

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У НИШУ

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Нишу број 612-751-10/2012, од 05. 12. 2012. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата дипл. инж. маш. Николе М. Витковића, под називом:

### РЕВЕРЗНИ ИНЖЕЊЕРИНГ ХУМАНИХ ДУГИХ КОСТИЈУ НА ОСНОВУ МОРФОМЕТРИЈСКИХ ПАРАМЕТАРА

На основу документације приложене уз пријаву докторске дисертације, као и на основу јавне презентације теме докторске дисертације одржане 13.12.2012. године, биографије кандидата, публикованих научних и стручних радова и квантификације досадашњег научног рада кандидата, чланови Комисије подносе следећи:

#### ИЗВЕШТАЈ

Никола Витковић, дипл. инж. маш., асистент Машинског факултета Универзитета у Нишу, поднео је 27.11.2012. године Одсеку за наставна и студентска питања Машинског факултета у Нишу пријаву и захтев за оцену научне заснованости теме докторске дисертације.

Наведена пријава је формално у складу са одредбама из Члана 27. Правилника о докторским академским студијама Машинског факултета Универзитета у Нишу.

#### 1. ОСНОВНИ БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

##### 1.1. Лични подаци

Кандидат Никола М. Витковић, дипл. инж. маш., асистент Машинског факултета Универзитета у Нишу, рођен је 05.07.1976. године у Лесковцу. Ожењен је, има двоје деце, живи и ради у Нишу.

##### 1.2. Подаци о досадашњем образовању

Кандидат је завршио основну школу "3. Октобар" у Бору и средњу школу техничке струке "Машинско – Електротехничка школа" у Бору, занимање –машински техничар.

Дипломирао је 2001. године на Машинском факултету Универзитета у Нишу на Катедри за **Производно машинство**, са просечном оценом 9,24 у току студија. Дипломски рад на тему "Методe тродимензионалног скенирања физичких објеката" из предмета Моделирање и оптимизација производње одбранио је са оценом 10 (десет).

Последипломске студије на Машинском факултету у Нишу из области **производног машинства** уписао је школске 2001/2002. године. Положио је све испите предвиђене планом и програмом факултета са просечном оценом 10 (десет).

Докторске студије на Машинском факултету у Нишу уписује школске 2007/2008. године. На основу претходно уписаних последипломских студија уписује се на другу годину студија. Положио је све испите предвиђене наставним планом и програмом.

##### 1.3. Професионална каријера

Од фебруара 2002. године је стипендиста Министарства за науку и заштиту животне средине.

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ

Прихваћено	04.02.2013		
Орг. јед.	Број	Пројекат	Вредност
1	612-128/13		

Од јула 2006. године кандидат је запослен на Машинском факултету у Нишу као стручни сарадник ИЦИТ-а.

Кандидат је маја 2007. године изабран у звање Истраживач приправник на Машинском факултету у Нишу.

Кандидат је априла 2009. године изабран у звање Асистента на Машинском факултету у Нишу.

Кандидат је укључен или је био укључен на извођењу вежбања из следећих предмета:

- Информационе технологије у машинству,
- Системи за брзи развој производа,
- Производне технологије,
- Инжењерска информатика,
- Основи програмирања,
- Информациони системи,
- Објектно оријентисано програмирање,
- Основе информационо-комуникационих технологија,
- Информационе технологије 1

У току ангажовања на Машинском факултету учествује на великом броју пројеката, укључујући европске пројекте из FP6 и FP7 оквирног програма као и пројекте технолошког развоја и иновационе пројекте финансиране од стране Министарства за науку. Такође, учествује у великом броју комерцијалних пројеката за реномирана страна предузећа и то у области електронског пословања, конкретно - управљања садржајем, управљања односа са клијентима, и других електронских сервиса.

Учествовао је у извођењу основних и напредних курсева из области управљања пројектима, програмирања у језицима Јава и php и пројектовања помоћу рачунара за потребе привреде, као и за потребе Националне службе за запошљавање. Такође је учествовао у извођењу курсева за стицање основних вештина у раду са оперативним системима и рачунарским апликативним програмима.

