања употребе CRT стакла за израду нових производа. Највише пажње посвећено је прегледу радова везаних за истраживање могућности примене отпадног стакла као замене дела пуниоца и као замене дела цемента при изради малтера и бетона. У складу са тим извршена је и подела на одговарајући број подпоглавља.

Четврто поглавље се бави истраживањем могућности настанка алкално - силикатне реакције у малтеру и бетону са додатком стакла. Овој реакцији је посвећена посебна пажња из разлога што њена евентуална појава може да ограничи употребу отпадног стакла, укључујући и CRT, у процесу израде цементних композита. Објашњен је механизам настанка алкално - силикатне реакције, превенција њене појаве, као и утицај финоће млива и хемијског састава рециклираног стакла на могућност појаве ове штетне реакције.

У петом поглављу дат је преглед претходних експерименталних истраживања које је кандидат спровео у Лабораторији за грађевинске материјале Грађевинско - архитектонског факултета у Нишу. Овим претходним истраживањима кандидат је отклонио дилеме које су се јавиле у експерименталном раду са катодним стаклом, попут одабира одговарајуће финоће млива стакла и испитивања алкално - силикатне реактивности. На крају петог поглавља дефинисани су и најважнији закључци претходних истраживања, што је кандидату послужило као основ за прецизно дефинисање експерименталног дела докторске дисертације.

Шесто поглавље представља сопствено експериментално истраживање утицаја додатка фино самлевеног рециклираног стакла од катодних цеви на својства цементног малтера и бетона. На почетку поглавља приказан је програм експерименталног истраживања и дата је карактеризација материјала коришћених у експерименту. Након тога дат је састав малтерских и бетонских мешавина и приказани су резултати спроведених испитивања.

Седмо поглавље се односи на анализу и дискусију резултата експеримента. Добијени резултати обрађени су методама математичке статистике. Анализирани резултати приказани су графички помоћу дијаграма. Затим је спроведена компаративна анализа резултата, након чега је урађена дискусија.

У осмом поглављу су наведени најважнији закључци експерименталног истраживања. Дат је коначан суд о могућности употребе фино самлевеног катодног стакла у процесу израде малтера и бетона, као и утицај присуства стакла на трајност ових композита. Кандидат је на крају изнео нове идеје и правце даљег истраживања у овој области.

У деветом поглављу наведена је литература коришћена током израде дисертације. Укупно има 146 навода.

Десето поглавље чини листа слика и списак табела. У жељи да експериментални део не буде превише оптерећен великим бројем појединачних резултата, као и пратећом фото документацијом, кандидат је формирао двадесет три прилога.

## ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

Доказивање могућности примене рециклираног стакла од катодних цеви као замене дела цемента у малтеру и бетону био је један од главних циљева ове докторске дисертације. Такође, један од циљева истраживања је био утврђивање највеће могуће замене цемента рециклираним стаклом, а да особине цементног малтера и бетона буду на нивоу који омогућава њихову практичну примену у грађевинарству. Експерименталним истраживањем је најпре успешно потврђена полазна хипотеза о могућност примене CRT стакла за израду наведених цементних композита. У том смислу свеобухватно је одређен утицај CRT стакла на физичка, механичка и реолошка својства малтера и бетона. Такође, дефинисан је и највиши ниво замене цемента CRT стаклом.

Један од најважнијих циљева је био утврђивање трајности предметних бетона, што је учињено испитивањима отпорности на деловање мрза, једновремено деловање мрза и соли за одмрзавање, као и испитивањем отпорности на деловање сулфата. Посебна пажња је посвећена експерименталном испитивању потенцијално штетног утицаја који замена дела цемента фино самлевеним CRT стаклом може имати на животну средину. У том циљу урађена су испитивања излуживања тешких метала из бетона и провера радиоактивности истог. На основу добијених резултата експерименталних истраживања, дискусије и изведених закључака може се констатовати да су сви постављени циљеви и хипотезе из пријаве докторске дисертације кандидата потврђене.

