

## НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације и испуњености услова кандидата Мирослава Лучића, дипл. маш. инж.

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу бр.IV-04-1205/13 од 11.01.2018. године именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата **Мирослава Лучића**, дипл. маш. инж., као и оцену теме докторске дисертације под насловом:

### **„ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕМПЕРАТУРНОГ ПОЉА НА РЕЗНОМ АЛАТУ У УСЛОВИМА КОНТИНУАЛНОГ И ДИСКОНТИНУАЛНОГ РЕЗАЊА ПРИ ОБРАДИ СТРУГАЊЕМ“**

која припада научној области Машинско инжењерство и ужој научној области Производно машинство. На основу увида у приложену документацију, Комисија подноси Наставно - научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу следећи:

## ИЗВЕШТАЈ

### **1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада**

У предложеној пријави докторске дисертације, кандидат је дао образложење предмета истраживања наводећи актуелност и допринос истраживања у области обраде метала резањем и изучавања топлотних појава у зони резања са акцентом на резни алат у условима континуалног и дисконтинуалног резања при обради стругањем.

Предложена примена савремене мерне опреме и програм истраживања у наведеној области је у складу са савременим научним методама истраживања. Полазећи од систематизације теоријских сазнања из области термодинамике и механике резања метала и планиране реализације експерименталних испитивања применом савремене мерне опреме, очекивани научни доприноси докторске дисертације садржи:

- развој методологије за одређивање температуре у резном алату при континуалној и дисконтинуалној обради резањем,
- развој математичког модела за дефинисање утицаја параметара услова обраде на температуре у резном алату и отпоре резања,
- развој математичког модела за дефинисање утицаја континуалног и дисконтинуалног резања на избор параметара режима обраде (брзине, корака и дубине резања),
- утврђивање зависности постојаности и хабања алата у функцији континуалног и дисконтинуалног резања,
- развој нумеричког модела за прорачуне и симулацију температурних поља у резном алату у условима континуалног и дисконтинуалног резања,
- развој модела за оптимизацију параметара обраде са аспекта температуре резања,
- стварање услова за даља истраживања у области термодинамике процеса резања и проширење могућности примене развијеног нумеричког модела на остале врсте обраде резањем.

Сагледавајући описане проблеме истраживања, полазне хипотезе и предложене научне методе истраживања може се закључити да предлог докторске дисертације садржи све елементе који су потребни за њену израду и остваривање научних доприноса значајних за даљи развој научних истраживања у области термодинамике резања, прорачуна и симулација топлотних појава и експериментална истраживања у области обраде метала резањем.

### **Веза са досадашњим истраживањима**

Научно-истраживачка активност кандидата у оквиру реализације предложене докторске дисертације припада области производног машинства и обраде метала резањем, а уско је везана за примену нумеричких и експерименталних метода за изучавање топлотних појава у зони резања метала. То потврђују научни и стручни радови објављени у часопису и презентовани на међународним и националним конференцијама.

Рад у оквиру ове дисертације треба да омогући кандидату да реализује започета истраживања и оствари континуитет у свом истраживачком раду. Остваривање постављених циљева, поред стручног усавршавања кандидата ће омогућити добијање објашњења на многа питања која су већ дуго актуелна у поменутој области истраживања.

## **2. Образложење предмета, метода и циља који уверљиво упућују да је предложена тема од значаја за развој науке**

### **Предмет, циљеви и хипотезе ове дисертације обухватају следеће**

Докторска дисертација кандидата је уско везана за обраду метала резањем која је најкомплекснији део технолошког процеса израде делова жељеног облика и димензија. Увођењем савремених високо продуктивних CNC обрадних система, присутна је стална



тежња да се смањи главно време израде уз повећање режима обраде и повећање постојаности и укупног века алата. Резни алат је подсистем обрадног система, чији отказ проузрокује застој у раду читавог система, а у функцији је од читавог низа фактора, при чему је висока температура резања један од главних узрока отказа.

Савремени резни алати раде у условима тзв. високо-перформансне обраде, често са великим и променљивим вредностима параметрима режима обраде (променљива дубина резања, велика брзина резања са великим бројевима обртаја главног вретена, велики корак, и др.). У таквим условима обраде, као доминантне излазне карактеристике процеса јављају се: хабање алата, постојаност и радни век резног алата.

