

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

ГРАЂЕВИНСКО-АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ
УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ

Презиме, име једног
родитеља и име Цумбо (Петар) Анђелко
Датум и место рођења 21.11.1964. Бабићи, Шипово, Република Српска, БиХ

Датум пријема	06.10.2016
Број	01
Серијски број	239/15
Страна	—
Град	—

Основне студије

Универзитет Универзитет у Новом Саду
Факултет Факултет техничких наука
Студијски програм Грађевински одсек, смер Индустијска градња, IX сем., VII₁ ст. стручне спреме
Звање Дипломирани грађевински инжењер
Година уписа 1984.
Година завршетка 1990.
Просечна оцена 7.48

Магистар студије, магистарске студије

Универзитет Универзитет у Новом Саду
Факултет Факултет техничких наука
Студијски програм Грађевински одсек, смер Индустијска градња, IV сем., VII₂ ст. стручне спреме
Звање Магистар техничких наука за смер Индустијска градња
Година уписа 1990.
Година завршетка 1998.
Просечна оцена 9.00
Научна област Конструкције у грађевинарству, Материјали у грађ., Теорија конструкција
Наслов завршног рада Прилог анализи утицаја течења и скупљања бетона код спрегнутих конструкција

Докторске студије

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

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

АНАЛИЗА УТИЦАЈА РЕОЛОШКИХ СВОЈСТАВА КОД СЛОЖЕНИХ
СПРЕГНУТИХ КОНСТРУКЦИЈА СЛОЈЕВИТИМ КОНАЧНИМ ЕЛЕМЕНТИМА

Име и презиме ментора,
звање Радомир Фолић, професор емеритус Универзитета у Новом Саду

Број и датум добијања
сагласности за тему
докторске дисертације НСВ број 8/20-01-004/16-024 ; У Нишу, 30.05.2016. године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	280
Број поглавља	9
Број слика (шема, графика)	85
Број табела	8
Број прилога	2

**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>Џумбо, А., Фолић, Р.: <i>Прилог анализи утицаја течења и скупљања бетона код спрегнутих конструкција применом методе коначних елемената</i>, Грађевински материјали и конструкције, 2000, вол. 43, бр. 1-2, стр. 12-19.</p> <p><i>У раду је анализиран допринос течења и скупљања бетона и релаксације челика за преднапрезање на промену стања напона и деформација код спрегнутих конструкција. Указано је да су ове анализе веома важан део прорачуна у поступку димензионисања и пројектовања спрегнутих конструкција у свакодневној инжењерској пракси, те је у ту сврху развијен нумерички модел прорачуна по Методи коначних елемената уз одговарајући комјутерски програм.</i></p> <p>Folić, R., Cumbo, A.: <i>Theoretic Bases for Analysis of Viscous Deformations in Composite Beams using the Finite Elements Method</i>, Bull. Appl. Math. - BAM-1770/2000 XCIII, TU Budapest, pp. 17-28.</p>	M51
2	<p><i>У раду је успешно примењена Метода коначних елемената и развијени су модели спрегнутих слојевитих вискозних коначних елемената у циљу одређивања стања напона и деформација услед течења и скупљања бетона и релаксације челика за преднапрезање код спрегнутих конструкција. Модел прорачуна са вискозним коначним елементима је проширени поступак где је у пуној мери искоришћена аналогија са хомогеним коначним елементима укључујући и историју оптерећење које се уводи у прорачун у виду стварног и фиктивног оптерећења.</i></p> <p>Folić, R., Cumbo, A.: <i>Application of Finite Elements Method in Analysis of Composite Concrete-Steel Beams</i>, Bull. Appl. Math. - BAM-1782/2001 XCIV, TU Budapest, pp. 55-66.</p>	M51
3	<p><i>У раду је развијен нумерички модел прорачуна спрегнутих конструкција по Методи коначних елемената, где су хомогени елементи били основа за развој матрице крутости елемената са вискоеластичним својствима по слојевима, а оптерећење спољашњим силама је била основа за развој фиктивних сила насталих услед реолошких својстава материјала. На тај начин је уведен допринос утицаја реологије бетона и преднапрегнуте арматуре на стање напона и деформација сложених спрегнутих конструкција. Приказани модел прорачуна илустрован је и кроз одговарајуће примере, а сам прорачун је спроведен развијеним рачунарским програмом намењеним за решавање ових проблема.</i></p> <p>Џумбо, А., Фолић, Р.: <i>Примена методе коначних елемената за анализу утицаја реолошких својстава на стање напона и деформација спрегнутих конструкција</i>, Грађевински календар, 2004, вол.36, стр. 203-255.</p>	M51
4	<p><i>У раду је развијен један нумерички прорачунски модел за одређивање стања напона и деформација услед течења и скупљања бетона и релаксације челика за преднапрезање код спрегнутих конструкција. Примењена је метода коначних елемената, а алгоритам прорачуна је генерализован без обзира на статичку неодређеност конструкције. Формулисан је побољшани прорачунски модел којим се тачност резултата знатно поправља уз поделу конструкције на минималан број коначних елемената. Показано је да се услед временских - реолошких својстава материјала знатно мења стање напона и деформација спрегнутих конструкција и да се при пројектовању таквих конструкција реологија материјала слојева мора укључити у анализе. У том циљу аутори су развили одговарајући програмски пакет чијом применом се на једноставан начин долази до потребних резултата у свакодневној инжењерској пракси.</i></p>	M51