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

Истраживање утицаја фино самлевеног катодног стакла на својства малтера и бетона је оригиналан научни рад кандидата из уже научне области грађевински материјали и технологија бетона. Експериментална истраживања, поготову оваквог обима каква су у дисертацији презентована, у нашој земљи до сада нису урађена. На основу спроведеног експерименталног истраживања и добијених резултата, у оквиру докторске дисертације, успешно је доказана могућност примене фино самлевеног стакла као компоненте класичних цементних композита. Велика финансијска средства се троше за прикупљање, процес рециклаже и на крају плаћање извоза катодног стакла у земље Западне Европе. Укључивањем надлежних министарстава и доношењем одговарајућих директива, а и

имајући у виду добијене резултате, створила би се могућност чијом се практичном реализацијом може разрешити велики еколошки проблем за нашу земљу уз остваривање финансијских бенефита.

Прегледом релевантне и најновије литературе закључено је да је предметно истраживање веома актуелно у свету. На основу броја и врста спроведених испитивања малтера и бетона у свежем и очврслом стању може се закључити да је испитивање свеобухватно. У делу експерименталног испитивања трајности цементних композита са додатком CRT стакла и утицаја на животну средину јасно се може видети мултидисциплинараност у приступу овом проблему, јер је кандидат користио методе из области хемије, грађевинске и атомске физике.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Комисија је анализирана све делове докторске дисертације кандидата Душана З. Грдића и констатује да је дисертација оригиналан научни рад из уже научне области грађевински материјали и технологија бетона. Докторанд Душан З. Грдић је показао способност самосталног истраживања, исправног коришћења научно - истраживачке методологије, писања и интерпретације резултата. Увидом у до сада објављене резултате везане за предметно експериментално истраживање може се констатовати да су наведени закључци у дисертацији верификовани. Провером путем специјализованог софтвера за детекцију плагијаризма утврђена је подударност од свега 8% из 108 навода.






### ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

Комисија, на основу детаљног прегледа и анализе докторске дисертације кандидата, доноси следећи закључак:

- садржај докторске дисертације одговара називу, дефинисаним циљевима и постављеним хипотезама;
- кандидат поседује неопходно знање из области истраживања;
- кандидат је спровео експериментално истраживање на адекватан начин;
- проблематика коју је кандидат истраживао је актуелна, оригинална и подстицајна за даља истраживања;
- остварен је оригиналан научни допринос, што је у потпуности потврђено објављеним научним радовима.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације позитивно оцењује докторску дисертацију Душана З. Грдића под називом "Утицај додатка **фино самлевоног рециклираног стакла од катодних цеви на својства цементног малтера и бетона**" и предлаже Наставно-научном већу Грађевинско-архитектонског факултета Универзитета у Нишу да донесе одлуку о усвајању извештаја о оцени докторске дисертације.

### КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовану Комисије	8/20-01-007/19-024	
Датум именовања Комисије	30.10.2019.	
Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
1.	Др Гордана Топличић – Ћурчић, ванредни професор Грађевински материјали и технологија бетона (Научна област) Грађевинско – архитектонски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	председник 
2.	Др Ненад Ристић, доцент Грађевински материјали и технологија бетона (Научна област) Грађевинско – архитектонски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	ментор, члан 
3.	Др Властимир Радоњанин, редовни професор Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција (Научна област) Факултет техничких наука у Новом Саду, Департман за грађевинарство и геодезију (Установа у којој је запослен)	члан 
4.	Др Мирјана Малешев, редовни професор Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција (Научна област) Факултет техничких наука у Новом Саду, Департман за грађевинарство и геодезију (Установа у којој је запослен)	члан 
5.	Др Димитрије Закић, ванредни професор Грађевински материјали, технологија бетона и испитивање конструкција (Научна област) Грађевински факултет у Београду (Установа у којој је запослен)	члан 

Датум и место:

.....