При обради метала резањем укупан механички рад се троши на деформисање, одношење материјала предмета обраде у облику струготине и савладавање трења у процесу резања. Појава топлоте у зони резања последица је претварања највеће количине механичке енергије у топлотну. Генерисана топлота у зони резања доводи до загревања резног алата, предмета обраде и струготине и појаве карактеристичних температурних поља и температура.

Од вредности и расподеле температуре у зони резања поред постојаности и хабања алата, зависи и тачност димензија и квалитет обрађене површине. Отуда је испитивање, мерење и познавање вредности и распореда температуре у алату и предмету обраде од изузетног практичног значаја. На основу ових сазнања могу се одредити оптимални услови и режими обраде.

Анализа топлотних извора показује да се највећа количина топлоте генерише у корену струготине, односно зони деформисања (зони смицања) и на контакту грудне површине резног клина алата и струготине. Управо су то области којима при изучавању процеса обраде резања многи истраживачи посвећују посебну пажњу, а такође и кандидат сву пажњу усмерава на топлотне појаве у овој уској зони резања. Велики специфични притисци и висока температура резања имају за последицу пад тврдоће алатног материјала, интензивирање хабања и пластичног деформисања резних елемената алата, губљење резних способности и на крају отказ алата. Процена генерисане топлоте у зони деформисања и топлоте настале услед трења струготине и грудне површине алата аналитичко-експерименталним путем, базира углавном на постојећим 2D и 3D моделима ортогоналног резања. Постојећи модели садрже прорачуне излазних параметара процеса обраде, као што су силе (отпори) резања, квалитет обрађене површине, температуре и хабање алата, али у условима континуалног резања.

Докторска дисертација под називом: “Истраживање температурног поља у резном алату у условима континуалног и дисконтинуалног резања при обради стругањем” обухвата експериментална истраживања и развој нумеричког модела за прорачун и анализу количине топлоте и температуре у резном алату генерисане у условима континуалног и дисконтинуалног резања.

Предмет истраживања докторске дисертације је процес обраде стругањем у условима континуалног и дисконтинуалног резања, при чему је акценат на различитим облицима дисконтинуалног резања. Савремени обрадни системи подразумевају ЦНЦ обраду у



условима обраде са променљивим параметрима обраде (дубина, корак, брзина резања) и условима континуалног и дисконтинуалног резања. Због тога је у дисертацији акценат дат експерименталним истраживањима излазних параметара процеса (отпори резања, температура резања, хабања алата) у циљу развоја нумеричког модела за прорачун и симулацију процеса обраде.

**Специфични циљеви** дисертације су усмерени у правцу развоја нумеричких модела за прорачун и симулацију излазних параметара процеса обраде резањем у условима континуалног и дисконтинуалног резања при обради стругањем, првенствено моделирање топлотних појава и експериментална испитивања. Остваривање ових циљева треба да омогући:

- тумачење и предвиђање термофизичких појава у зони контакта грудне површине резног клина алата и струготине, управљање топлотним процесима и њихова оптимизација,
- примену савремених резних алата уз повећање постојаности,
- развој и примену нумеричког модела обраде за услове континуалног и дисконтинуалног резања на друге врсте обраде,
- стварање услова за практичну примену симулација температурних поља у резном алату и прошири области научних истраживања имајући у виду комплексност процеса обраде у реалним производним условима.
- развој и примену нових експерименталних метода мерења температура у зони резања.

Добијени резултати треба да прошире базе постојећих знања о испитивањима у истраживаној области, са крајњим циљем да нумеричке методе у што већој мери замене сложена и скупа експериментална испитивања.