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

Образложење:

Кандидат је завршио постдипломске студије на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду, одбранио магистарску тезу и стекао звање магистра техничких наука за смер Индустијска градња. У својој научно-стручној биографији, у периоду од 20-так година, има низ остварења на пољу пројектовања конструкција, испитивања конструкција пробним оптерећењем, стручних експертиза, прегледа и оцене стања, ревизије пројектне документације, надзора над извођењем радова, а има и више објављених научних и стручних радова у домаћим часописима и зборницима радова са домаћих и иностраних скупова. Кандидат је уредно пријавио докторску дисертацију, исту успешно урадио и тиме стекао све услове за оцену и одбрану дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

У дисертацији је на основу приказано теоријско и нумеричко истраживање које се односи на развој прорачунског модела, и његову примену за анализу утицаја реолошких својстава на стање напона и деформација спрегнутих конструкција (СК) применом Методе коначних елемената (МКЕ). У складу са постављеним циљевима предметни рад је структуриран у следећих 9 поглавља:

1. Уводне напомене
2. Преглед важнијих досадашњих истраживања
3. Спрегнути носачи – основни концепт и особине
4. Везе између напона и деформација за спрегнуте елементе
5. Напони и деформације у спрегнутом пресеку
6. Напони и деформације спрегнутих система Методом коначних елемената
7. Нумерички примери и анализа резултата
8. Могућност примене резултата истраживања

9. Завршне напомене и закључци

Поглавље 1 насловљено уводне напомене дате су основне дефиниције и појмови за СК, те феномен вискозног понашања бетона и челика за преднапрезање (ЧП) кроз време. Дефинисан је предмет и проблем истраживања, циљеви, хипотезе и примењена методологија истраживања. Истакнут је значај истраживања и применљивост постигнутих резултата у градитељској теорији и пракси.

Поглавље 2 је посвећено прегледу најзначајнијих досадашњих истраживања у области спрезања и реологије бетона и ЧП са нагласком на нумеричке прорачунске моделе и примену рачунара.

Поглавље 3 се односи на приказ основног концепта и својстава спрегнутих носача (СН), као и обима и врсте спрезања, у циљу бољег сагледавања значаја и могућности које пружају СК у премошћавању распона. Показано је да се спрезањем могу постићи веома рационалне и економичне конструкције у савременој градитељској пракси.

Поглавље 4 се односи на везе напон-деформација за поједине материјале, које су из интегралних (диференцијалних) трансформисане у алгебарске облике применом неког од поступака нумеричке интеграције, уз претходну дискретизацију времена на фиктивне и коначне интервале. Указано је да су овако формиран инкрементални облици веза погодни за нумеричке моделе и изналажење алгоритама за прорачун СК који су прилагођени савременим рачунарима и програмским пакетима заснованим на МКЕ.

У **поглављу 5** сажето је приказан поступак прорачуна стања напона и деформација у попречном пресеку СН применом конститутивних једначина. У оквиру усвојених претпоставки приказан је поступак прорачуна у попречном пресеку СН заснован на инкременталној анализи са применом релаксационе методе (методе деформација), где је постигнута обједињеност тока прорачуна у фиктивним и коначним интервалима времена и где је примењен генерализовани модел прорачуна по систему корак по корак.

