

Универзитет у Крагујевцу  
Факултет инжењерских наука

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА  
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

Бр. 01/11/216

12.04.2016 год.  
КРАГУЈЕВАЦ

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

**Предмет:** Извештај Комисије за оцену писаног дела и усмену јавну одбрану докторске дисертације кандидата Саше Ранђеловића, дипл. маш. инж.

Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, број 01-1/867-13 од 24. 03. 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Саше Ранђеловића, дипл. маш. инж. под насловом:

### "ЗАВРШНА ОБРАДА МЕТАЛА БАЗИРАНА НА КОТРЉАЊУ КРУТОГ АЛАТА"

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. 01-1/726-10 од 21.03.2013. године, 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 Саше Ранђеловића, дипл. маш. инж., под насловом „Завршна обрада метала базирана на котрљању крутог алата“ представља резултат

научноистраживачког рада кандидата у актуелној научној области која се односи на теоријско-експериментално истраживање процеса завршне обраде метала базиране на котрљању крутог алата. С обзиром на приказане резултате теоријских истраживања, резултате лабораторијских истраживања и реализована решења алата, ова дисертација представља оригинални научни рад. Кандидат Саша Ранђеловић, дипл. маш. инж., је најпре детаљно анализирао и систематизовао постојећа сазнања из ове области, а затим извео одговарајућа теоријска разматрања и обимна лабораторијска испитивања. На основу изведених теоријско експерименталних истраживања произашли су одговарајући закључци који указују и на могућност индустријске примене алата овог типа.

За разлику од постојећих конструктивних решења алата, развијена су два, нова, решења крутих алата намењених за спољашњу и унутрашњу завршну обраду котрљањем куглице. Алат намењен за спољашњу обраду се може користити на универзалним и нумеричким алатним машинама при чему се постиже значајно бољи квалитет обрађене површине, посматрано преко средњег аритметичког одступања профила и еквивалентан је обради полирањем. Алат намењен за унутрашњу обраду се може користити на нумеричким алатним машинама и његовим коришћењем се, поред значајног побољшања параметара површинске храпавости, може постићи и висока димензиона тачност што до сада није истраживано и постигнуто у овој врсти обраде. Реализована решења заснована су на оригинално развијеним теоријским моделима који узимају у обзир и саму динамику процеса обраде.

Поред наведеног, постигнут је значајан допринос у смислу управљања процесом обраде. Код постојећих, у свету реализованих решења алата, процесом обраде се управља преко силе којом се куглица притиска о површину предмета обраде. Коришћењем развијених, у раду приказаних решења алата, управљање процесом се може вршити преко дубине пенетрације куглице у материјал предмета обраде. Извршена је и оптимизација процеса обраде заснована управо на дубини пенетрације куглице као параметру преко кога се врши управљање процесом. Показано је да се оваквим видом оптимизације могу постићи значајно мање вредности храпавости обрађене површине.

Добијени резултати указују на нове правце за даља истраживања, а то је пре свега, тестирање система крутог алата при обради различитих врста материјала предмета обраде у циљу генерализације самог модела и примене добијених резултата истраживања у индустријској пракси и при обради материјала који нису обухваћени у приказаним истраживањима. У оквиру будућих истраживања било би веома корисно утврдити како предложени поступак обраде утиче на физичко-хемијске карактеристике површинског слоја. Наиме, постоје индиције да ће предложени поступак обраде и са тог аспекта имати позитивне ефекте.

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

Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Саше Ранђеловића, дипл. маш. инж., под насловом „Завршна обрада метала базирана на котрљању крутог алата“ представља резултат оригиналног научног рада. Обрађена тема је веома актуелна и значајна, посебно ако се има у виду да се процесима завршне обраде последњих година придаје веома велики значај. Оваквом обрадом се избегавају друге врсте завршних обрада, пре свега завршна обрада брушењем, што представља тренд који је данас присутан у свету са аспекта квалитета обраде и замене скувих и са еколошког аспекта неповољних обрада брушењем.