Полазне основе дисертације су базиране на томе да је могуће креирати нумерички модел за симулације температурних поља на резном алату методом коначних елемената који би био усаглашен са подацима добијеним одговарајућим експерименталним испитивањима. Основне хипотезе дисертације су:

- експерименталним испитивањима процеса обраде стругањем у условима континуалног и дисконтинуалног резања могуће је добити поуздане математичке моделе за описивање излазних карактеристика процеса обраде као што су отпори резања и температура резања у функцији параметара резања (брзине, посмака и дубине),
- применом теоријских знања из термодинамике процеса резања и методе коначних елемената могуће је развити поуздан модел за прорачун температурних поља у зони резања, односно на површини резног алата у условима континуалног и дисконтинуалног резања,
- симулација температурних поља у зони резања се може успешно реализовати применом програмских пакета *ANSYS/Explicit Dynamics* и *Third Wave AdvatEdge*,

- добијени математички модели зависности излазних карактеристика процеса обраде у функцији параметара резања и развијени модели за симулацију могу се користити за предвиђање температуре у зони резања и развоја хабања алата,
- експериментална испитивања процеса обраде стругањем у условима континуалног и дисконтинуалног резања и развијени модели за симулацију представљају добру основу за развој модела за оптимизацију избора режима обраде.

### **Методе истраживања**

При истраживању температурних поља и температура у дефинисаном алату при обради стругањем при континуалној и дисконтинуалној обради конструкционог челика у побољшаном стању кандидат планира да користи:

- аналитичко-експерименталне методе и
- симулације методом коначних елемената, са поређење експерименталних и нумеричких резултата и вршити њихову анализу.

Аналитичким методама кандидат ће креирати модел за израчунавање специфичног топлотног флукса на контактної површини алат/струготина коришћењем резултата експерименталних мерења појединих параметара и модел за израчунавање коефицијента расподеле топлоте за алат са контактне површине.

Експерименти укључују мерење отпора резања, температура при резању, величину контактне површине алат/струготина и хабање алата. Коришћењем измерених отпора резања и површине контакта алат/струготина у 3D моделу резања, рачунаће се специфични топлотни флукс у наведеној зони трења, који ће се затим применити у термалној анализи методом коначних елемената.

Симулације температурног поља на резном алату методом коначних елемената ће се базирати на топлотном извору алат/струготина дефинисаног преко специфичног топлотног флукса ( $q_i$ ), а део који се дисипује у алат ће се рачунати узимајући у обзир коефицијент расподеле топлоте за алат ( $\beta_A$ ). За симулације се дају реални утицаји граничних услова, као и утицај термалне кондуктивности резног алата и обратка.

### **Оквирни садржај докторске дисертације**

1. Уводна разматрања
2. Обрада резањем, основе процеса и термодинамичке појаве у зони резања
3. Преглед досадашњих истраживања температурних поља и температура у зони резања
4. Аналитичко-експериментална истраживања
5. Развој модела за прорачун температурских поља и температура применом методе коначних елемената (МКЕ)
6. Анализа резултата истраживања
7. Закључак



### **3. Образложење теме за израду докторске дисертације које омогућава закључак да је у питању оригинална идеја или оригиналан начин анализирања проблема**

Комисија је закључила да је предложена тема докторске дисертације кандидата Мирослава Лучића, дипл. маш. инж., са образложеним предметом истраживања у области термодинамике резања при континуалној и дисконтинуалној обради стругањем и циљевима рада, научним доприносима и очекиваним резултатима, насталим детаљном анализом доступних научних радова у научном и стручном смислу оригинална идеја.

### **4. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације**

Кандидат Мирослав Лучић дипл. маш. инж. је у својој докторској дисертацији обухватио све елементе савременог научно-истраживачког начина рада поштујући основне критеријуме науке, научних циљева и метода анализе имплементацијом постојећих и развијањем оригиналних идеја научног истраживања. Кандидат има за циљ да детаљно провери полазне хипотезе анализом обимних литературних извора новијег датума.

С обзиром на то да су циљеви истраживања проистекли из уочених недостатака и недовољне истражености проблема, добијени резултати ће представљати оригинални допринос кандидата истраживачкој области. На основу актуелности и апликативности предложене теме, може се закључити да ће ова дисертација имати значајан теоријски и практичан допринос изучавању механике и термодинамике процеса обраде резања метала. Очигледно је да постоји мали број резултата истраживања у области прекидног резања и резања са променљивом дужином које је све присутније код ЦНЦ обраде стругањем и да ће добијени резултати представљати оригинални допринос истраживачкој области кандидата.