Поглавље 6 се односи на развој оригиналног прорачунског модела заснованог на МКЕ, а оно представља најзначајнији део рада. Изложене су теоријске основе, дефинисани основни појмови и једначине МКЕ, а затим су уведени слојевити коначни елементи (СКЕ) са виско-еластичним својствима (зависни од времена), по аналогији са хомогеним/еластичним КЕ. Према овој аналогији изведена је генерализована једначина равнотеже спрегнутог коначног елемента. При томе су чворне силе формиране од стварно задатих спољашњих сила и фиктивних сила као допринос вискозног понашања бетона и ПЧ током времена. Посебан допринос је посвећен начину формирања вектора фиктивних сила за укупан систем, са нагласком на специфичности које доприносе тачности резултата прорачуна. У ту сврху развијен је побољшани прорачунски модел. Изградња овог прорачунског модела је веома важан допринос дисертације јер се њиме постиже задовољавајућа тачност резултата и са минималним бројем КЕ у систему. Развијен је оригинални рачунарски програм *ВАСКЕЛ* којим се на једноставан начин долази до потребних резултата прорачуна за уобичајене примере из праксе.

У **Поглављу 7** анализирани су резултати нумеричких примера уз укључивање временског тока фазног грађења СК и историје промене оптерећења у експлоатационим условима. Разматрани су неопходност и обим прелиминарних анализа при пројектовању ових конструкција и предупређења негативних последица. Анализирани су примери специфичних објеката из високоградње и мостоградње.

У **поглављу 8** су илустроване могућности примене резултата истраживања, тј. предложеног прорачунског модела. Посебно је истакнут значај што се кроз развијени модел прорачуна и програмски пакет могу релативно брзо решавати проблеми из праксе. Указано је на могућност даљег развоја ове методологије и њеног усавршавања у оквиру теоријских и експерименталних испитивања и нових сазнања из области понашања СК под утицајем реолошких појава (течење бетона) и релаксација ЧП током времена.

Поглавље 9 садржи завршне напомене и најбитније закључке формулисане након спроведених истраживања. Истакнуто је да дуготрајне деформације услед скупљања и течења бетона и релаксације ЧП имају значајан утицај на промену понашања СК, што се манифестује кроз знатно повећане деформације и прераспodelу напонског стања између примењених материјала. Ово је посебно важно код статички неодређених конструкција, код којих су промене сила, између осталог, последица реолошких својстава материјала, те је тај део посебно и истакнут. Назначени су правци даљих истраживања у овој области.

На крају рада дат је шири списак релевантне литературе, адекватно цитиране, и прилози везани за предложени прорачунски модел и анализирани примери.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

Постављени циљеви истраживања, са нагласком на развоју прорачунског модела за нумеричко одређивање стања напона и деформација код сложених СК, укључујући и мешовите конструкције са спрегнутим и неспрегнутим

елементима, те нагласком на развоју слојевитих вискозних КЕ и израду одговарајућег рачунарског програма, су у овој дисертацији у потпуности остварени.

Овако формиран модел прорачуна омогућује да се обухвати утицај фазног компоновања/грађења спрегнутих пресека и конструкције у целини, као и различито време наношења додатног оптерећења. Поред тога моделом је омогућено искључење појединих слојева/ламела из напонски активног пресека током времена, као што је случај корозија арматуре, појава и развој прслина у бетону и сл. При томе се примењени материјали могу увести у прорачун у складу са реолошким параметрима који се уобичајено користе код нас и у свету.

Нумерички модел прорачуна је верификован резултатима из одабраних доступних резултата из релевантне литературе. Развијен је и поједностављени прорачунски модел којим се добијају приближни резултати, задовољавајући за свакодневну пројектантску праксу. Такође је развијен и побољшани модел прорачуна, увођењем осредњавања утицаја дуж елемента и поновним враћањем на стварне разлике, на крају сваке фазе прорачуна, уз знатно смањени број улазних података и излазних резултата.

У анализама су уведене вискозне деформације које доводе до прерасподеле утицаја и које могу допринети евентуалном отказу појединих елемената/слојева у систему. Анализиран је утицај вискозних деформација на сигурност високих зграда, код којих може доћи до нагињања таваница услед различитог скраћења бетонских и/или челичних стубова у односу на крута бетонска језгра. Такође је анализиран допринос временских деформација бетона и ПЧ код СК великих распона и осетљивих мостовских распонских конструкција.

У истраживању су шире проучени параметри који доминантно утичу на карактеристике мешовитих и СК, на њихову поузданост и употребљивост током времена, те на могућност предупређења нежељених деформација још у фази пројектовања.

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

Примена СК у савременој грађевинској пракси је веома актуелна, те су истраживања утицаја временских деформација од великог значаја, и имају за циљ да се понашање СК, кроз и прорачунске анализе, адекватно сагледа. При томе се уводи реално понашање СК након дужег временског периода, када долази до изражаја утицај вискозног понашања бетона и ЧП. Овим временским променама су нарочито подложне велике конструкције са нехомогеним материјалима и сложеним поступцима примењени при извођењу.

Спроведеним истраживањима и предложеним прорачунским моделом формулисана су препоруке за рационализацију СК при концептуалним и прелиминарним фазама пројектовања. Развијен је поједностављени модел прорачуна и програмски пакет *ВАСКЕЛ* погодан за примену у свакодневној пројектантској пракси. При томе су обухваћене уобичајене фазе грађења/настајања СК, као и све накнадне технике ојачања и санације, те све промене оптерећења и услова средине.

Наведени резултати истраживања имају шири научни и стручни значај за теоријско и нумеричко истраживање промена понашања СК током времена. Такође, резултати истраживања, поред унапређења поузданости СК у прелиминарним фазама пројектовања, имају значајно доприносе и процени поузданости постојећих објеката, нарочито зграда и мостова, као и анализи при градњи нових високих зграда и СК већих распона.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Ово научно истраживање наставак је дугогодишњег рада кандидата, у области развоја нумеричких поступака и унапређења математичког модела и рачунарског програма за анализу понашања СК током времена. Спроведено истраживање и анализе су самосталне и оригиналне. Кандидат је у решавању савременог научног проблема користио познате и признате научне методе, а дао је свој допринос у развоју прорачунског модела увођењем слојевитих КЕ и рачунарског програма *ВАСКЕЛ*. Тачност прорачунског модела је верификована на бројним примерима упоређењем резултата из релевантне литературе. Коректно су формулисани закључци и предлози за рационално пројектовање СК и за даља истраживања у овој области. Подаци којима се кандидат служио су релевантни и уверљиви, а тумачење резултата је јасно и коректно презентовано.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

У дисертацији је презентовано теоријско и нумеричко истраживање и остварени су постављени циљеви на развију прорачунског модела за анализу утицаја реолошких својстава на стање напона и деформација сложених СК применом слојевитих КЕ. Добијене резултате могуће је користити у научне и едукативне сврхе, као и у свакодневној инжењерској пракси. Дисертација садржи све битне елементе и представља оригиналан допринос проучавању понашања СК током времена.

Имајући у виду претходно изведену анализу и закључке, комисија са задовољством предлаже Наставно-научном





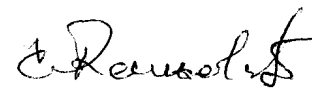
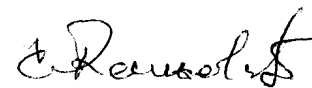
већу Грађевинско-архитектонског факултета у Нишу да прихвати позитивну оцену и одобри усмену одбрану докторске дисертације под насловом "Анализа утицаја реолошких својстава код сложених спрегнутих конструкција слојевитим коначним елементима" кандидата мр Анђелка П. Цумбо, дипл. грађ. инж.

КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовану Комисије

Датум именовања Комисије

19. 09. 2016.

Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
	др Радомир Фолић, професор емеритус <small>(Научна област)</small> ФТН Универзитета у Новом Саду <small>(Установа у којој је запослен)</small>	ментор, председник 
1.	Теорија конструкција и конструкције у грађевинарству <small>(Научна област)</small> ФТН Универзитета у Новом Саду <small>(Установа у којој је запослен)</small>	члан 
2.	Дрвене и зидане конструкције <small>(Научна област)</small> Грађевинско-архитектонски факултет универзитета у Нишу <small>(Установа у којој је запослен)</small>	члан 
3.	Металне конструкције и метални мостови <small>(Научна област)</small> Грађевинско-архитектонски факултет универзитета у Нишу <small>(Установа у којој је запослен)</small>	члан 
4.	Техничка механика и теорија конструкција <small>(Научна област)</small> Грађевински факултет универзитета у Београду <small>(Установа у којој је запослен)</small>	члан 
5.	Техничка механика и теорија конструкција <small>(Научна област)</small> Грађевинско-архитектонски факултет универзитета у Нишу <small>(Установа у којој је запослен)</small>	члан 

Датум и место:

28.09.2016., Ниш