

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно

члану 6. и чл. 7 став 1. овог правилника)

280/6(Број захтева)
18.05.2017. године
(Датум)**ЗАХТЕВ****за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији**

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5 тач. 4. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

УРОША (ДУШАН) ТАТИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **УРОШ (ДУШАН) ТАТИЋ** уписан на Докторске студије 2011 год.
(име, име једног од родитеља и презиме)

Поднео је захтев за израду докторске дисертације:

**АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК
РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА**Универзитет је дана 27.02.2017. год. својим актом под бр. 61206-810/2-17 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:**АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК
РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА**Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **УРОША (ДУШАН) ТАТИЋА**
(име, име једног од родитеља и презиме)Образована је на седници одржаној 18.05.2017. године, одлуком факултета под бр. 280/4, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Александар Седмак	Ред. проф.	Технологија мат.- Маш. матер и заваривање	Машински факултет Београд
2. Др Катарина Чолић	Научни сарадник	Технологија материјала	ИЦ МФ Београд
3. Др Александар Грбовић	Ванр. проф.	Ваздухопловство	Машински факултет Београд
4. Др Марко Ракин	Ред. проф.	Механика лома, отпорност под притиском	ТМФ Београд
5. Др Зоран Радаковић	Ред. проф.	Машински мат. у заваривање	Машински факултет Београд

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 18.05.2017. године.ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТАпроф.др Радивоје МитровићПрилог: 1. Извештај комисије са предлогом.
2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.
3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности,
уколико је таквих примедби било.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 280/6
Датум: 18.05.2017. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 63. Статута Машинског факултета (број 1876/1 од 04.10.2013. године) и члана 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета и реферата Комисије у саставу: др Александар Седмак, ред. проф., ментор, др Катарина Чолић, научни сарадник, ИЦ МФ Београд, др Александар Грбовић, ванр. проф., др Марко Ракин, ред. проф., ТМФ Београд и др Зоран Радаковић, ред. проф., о оцени докторске дисертације „Анализа утицаја геометрије и биоматеријала на интегритет и радни век реконструктивних ортопедских плочица“ студента докторских студија **Уроша Татића, дипл. инж. маш.- мастер**, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 18.05.2017. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА“** студента **УРОША ТАТИЋА, дипл. инж. маш. - мастер**

Докторску дисертацију и реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији доставити на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, по истеку рока од 30 дана у коме су били на увиду јавности.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, студенту, ментору и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Уроша Д. Татића, дипл. инж.маш. – мастер инжењер машинства.**

Одлуком _____ бр. од 18. 5. 2017 године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата кандидата **Уроша Д. Татића, дипл. инж.маш. – мастер инжењер машинства** под насловом

АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА

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

Кандидат Урош Д. Татић, дипл. инж. маш.– мастер инжењер машинства, уписао је прву годину докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2011/2012. године. Кандидат је поднео захтев за одобрење теме докторске дисертације број 1049/1 од 17. 6. 2016. године на Катедри за Технологију материјала Машинског факултета Универзитета у Београду. Кандидат је за ментора предложио др Александра Седмака, редовног професора Машинског факултета у Београду.

На основу сагласности Катедре Технологију материјала 1049/2 од 11. 7. 2016. године, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду донело је 14.7.2016. године Одлуку број 1049/3 о именовању Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме докторске дисертације у саставу:

- др Александар Седмак, редовни професор (ментор), Машински факултет у Београду
- др Катарина Чолић, Научни сарадник, Иновациони центар, Машински факултет у Београду
- др Александар Грбовић, ванр. професор, Машински факултет у Београду
- др Марко Ракин, редовни професор, Технолошко-металуршки факултет у Београду
- др Зоран Радаковић, редовни професор, Машински факултет у Београду.

Комисија за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме докторске дисертације је 3. 2 2017. године поднела Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду Извештај број 280/1, у коме предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да одобри тему докторске дисертације под насловом „АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА“, наводећи да Кандидат испуњава све законом предвиђене услове за израду докторске дисертације и да је предложена тема научно утемељена и адекватна и да пружа могућност остваривања значајних научних доприноса. Одлуком Наставно-научног већа број 280/2 од 9. 2 2017. године прихваћена је тема докторске дисертације под насловом: „АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА“ кандидата Уроша Д. Татића, дипл. инж. маш.– мастер инжењер машинства, и за ментора је именован др Александар Седмак, редовни професор Машинског факултета у Београду. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду донело је Одлуку број 61206-810/2-17 од 27. 2. 2017. године којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Уроша Татића, дипл. инж. маш.– мастер инжењер машинства, под насловом: „АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА“.