### **5. Преглед научно-истраживачког рада кандидата**

#### **а. Кратка биографија кандидата**

**Мирослав Лучић**, дипл. маш. инж. је рођен 03. јула 1955. године у Чачку, где и данас живи. Ожењен је, има двоје деце. Средњу техничку школу је завршио у Чачку са одличним успехом. Школске 1974/1975. уписао је се као редован студент Машински факултет у Крагујевцу. Дипломирао је 1979. године са просечном оценом 8,43 и оценом 10 на дипломском испиту. Исте године је засновао стални радни однос у предузећу „Фабрика резног алата“ у Чачаку где је радио до 1985. год. када је прешао у „Технички ремонтни завод“ – Чачак.

У Фабрици резног алата у Чачку је радио на многим пословима у технологији производње резних алата као главни технолог алата, водећи технолог израде у Техничком сектору и водећи технолог за производњу и регенерацију у Развоју. Био је начелник одсека технологије производње и регенерације, руководилац Техничке припреме погона за одржавање и енергетску подршку, уједно и заменик начелника погона и начелник Сектора производње.

У Техничком ремонтном заводу у Чачку је радио на пословима одржавања и ремонта моторизованих средстава и био је вођа стручног тима на освајању „прототипа великих мотора по *SAMICSOVOM* систему“ (израда прототипа је била по пројекту Машинског факултета у Крагујевцу, који је тада подржан од Министарства за образовање и науку Републике Србије). За освојен прототип овог мотора је посебно награђен.

Од 2009. год. ради како стручни сарадник, а од 2013. год. као асистент на „Високој школи техничких струковних студија“ у Чачку на предметима:

- Техничко цртање,
- Компјутерска графика,
- Управљање квалитетом и
- Машине и технолошки процеси.

Био је један је од чланова издавачког савета стручно информативног часописа „АЛАТНИЧАР“, чије излагање је било од 1986. године од стране Друштва алатничара Чачак.

Коаутор је скрипте **Збирка задатака из компјутерске графике** чији је издавач Висока школа техничких струковних студија – Чачак, коју користе студенти ове школе.

Докторске академске студије је уписао школске 2012/2013 године на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу. Положио је све испите на докторским студијама са просечном оценом 9,67.

#### **б. Објављени радови кандидата**

Мирослав Лучић, дипл. маш. инж., као аутор или коаутор, је објавио укупно једанаест радова на домаћим научно – стручним скуповима и у научно – стручним часописима.

#### **Рад у часопису националног значаја (категорија М52):**

1. S. Veinović, R. Pešić, R. Pavlović, Petrović M., **Lučić M.**, Petković D.: *Mogućnosti razvoja i usavršavanja domaće familije dizel motora srednje snage, Savremena poljoprivredna tehnika, Cont. Agr. Eng. Vol. 21, No 1-2, p. 23-29, Novi Sad, 1995. ISSN 0350-2953 (M52)*

#### **Рад у домаћем часопису који није категорисан:**

1. **Lučić M.**, Nikolić R., Nedić B., Nikšić P., (2017); *Matematički model za proračun temperaturskog polja u alatu primenom metode konačnih elemenata pri obradi na strugu u uslovima termoelektričnog hlađenja: Tehnika i praksa, broj 17, VŠTSS, Čačak, pp. 69÷79, ISSN 2217-2130 [-]*

#### **Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (категорија М63):**

1. **Lučić M.**, Nikšić P., Nedić B., Vujović D., (2017); *Jedan od modela u funkciji izvesnih pretpostavki i graničnih uslova pri termalnim simulacijama u obradi struganjem: XIV međunarodna konferencija Održavanje i proizvodni inženjering, KODIP 2017, Budva, pp. 65÷73, ISBN978-9940-527-51-8 [M63]*