## 2. ПРЕГЛЕД И МИШЉЕЊЕ О ДОСАДАШЊЕМ НАУЧНОМ И СТРУЧНОМ РАДУ КАНДИДАТА

Никола Витковић је у својој пријави теме докторске дисертације приложио списак од 23 референце. Кандидат је до сада публиковао 23 рада, од чега 4 рада у међународним часописима са SCI листе, 4 рада у часописима националног и међународног значаја ван SCI листе, 11 радова на међународним конференцијама и 4 рада на скуповима од националног значаја. Током своје професионалне каријере учествовао је у реализацији шест научно-истраживачка пројекта у оквиру Програма технолошког развоја и мултидисциплинарних истраживања, које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Такође, кандидат је учествовао у осам пројеката финансираних од стране Европске комисије. Кандидат је учествовао у изради и реализацији четири техничка решења. Вредновањем приложених референци кандидата утврђена је вредност коефицијената компетентности од 50 поена.

### 2.1 Објављени радови

#### 2.1.1 Радови у часописима међународног значаја (SCI листа)

1.	Zdravković M., Trajanović M., Stojković M., Mišić D., Vitković N., A case of using the Semantic Interoperability Framework for custom orthopedic implants manufacturing, Annual Reviews in Control, vol. 36, br. 2, pp. 318-326, 2012 (M21)
----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.	Stojković M., Milovanović J., Vitković N., Trajanović M., Arsić S., Mitkovic M., Analysis of femoral trochanters morphology based on geometrical model, Journal of scientific & industrial research, vol. 71, br. 3, pp. 210-216, 2012. (M23)
3.	Vitkovic N, Mišić D, Manić M, Trajanović M, Trifunović M, The Fuzzy Expert System for the Selection of Optimal Scanning Method, METALURGIJA INTERNATIONAL, vol. 17 br. 8, pp. 62-66, 2012. (M23)
4.	Stojković M., Milovanović J., Vitković N., Trajanović M., Grujović N., et al., Reverse modeling and solid free-form fabrication of sternum implant, Australasian Physical & Engineering Science in Medicine, Vol. 33, br. 3, pp. 243-250, 2010. (M23)

### 2.1.2 радови у часописима ван SCI листе, часописима националног значаја и зборницима са рецензијом

5.	Trajanović M., Korunović N., Milovanović J., Vitković N., Mitkovic, M., Application of computer models of mitković selfdynabizable internal fixator in rehabilitation of femur traumas, Facta universitatis - series: Mechanical Engineering, 8(1), pp. 27-38., 2010 (M51)
6.	Milovanović J., Trajanović M., Vitković N., Stojković M., Rapid prototyping tehnologije i materijali za izradu implantata, IMK-14 - Istraživanje i razvoj, 15(1-2), str. 23-30, 2009 (M52)
7.	Trajanović M., Mitković M., Vitković N., Milovanović J., Definisanje zahteva aplikacije za planiranje operacija u hirurgiji koštano zglobnog sistema, IMK-14 - Istraživanje i razvoj, 15(1-2), str. 5-11, 2009 (M52)
8.	Zdravković M., Trajanović M., Vitković N., Izazovi SOA-zasnovanih virtuelnih preduzeća, InfoM, 25/2008. (M53)