На основу обавештења проф. др Александра Седмака да је кандидат Урош Татић, дипл. инж. маш.– мастер инжењер машинства, завршио докторску дисертацију под насловом: „АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА“ и предлога Катедре за Технологију материјала број 280/3 од 15. 5 2017. године, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду је на седници одржаној 18. јануара 2017. године донело Одлуку број _____ којом се именују чланови Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- др Александар Седмак, редовни професор (ментор), Машински факултет у Београду
- др Катарина Чолић, научни сарадник, Иновациони центар, Машински факултет у Београду
- др Александар Грбовић, ванр. професор, Машински факултет у Београду
- др Марко Ракин, редовни професор, Технолошкометалуршки факултет у Београду
- др Зоран Радаковић, редовни професор, Машински факултет у Београду,.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под насловом „АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА “ припада области техничких наука - машинству, у којој научној области **Технологија материјала** за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Урош Татић рођен је 28.5.1987. године у Београду од оца Душана и мајке Гордане. Своје школовање започео је у Београду где је и завршио Основну школу „Франц Прешерн” 2002. године као и средњу машинску школу „Радоје Дакић” 2006. године. Исте године уписао се на

Машински факултет Универзитета у Београду где је 2009. године завршио основне академске студије (B.Sc.) на модулу Прехрамбено машинство са просечном оценом 7,57. После завршених основних академских студија наставио је даље школовање на модулу Прехрамбено машинство уписавши се на у прву годину мастер академских студија (M.Sc.) које је завршио 2011. године са просечном оценом 9,28 Од страних језика течно говори енглески. Након стечене дипломе мастер инжењер машинства, уписао је докторске академске студије на Машинском Факултету Универзитета у Београду, под менторством проф. др Александра Седмака.

Током мастер студија на факултету радио је као студент сарадник у настави на предмету „Инжењерска графика“, и учествовао у изради наставне литературе из предмета Мехатроника. У наведеном периоду хонорарно је радио у компанији “МОНД - ЛИФТ “ на изради техничког решења тастера за лифт и друге лифтовске опреме.

Након завршеног факултета кандидат се запослио у Иновационом центру Машинског факултета Универзитета у Београду, а ангажован је на пројекту технолошког развоја: „Развој савремених метода дијагностике и испитивања машинских структура -TP35040“, где и данас ради.

Током рада у Иновационом центру положио је све испите са докторских академских студија и бавио се стручним-научно истраживачким радом са фокусом на изради нумеричких симулација и верификација понашања материјала у фази тестирања као и у радним условима. Као резултат наведених активности, у сарадњи са колегама, написао је неколико научних и стручних радова објављених на међународним конферецијама и часописима. Поред послова нумеричког моделирања и симулација, активно се бавио и израдом комплексних 3д модела и њихових склопова. У сарадњи са компанијом „Термовент Комерц д.о.о“ бавио се развојем HVAC опреме. Учествовао је у изради калупа за печење санитарне опреме од бакелита. Кандидат је био део тима који се бавио развојем уређаја за точење и очување квалитета вина.

Активно је учествовао на изради дигиталних предавања за MCAST универзитет, како као техничка подршка другим предавачима, тако и припремом и израдом сопствених модула. Током трајања пројеката припремао је и држао предавања из модула „Mechanics of machines“, „Mechatronic systems“, „Engineering design“, „Industrial design“, „Hydraulic and pneumatic systems“, „Advance hydraulic and pneumatic systems“.

Један је од проналазача међународне патенте пријаве ptc/rs2015/000019, а за коју се тренутно чека решење о аутентичности а која је већ добила признање за национални патент , број 54809 уписан у регистар патената 01.08.2016. и објављен у Гласнику Интелектуалне Својине број 5/2016 дана 31.10.2016 .

Учествовао је у организаицији неколико конференција од међународног значаја као што су: New Trends in Fatigue and Fracture - NT2F14 Conference, 7th INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND EXPERT CONFERENCE - TEAM 2015 и 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE MODERN METHODS OF TESTING AND EVALUATION IN SCIENCE - NANT 2015.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Уроша Татића, дипл. инж. маш. – мастер инжењер машинства, под насловом „АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА“ написана је на српском језику, садржи: 232 стране формата А4, 141 слику, 16 табела, 62 једначине и списак коришћене литературе који садржи 123 референце.

Докторска дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Биомеханика фиксације прелома
3. Механика лома биоматеријала
4. Метода коначних елемената
5. Методе и процедуре мерења
6. Експериментална анализа
7. Нумерички модели
8. Приказ и дискусија резултата
9. Закључак
10. Литература

Осим наведеног, докторска дисертација садржи резиме на српском и енглеском језику, садржај, биографију аутора, Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу кандидат Урош Татић даје детаљан преглед релевантне научне литературе који је од суштинског значаја у циљу утврђивања досадашњих научних резултата и достигнућа у оквиру разматране области. Утврђује се предмет истраживања и дефинише циљ истраживања. Обављен је кратак преглед области биоматеријала, фрактуре кости, методе испитивања, нумеричких симулација и историје механике лома.