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

- Изведена су оригинална теоријска истраживања и развијен одговарајући теоријски модел,
- Изведен је обиман програм нумеричких прорачуна (FEM анализе) који је компатибилан са резултатима теоријских истраживања.
- На бази теоријских разматрања и резултата FEM анализе развијена су два, нова, конструктивна решења крутих алата која се по конструкцији и начину управљања процесом разликују у односу на постојећа решења,
- развијена је нова метода оптимизације процеса обраде котрљањем куглице која базира на оптималној дубини пенетрације куглице у материјал предмета обраде,
- постигнути су резултати, са аспекта побољшања параметара површинске храпавости, значајно бољи у односу на до сада постигнуте резултате у овој врсти обраде,
- разјашњен је феномен течења материјала, до којег долази под дејством високих контактних притисака, и постављена је хипотеза по којој се најповољнији резултати добијају када куглица продре у материјал предмета обраде до средње линије почетног профила храпавости и
- При обради отвора развијеним и реализованим алатима постигнута је и димензиона тачност што до сада није био случај у овој врсти обраде.

Део резултати истраживања објављен је у престижним светским часописима категорије M21 и M23 што потврђује оригиналност предметне дисертације. Укупно су, директно везано за тему дисертације и резултате истраживања, објављена 2 рада категорије M21 и један рад категорије M23.

### 3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одговарајућој научној области

Саша Ранђеловић је рођен 02,11,1977, године у Пироту, општина Пирот, Република Србија. Сада живи у Крагујевцу. Ожењен је и има двоје деце. У основну школу уписао се у Гњилану, општина Гњилане, Република Србија, а завршио је у Крагујевцу 1992. године са одличним успехом. Средњу Прву техничку школу, смер електротехничар енергетике, завршио је у Крагујевцу 1996. године са одличним успехом.

Машински факултет у Крагујевцу завршио је 2006. године на смеру Производно машинство са просечном оценом 7.24. Дипломски рад код ментора проф. др. Бранислава Јеремића под насловом „Оптимизација програма подмазивања у Застава енергетика д.о.о.“ одбранио је са оценом 10 (десет). Докторске студије на Машинском факултету у Крагујевцу уписао је школске 2009/10. године. Положио је све предвиђене испите са просечном оценом 9.50 и стекао услов за израду докторске тезе под насловом „Завршна обрада метала базирана на котрљању крутог алата“.

Након завршетка основних студија у периоду од 2006. до 2008. године је радио у предузећу *LincoLube Balkan* као инжењер приправник где је обављао послове припреме техничке документације система за централно подмазивање.

2008. године се запослио у предузећу Тодоровић д.о.о. где је радио на пословима који су били уско повезани са *CAD/CAM* технологијама.

Од 2009. до 2011. године је био запослен на Машинском факултету у Крагујевцу у Центру за виртуелну производњу (*CeVIP*) као сарадник на пројекту „*Promoting Innovation in the Industrial Informatics and Embedded Systems Sectors through Networking*“. У оквиру активности центра био је задужен за нумеричке симулације процеса обликовања метала користећи комерцијалне специјализоване програмске пакете *Simufact Forming* и *Stampack*. Током рада у Центру за виртуелну производњу је учествовао у реализацији два међународна пројекта.

Од 2011. године па до данас је сарадник у Центру за ревитализацију индустријских система (*CRIS*).

Од 2012. године па до данас ради у *Hexagon Metrology S.P.A.* На овом радном месту се бави пословима који су најуже повезани са метрологијом. Ради као сервисни инжењер координатних мерних машина и мерних рука и апликациони инжењер специјализованих метролошких софтверских пакета *Surfer NT*, *PC-DMIS*, *DOQS*, *TubeShaper* и *PolyWorks*.

У оквиру рада у Центру за виртуелну производњу и демо и сервисног центра *Hexagon Metrology S.P.A.*, који се налази на матичном факултету, укључен је у извођење наставе у оквиру следећих предмета:

- *CAD/CAM/CAE*, II година основних студија, 2010-2013.,
- Мерење и контрола, III година основних студија, 2013.,
- *CIM* системи, II година мастер студија, 2014.,

- Испитивање машинских конструкција, II година мастер студија, 2013-2016. и
- Производне технологије, II година основних студија, 2013-2016.,

Поред горе наведеног образовања на разним обукама у оквиру TEMPUS пројекта „*WBC Virtual Manufacturing Network – Fostering an Integration of the Knowledge Triangle*“ и у оквиру осталог усавршавања стекао је додатне квалификације:

- сертификат о успешно завршеној обуци за рад на координатној мерној машини *WERTH VC – IP 250* у периоду од 11.01.2010. до 20.01.2010. године,
- обука за рад на машини за брзу израду прототипова *Objet 3D Printer Alaris 30* у периоду од 22.03.2010. до 23.03.2010. године,
- специјализоване обуке, одржане од 07.06.2010 до 11.06.2010. године, на Факултету природних наука и инжењерства, Институту за метале и технологије Универзитета у Љубљани, Словенија, и *СЗМ*, са темама: метода коначних елемената (*FEM*), симболични приступ методи коначних елемената, микроструктурне промене, *SEM* и оптичка микроскопија и суперпластичне алуминијумске легуре,
- специјализоване обуке, одржане од 30.08.2010. до 03.09.2010. године, у Институту за производно машинство (*IPU*) у Лингбију (*Lynby*), Данска, са темама: метрологија (димензиона и карактеризација површина), ласер, коефицијент преноса топлоте, трибологија, микрообликовање и брза израда прототипова,
- специјализоване обуке, одржане од 13.09.2010. до 17.09.2010. године, у Департману за иновативне технологије и менаџмент (*DIMEG*) Универзитета у Падови, Италија, са темама: метрологија, реверзни инжењеринг, брза израда прототипова, конкурентни инжењеринг, трибологија обликовања лимова, микро и прецизно обликовање и бризгање пластике,
- сертификат о успешно завршеној обуци „*CAD/CAM* моделирање“ од 18.12.2010.године, који је издао Кооперативни тренинг центар Универзитета у Крагујевцу,
- сертификат о успешно завршеној обуци „*Maintenance on FBII and B3C family controllers with CC F/W and Maintenance on Distributed controller*“ у *DEA, Hexagon Metrology*, од 22.07.2012. године,
- сертификат о успешно завршеној обуци „*Metrology on DEA measuring machine. Lenght measurement evaluation for geometrical compensation updating mechanical adjustment on GLOBAL machines*“ у *DEA, Hexagon Metrology*, од 29.07.2012. године.

У току досадашњег радног века је објавио 11 радова у научним часописима са рецензијом, као и у зборницима радова са домаћих и међународних научно-стручних скупова. Шест радова је објављено на SCI листи, три рада категорије M21 и три рада категорије M23. Поред тога коаутор је два техничка решења.

### Рад у врхунском међународном часопису (M21)

1. P. Todorović, B. Tadić, Dj. Vukelić, M. Jeremić, **S. Randjelović**, R. Nikolić, „Analysis of the influence of loading and the plasticity index on variations in surface roughness between two flat surfaces“, Tribology International, Vol.81, No.1, pp. 276–282, ISSN: 0301-679, Doi <http://dx.doi.org/10.1016/j.triboint.2014.09.012>, 2015
2. **S. Randjelovic**, B. Tadic, P. M. Todorovic, Dj. Vukelic, D. Miloradovic, M. Radenkovic, C. Tsiafis, „Modelling of the ball burnishing process with a high-stiffness tool“, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.81, No.9, pp. 1509-1518, ISSN 0268-3768, Doi 10.1007/s00170-015-7319-4, 2015
3. Tadic B., **Randjelovic S.**, Todorovic P., Zivkovic J., Kocovic V., Budak I., Vukelic D., „Using a high-stiffness burnishing tool for increased dimensional and geometrical accuracies of openings“, Precision Engineering: Journal of the International Societies for Precision Engineering and Nanotechnology - In Press, Accepted Manuscript, Vol.43, No.1, pp. 335-344, ISSN 0141-6359, Doi:10.1016/j.precisioneng.2015.08.014, 2016

### Рад у међународном часопису (M23)

1. V. Mandić, D. Adamović, Z. Jurković, M. Stefanović, M. Živković, **S. Randelović**, T. Marinković, „Numerical FE modelling of the ironing process of aluminium alloy and its experimental verification“, Transactions of FAMENA, Vol. 34, No. 4, p.p. 59-69, Zagreb 2010, Croatia. ISSN 1333-1124
2. Đ. Vukelić, B. Tadić, D. Miljanić, I. Budak, P. Todorović, **S. Randelović**, B. Jeremić, „Novel workpiece clamping method for increased machining performance“, Technical Gazette, Volume 19, No. 4, pp. 837-846, Slavonski Brod 2012, Croatia. ISSN 1330-3651
3. Đ. Vukelić, D. Miljanić, **S. Randelović**, I. Budak, D. Džunić, M. Erić, M. Pantić, „A Burnishing process based on the optimal depth of workpiece penetration“, Materials and Technology, Volume 47, No. 1, pp. 43-51, 2013, Slovenia. ISSN 1580-2949

### Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. V. Mandić, D. Adamović, Z. Jurković, M. Stefanović, M. Živković, **S. Randelović**, T. Marinković, „CAE analysis of ironing process with experimental verification“, International Scientific Conference, Management of Technology Step to Sustainable Production – 2-4 June 2010, Rovinj, Croatia. ISBN 978-953-7738-09-9
2. D. Adamovic, V. Mandic, M. Stefanovic, S. Aleksandrovic, M. Živkovic, Z. Golušija, **S. Randjelovic**, „Experimental and numerical determination of the tensile stresses in the wall during steel sheet ironing“, ICMEN 4th International Conference on Manufacturing Engineering, Proceedings, Thessaloniki, 2011, 3-5 October, pp. 621-630, ISBN 978-960-98780-4-3

3. M. Jeremic, D. Adamovic, S. Mitrovic, B. Bogdanovic, A. Simic, **S. Randjelovic**, P. Todorovic, „Influence of oxidation layer generated on preheated contact pairs on static coefficient of friction“, The 13th International Conference on Tribology, Kragujevac, 2013, pp. 147-152, ISBN: 978-86-86663-98-6
4. M. Jeremic, B. Bogdanovic, A. Simic, D. Miljanic, P. Todorovic, **S. Randjelovic**, B. Tadic, „Analizing the influence of the construction element position on torque transmission by friction“, The 13th International Conference on Tribology, Kragujevac, Serbia, 2013, 15-17 May, pp. 341-347, ISBN: 978-86-86663-98-6
5. M. Jeremic, B. Bogdanovic, **S. Randjelovic**, D. Miljanac, B. Tadic, Computer numerical control simulation tool for teaching and learning of engineering students, The 8th International Quality Conference, Kragujevac, 2014. pp. 687-692, ISBN: 978-86-6335-004-5

#### **Учесће на међународним пројектима**

1. WBC Virtual Manufacturing Network – Fostering an Integration of the Knowledge Triangle, 144684-TEMPUS-2008-RS-JPHES,
2. 2009-2012, Promoting Innovation in the Industrial Informatics and Embedded Systems Sectors through Networking, I3E, SEE/A/219/1.1/X

#### **Битно побољшан постојећи производ или технологија (уз доказ) ново решење проблема у области микроекономског, социјалног и проблема одрживог просторног развоја рецензовано и прихваћено на националном нивоу (уз доказ) (M84)**

1. Б. Тадић, **С. Ранђеловић**, П. Тодоровић, Ђ. Вукелић, В. Кочовић, Б. Богдановић, М. Јеремич, Крути алат намењен за завршну обраду метала котрљањем куглице, TP-88-2015, Крагујевац, 2015
2. **С. Ранђеловић**, Ђ. Вукелић, П. Тодоровић, В. Кочовић, Б. Богдановић, Л. Ивановић, Б. Тадић, Оптимизација процеса завршне обраде котрљањем куглице по површини предмета обраде на основу дубине пенетрације куглице у материјал предмета обраде, TP-89-2015, Крагујевац, 2015

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

Докторска дисертација кандидата Саше Ранђеловића, дипл. маш. инж. под насловом „Завршна обрада метала базирана на котрљању крутог алата“, 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.

Највећим делом дисертација је проистекла из теоријских и експерименталних истраживања аутора и обраде тако добијених резултата, одакле су произашли

одговарајући закључци тако да су у целини испуњени сви научни, стручни и законски услови да ова дисертација буде прихваћена.

Првенствени циљ ове докторске дисертације се огледа у томе да се, на основу обимних теоријских, нумеричких и експерименталних истраживања, укаже да је обрадом метала котрљањем куглице коришћењем крутог алата могуће постићи значајно боље резултате, са аспекта побољшања параметара храпавости и димензијске тачности, у односу на постојећа решења.

