

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

Предмет: Извештај Комисије за оцену писаног дела и усмену јавну одбрану докторске дисертације кандидата Сузана Р. Петровић Савић, дипл. маш. инж.

Одлуком Већа за техничко – технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, број IV-04-433/17 од 15. 06. 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Сузана Р. Петровић Савић, дипл. маш. инж. под насловом:

"ИДЕНТИФИКАЦИЈА, АНАЛИЗА И КЛАСИФИКАЦИЈА КРЕТАЊА ЗГЛОБА КОЛЕНА"

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја о подобности кандидата и теме за докторску дисертацију, која је одобрена за израду одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, бр. 01-1/1305-15 од 23. 04. 2015. године под менторством Проф. Др Горана Девеџића, ред. проф., а на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области

Докторска дисертација кандидата Сузана Р. Петровић Савић, дипл. маш. инж., под насловом "Идентификација, анализа и класификација кретања зглоба колена", представља резултат интердисциплинарног научноистраживачког рада кандидата у актуелној научној области развоја и примене неинвазивних метода за дијагностику у домену могуће оштећености/обољења зглоба колена.

Кандидат је извршио критичку анализу и систематизацију постојећих знања, искустава и научних резултата компетентних истраживача у области истраживања ове докторске дисертације, који су објављени у водећим међународним часописима. На основу спроведене анализе, предности и недостатака, до сада коришћених приступа у овој области, метода и модела, кандидат је дефинисао предмет, хипотезе и циљ сопствених истраживања и извршио бројна експериментална испитивања кретања здравих и оштећених зглобова колена.

Суштински допринос овог доктората односи се на анализу примене оптичких и видео система за снимање кретања, развој математичког модела за одређивање промене идентификованих параметара кретања зглоба колена током једног циклуса хода, као и развој модела за предикцију могуће оштећености зглоба колена и развој модела за класификацију образаца идентификованих параметара кретања зглоба колена током једног циклуса хода. Примена описаних алгоритама и модела доприноси бржој и објективнијој дијагностици и значајно унапређује постојеће методе у раду са пацијентима.

Данас, у свету, се поклања велика пажња неинвазивним методима истраживања и развоју нових техника и методологија за што брже и једноставније детерминисање оштећења зглобова. Оштећење/обољење зглоба колена може утицати на више различитих структура унутар зглоба, као и на друге зглобове који учествују у ходу значајно мењајући образац хода. Досадашња испитивања могуће оштећености, односно процена степена обољења зглоба колена пацијената се заснивају на индивидуалном утиску лекара, односно излагању штетном зрачењу пацијената.

Резултати добијени током истраживања у оквиру израде докторске дисертације пружају релевантне податке и вредне информације о утицају различитих параметара на кретање зглоба колена.

Због свега наведеног, Комисија сматра да спроведена анализа и развијени математички и интелигентни модели имају велики потенцијал и могу допринети већој и значајнијој практичној примени у решавању реалних проблема.

2. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Сузана Р. Петровић Савић, дипл. маш. инж., под насловом **"Идентификација, анализа и класификација кретања зглоба колена"**, представља резултат оригиналног научног рада. Обрађена тема је веома актуелна и значајна за развој науке у области експерименталних испитивања, примене и развоја неинвазивних метода за дијагностику. Кандидат је стекао велико искуство у извођењу експерименталних испитивања. Извршена је свеобухватна и критичка анализа бројних научних радова публикованих у врхунским међународним часописима, а односе се на проблем разматран у овој дисертацији.

Оригиналност научног рада, истраживања и резултата остварених у оквиру ове дисертације огледа се, између осталог, и у следећим елементима:

- Дефинисана је методологија и протокол испитивања здравих испитаника и пацијената са различитим оштећењима/обољењима зглоба колена у зависности од коришћене опреме;
- На основу идентификованих параметара кретања зглоба колена, кандидат је креирао математички модел кретања зглоба колена и анализирани су промене унутар зглоба које се јављају током различитих периода циклуса хода за здраве испитанике и пацијенте;
- Статистичким тестовима су утврђене значајне промене појединих параметара кретања у одређеним периодима циклуса хода;
- Креиран је модел за предикцију могуће оштећености предњег, односно задњег укрштеног лигамента на бази логистичке регресије, који се заснива на примени уређених парова параметара за које је утврђено да значајно мењају свој образац

при оштећености поменутих лигамената (антериорно – постериорна транслација и интерно – екстерна ротација);

- Креирани су модели за класификацију образаца параметара кретања који су показали значајну промену у оштећености предњег, односно задњег укрштеног лигамента, као и у дегенеративном обољењу зглоба колена (антериорно – постериорна транслација, интерно – екстерна ротација и флексија – екстензија зглоба колена) применом директне неуронске мреже са алгоритмом пропагације грешке уназад; и
- Дијагностичким тестовима је показана поузданост и тачност креираних модела.