У другом поглављу кандидат бави се прегледом биомеханике фиксације прелома костију са акцентом на преломе дугих костију. Кандидат се појединачно бави различитим методама фиксације као што су фиксације применом притисних плочица, спољашње фиксације, фиксације применом интермедуларних ексера, поређењем фиксације са и без притиска, биомеханичким карактеристикама калуса и другим процедурама и процесима битним у периоду фиксације прелома.

У трећем поглављу кандидат се бави Механиком лома са посебним акцентом на механику лома у области биоматеријала. Кандидат се бави како линеарно- еластичном механиком лома тако и еласто-пластичном механиком лома, појавом замора и утицаја циклично променљивог оптерећења. Кандидат у овој области посебну пажњу посвећује примерима отказа ортопедских импланата присутних у пракси. Ови примери приказани су кроз конкретне случајеве отказа забележене на територији Републике Србије. Приказани су откази различитих ортопедских импланата израђених од различитих материјала.

У четвртном поглављу кандидат се бави кратким прегледом примене и историје методе коначних елемената као и могућностима примене методе на решавање проблема у виду дефинисања самог процеса моделирања одабира правилног интерполационог модела и формирања матрица крутости. Кандидат детаљно описује математички модел који се користи у наведеној методи.

У петом поглављу кандидат се бави кратким прегледом теоријског дела просторне 3д оптичке анализе као и детаљним описом система за мерење. Кандидат описује детаљно процедуру коришћену за припрему, калибрацију и употребу опреме, одабир параметара и њихов утицај на резултате испитивања као и саму процедуру обраде резултата. Процес

припреме експерименталних узорака за само мерење дефинисан је у наведеном поглављу. Приказане су све предности и мане система који се користи као и опис процедура које се могу применити како би се процедура правилно применила и остварила што боље резултате. Наведени су сви релевантни параметри коришћени током мерења.

У поглављу шест кандидат се бавио описом експерименталних мерења, различитим методама и материјалима коришћеним, припремом експерименталних узорака укључујући и моделе кости коришћене током мерења, нумерацијом, описом експерименталне поставке и процеса мерења. Описан је поступак израде експерименталних узорака дефинисања различитих геометријских модела и саме израде истих. Описан је процес припреме узорака за експериментално мерење. Описани су модели кости коришћени у анализи као и њихова припрема. У оквиру наведеног поглавља приказани су резултати радиографског испитивања извршени на узорцима кости након израде комплетних модела како би се верификовале могуће неправилности на узорцима у виду прислина или других механичких оштећења која могу имати утицаја на интегритет експерименталног узорка. Описане су процедуре мерења параметара материјала, испитивања тврдоће и микроскопских анализа структура. Уочена је хомогена структура са полигоналним зрном и присуством двојника.

У поглављу седам кандидат је описао процес израде нумеричких модела као и параметара потребних за његово дефинисање. Кандидат је описао детаљне процедуре израде и припреме нумеричких модела израђених у циљу симулације експерименталних анализа као и процедуре израде и припреме нумеричких модела коришћених у процесу фиксације кости и оптерећења у периоду срастања. Детаљно су приказани процеси израде самих модела као и појединачни кораци коришћени за дефинисање параметара материјала, граничних услова, контаката и других потребних параметара. Кандидат се бавио израдом шест појединачних нумеричких модела коришћених за симулацију експерименталних услова. Резултати деформационог поља забележени у експерименталној процедури поређени су са вредностима добијеним нумеричким симулацијама у циљу верификације процедура. Симулације се вршене за три различита модела геометрије експерименталног узорка плочице као и за две врсте материјала. Извршено је поређење добијених вредности у циљу утврђивања утицаја различитих фактора геометрија и материјала. Верификовани параметри добијени на овај начин коришћени су у изради симулација реалних услова оптерећења у периоду фиксације. У циљу прикупљања реалних могућих максималних вредности напона у плочицама симулације су примњене између осталог на услове максималних оптерећења, на услове постојања различитих растојања између сегмената кости при фиксацији, на услове појаве бочних сила у виду извијања зглоба. Прикупљени резултати приказани су јасно и појединачно за сваки случај оптерећења.

У поглављу осам кандидат се бавио дискусијом резултата добијених експерименталном анализом, различитим лабораториским испитивањима и њиховим међусобним утицајем на интегритет и радни век реконструктивних ортопедских плочица.

У поглављу девет детаљно су систематизовани остварени научни резултати и дати правци могућих, односно, будућих истраживања заснованих на резултата постигнутих у овој докторској дисертацији.

У поглављу десет приказана је и нумерисана литература коришћена за израду докторске дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Истраживања у области понашања биоматеријала у медицинским апликацијама су веома значајна и актуелна. Кандидат даје јасну идентификацију и анализу основних проблема који доводе до отказа ортопедских плочица за фиксацију других костију, што представља значајан проблем у савременом биомедицинском инжењерству. Докторска дисертација под називом „АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА“ представља савремен и оригиналан допринос разматраној проблематици лома ортопедских плочица услед постојања грешака типа прслина у материјалу. У оквиру докторске дисертације примењени су савремени истраживачки поступци и лабораторијска мерења уз коришћење најновијих софтверских решења за нумеричке симулације.