Резултати истраживања су у писаном делу докторске дисертације изложени на укупно 165 страна. Дисертација садржи 127 слика, 22 табеле и 17 прилога. Рад чини једанаест тематских целина, односно поглавља, тако разврстаних да буду међусобно повезана и представљају једну нераскидиву целину. Према томе, наведена поглавља су сложена према следећем редоследу:

1. Увод;
2. Преглед и анализа литературних извора;
3. Теоријске основе процеса завршне обраде заснованог на котрљању крутог алата по површини предмета обраде;
4. Пројектна решења система крутог алата за спољашњу обраду призматичних и цилиндричних предмета обраде и унутрашњу обраду цилиндричних површина;
5. План и програм експерименталних истраживања;
6. Резултати експерименталних истраживања;
7. Статистичка обрада и анализа резултата експерименталних истраживања;
8. Дискусија;
9. Закључци;
10. Литература;

#### Прилози.

У првом поглављу су дата уводна разматрања са нагласком на актуелност теме у савременој индустрији и описом проблема који треба решити. Наведене су технике истраживања које су коришћене, постављени су циљеви, дате су две хипотезе на којима је базиран рад, наведене су методе које су коришћене током истраживања и представљени су очекивани резултати.

У другом поглављу је дат преглед основних појмова коришћених у оквиру дисертације, извршена је класификација процеса обраде котрљањем алата по површини предмета обраде и представљена су досадашња решења алата за обраду котрљањем куглице. Поред тога, дат је преглед параметара обраде котрљањем куглице, преглед литературних извора са освртом на утицај процеса обраде на физичко-хемијске и триболошке карактеристике обрађене површине и утицај процеса обраде на побољшање димензионе и



геометријске прецизности обрађених површина. На крају поглавља је дат критички осврт на литературне изворе и досадашња истраживања.

У трећем поглављу су дате теоријске основе процеса обраде. Представљени су досадашњи класични модели, дате су једначине за израчунавање силе и притиска на основу *Hertz*-ове теорије о узајамном притиску два тела. Такође, извршена је теоријска анализа процеса обраде котрљањем куглице по површини предмета обраде приликом коришћења еластичних алата и теоријска анализа процеса обраде котрљањем куглице по површини предмета обраде приликом коришћења алата високе крутости. На крају поглавља су представљени развијени модели који су коришћени за нумеричко моделирање процеса обраде.

Четврто поглавље је посвећено представљању пројектних решења новоразвијених алата за спољашњу обраду и обраду отвора. Представљено је и пројектно решења модификоване верзије еластичног алата за спољашњу обраду чијим је коришћењем указано на разлику између решења еластичног и крутог алата и резултата који се добијају њиховим коришћењем.

У петом поглављу је дат план експерименталних истраживања и преглед опреме која је при томе коришћена.

У шестом поглављу су представљени резултати свих изведених експеримената по редоследу којим су изведени. Дате су вредности резултујуће површинске храпавости након експеримента. Нумеричким симулацијама су одређена напонска стања у предмету обраде током и након процеса обраде.

У седмом поглављу је извршена статистичка обрада и анализа резултата свих изведених експеримената. Добијене су регресионе једначине са високим степеном корелације. Дате су трендови промене резултујуће површинске храпавости у односу на силу, посмак и број пролаза куглице. Одређене су зависности између резултујуће површинске храпавости и дубине пенетрације куглице у материјал предмета обраде. Одређен је удео еластичне и пластичне деформације током и након обраде отвора крутим алатом.

Осмо поглавље представља дискусију у којој су коментарисани добијени резултати који су представљени у претходном поглављу. Извршена је анализа добијених регресионих једначина и утврђен ниво утицаја параметара обраде на резултујућу храпавост. Утврђен је маханизам течења материјала током обраде. У највећој мери је потврђена хипотеза по којој се најнижа вредност површинске храпавости добија када је дубина пенетрације куглице у материјал предмета обраде приближно једнака максималној висини испупчења иницијалног профила храпавости.

У деветом поглављу су изведени одређени закључци на основу информација које су дате у предходним поглављима. Такође су дате препоруке за будуће правце истраживања и евентуалне модификације конструктивних решења коришћених алата.

Десето поглавље садржи списак коришћених литературних извора.

У прилогу су дати склопни и радионички цртежи оба алата.