### 2.1.3 радови саопштени на међународним скуповима

9.	Vitković, N., Veselinović, M., Mišić, D., Manić, M., Trajanović, M., Mitković, M. (2012). Geometrical models of human bones and implants, and their usage in application for preoperative planning in orthopedics, Proceedings of 11th international scientific conference, MMA 2012, Novi Sad, Serbia, pp. 535 - 538, 2012 (M33)
10.	Trajanovic M., Tufegdžic M., Arsic S., Veselinovic M., Vitkovic N., Reverse engineering of the human fibula, Proceedings of 11th international scientific conference, MMA 2012, Novi Sad, Serbia, pp. 527-530, 2012 (M33)
11.	Veselinović M, Vitković N, Stevanović D, Trajanović M, Arsić S, Milovanović J, Stojković M, Study on Creating Human Tibia Geometrical Models, Proceedings of E-Health and Bioengineering Conference, EHB 2011, art. no. 6150345, pp. 195-198, 2011 (M33)
12.	Korunović N., Trajanović M., Stojković M., Vitković N., Trifunović M., Milovanović J., Tire tread modeling for fea, Proceedings of the 34th International conference on production engineering, ICPE 2011, Niš, Serbia, pp. 209-212, 2011 (M33)
13.	Vitković N., Milovanović J., Trajanović M., Korunović N., Stojković M., Manić M., Methods for creating geometrical model of femur anatomical axis, Proceedings of the 34th International conference on production engineering, ICPE 2011, Niš, Serbia, pp. 351-354, 2011 (M33)
14.	Mišić, D., Vitković, N., Stojković, M., Trajanović, M., Zdravković, M., (2011). Resources management in workflow management systems, Proceedings of 34th International conference on production engineering, ICPE 2011, Niš, Serbia, 243-247. M33
15.	Stojković M., Manić M., Trifunović M., Vitković N., Semantic interpretation of the product model features in product quality assessment, Proceedings of 6 <sup>th</sup> International Working Conference - Total Quality Management – Advanced and Intelligent Approaches, IWC TQM 2011, June 6 <sup>th</sup> – 10 <sup>th</sup> , Belgrade, Serbia, pp. 482-485, 2011 (M33)
16.	Vitković N., Trajanović M., Milovanović J., Korunović N., Arsić S., Ilić D., The geometrical models of the human femur and its usage in application for preoperative planning in orthopedics, ICIST 2011, March 7 <sup>th</sup> – 8 <sup>th</sup> , Kopaonik, Serbia, pp. 13-17, 2011 (M33)
17.	Korunović N, Trajanović M., Milovanović J., Stojković M., Vitković N., Bone modelling for structural analysis using FEM, Proceedings - International conference Mechanical Engineering in XXI Century, MASING 2010, Niš, Serbia, pp. 205-209, 2010 (M33)

18.	Trajanovic M., Vitkovic N., Stojkovic M., Manic M., Arsic S., The morphological approach to geometrical modelling of the distal femur, SEECCM 2009, 2nd South-East European Conference on Computational Mechanics, Rhodes, Greece, SE191, 2009 (M33)
19.	M. Stojkovic, M. Trajanovic, N. Vitkovic, J. Milovanovic, Referential Geometrical Entities for Reverse Modeling of Geometry of Femur, Computational Vision and Medical Image Processing – VipIMAGE. Porto, Portugal CRC Press / Balkema, Taylor & Francis Group, Porto, Portugal, pp. 189-195, 2009 (M33)

#### 2.1.4 радови саопштени на националним скуповима

20.	Trajanović M., Vitković H., Trifunović M., Arsić S., Novi pristup u generisanju interpolacionih površina fizičkih objekata, Zbornik radova YUinfo 2009, Kopaonik 2009. (M63)
21.	Zdravković, M., Trajanović, M., Vitković, N., 2008, "Korišćenje WSMO za razvoj semantičkih mreža snabdevanja", Zbornik radova YUinfo 2008, Kopaonik, 2008. (M63)
22.	Zdravković M., Trajanović M., Vitković N., Podrška izvršenju manuelnih aktivnosti u orkestraciji servisno-orijentisane arhitekture, Zbornik radova YUinfo 2007, Kopaonik, 2007 (M63)
23.	Trajanović M., Vitković N., Upotreba tehnika reverzibilnog inženjerstva na primeru kašike varalice, Zbornik radova YUinfo 2006, Kopaonik, 2006 (M63)

#### 2.2. Учешће у реализацији пројекта

<b><u>НАЦИОНАЛНИ ПРОЈЕКТИ</u></b>	
1.	Виртуелни коштано зглобни систем човека и његова примена у клиничкој и претклиничкој пракси, Министарство просвете и науке Републике Србије (III41017). Кандидат је укључен на развоју метода усмерених ка креирању геометријских модела хуманих костију. <a href="http://vihos.masfak.ni.ac.rs">http://vihos.masfak.ni.ac.rs</a> . Позиција на пројекту: асистент.
2.	Примена рачунарски подржаних технологија у хирургији коштано зглобног система – TP12012, 2008-2010. Министарство за науку и технолошки развој. Кандидат је укључен у развој параметарског модела коштаног система (фемура), као и у развоју апликације за симулацију операције. Позиција на пројекту: асистент
3.	Планирање терминирање и адаптивбилно управљање производним процесима, Министарство науке и заштите животне средине, Машински факултет у нишу (TP-6215A). Кандидат је учествовао на пројекту као пројектант и извођач информационог система. Позиција на пројекту: истраживач-приправник.
4.	Линија за аутоматизовану припрему електро-контаката, Министарство науке и заштите животне средине, Машински факултет у нишу (ПТР-2092.Б). Кандидат је учествовао на пројекту као члан тима за развој елемената линије. Позиција на пројекту: истраживач-приправник.
5.	Webcat - интерактивни web каталог модела производа, Министарство за науку, технологију и развој Републике Србије, Машински факултет у Нишу (TP0236), 2002.-2003. Кандидат је радио на развоју и управљању веб садржаја. Позиција на пројекту: истраживач-приправник.
6.	Рачунарски подржан развој аутомобилских пнеуматика, Министарство за науку, технологију и развој Републике Србије, Машински факултет у Нишу (TP0231), 2002.-2004. . Кандидат је радио на развоју и анализи нових начина развоја модела рачунарских пнеуматика. Позиција на пројекту: истраживач-приправник.
<b><u>ЕВРОПСКИ ПРОЈЕКТИ</u></b>	
1.	WeB-InUnion - Bringing Western Balkans closer to Innovation Union: An example of EURAXESS Regional Collaboration, Европска комисија, 2012-2014, Grant agreement no: 324311. Активности: истраживање и развој програмских апликација. Позиција на пројекту: истраживач.