У складу са модерним истраживачким трендовима, кандидат у дисертацији примењује најсавременије бесконтактне методе експерименталне анализе биоматеријала базиране на тродимензионалној оптичкој методологији мерења. У оквиру дисертације приказани су поступци лабораторијских мерења који укључују тродимензионалну експерименталну оптичку анализу карактеристичних металних биоматеријала и испитивање поља деформација на ортопедским плочицама. Савременост истраживања потврђена је применом модерних експерименталних методологија мерења, применом GOM оптичког система и софтвер Aramis.

При изради нумеричких модела примењени су најсавременији софтверски пакети, што такође представља свакако савремен и оригиналан приступ у истраживању проблема из области биомедицине, односно биоматеријала.

Оригиналност добијених резултата у оквиру дисертације потврђују радови који су публиковани и саопштени на научним скуповима или објављени у часописима. Оригиналност у приступу решења потврђена је и наградом добијеном за најбољи рад на међународној конференцији TEAM 2016, где су резултати истраживања приказани у оквиру рада „Procedures and evaluation of the stress strain fields on the locking compression plates“. Дисертација се може оценити веома успешном, узевши у обзир да су добијене резултате у тези пратили зрели научни и инжењерски закључци.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији коришћена је обимна литература из различитих области, па су због изразито комплексног карактера теме докторске дисертације референтне области обухватале механику лома и понашања металних материјала, нумеричке метода и симулације, али и експерименталне методе испитивања биоматеријала. Осим тога, узевши у обзир да је дисертација уско повезана са облашћу биомедицине, коришћена литература је обухватила и широк спектар радова из области пројектовања, имплементације и испитивања ортопедских плочица.

Ова литература је кандидату послужила као полазна основа за формирње прегледа постојећих истраживања везаних за област отказа услед лома реконструктивних ортопедских плочица, као и за припрему експерименталних и нумеричких модела. У уводном делу докторске дисертације кандидат приказује хронолошки преглед релевантне научне литературе, чиме је кандидат дао критички осврт на најважније резултате релевантних аутора. Све референце коришћене у раду приказане су на крају рада, а кандидат се позива на анализе, резултате и закључке објављене у научним часописима високог ранга и конференцијама међународног

значаја. Од наведених наслова коришћене литературе, више од сто је млађе од десет година, а већина тих радова је из водећих међународних часописа.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У докторској дисертацији је, у циљу истраживања проблема услед лома реконструктивних ортопедских плочица, коришћен већи број савремених научно-истраживачких метода, које су примењиване сходно типу проблема који је решаван. Услед комплексности анализе проблема у реалним условима оптерећења реконструктивних ортопедских плочица, кандидат је у истраживању користио и нумерички и експериментални приступ истраживања.

Сваки отказ ортопедских плочица представља двоструки трошак, трошак поновне операције и и немерљиво оптерећење по здравље пацијента. Савремене методе дијагностике се не користе у задовољавајућој мери у циљу проналажења узрока отказа ортопедских плочица и других биомеханичких компоненти. У оквиру дисертације примењен је савремени приступ дијагностике понашања који представља спрегу нумеричког прорачуна и експерименталних истраживања, а који се примењују симултано.

У изради докторске дисертације примењене су и експерименталне и нумеричке методе. Експерименталне анализе није било могуће вршити у *in-vivo* условима како се здравље пацијента не би угрозило, већ је извршена лабораториска симулација. Израђени су репрезентативни узорци тренутно најчешће коришћених модела ортопедских плочица на којима су извршена експериментална мерења и испитивања у циљу одређивања понашања стварних конструкција у условима експлоатације и оптерећења. Примењене методе за мерење деформација обухватиле су употребу тродимензионалних оптичких камера и мерни систем ARAMIS, којима је регистровано деформационо поље и зоне концентрације напона на местима тешко приступачним за стандардне сензоре. Метода коначних елемената у савременој науци има све већу примену и користи се за испитивања и прорачуне различитих машинских конструкција. Последњих година ова метода је нашла велику примену и у биомедицини. У склопу нумеричких анализа формиран су веродостојни и поуздани нумерички прорачунски модели.

Примењене су методе верификације, засноване на поређењу добијених нумеричких и експерименталних резултата, као и метода експертског мишљења током анализе и тумачења добијених резултата.

3.4. Применљивост остварених резултата

Добијени резултати у оквиру докторске дисертације поред научне вредности имају и широку практичну примену, пре свега у прорачунима интегритета и радног века реконструктивних ортопедских плочица код којих постоји могућност појаве прслине у материјалу.