2. **Lučić M.**, Nikolić R., Nedić B., Nikšić P., (2017); Osnove termoelektričnog hlađenja sa određenim modelom temperaturnog polja pri termalnim simulacijama u obradi struganjem: *XIV međunarodna konferencija Održavanje i proizvodni inženjering, KODIP 2017*, Budva, pp. 73÷81, ISBN 978-9940-527-51-8 [M63]
3. Erić D., **Lučić M.**, (1987); Rezultati ispitivanja i primene reznih alata presvučenih prevlakom TiN; *21. savetovanje proizvodnog strojarstva Jugoslavije; Internacionalno savetovanje o novim proizvodnim sistemima i tehnologiji AMST '87*, AM.12.1-6, Opatija, Jugoslavija. [M63]
4. Vujović D., Nikšić P., **Lučić M.**, (2017); Upravljanje rizikom u procesu zavarivanja MIG/MAG postupkom: *XIV međunarodna konferencija Održavanje i proizvodni inženjering, KODIP 2017*, Budva, pp. 101÷111, ISBN 978-9940-527-51-8 [M63]
5. Perović M., Vujović D., Nikšić P., **Lučić M.**, (2013); Procesni pritup zaštite životne sredine na primeru organizacije koja se bavi livenjem: *XV Naučno stručni skup Sistem kvaliteta uslov za uspešno poslovanje i konkurentnost*, Kruševac, pp. 51÷59; ISBN 978-86-909341-7-1 [M63]
6. Vujović D., Nikšić P., **Lučić M.**, (2015); Upravljanje rizikom – primenom standarda ISO 31000 na stanicama koja se bave snabdevanjem motornih vozila TNG-om; *42. National Quality Conference*, Kragujevac, pp. A259-A266, ISBN 978-86-6335-016-8 [M63]
7. Vujović D., Nikšić P., **Lučić M.**, (2015); Mere optimizacije i upravljanja rizikom od udesa: *XIII Međunarodna konferencija Održavanje i proizvodni inženjering KODIP-2015*, Budva, pp. 269÷282, ISBN 978-9940-669-01-0 [M63]
8. Ašonja A., Mikić D., Petrović D., **Lučić M.**, (2016); Uticaj dijagnostike stanja na pouzdanost ležajeva industrijskih mašina; 40. Majski skup održavalaca Srbije – Konferencija „Buka, vibracije i proaktivno održavanje mašina“, Društvo za tehničku dijagnostiku Srbije, Vrnjačka Banja 26.-27.05.2017, pp. 1-9, ISBN 978-86-83701-47-6, [M63]
9. Mikić D., Ašonja A., Desnica E., Petrović D., **Lučić M.**, (2017); Primena metode tehničke dijagnostike za dinamička ispitivanja pouzdanosti kotrljajućih ležajeva kod industrijskih mašina; *XVII – Konferencija „Proaktivno održavanje mašina“*, 10.-11.11.2017., Vrnjačka Banja, pp. 1-11, ISBN 978-86-83701-49-0 [M63]

На основу објављених радова на конференцијама и часопису, на основу досадашњег рада кандидата и залагања у наставном процесу на Високој школи техничких струковних студија у Чачку, као и успеха постигнутог на докторским студијама, реализацијом бројних пројектних задатака из привреде и из области теме дисертације, кандидат Мирослав Лучић, дипл. маш. инж. је показао спремност и способност да приступи изради наведене докторске дисертације на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.



На основу свега претходно наведеног у овом извештају Комисија доноси следећи

## ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Мирослав Лучић, дипл. маш. инж., испунио је све предвиђене услове за одобрење израде докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да наведену предложену тему за докторску дисертацију:

### „ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕМПЕРАТУРНОГ ПОЉА НА РЕЗНОМ АЛАТУ У УСЛОВИМА КОНТИНУАЛНОГ И ДИСКОНТИНУАЛНОГ РЕЗАЊА ПРИ ОБРАДИ СТРУГАЊЕМ“

прихвати и одобри њену израду кандидату Мирославу Лучићу, дипл. маш. инж.

Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде др **Богдан Недић**, редовни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

У Крагујевцу,  
16.02.2018.

#### КОМИСИЈА:



Др **Богдан Недић**, редовни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу,  
Ужа научна област: Производно машинство



Др **Милан Ерић**, редовни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу,  
**председник комисије**  
Ужа научна области: Производно машинство



Др **Мирослав Радовановић**, редовни професор,  
Машински факултет, Универзитет у Нишу  
Ужа научна област: Производни системи и технологије