2.	Enhancing The Outreach and Effectiveness of the EURAXESS Network Partners. EURAXESS T.O.P II, EU-FP7-PEOPLE-2011-EURAXESS-II, Европска комисија, 2012-2014, Grant agreement number 295345. Активности: истраживање и развој програмских апликација. Позиција на пројекту: истраживач.
3.	JoRIEW - Improving capacity of Jordanian Research in Integrated Renewable Energy and Water supply, EU-FP7-INCO-2010-6, Европска комисија, 2010-2012, Grant agreement number 266579. Активности: истраживање и развој програмских апликација. Позиција на пројекту: истраживач.
4.	EURAXESS T.O.P. - Enhancing The Outreach and Effectiveness of the Partners in the EURAXESS Services Network, EU-FP7, Европска комисија, 2010-2011, Grant agreement number 249143. Активности: истраживање и развој програмских апликација. Позиција на пројекту: истраживач
5.	I-SEEMob - Inter-sectoral Mobility of Researchers in South-Eastern Europe, EU-FP7, Европска комисија, 2009 – 2011, Grant agreement number: 234629. Активности: истраживање и развој програмских апликација. Позиција на пројекту: истраживач.
6.	„SER-MORE“ - Development of Serbian Network of Mobility Centers, Европска комисија, FP7 ПРОЈЕКАТ, 2008.-2010. Пројекат реализован на националном нивоу, а усмерен је ка формирање националне мреже мобилности истраживача. <a href="http://www.mobilnost.rs/">http://www.mobilnost.rs/</a> . Активности: истраживање и развој програмских апликација. Позиција на пројекту: истраживач.
7.	„WEB-MOB“ - Development of researchers mobility policy guidelines for the region of Western Balkans, FP6 ПРОЈЕКАТ, Европска комисија, 2005.-2006. Пројекат реализован у сарадњи са земљама западног Балкана, а циљ је отклањање препрека мобилности истраживача унутар региона и Европе. <a href="http://webmob.masfak.ni.ac.rs/">http://webmob.masfak.ni.ac.rs/</a> . Активности: истраживање и развој програмских апликација. Позиција на пројекту: истраживач.
8.	„WEB-ENV“ - Development of environmental guidelines for the region of Western Balkans, FP6 ПРОЈЕКАТ, Европска комисија, 2005.-2007. Пројекат реализован путем сарадње земаља западног Балкана, а односи се на смернице за решавање проблема заштите животне средине, као и праћење стања животне средине у појединим земљама преко одговарајућих индикатора. <a href="http://webenv.masfak.ni.ac.rs/">http://webenv.masfak.ni.ac.rs/</a> . Активности: истраживање и развој програмских апликација. Позиција на пројекту: истраживач.