Остварени експериментални резултати омогућавају одређивање утицаја биоматеријала и различитих геометрија које се могу наћи у клиничкој пракси на напосно стање, интегритет и радни век ортопедских плочица у експлоатацији. Дијагностичке методе имају велику примену у откривању грешака у дизајну, односно геометрији конструкције или дела конструкције, посебно у случајевима отказа, а досадашња искуства из праксе показала су да најчешћи узрок отказа представљају појаве прслина на местима највећих концентрација напона, које је могуће добијених нумеричким прорачуном. Формирани су верификовани нумерички модели погодних за испитивање различитих геометријских модела плочица и предикцију механичког понашања плочица у експлоатацији. Резултати нумеричких симулација сложене геометријске структуре ортопедских плочица верификовани су поређењем са експерименталним резултатима.

У оквиру дисертације остварена је веза између нумеричког и експерименталног лабораторијског модела, односно применом закључака изведених на основу понашања апроксимираних модела утврђена је поуздана веза између нумеричког прорачуна истих и реалних физичких модела реконструктивних плочица. Осим тога, анализиран је утицај потенцијалних грешака у материјалу, у виду прслина, као и ризик од њиховог настања при експлоатацији.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Током израде докторске дисертације кандидат је показао способност за самостални научни рад, као и да решава апстрактне научне проблеме. Поседује изузетено знање у оквиру области биоматеријала, затим теоријске механике лома, као и савремене нумеричке анализе, потребно за даљи научно-истраживачки рад. То је потврђено како бројним испитима које је кандидат положио на докторским студијама, тако и бројним коауторским радовима. Анализом постављених претпоставки и експерименталних резултата приказаних у тези, кандидат је показао да је у стању да самостално решава научне проблеме, као и да успешно влада научним и истраживачким методама.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни доприноси кандидата Уроша Д. Татића, дипл. инж. маш.– мастер инжењер машинства, у оквиру докторске дисертације под насловом „АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА“, огледају се у следећем:

- Детаљно сакупљена, проучена и систематизована научна литература из области везана за све аспекте ове дисертације. Приказани постојећи начини фиксације ортопедских импланата који се користе код прелома дугих костију у пољу биомедицине са акцентом на предности и мане појединачних приступа
- Приказана је процедура израде експерименталних узорака са акцентом на симулацију појединачних елемената геометрије плочице. Дефинисана је процедура за експериментално мерење напонског стања реконструктивних ортопедских плочица у лабораториским условима.
- Дефинисана је процедура евалуације нумеричких и експерименталних параметра чиме је омогућена примена комплексних симулација реалних услова оптерећења.
- Дефинисани су утицаји геометрије плочице на појаву концентрације напона у зонама подложним отказу, као и понашање у реалним условима оптерећења у току радног века плочице. Утврђено је постојање цикличног оптерећења и затезних сила у зони плочице директно изнад прелома у случајевима притисног оптерећења на месту отказа плочице.
- Дефинисан је универзални модел намењен будућим анализама интегритета и радног века плочице у реалним условима погодан за испитивање различитих геометријских модела плочица и утицаја могућих грешака у виду прслина које се могу јавити при изради плочица и експлоатацији, као и могућности редизајна постојећих модела плочица у циљу побољшања интегритета и радног века.

- Утврђени су узроци отказа испитиваног узорка плочице и уочена је област повишене тврдоће у зони концентрације напона на локацији лома плочице у процесу експлатације.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа релевантне научне литературе и постојећих решења из области докторске дисертације, комисија констатује да су приказани резултати истраживања изузетно значајни и научно утемељени. Истовремено, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у докторској дисертацији, констатујемо да су пружени одговори на сва релевантна питања и да су решени проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања. Развијени нумерички модели и експерименталне процедуре поседују велику примењивост у области разматране теорије.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос кандидата Уроша Д. Татића дипл. инж. маш.- мастер инжењер машинства верификовани су следећим радовима:

Категорија M23:

1. **Tatić U., Čolić K., Sedmak A., Mišković Ž., Petrović A.:** EVALUATION OF THE LOCKING COMPRESSION PLATES STRESS-STRAIN FIELDS, Tehnički Vjesnik, (ISSN 1330-3651, Online: ISSN 1848-6339) DOI Number : 10.17559/TV-20170420121538 (IF= **0.464**)
2. Milosević M., Milosević N., Sedmak S.A., **Tatić U.**, Mitrović N., Hloch S., Jovičić R.: Digital image correlation in analysis of stiffness in local zones of welded joints, Tehnički Vjesnik, Vol. 23, No. 5, pp19-24 , 2016, (ISSN 1330-3651 Online: ISSN 1848-6339) (IF= **0.464**)
3. Milosevic M., Mitrovic N., Miletic V., **Tatic U.**, Ezdenci A.: Analysis of Composite Shrinkage Stresses on 3D Premolar Models with Different Cavity Design using Finite Element Method, Key Engineering Materials Vol. 586 (2014), pp 202-205, (ISSN: 1013-9826) (IF= **0.410**)
4. Tanasković D., **Tatić U.**, Đorđević B., Sedmak S., Sedmak A.: THE EFFECT OF CRACKS ON STRESS STATE IN CRANE WHEEL HARD-SURFACE UNDER CONTACT LOADING, Tehnički Vjesnik, Vol. 24/suppl.1 May 2017, pp. 169-175 (ISSN 1330-3651, Online: ISSN 1848-6339) (IF= **0.464**)

Категорија M92:

1. Регистрован патент на националном нивоу M92: Милош Милошевић, Бојан Лазић, **Урош Татић**, Јасмина Перовић, Симон Седмак, Уређај за истакање и расподелу напитка из флаше, број 54809 уписан у регистар патената 01.08.2016. и објављен у Гласнику Интелектуалне Својине број 5/2016 дана 31.10.2016.