## 5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидат Саша Ранђеловић, дипл. маш. инж., је у оквиру ове докторске дисертације извршио систематизацију постојећих теоријских и експерименталних знања и искустава у области обраде метала котрљањем куглице. У току израде дисертације, кандидат је дошао до резултата и закључака који имају своје место и значај како у научно-теоријском, тако и у практичном индустријском смислу. Најважнији научни резултати докторске дисертације су:

- изведена су оригинална теоријска истраживања и развијен одговарајући теоријски модел,
- изведен је обиман програм нумеричких прорачуна (ФЕМ анализе) који је компатибилан са резултатима теоријских истраживања.
- на бази теоријских разматрања и резултата ФЕМ анализе развијена су два, нова, конструктивна решења крутих алата која се по конструкцији и начину управљања процесом разликују у односу на постојећа решења,
- развијена је нова метода оптимизације процеса обраде котрљањем куглице која базира на оптималној дубини пенетрације куглице у материјал предмета обраде,
- постигнути су резултати, са аспекта побољшања параметара површинске храпавости, веома значајно бољи у односу на до сада постигнуте резултате у овој врсти обраде,
- разјашњен је феномен течења материјала, до којег долази под дејством високих контактних притисака, и постављена је хипотеза по којој се најповољнији резултати добијају када куглица продре у материјал предмета обраде до средње линије почетног профила храпавости и
- при обради отвора развијеним и реализованим алатима постигнута је и димензиона тачност што до сада није био случај у овој врсти обраде.

## 6. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати докторске дисертације кандидата Саше Ранђеловића, дипл. маш. инж., под насловом „Завршна обрада метала базирана на котрљању крутог алата“ применљиви су и корисни, како у теорији, тако и у пракси.

Практична примена ове врсте завршне обраде је по многим критеријумима погоднија у односу на коришћење других врста завршних обрада, посебно брушења као најкоришћеније врсте обраде. Применом ове методе обраде се избегава обрада на више различитих алатних машина а самим тим се елиминише могућност настанка грешака позиционирања.

Алатом за спољашњу обраду је могуће обрађивати готово све равне и цилиндричне површине. Алатом за обраду отвора је такође могуће обрађивати све врсте отвора. Ова метода обраде би дала посебне ефекте приликом обрада улежиштења, великих отвора, површина које имају релативно високе вредности иницијалне храпавости итд.

Предложене методе обраде котрљањем куглице коришћењем алата високе крутости захтева релативно високу прецизност позиционирања алата. С обзиром да савремене CNC машине алатке обезбеђују прецизност позиционирања која је реда величине једног

микрометра може се закључити да је могуће коришћење дубине пенетрације за управљање процесом обраде са релативно малом грешком.

## **7. Начин презентирања резултата научној јавности**

Део научних резултата је већ верификован објављивањем научно-стручних радова у врхунским међународним научним часописима. Кандидат је објавио два рада из ове области у часописима категорије M21 и један рад у часопису категорије M23.

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, који се односе на релевантну област.

На основу свега изложеног Комисија доноси следећи:

### **ЗАКЉУЧАК**

Докторска дисертација кандидата Саше Ранђеловића, дипл. маш. инж., у потпуности, како по обиму тако и по квалитету, одговара теми пријављене дисертације, одобрене одлуком бр. 01-1/726-10 од 21.03.2013. 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, 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 веома значајан допринос знањима везаним за процес завршне обраде метала котрљањем куглице.

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

#### **„Завршна обрада метала базирана на котрљању крутог алата“**

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 Новом Саду,

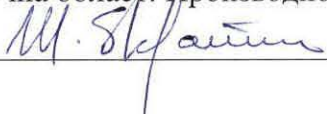
11. априла 2016. године

**ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:**

**1. Др Милентије Стефановић, ред. проф. – Председник комисије**

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу


Ужа научна област: Производно машинство, Индустијски инжењеринг

  
\_\_\_\_\_

**2. Др Ђорђе Вукелић, ванр. проф.**

Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду


Ужа научна област: Метрологија, квалитет, еколошко-инжењерски аспекти,  
алати и прибори

  
\_\_\_\_\_

**3. Др Драган Адамовић, ред. проф.**

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Ужа научна област: Производно машинство, Индустијски инжењеринг

  
\_\_\_\_\_

**4. Др Слободан Митровић, ванр. проф.**

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу


Ужа научна област: Производно машинство, Индустијски инжењеринг

  
\_\_\_\_\_

**5. Др Данијела Милорадовић, доцент**

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Ужа научна област: Моторна возила, Друмски саобраћај

  
\_\_\_\_\_