### 2.3. Техничка Решења

1.	<p><b>Кастомизовани имплантат стернума</b></p> <p>Руководилац пројекта: Проф. др Мирослав Трајановић</p> <p>Одговорно лице: Проф. др Ненад Грујовић</p> <p>Аутори: Проф. др Ненад Грујовић, дипл.инж, Доц. др мед. Слободан Милисављевић, Проф. др Мирослав Трајановић, дипл.инж., Владимир Миливојевић, дипл.инж., мр Милош Стојковић, дипл.инж., мр Јелена Миловановић, дипл.инж., Никола Витковић, дипл.инж, Драган Главоњић, дипл.инж.</p> <p>Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја TR-12012 Примена рачунарски подржаних технологија у хирургији коштано зглобног система</p> <p>Година: 2008. – 2010.</p> <p>Примена: Април 2009.</p>
2.	<p><b>Апликација за планирање ортопедских операција</b></p> <p>Руководилац пројекта: Проф. др Мирослав Трајановић</p> <p>Одговорно лице: Проф. др Мирослав Трајановић</p> <p>Аутори: др Мирослав Трајановић, др Миодраг Манић, Никола Витковић, мр Јелена Миловановић, мр Никола Корунковић</p> <p>Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја TR-12012 Примена рачунарски подржаних технологија у хирургији коштано зглобног система</p> <p>Година: 2008. – 2010.</p> <p>Примена: Јануар 2010.</p>

3.	<p><b>Технологија реверзног инжењеринга фемура</b>  Руководилац пројекта: Проф. др Мирослав Трајановић  Одговорно лице: Проф. др Мирослав Трајановић  Аутори: Проф. др Мирослав Трајановић, мр Милош Стојковић, мр Јелена Миловановић, Никола Витковић, мр Никола Коруновић  Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја TP-12012 Примена рачунарски подржаних технологија у хирургији коштано зглобног система  Година: 2008. – 2010.  Примена: Април 2009.</p>
4.	<p><b>Систем за пројектовање ТЕХНОЛОШКИХ ПОСТУПАКА ИЗРАДЕ производа и услуга - ТЕПОСТ</b>  Руководилац пројекта: Проф. др Мирослав Трајановић  Одговорно лице: Проф. др Мирослав Трајановић  Аутори: Проф. др Миодраг Манић, Машински факултет Ниш, др Драган Мишић, Машински факултет Ниш, мр Милош Стојковић, Машински факултет Ниш, мр Никола Коруновић, Машински факултет Ниш, Милан Трифуновић, Машински факултет Ниш, Никола Витковић, Машински факултет Ниш  Година: 2005. – 2010.  Примена: 2008 - тренутно.</p>

### 3. ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Предмет истраживања

Данас се у свету, а и код нас, развијају нове и унапређују постојеће методе креирања геометријских модела хуманих костију, ради конструисања што квалитетнијих модела у анатомском и геометријском смислу. У основи, све методе као улазне податке користе медицинске слике из различитих извора, како дводимензионалних (рендген, ултразвук, итд.), тако и волуметријских (СТ, MRI). Над таквим подацима се могу вршити различите врсте обрада, а као резултат се добијају адекватни модели хуманих костију. За обраду медицинских слика могу се користити специјализовани комерцијални софтверски пакети који омогућавају 3D визуелизацију хуманог тела од костију до ткива, али је њихова цена изузетно висока. Типичан пример оваквог софтвера је Materialise Mimics који је намењен сегментацији медицинских слика (СТ, MRI, Ултразвук, и други) у циљу креирања прецизних 3D анатомских модела људског организма. Други пример је Vitrea софтвер који омогућава креирање 2D и 3D анатомских модела људског организма од података добијених са СТ или MRI скенера. 3D модели креирани датим софтверским решењима се могу употребити за CAD, производњу костију (дела костију) адитивним технологијама (енг. Rapid Prototyping - RP), планирање ортопедских операција и друго. Као алтернатива комерцијалним софтверским решењима појављују се апликације отвореног кода које нуде мањи обим могућности или су уско специјализоване за одређену анатомску регију, али су зато бесплатне и пружају могућност надоградње према сопственим потребама. Пример програмског оквира за креирање апликација које раде са сликама у DICOM стандарду (енг. Digital Imaging and Communications in Medicine) је ClearCanvas. Оваква решења се често развијају у научним установама, као резултат примене научних истраживања.

Заједничка карактеристика описаних софтверских пакета јесте да они нуде одговарајући вид визуелизације медицинских информација у виду 2D или 3D геометријских модела хуманог скелета и меког ткива. Ортопедски хирурзи на основу приказаних модела могу да детектују проблем (оболелу кост, фрактуру и слично) и одреде одговарајућу терапију за датог пацијента. Такође, постоји и могућност манипулације са остеофиксационим (остеосинтетским) материјалом и одређивање потребног фиксатора за одређену кост и тип прелома, односно може се извршити планирање и припрема оперативног захвата.