Категорија M24:

1. Jovičić, R., Petronić, S., Sedmak, S., **Tatić, U.**, Jovičić, K.: Integrity Assessment of Tanks With Microcracks in Welded Joints, Integritet i Vek Konstrukcija, pp131-136, UDK/UDC: 620.172.24:621.642-112.81, Vol 13, No 2. (ISSN: 1451-3749)

2. Jovičić, R., Algoal M.M., **Tatić, U.**, Popović O., Lukić U., Burzić M. : Storage Tank Integrity Assessment after the Removal of Weld Cracks, *Integritet i Vek Konstrukcija*, pp.35-38, UDK/UDC: 621, Vol 14, No 1. (ISSN: 1451-3749)
3. Jovičić R., Sedmak, S., **Tatić, U.**, Lukić U., Walid M.: Stress state around imperfections in welded joints, *Integritet i Vek Konstrukcija*, pp.27-29, UDK/UDC: 621, Vol 15, No 1. (ISSN: 1451-3749)

Kareriopija M14:

1. Petronic s., **Tatić U.**, Sedmak S., Djerić A., Komnenić Z.: Calculation of maximum tensile and shear forces in restorative materials using finite element method, *Key Engineering Materials* Vol. 601 (2014) pp 112-115, ID: 62.176.112.84, ISSN: 1662-9795
2. Milošević, M., **Tatić, U.**, Sedmak S., Perović, J., Miletić, V.: Calculation of maximum tensile and shear forces in restorative materials using finite element method, *Key Engineering Materials* Vol. 601 (2014) pp 151-154, ID: 62.176.112.84, ISSN: 1662-9795

Kareriopija M33:

1. Čolić K., Sedmak A., Grbović A., **Tatić U.**, Sedmak S., Djordjević B.: Finite element modeling of hip implant static loading, *International Conference on Manufacturing Engineering and Materials, ICMEM Conference 2016*, 6-10 June 2016, Nový Smokovec, Slovakia, *Procedia Engineering* Vol. 149, pp. 257–262, (ISSN 1877-7058)
2. Tanasković D., Đorđević B., Arandelović M., Sedmak S., Sedmak A., Đukić M., **Tatić U.**: Repair Welding of Crane Wheels in Steelworks Smederevo, *Advanced Materials Research (Volume 1138)*, conference: 8th International Conference on Innovative Technologies for Joining Advanced Materials (TIMA 16), pp. 180-185, ISBN 978-3-03835-768-1 (ISSN 1662-8985), June 02-03, 2016, Timisoara, Romania
3. Jeremić L., **Tatić U.**, Sedmak A., Djordjević B., Arandelović M.: Hardness And Metallographic Tests Of Repaired Vessel In Thermal Power Plant, *Proceedings Of The 8th International Scientific And Expert Conference TEAM 2016*, pp. 180-184, 19th – 21st October 2016, Trnava, Slovakia, (ISBN 978 – 80 – 8096 – 237 – 1)
4. Đorđević B., **Tatić U.**, Sedmak S., Milošević M., Sedmak A.: Digital Image Correlation Technique Application On Welded Joint - Advantages And Disadvantages, *Proceedings Of The 4th International Scientific Conference On Advances In Mechanical Engineering ISCAME 2016*, ISBN 978-963-473-944-9 , 13-15 October, 2016, Debrecen, Hungary, pp 145-150
5. **Tatić U.**, Đorđević B., Sedmak S., Vučetić F., Arandelović M.: Technological and economic analyses of a different designs solutions of a pipeline supporting structure, *Proceedings Of The 4th International Scientific Conference On Advances In Mechanical Engineering ISCAME 2016*, ISBN 978-963-473-944-9 , 13-15 October, 2016, Debrecen, Hungary, pp 551-557
6. Sedmak S., Algoal M., Sedmak A., **Tatić U.**, Dzindo E.: Elastic-plastic behaviour of welded joints during loading and unloading of pressure vessels, *Procedia Structural Integrity*, Vol. 2, 2016, pp3546-3553, ISSN: 2452-3216
7. **Tatić U.**, Colić K., Sedmak A., Misković Z., Petrović A.: Procedures and evaluation of the stress strain fields on the Locking Compression Plates, *Proceedings Of The 8th International Scientific And Expert Conference TEAM 2016*, pp 171-178, 19th – 21st October 2016, Trnava, Slovakia, ISBN 978 – 80 – 8096 – 237 – 1