3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одговарајућој научној области

Сузана Р. Петровић Савић, дипл. маш. инж. рођена је 28. децембра 1983. године у Крагујевцу, СФРЈ, где и данас живи.

Сузана Р. Петровић Савић, дипл. маш. инж. је основно образовање стекла у школи „Трећи крагујевачки батаљон“ у Крагујевцу као одличан ученик. Средњу Техничку школу за машинство и саобраћај у Крагујевцу (образовни смер Машински техничар за компјутерско конструисање) завршила је школске 2001./2002. године са одличним успехом.

Школске 2002./2003. године уписује се као редовни студент основних студија Машинског факултета у Крагујевцу. Дипломирала је 2009. године са просечном оценом 8.48 на смеру за Производно машинство. Дипломски рад из области Интелигентних система одбранила је 4. децембра 2009. године са оценом 10. Тема дипломског рада је „Примена САД информационих система“, чији је ментор Др Горан Девецић, ред. проф.

На докторске академске студије уписала се 9. децембра 2009. године.

Од почетка студија активно учествује у раду Центра за интегрисани развој производа и процеса и интелигентне системе (ЦИРПИС) на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу.

У току апсолвентског стажа и сада у току докторских студија, изводила је део наставе из следећих предмета:

- Рачунарско пројектовање технологије,
- CAD/CAM технологије,
- CNC технологије,
- Интелигентни системи,
- Машински материјали,
- Производне технологије,
- Инжењерски алати (1),
- Машински елементи,
- CAD/CAM/CAE 2, и
- CAD/CAM/CAE.

Сузана Р. Петровић Савић, као аутор или коаутор, објавила је преко двадесет радова и саопштења у научним часописима са рецензијом, као и у зборницима радова са домаћих и међународних научно-стручних скупова. Два рада објављена су у часописима са SCI листе, 1 рад категорије M22 и 1 рад категорије M23. Коаутор је једне збирке задатака и једног поглавља у књизи. Од значајнијих научних радова наводе се следећи:

Рад у истакнутом међународном часопису (M22)

1. Matic A., **Petrović Savić S.**, Ristić B., Stevanović V.B., Devedžić G.: *Infrared assessment of knee instability in ACL deficient patients*, International Orthopaedics, Vol. 40, No. 2, pp. 385-391, ISSN 0341-2695 (Print) 1432-5195 (Online), Doi: 10.1007/s00264-015-2839-y, 2016.

Рад у међународном часопису (M23)

1. Filipović N., Isailovic V., Nikolić D., Peulić A., Mijailović N., **Petrović S.**, Ćuković S., Vulović R., Matic A., Zdravković N., Devedžić G., Ristić B.: *Biomechanical Modeling of Knee for Specific Patients with Chronic Anterior Cruciate Ligament Injury*, Computer Science and Information Systems/ComSIS, Vol. 10, No. 1, pp: 525-545, ISSN 1820 – 0214, Doi: 10.2298/CSIS120531014F, 2013.

Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком (M24)