За ортопедске хирурге правилна припрема оперативних захвата представља елемент од великог значаја који у многome може да утиче на исход операције, као и на време опоравка пацијента. Уколико су геометријски модели хуманих костију анатомски исправнији и геометријски прецизнији (квалитетнији), то ће и припрема операцији бити успешнија. Квалитетни модели костију се могу добити употребом волуметријских скенера и наведени софтверски пакети углавном и раде са подацима добијених са тих медицинских уређаја.

Приликом креирања модела костију на основу података добијених са медицинских скенера могу се издвојити два изражена случаја (проблема) која онемогућавају њихово правилно формирање. Оба случаја су везана за непотпуне податке о топологији и геометрији хумане кости, с тим да је разлог недостатка података различит.

У првом случају волуметријски скенери нису доступни, или се не могу употребити због одређених разлога, а они могу бити: пацијент се не сме зрачити високом количином зрачења, неисправан уређај, метални имплантати у пацијенту и слично. У таквим случајевима се приступа снимању употребом других уређаја као што су рендген или ређе ултразвук (који даје слику са знатно мањом резолуцијом). Као излаз из таквог процеса добија се једна или евентуално две 2D слике (ако је апарат дигиталан) или филм ако се користи аналогни рендген апарат. Визуелизација тако добијених података је знатно тежа, јер 3D модел пружа далеко више геометријско/морфолошких информација у односу на једну или две 2D слике. Тако добијене слике нису довољно добар извор информација за CAOS. Због тога се данас у свету развијају методе које на основу 2D слика омогућавају креирање 3D геометријских модела костију.

Други случај се односи на немогућност креирања снимка комплетне кости. Овај случај није везан за аквизицију података о костима са медицинских слика, већ је условљен медицинским стањем пацијента. Такви случајеви су на пример: вишеструке фрактуре кости, остеопороза, разна друга акутна и хронична стања и слично. На основу парцијалног снимка кости хирург није у могућности да на правилан начин планира процедуру оперативног захвата, већ се припрема операције углавном заснива на његовом искуству.

Метод који би омогућио креирање комплетног геометријског модела кости на основу непотпуних података (без обзира на извор недостатка података) би у многome допринео процесу припреме и планирања ортопедских операција, као и процесу контроле постоперативног тока. Ортопедски хирурзи (ортопеди) би добили могућност рада са комплетним моделом кости, чиме се квалитет оперативног захвата подиже на виши ниво због: једноставнијег процеса припреме за постављање остеофиксационог материјала, прецизнијег одређивања правилних димензија и облика имплантата и обраде вишеструких фрактура - лакше склапање делова кости јер је познат њен коначан облик, и слично.

Предмет истраживања у оквиру дисертације су методе реверзног инжењеринга које се могу применити за добијање 3D геометријског модела хуманих дугих костију и у условима када не постоји волуметријски снимак комплетне кости.

Различите примене геометријског модела захтевају да се поред геометријских ентитета познају и анатомски ентитети костију (анатомске ознаке, регије). Из тог разлога потребно је направити чврсту корелацију између геометријских и анатомских ентитета одређене хумане кости. Класичне методе CAD моделирања могу бити примењене и за креирање геометријских модела хуманих костију, при чему треба обратити посебну пажњу на поштовање тополошких и анатомских карактеристика. Геометријски модели креирани на овај начин се могу применити у: анализи методом коначних елемената, преоперативном планирању, изради анатомски прилагођених имплантата и слично.

Ова докторска дисертација обухвата више праваца истраживања, па самим тим и различите методе истраживања. Генерално, методе примењене у овом истраживању би обухватиле: методе геометријског моделирања примењене у техници и медицини, статистичке методе обраде података, параметарско моделирање, методе везане за примену рачунарске графике и визуелизације у медицини и техници, методе везане за тестирање креираних геометријских модела кроз адекватна софтверска решења.

### 3.2. Научни циљ докторске дисертације

Основни циљ истраживања је конципирати и реализовати такву методу геометријског моделирања хуманих костију која би требало да омогући креирање анатомски коректних, геометријски прецизних и тополошко/морфолошки тачних 3D модела костију и у условима непотпуних података, при чему добијени модел садржи и везу између геометријских и анатомских ентитета.

### 3.3. Научни доприноси дисертације

Сагледавајући изложене циљеве, као и методе истраживања, може се закључити да би основни научни доприноси презентованог истраживања били следећи:

- Побољшане методе геометријског моделирања хуманих костију
- Параметарско моделирање хуманих дугих костију, као и методе за њихово креирање
- Метод за генерисање 3D модела кости специфичног пацијента у условима недостајућих података
- Побољшање процеса планирања и припреме ортопедских захвата, а самим тим и њиховог квалитета.

Истраживања би се спровела на креирању геометријских модела фемура и тибије, и на основу тога би се извели општи принципи и методологија креирања геометријских модела осталих костију.

### 3.4. Оквирни садржај докторске дисертације

1. Увод
2. Преглед стања истраживања и индентификација подручја истраживања
3. Теоријске основе на којима је базирано истраживање
  - 3.1 Рачунарска графика и примена у CAD-у и медицини
  - 3.2 Теоријске основе слободних форми
  - 3.3 Принципи геометријског моделирања слободних форми
  - 3.4 Статистичке методе обраде вишеструких улазних података
  - 3.5 Анатомија хуманих дугих костију
4. Референцијални геометријски ентитети - RGE
5. Геометријски модели хуманих дугих костију базираних на RGE
  - 10.1 Полигонални, површински и запремински модел
  - 10.2 Параметарски модел
  - 10.3 Модел за примену у анализи методом коначних елемената
6. Параметарски модел фемура и тибије
7. Примена геометријских модела
  - 12.1 Симулација ортопедских операција
  - 12.2 Анализа методом коначних елемената
  - 12.3 Производња адитивним технологијама
8. Закључна разматрања и анализа могућих даљих праваца истраживања
9. Литература



#### 4. ПРЕДЛОГ МЕНТОРА

Комисија за потенцијалног ментора пријављене докторске дисертације предлаже др Мирослава Трајановића редовног професора Машинског факултета Универзитета у Нишу. Предложени ментор је руководио пројекта "ВИРТУЕЛНИ КОШТАНО ЗГЛОБНИ СИСТЕМ ЧОВЕКА И ЊЕГОВА ПРИМЕНА У ПРЕТКЛИНИЧКОЈ И КЛИНИЧКОЈ ПРАКСИ" у оквиру кога се реализује пријављена дисертација. Пројекат је финансиран од стране Министарства просвете и науке Републике Србије. У наредној табели су приказани радови потенцијалног ментора објављени у последњих пет година у међународним часописима са SCI листе.

1.	Vitković N., Milovanović J., Trajanović M., Korunović N., Stojković M., Manić M., Different Approaches for the Creation of Femur Anatomical Axis and Femur Shaft Geometrical Models, <i>Strojarstvo: časopis za teoriju i praksu u strojarstvu</i> , vol. 54, br. 3, pp. 247-255, 2012, (M23)
2.	Zdravković M., Trajanović M., Stojković M., Mišić D., Vitković N., A case of using the Semantic Interoperability Framework for custom orthopedic implants manufacturing, <i>Annual Reviews in Control</i> , vol. 36, br. 2, pp. 318-326, 2012 (M21)
3.	Stojković M., Milovanović J., Vitković N., Trajanović M., Arsić S., Mitkovic M., Analysis of femoral trochanters morphology based on geometrical model, <i>Journal of scientific &amp; industrial research</i> , vol. 71, br. 3, pp. 210-216, 2012. (M23)
4.	Vitkovic N, Mišić D, Manić M, Trajanović M, Trifunović M, The Fuzzy Expert System for the Selection of Optimal Scanning Method, <i>METALURGIJA INTERNATIONAL</i> , vol. 17 br. 8, pp. 62-66, 2012. (M23)
5.	Stojković M., Milovanović J., Vitković N., Trajanović M., Grujović N., et al., Reverse modeling and solid free-form fabrication of sternum implant, <i>Australasian Physical &amp; Engineering Science in Medicine</i> , Vol. 33, br. 3, pp. 243-250, 2010. (M23)
6.	Randjelovic S., Manic M., Trajanovic M., Milutinovic M., Movrin D., The impact of die angle on tool loading in the process of cold extruding steel, <i>Materials and technology</i> , 46 (2012) 2, pp 149–154, ISSN: 1580-2949 (M23)
7.	Zdravković M., Panetto H., Trajanović M., Aubry A., An Approach for Formalizing the Supply Chain Operations, <i>Enterprise Information System</i> , vol. 5, br. 4, Taylor & Francis Group, pp. 401-421, DOI:10.1080/17517575.2011.593104, 2011. (M21)
8.	Korunović N., Trajanović M., Stojković M., Mišić D., Milovanović J., Finite Element Analysis of a Tire Steady Rolling on the Drum and Comparison with Experiment, <i>Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering</i> , 57(2011)12, 888-897, DOI: 10.5545/sv-jme.2011.124 (M23)
9.	Zdravković M., Trajanović M., Integrated Product Ontologies for Inter-Organizational Networks, <i>Computer Science and Information Systems (ComSIS)</i> , vol. 6, br. 2, pp. 29 – 46, UDC 004.72, DOI: 10.2298/csis0902029Z, 2009. (M24)
10.	Milovanovic J., Stojkovic M., Trajanovic M., "Rapid Tooling of Tyre Tread Ring Mould Using Direct Metal Laser Sintering", <i>JSIR-Journal of Scientific Industrial Research</i> , Vol.68, br. 12, pp 1038-1042, <a href="http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/6736">http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/6736</a> , ISSN: 0975-1084 (Online), ISSN: 0022-4456. 2009. (M23)

Потенцијални ментор је био ангажован на више домаћих и међународних пројеката као руководио пројекта, а који су наведени у референцама кандидата - поглавље 2.2: Домаћи пројекти - 1.,2.,4.-6. и Европски пројекти од 1.-8.

На основу приказаних референци комисија сматра да др Мирослав Трајановић редовни професор Машинског факултета Универзитета У Нишу испуњава све услове дефинисане у Правилнику о стандардима и поступку за акредитацију високошколских установа и студијских програма из 2006. године за ментора предложене докторске дисертације.

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу напред наведене анализе научне заснованости теме докторске дисертације и досадашњих постигнутих резултата кандидата, чланови Комисије закључују следеће:

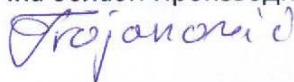
- Кандидат Никола Витковић, дипл. инж. маш., формално испуњава све предвиђене услове Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу, Статутом Машинског факултета Универзитета у Нишу и Правилником о докторским студијама Машинског факултета у Нишу за стицање права на пријаву теме и израду докторске дисертације.
- Кандидат је својим досадашњим стручним и научно-истраживачким радом испољио способност да се самостално бави научним истраживањем.
- Кандидат је успешно образложио тему пред члановима комисије.
- Предложена тема „Реверзни инжењеринг хуманих дугих костију на основу морфометријских параметара” јесте научно заснована, с тим да комисија предлаже измену радног назива теме и предлаже следећи радни назив: „Реверзни инжењеринг дугих костију човека заснован на морфометријским параметрима”.
- Истраживања кандидата у области предложене теме већ су дала оригиналне резултате који су публиковани или су прихваћени за штампу у часописима међународног значаја.
- Досадашњи научно-истраживачки рад кандидата указује на способност кандидата да предложена истраживања успешно реализује у виду оригиналног рада нивоа докторске дисертације.
- За ментора предлаже др Мирослава Трајановића редовног професора Машинског факултета Универзитета у Нишу.

На основу претходно изложеног, чланови Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације предлажу Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу да Николи Витковићу, дипл. инж. маш. асистенту Машинског факултета Универзитета у Нишу, одобри израду докторске дисертације под радним називом: „Реверзни инжењеринг дугих костију човека заснован на морфометријским параметрима ”

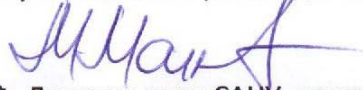
У Нишу,  
фебруар 2013. године

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Мирослав Трајановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу  
(ужа научна област: Производни системи и технологије)



Др Миодраг Манић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу  
(ужа научна област: Производни системи и технологије)



Др Милорад Митковић, Дописни члан САНУ, редовни професор Медицинског факултета Универзитета у Нишу (ужа научна област: Хирургија са ратном хирургијом - Ортопедија и трауматологија )



Др Стојанка Арсић, ванредни професор Медицинског факултета Универзитета у Нишу  
(ужа научна област: Анатомија/неуронауке)



Др Љиљана Радовић, ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу  
(ужа научна област: Математика и информатика)