8. Tanaskovic D., **Tatic U.**, Sedmak S., Djordjevic B., Lozanovic J., Sedmak A.: 7th International Scientific and Expert Conference TEAM 2015; Integrity and Life of Wheels Repaired by Welding; pp1-6, Belgrade 2015, ISBN 978-86-7083-876-5
9. Mandić S., **Tatic U.**, Djordjevic B., Radojković Tatic M.: 7th International Scientific and Expert Conference TEAM 2015 Combined Serbian Agricultural Machine for Tillage Fertilization Preparation and Stalibization of Soil and Sowing; pp.629-631 ISBN 978-86-7083-876-5
10. Djordjevic B., **Tatic U.**, Vucetic F., Milosevic M., Sedmak S.: Effects of DIC equipment calibration on deformation measuring error, 2nd International Conference MODERN METHODS OF TESTING AND EVALUATION IN SCIENCE- NANT 2015; pp.48-54, ISBN 978-86-918415-1-5
11. **Tatic U.**, Colic K., Legweel K., Radojkovic Tatic M.: Numerical simulation of reconstructive plate mechanical behaviour under different loading conditions, 2nd International Conference MODERN METHODS OF TESTING AND EVALUATION IN SCIENCE- NANT 2015; pp.48-54, ISBN 978-86-918415-1-5
12. Nedeljkovic A., Colic K., **Tatic U.**, Djordjevic B.: Application of numerical methods in design and analysis of heart valve prostheses mechanical behavior, 2nd International Conference MODERN METHODS OF TESTING AND EVALUATION IN SCIENCE- NANT 2015; pp.48-54, ISBN 978-86-918415-1-5
13. Grujić B., **Tatić U.**, Grujić I., Maljevic D.: Preostali radni vek komponenti termoenergetskih postrojenja izloženih visokotemporetuskom stacionarnom puzanju, Prva naučno-stručna konferencija, SAVREMENE METODE ISPITIVANJA I;25-12-2015. pp.81-87, ISBN 978-86-918415-0-8
14. Sedmak A.S., **Tatić U.**, Jovičić R., Sedmak A., Milošević M., Bakić R., Sedmak S.: Numerical modeling of austenite-ferrite weldment tensile test, 20th European conference on Fracture (ECF 20), Procedia Materials Science 3 (2014) 1123-1128, ISSN: 2211-8128 M33
15. Algoul M., Sedmak A., Petrovski B., **Tatić U.**, Sedmak S., Đurđević A.: 2012 Quality Assurance of a Large Welded Penstock Manufacturing by Means of Full-scale Model Testing, 2nd International Conference Manufacturing Engineering & Management 2012, 107-108, ISBN 978-80-553-1216-3
16. Milosevic M., Mitrovic N., Miletic V., **Tatic U.**, Momcilovic N., Sedmak A.: 2012 Analysis of composite shrinkage stresses on 3D premolar models with different cavity design using finite element method, 9th International Conference on LOCAL MECHANICAL PROPERTIES 2012
17. **Tatić U.**, Sedmak S., Đurđević A., Sedmak A., Bakić R.: Numerical Modelling of Full Scale Penstock Model Testing, 3rd International Conference High Strength Steels for Hydropower Plants, 219-225. ISBN 978-3-85125-292-7
18. Milošević N., Milošević M., Sedmak S., **Tatić U.**, Mitrović N., Hloch S., Jovičić R.: Digital Image Correlation in experimental strain analysis of welded joints, 5th International Scientific and Expert Conference TEAM 2013, Prešov, 438-441, ISSN 1847-9065

Kategorija M34:

1. Sedmak S., **Tatic U.**, Djordjevic B., Vučetić F., Dzindo E.: NUMERICAL CALCULATION OF A STEEL SUPPORT STRUCTURE FOR A PIPELINE USING FINITE ELEMENT METHOD; 32st Danubia Adria Symposium Advances in Experimental Mechanics, Slovakia, pp.84-85, 2015, ISBN 978-80-554-1094-4
2. **Tatić U.**, Đorđević B., Sedmak S., Milošević M., Sedmak A.: STEREOMETRIC METHODS OF MEASURING STRAIN AND DISPLACEMENT IN WELDED JOINTS