1. **Petrović Savić S.**, Adamović D., Devedžić G., Ristić B., Matic A.: *Contact stress generation on the UHMWPE tibial insert*, Tribology in Industry, Vol. 36, No.4, pp: 354 -360, ISSN 0354-8996, 2014.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. Devedžić G., Ćuković S., Ristić B., **Petrović S.**, Fiorentino M., Luković T.: *Combined Registration of Human Musculoskeletal System*, 34th International Conference on Production Engineering, Niš, Serbia, pp. 189-192, 28– 30 September 2011, ISBN 978-86-6055-019-6
2. **Petrović S.**, Erić M., Devedžić G., Manić M., Ćuković S., Ćirović M.: *Collaboration and Communication in Integrated System of Digital Manufacturing*, 34th International Conference on Production Engineering, Niš, Serbia, pp. 235-238, 28– 30 September 2011, ISBN 978-86-6055-019-6
3. Devedžić G., **Petrović S.**, Ćuković S., Ristić B., Jovanović Z., Ćirović M.: *Towards Digital Template for Artificial Hip Implants Selection*, 34th International Conference on Production Engineering, Niš, Serbia, pp. 347-350, 28– 30 September 2011, ISBN 978-86-6055-019-6
4. **Petrović S.**, Matic A., Devedžić G., Ristić B., Ćuković S.: *Differences in tibial rotation and translation in ACL deficient and healthy knees*, 11th International Scientific Conference MMA 2012 – Advanced Production Technologies, Novi Sad, Serbia, 20-21 September 2012, ISBN 978-86-7892-429-3
5. **Petrović S.**, Devedžić G., Ristić B., Matic A., Stojanović R.: *Foot pressure distribution and contact duration pattern during walking at self – selected speed in young adults*, 2013 2nd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, pp: 172 – 175, 15-20 June 2013, ISSN 1800 – 993X, Doi: 10.1109/MECO.2013.6601248
6. Devedžić G., Bundalo Z., Stojanović R., Shepherd D., **Petrović S.**, Stanković A., Ćuković S.: *Developing Curriculum in Bioengineering and Medical Informatics at*

Western Balkan Universities, 2013 2nd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), 16-20 June 2013, Budva, Montenegro, pp: 274 – 279, ISSN 1800-993X, doi: 10.1109/MECO.2013.6601377

7. **Petrović Savić S.**, Adamović D., Devedžić G., Ristić B., Matic A.: *Influence Of The Material Type, Flexion Degree And Axial Compressive Loads On Contact Stress Generation On The Tibial Insert Of The Total Knee Endoprosthesis*, 35th International Conference on Production Engineering, 25 -28 September 2013, Kraljevo - Kopaonik, Serbia, pp. 293 - 296, ISBN 978 – 86 – 82631 – 69 – 9
8. Blagojević M., Božović M., **Petrović S.**, Milošević D., Devedžić G.: *An Approach To Modeling Medical Information Systems*, 1 – 3 Jun 2012, 4th International Conference, Technical faculty Čačak, Srbija, pp: 588 - 594, ISBN 978 – 86 - 7776 – 139 – 4
9. **Petrović Savić S.**, Devedžić G., Ristić B., Matic A., Prodanović N., *Gait Parameter Identification Using Video Tracking – Case Study*, 2015 IEEE 15th International Conference on BioInformatics and BioEngineering, 2 – 4 November 2015, Belgrade, Serbia, pg(s): 1 - 5, Doi: 10.1109/BIBE.2015.7367725

Рад у водећем часопису националног значаја (M51)

1. Prodanović N. Ristić B., Matic A., **Petrović Savić S.**, Devedžić G.: *Gait analysis of patients following totalcondylar knee arthroplasty*, Acta chirurgica Iugoslavica, Vol. 62, No. 1, pp: 27-31, 2015, ISSN: 0354-950X (Print) 2406-0887 (Online), Doi: 10.2298/ACI1501027P

Рад у часопису националног значаја (M52)

1. Matic A., Ristic B., Devedzic G., Filipovic N., **Petrovic S.**, Mijailovic N., Cukovic S.: *Gait analysis in patients with chronic anterior cruciate ligament injury*, Serbian Journal of Experimental and Clinical Research, Vol 13, No.2, pp: 49 – 54, 2012, ISSN 1820 – 8665, Doi: 10.5937/sjecr13-1614
2. **Petrović S.**, Matic A., Devedžić G., Ristić B., Čuković S.: *Differences in tibial rotation and translation in ACL deficient and healthy knees*, Journal of Production Engineering, Vol 16., No.1, pp: 73 – 76, 2013, ISSN 1821 – 4932

Уџбеници:

1. Девеџић Г., Ћуковић С., **Петровић С.**, Максић Ј.: *3D моделирање производа – методичка збирка задатака*, Машински факултет у Крагујевцу, ЦИРПИС центар, Крагујевац, 2009. ISBN 978 – 86 – 86663 – 45 – 0
2. Девеџић Г.: *CAD/CAM технологије*, ЦИРПИС центар, Машински факултет, Крагујевац, 2009., ISBN 978-86-86663-40-5. (коаутор поглавља: 5. Knowledgeware технологије (Г. Девеџић, С. Ћуковић, **С. Петровић**))

Учешће на домаћим и међународним научно – истраживачким пројектима

1. „Примена биомедицинског инжењеринга у претклиничкој и клиничкој пракси“, руководилац Проф. Др Ненад Филиповић, потпројекат „Биомеханика“, руководилац Проф. Др Горан Девеџић, Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије, ИИИ-41007
2. 530423 – TEMPUS – 1 -2012 – 1- UK – TEMPUS – JPCR (2012 – 3032/001 – 001) “Studies In Bioengineering and Medical Informatics – BioEMIS“, Универзитет у Крагујевцу/Факултет инжењерских, руководилац Проф. Др Горан Девеџић

3. ЈП 20 – 10 Лабораторија за компјутерску анализу кретања „GaitLab“, руководилац Проф. Др Бранко Ристић, спец. орт, Факултет медицинских наука у Крагујевцу

4. Оцена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидата Сузана Р. Петровић Савић, дипл. маш. инж., под насловом **"Идентификација, анализа и класификација кретања зглоба колена"**, усклађена је по обиму и садржају теми одобреној од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука и Стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу.

Резултати истраживања су у писаном делу докторске дисертације изложени на укупно 183 стране. Дисертација садржи 103 слике и 23 табеле. Рад чини девет тематских целина, односно поглавља, тако разврстаних да буду међусобно повезана, да представљају једну конзистентну целину. Сходно томе, наведена поглавља су сложена према следећем редоследу:

1. Увод;
2. Преглед литературе;
3. Основне структуре и кретања зглоба колена;
4. Методи машинске визије и уређаји за аквизицију података;
5. Експеримент;
6. Математички модел зглоба колена;
7. Класификација применом метода машинског учења;
8. Дискусија резултата;
9. Закључна разматрања; и

Литература.

У првом поглављу су дата уводна разматрања, хипотезе докторске дисертације и представљени су циљеви и методе које ће бити примењене у истраживању.

У поглављу 2 дат је историјски развој анализе локомоторног система људи. Први радови у овој области примећени су још у време старих Грка. Иако су, можда, садржали низ грешака, представљали су добру основу за развој ове области. Такође, извршен је и преглед литературе у подручју истраживања. Овај део прегледа литературе се односи на тренутно заступљене системе за анализу кретања, примену забележеног кретања у клиничким апликацијама и примену метода машинске визије и машинског учења при анализи образаца кретања.

Да би се идентификовала сва могућа кретања која се јављају у зглобу колена, неопходно је упознати се са основним структурама које чине овај зглоб и њиховом функцијом. Томе је посвећено Поглавље 3. У овом поглављу су описани и механички принципи који дефинишу основна кретања, а могу помоћи при опису и схватању кретања која се јављају у зглобу колена. Посебан акценат је стављен на translацију, ротацију, клизање и котрљање.

За дефиницију кретања зглоба колена неопходно је прикупити податке на основу којих је могуће описати кретање, чему је и посвећено поглавље 4. Подаци су прикупљени применом оптичких и видео камера. Такође, дат је осврт и на основне принципе рада камера, као и на дефинисање математичких релација за одређивање

параметара камера који су имали битну улогу у аквизицији података. Посебан акценат је стављен на калибрацију камера на основу које се врши одређивање унутрашњих и спољашњих параметара камере, као и на принципе епиполарне геометрије. У поглављу су, такође, описани и принципи рада уређаја који су се користили за аквизицију података са њиховим техничким карактеристикама.

У поглављу 5 је детаљно описан експеримент. Обзиром да се ради о експерименту где учествују људи, дефинисан је одговарајући протокол, критеријум и методологија испитивања у зависности од примењеног система/уређаја и типа повреде/обољења. Шеме протокола испитивања су дате у виду дијаграма. Наведени су и алгоритми за добијање координата кретања како би се једноставније манипулисало подацима.

У поглављу 6 дате су основе за креирање математичких модела. Такође, анализиран је циклус хода за сваки период са детаљним описом свих промена које се догађају у зглобу колена. У складу са тим, извршена је идентификација основних параметара кретања (антериорно-постериона, медијално - латерална и инфериорно - супериорна translација, односно флексија - екстензија зглоба колена, интерно - екстерна ротација и варус - валгус) на основу чега су креиране математичке релације за њихов опис. За сваки параметар кретања приказани су дијаграмски и табеларни резултати за особе са здравим и болесним коленом и извршено је упоређивање резултата мерења. Дијаграмски резултати су веома погодни јер се тачно види у ком периоду циклуса хода долази до промене обрасца кретања. Познавањем механичких промена у сваком периоду циклуса хода, могуће је претпоставити узрок промене (нпр. оштећење лигамената, менисуса, и сл).

Поглавље 7 је посвећено теоријским основама машинског учења за класификацију података и предикцију могућег исхода постављеног проблема. Посебан нагласак је стављен на алгоритам логистичке регресије и неуронских мрежа који су и примењени за проблеме предикције, односно класификације. Алгоритам логистичке регресије користи уређене парове антериорно-постериорне translације и интерно-екстерне ротације у циљу предикције могућег оштећења на зглобу колена. Алгоритам неуронске мреже користи образац (облик) забележених кривих кретања идентификованих параметара на основу којих је могуће извршити класификацију оштећености. Резултати примене ових алгоритама су дати у виду дијаграма, а оцењени су и анализирани су одговарајућим дијагностичким тестовима. Све ово је реализовано у оквиру програмског језика MATLAB.

Дискусија добијених резултата представљена је у 8. поглављу. У овом поглављу резултати су дискутовани на основу редоследа добијања. Методологија испитивања и добијени резултати су упоређени са методологијом испитивања и резултатима светских научника.

Сумирање информација изложених у свим претходним поглављима, као и могућност за надоградњу свеукупне методологије дато је поглављу 9.

На самом крају се налази списак литературних извора.

5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидат Сузана Р. Петровић Савић, дипл. маш. инж., је у оквиру ове докторске дисертације извршила систематизацију постојећих знања и искустава у области дијагностике могућег оштећења зглоба колена. У току израде предметне дисертације,

кандидат је дошао до резултата и закључака који имају своје место и значај како у научно-теоријском, тако и у практичном смислу. Најважнији научни резултати докторске дисертације су:

- Дефинисана је методологија и протокол испитивања пацијената са различитим оштећењима/обољењима зглоба колена коришћењем неинвазивних метода;
- Развијен је математички модел колена којим је могуће пратити промену образаца параметара кретања зглоба колена током једног циклуса хода.
- Дефинисане су граничне вредности, односно образац параметара кретања зглоба колена који карактеришу кретање здраве особе.
- Са оштећењем предњег укрштеног лигамента долази до повећане антериорне транслације (период циклуса хода: одговор на оптерећење и период међуфаза стајања) и интерне ротације (период циклуса хода: одговор на оптерећење, период међуфаза стајања и период завршна фаза стајања).
- Са оштећењем задњег укрштеног лигамента долази до повећања постериорне транслације (период циклуса хода) и екстерне ротације (период циклуса хода: предњихање, период иницијално њихање и међуњихање).
- Дегенеративно обољење зглоба колена изазива редукцију флексије – екстензије зглоба колена за све периоде циклуса хода.
- Развијен је модел за предикцију могуће оштећености предњег, односно задњег укрштеног лигамента којим је могуће донети објективно мишљење о оштећењу.
- Развијен је модел за класификацију образаца параметара кретања којим може да се укаже на постојање могућег оштећења појединих структура у зглобу колена.

6. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати докторске дисертације кандидата Сузане Р. Петровић Савић, дипл. маш. инж. под насловом **"Идентификација, анализа и класификација кретања зглоба колена"** применљиви су и корисни, како у теорији, тако и у пракси.

У теоријском делу овог рада дата су општа, а где је било неопходно, и детаљна објашњења која су значајна за проблематику испитивања кретања зглоба колена. Општа објашњења су дата ради лакшег разумевања основних појмова и појава, а детаљна објашњења појединих појава имају за циљ да послуже као основа за боље разумевање приликом анализе добијених резултата експерименталних истраживања. Посебан је значај теоријског дела овог рада пошто су приказана основна сазнања из области која се односи на испитивања применом савремених уређаја за снимање кретања.

Експериментални испитивања извршена су на здравим испитаницима и на пацијентима са познатим оштећењима/обољењима зглоба колена. На основу прикупљених података утврђене су промене параметара кретања у одговарајућим периодима циклуса хода који карактеришу оштећење/обољење зглоба колена. На тај начин омогућена је брза и ефикасна анализа кинематике кретања пацијената, а применом модела за предикцију/класификацију могуће је добити објективно мишљење о могућности повреде и динамици опоравка у зависности од избора постоперативног и рехабилитационог протокола.

Теоријска и експериментална истраживања дата у овом раду неоспорно ће допринети у објективности, прецизности и бржем дијагностиковању оштећења коленог зглоба и једноставнијем мониторингу постоперативне рехабилитације.

7. Начин презентирања резултата научној јавности

Део научних резултата већ је верификован објављивањем научно-стручних радова у међународним и водећим националним научним часописима, као и на међународним научним скуповима.

Комисија сматра да истраживања и још необјављени резултати ове докторске дисертације пружају обиман и користан материјал за даље објављивање у међународним и водећим националним часописима и скуповима.

На основу свега изложеног Комисија доноси следећи:

ЗАКЉУЧАК

Докторска дисертација кандидата Сузана Р. Петровић Савић, дипл. маш. инж. (под менторством Др Горана Девеџића, редовног професора), у потпуности, како по обиму тако и по квалитету, одговара теми пријављене дисертације, одобрене одлуком бр. 01-1/1305-15 од 23. 04. 2015. године, од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.

Кандидат је током истраживања користио уобичајену и стандардизовану стручну терминологију, а структура докторске дисертације и методологија излагања су у складу са универзитетским нормама.

Кандидат је показао да влада методологијом научноистраживачког рада и да поседује способност системског приступа и коришћења литературе. При томе је, користећи своје професионално образовање и искуство рада у лабораторији, показао способност да овој сложеној проблематици приступи свеобухватно, у циљу дефинисања закључака и добијања конкретних и у пракси применљивих резултата.

Докторска дисертација је резултат самосталног рада, а добијени резултати представљају значајан допринос у примени машинске визије и метода машинског учења у кинематској анализи кретања.

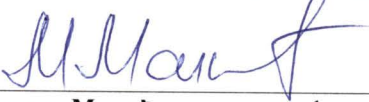
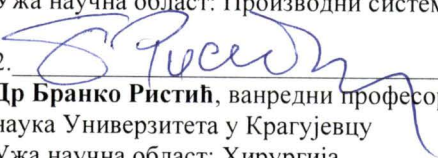
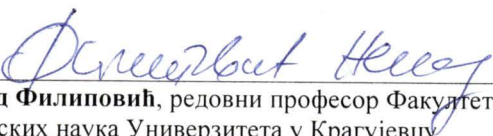
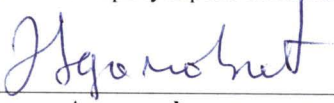

На основу свега изнетог, Комисија за преглед и оцену писаног дела и усмену јавну одбрану докторске дисертације кандидата Сузана Р. Петровић Савић, дипл. маш. инж., једногласно је закључила да докторска дисертација под насловом:

" Идентификација, анализа и класификација кретања зглоба колена "

по квалитету, обиму и резултатима истраживања у потпуности испуњава све научне, стручне и законске критеријуме за израду докторске дисертације. Стога Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, да овај Извештај у потпуности прихвати и закаже јавну усмену одбрану наведене дисертације.

У Крагујевцу и Нишу,

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. 
Др Миодраг Манић, редовни професор (Председник комисије)
Машински факултет Универзитета у Нишу
Ужа научна област: Производни системи и технологије
2. 
Др Бранко Ристић, ванредни професор Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу
Ужа научна област: Хирургија
3. 
Др Ненад Филиповић, редовни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Уже научне области: Примењена механика и Примењена информатика и рачунарско инжењерство
4. 
Др Драган Адамовић, редовни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Уже научне области: Производно машинство и Индустијски инжењеринг
5. 
Др Милан Ерић, ванредни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Уже научне области: Производно машинство и Индустијски инжењеринг