- SUBJECTED TO TENSILE LOAD; 32st Danubia Adria Symposium Advances in Experimental Mechanics, Slovakia, pp.86-87, 2015, ISBN 978-80-554-1094-4
3. **Tatić U.**, Sedmak S., Đurđević Đ., Radojković M., Đorđević B.: COMPARISON OF TWO NUMERICAL MODELS OF CONNECTED STEEL BEAMS AS SEPARATE AND COMBINED PLATES; 32st Danubia Adria Symposium Advances in Experimental Mechanics, Slovakia, pp.116-117, 2015, ISBN 978-80-554-1094-4
 4. Milošević M., Sedmak S., **Tatić U.**, Perović J., Pavišić M., Mitrović N.: Stereometric displacement and strain analysis in the development of innovative experimental setups, 31st Danubia-Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics, September 2014, Kempten, Germany, ISBN: 978-3-00-046740-0
 5. Sedmak A. S., Petrović A., **Tatić U.**, Maneski T., Sedmak A., : Determining of elasticity modulus of fiberglass reinforced plastic grating using finite element method, 31st Danubia-Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics, September 2014, Kempten, Germany, ISBN: 978-3-00-046740-0
 6. Lozanović Sajic J., **Tatić U.**, Petrovic S., Džindo E., : Control Algorithm Applied on the Diesel Engine, 31st Danubia Adria Symposium Advances in Experimental Mechanics, Kempten, Germany, September 2014, Kempten, Germany, ISBN: 978-3-00-046740-0
 7. Milošević M., Sedmak S., **Tatić U.**, Radojković R., Perović J., Mitrović N., Sedmak A.: Application of Digital Image Correlation in Dentistry, 30thAdria Symposium on Advances in Experimental Mechanics, 49-50, ISBN 978-953-7539-17-7
 8. Sedmak S., **Tatić U.**, Mitrović N., Jovičić R., Maneski T., Sedmak A., Milošević M.: Modern Approach Experimental Verification of Numerical Models for Tensile Tests of Welded Specimens, 30th Danubia - Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics, 294-295, ISBN 978-953-7539-17-7

Категорија M53:

1. Petrović I., Sedmak S., **Tatić U.**, Sedmak A., Milošević M.: Influence of Choice of Crown Design on Load Transfer from Implant to the Bone, Journal of Manufacturing and Industrial Engineering , Vol 13, No 3-4 (2014), ISSN: 1339-2972 M53
2. Đorđević B., Sedmak A., Sedmak S., **Tatić U.**, Pavišić M., Perović J., Milošević M.: The use of non-contact optical optical systems for determination of fracture mechanics parameters, Welding & Material Testing 2/2014, ISSN: 1453-0392

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу детаљног прегледа докторске дисертације, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је докторска дисертација под називом „АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА“ кандидата Уроша Д. Татића дипл. инж. маш.- мастер инжењер машинства прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду. На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији, Комисија констатује да је кандидат Урош Д. Татић, дипл. инж. маш.-мастер, успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања, а да је докторска дисертација под називом „АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И

БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ БЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА“представља оригиналан и вредан научни рад са научним доприносима у области машинства, ужа научна област **Технологија материјала**. Кандидат је дошао до оригиналних научних резултата који су успешно верификовани.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да Реферат прихвати, дисертацију стави на увид јавности и упути Реферат на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога кандидат Урош Д. Татић, дипл. инж. маш. - мастер инжењер машинства, позове на јавну одбрану.

У Београду, _____. год

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Александар Седмак, редовни професор (ментор),
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Катарина Чолић, научни сарадник,
Универзитет у Београду, Иновациони центар, Машински факултет

.....
др Александар Грбовић, ванр. професор,
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
Проф. др Марко Ракин, редовни професор,
Универзитет у Београду Технолошкометалуршки факултет

.....
Др . Зоран Радаковић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Машински факултет

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 280/6
Датум: 18.05.2017. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 63. Статута Машинског факултета (број 1876/1 од 04.10.2013. године) и члана 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће на седници одржаној 18.05.2017. године, донело је

ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„АНАЛИЗА УТИЦАЈА ГЕОМЕТРИЈЕ И БИОМАТЕРИЈАЛА НА ИНТЕГРИТЕТ И РАДНИ ВЕК РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОРТОПЕДСКИХ ПЛОЧИЦА“** студента **УРОША ТАТИЋА**, дипл. инж. маш. – мастер.

Јавна одбрана докторске дисертације обавиће се по добијању сагласности Универзитета у Београду.

Универзитет у Београду је својом Одлуком број 61206-810/2-17, од 27.02.2017. године, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

Објављени радови студента у часописима међународног значаја:

1. **Tatić U.**, Čolić K., Sedmak A., Mišković Ž., Petrović A.: EVALUATION OF THE LOCKING COMPRESSION PLATES STRESS-STRAIN FIELDS, Tehnički Vjesnik, (ISSN 1330-3651, Online: ISSN 1848-6339) DOI Number : 10.17559/TV-20170420121538 (**IF= 0.464**)

2. Milosević M., Milosević N., Sedmak S.A., **Tatić U.**, Mitrović N., Hloch S., Jovičić R.: Digital image correlation in analysis of stiffness in local zones of welded joints, Tehnički Vjesnik, Vol. 23, No. 5, pp19-24 , 2016, (ISSN 1330-3651 Online: ISSN 1848-6339) (**IF= 0.464**)

Одлуку доставити: студенту, ментору, Катедри за технологију материјала и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић