

**УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**  
**ФАКУЛТЕТ ЗА МАШИНСТВО И ГРАЂЕВИНАРСТВО У КРАЉЕВУ**

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**  
**ФАКУЛТЕТА ЗА МАШИНСТВО И ГРАЂЕВИНАРСТВО У КРАЉЕВУ И**  
**ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

**Предмет:** *Извештај комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације и испуњености услова кандидата Ђорђа Новчића, маг. инж. маш.*

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, број **IV-04-964/14** од **21.12.2022.** године, именовани смо за чланове комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације и испуњености услова кандидата **Ђорђа Новчића** мастер инж. маш. као и оцену теме докторске дисертације

**МУЛТИФУНКЦИОНАЛНОСТ КЕРАМИЧКИХ И МЕТАЛНИХ ДОДАТАКА**  
**У КОТЛОВИМА НА БИОМАСУ**

која припада научној области машинско инжењерство и ужој научној области Енергетика и заштита животне средине. На основу увида у приложену документацију, Комисија подноси Наставно научно већу Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитета у Крагујевцу следећи:

**ИЗВЕШТАЈ**

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

Предлог дисертација припада двама научно и друштвено актуелним областима: ефикасном коришћењу обновљивих извора енергије и заштити животне средине. Дрвна (шумска) биомаса представља потенцијално најзначајнији и највише коришћен обновљив извор енергије у Републици Србији. И поред претходних чињеница, сагоревањем огревног дрвета емитују се велике количине загађујућих материја у атмосферу. О еколошком утицају најсликовитије говоре повећане концентрације различитих полутаната у насељима са већим бројем индивидуалних ложишта на дрва. Котлови на чврсту биомасу (огревно дрво, пелет, брикет) емитују бројне загађиваче од којих се највише пажње поклања: угљен моноксиду (CO), прашкастим материјама, оксидима азота NOx и непотпуно оксидисаним органским једињењима. Најопштије гледано, топоводни гасификациони котлови на чврсту биомасу (дрва), топлотне снаге испод 50 kW су предмет предложене дисертације. Специфично, предмет дисертације су керамички (ватростални) додаци у ложишту и турбулатори у конвективним деловима гасификационих котлова на дрва. Поменути додаци у котловима имају вишеструке улоге. Керамички додаци се користе да обезбеде што је могуће потпуније сагоревање и побољшају пренос топлоте у зони сагоревања. Турбулатори

се употребљавају најчешће у цилиндричним деловима котлова где у преносу топлоте доминира конвекција и служе да побољшају прелаз топлоте и чисте површину која раздваја димни гас и воду.

Циљ дисертације је да се систематизују, предложе, моделују и експериментално испитају конкретна конструктивна решења везана за примену керамичких и металних додатака унутар котлова на чврсту биомасу. Акцент је на котловима који користе вишестепено сагоревање чврстог горива. Овакво сагоревање изискује специфичну зону сагоревања са ватросталним додацима који треба да смање димензије зоне у којој се топлота примарно одаје зрачењем, али и да смање емисије гасовитих загађивача (угљен монооксида CO, азотних оксида NOx и непотпуно оксидисаних органских једињења) и прашкастих материја. Циљ везан за керамичке додатке је да се систематизују постојеће конструкције, научно објасне са конкретним препорукама конструкције које задовољавају најстроже анексе о емисији загађујућих материја стандарда SRPS EN 303-5.

За разлику од керамичких додатака, који служе зарад остваривања хемијски што потпунијег сагоревања, турбулатори имају двоструки циљ: (i) унапређење трансфера топлоте са димног гаса на котловску воду уз што мањи пад притиска и (ii) чишћење унутрашњих површина цеви. Њихова тек терцијална функција је смањење емисије прашкастих материја. И турбулаторима у облику опруге би се приступило принципски на исти начин као и керамичким додацима: систематизовали би се, експериментално испитивали и моделовали.

Оба предмета дисертације спадају у примарне мере за смањење емисија загађујућих материја. За разлику од секундарних, која покушавају да спрече емисије низводно од котла, примарне мере се примењују унутар котлова, једноставније су и економски исплативије. Истовремено са унапређењем трансфера топлоте зрачењем и конвекцијом, емисије гасовитих загађивача снижавале би се на месту сагоревања горивог гаса, док би се емисије прашкастих материја смањивале помоћу вишестепених сукцесивних мера у процесима: гасификације дрвета, сагоревања горивог гаса и размене топлоте између димног гаса и топле воде. Унапређење трансфера топлоте и сукцесивне мере за смањење емисија прашкастих материја су спона између оба предмета дисертације: керамичких и металних додатака у котловима на чврсту биомасу. Научни допринос дисертације био би у њиховом систематизовању, моделовању, експерименталном испитивању и одговорима на следећа питања:

- ▶ при примени керамичких уметака
  - Да ли постоји оптималан облик и димензије зоне за догоревање гаса?
  - Како керамички додаци могу да утичу на таложење честица у ложишту?
  - Које су опште смернице за брзину струјања димног гаса, положај и величину керамичких додатака у ложишту ради унапређења размене топлоте?
- ▶ при примени металних турбулатора
  - При којим вредностима Рејнолдсовог броја  $Re$  у цевима котла је оптимално примењивати турбулаторе облика опруге?
  - Колики треба да буду кораци опруге и пречници жице у зависности од пречника цеви у којој су смештени турбулатори? Под цевима се подразумевају димоводне цеви конвективног дела котла.
  - Какав је утицај конуса опруге на слободном крају турбулатора на његову ефективност? Ефективност је параметар који истовремено узима у обзир

побољшање преноса топлоте и повећање пада притиска услед примене турбулатора.

#### Веза са досадашњим истраживањима

Део дисертације који се тиче керамичких (ватросталних) додатака има четири полазишта и то:

1. Конструкцију котла РК-18 производ компаније „Радијатор инжењеринг“ у Краљеву и на њој уочене проблеме везане за сагоревање, као и конструкције котлова реномираних светских произвођача. У научној литератури први степен непотпуног сагоревања познат је под називом гасификација. Отуда и назив гасификациони котлови. Њихова предност у односу на друге котлове на дрва је што се гориво додаје ретко, најчешће једном до два пута дневно, што омогућавају аутоматско сагоревање са веома мали вишком ваздуха. Готово по правилу, код ове врсте котлова количина ваздуха у димном гасу не прелази 7 зап%. Сарадња катедре на којој би кандидат радио дисертацију и компаније „Радијатор инжењеринг“ омогућава неограничено експериментисање и коришћење савремене опремљене лабораторије.
2. За ватросталне опеке њихове хемијски састав и физичке особине, као што су температурна дилатација, коефицијент емисије, топлотна проводљивост и сл., полази се од VDI Heat Atlas, 2010 ISBN: 978-3-540-77877-6 (VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (VDI-GVC), Düsseldorf, Germany 1584 p).
3. Истраживања и резултате бројних научних радова и патената за смањење емисије и побољшање ефикасности котлова који су предмет дисертације. Овде издвајамо ново принципско решење названо „Ниско емисиони систем сагоревања“, који је по конструкцији и начину управљања потпуно различит од система који доминирају на тржишту и у литератури, и који је представљен у референци:  
Aleysa M, Meriee S., Akbary N., Ecker M., Innovative Combustion System for Economic and Ecological Thermal Utilization of Solid Fuels in Heating Boilers, Chem. Eng. Technol. 2018, 41, No. 11, 2120-2131.
4. Резултати остварени на Катедри за енергетику и заштиту животне средине, на којој би кандидат радио докторску дисертацију, а који су представљени међу референцама кандидата.

У сегменту дисертације који се односи на примену турбулатора у облику жице, кандидат би се надовезао на бројна истраживања публикована у реномираним научним часописима. Наредна листа приказује најважније референце од којих се полази. Прве две су прегледни радови који дају врло обимне систематизације за дисертацију важних конструкција. Референце 3 -18 приказују експериментална испитивања и моделе турбулатора који су научна основа за решења која би се анализирали у дисертацији. Међу референцама за упоређивање и експериментално испитивање од посебне су важности радови Гарсије и др. приказаних под редним бројевима 9 и 10. За математичко моделовање значајна је 18. референца на листи.

1. S. Liu and M. Sakr, "A comprehensive review on passive heat transfer enhancements in pipe exchangers," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 19, pp. 64–81, 2013, doi: 10.1016/j.rser.2012.11.021.
2. T. Alam, R. P. Saini, and J. S. Saini, "Heat and flow characteristics of air heater ducts provided with turbulators - A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 31, pp. 289–304, 2014, doi: 10.1016/j.rser.2013.11.050.

3. J. D. Moya-Rico, A. E. Molina, J. F. Belmonte, J. I. Córcoles Tendero, and J. A. Almendros-Ibáñez, "Experimental characterization of a double tube heat exchanger with inserted twisted tape elements," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 174, no. April, p. 115234, 2020, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2020.115234.
4. S. Karagoz *et al.*, "Experimental investigation of the effect of wave turbulators on heat transfer in pipes," *Therm. Sci.*, vol. 26, no. 2 Part C, pp. 1771–1783, 2022, doi: 10.2298/tsci210206183k.
5. B. A. Saraç and T. Bali, "An experimental study on heat transfer and pressure drop characteristics of decaying swirl flow through a circular pipe with a vortex generator," *Exp. Therm. Fluid Sci.*, vol. 32, no. 1, pp. 158–165, 2007, doi: 10.1016/j.expthermflusci.2007.03.002.
6. P. Promvong and S. Eiamsa-ard, "Heat transfer and turbulent flow friction in a circular tube fitted with conical-nozzle turbulators," *Int. Commun. Heat Mass Transf.*, vol. 34, no. 1, pp. 72–82, 2007, doi: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2006.08.003.
7. K. Yakut, B. Sahin, and S. Canbazoglu, "Performance and flow-induced vibration characteristics for conical-ring turbulators," *Appl. Energy*, vol. 79, no. 1, pp. 65–76, 2004, doi: 10.1016/j.apenergy.2003.11.002.
8. V. Kongkai-paiboon, K. Nanan, and S. Eiamsa-ard, "Experimental investigation of convective heat transfer and pressure loss in a round tube fitted with circular-ring turbulators," *Int. Commun. Heat Mass Transf.*, vol. 37, no. 5, pp. 568–574, 2010, doi: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2009.12.016.
9. A. García, P. G. Vicente, and A. Viedma, "Experimental study of heat transfer enhancement with wire coil inserts in laminar-transition-turbulent regimes at different Prandtl numbers," *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 48, no. 21–22, pp. 4640–4651, 2005, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2005.04.024.
10. A. García, J. P. Solano, P. G. Vicente, and A. Viedma, "The influence of artificial roughness shape on heat transfer enhancement: Corrugated tubes, dimpled tubes and wire coils," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 35, no. 1, pp. 196–201, 2012, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2011.10.030.
11. Y. Hong, J. Du, S. Wang, S. M. Huang, and W. B. Ye, "Heat transfer and fluid flow behaviors in a tube with modified wire coils," *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 124, pp. 1347–1360, 2018, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.04.017.
12. E. Gholamalizadeh, E. Hosseini, M. Babaei Jamnani, A. Amiri, A. Dehghan saee, and A. Alimoradi, "Study of intensification of the heat transfer in helically coiled tube heat exchangers via coiled wire inserts," *Int. J. Therm. Sci.*, vol. 141, no. March, pp. 72–83, 2019, doi: 10.1016/j.ijthermalsci.2019.03.029.
13. J. Y. San, W. C. Huang, and C. A. Chen, "Experimental investigation on heat transfer and fluid friction correlations for circular tubes with coiled-wire inserts," *Int. Commun. Heat Mass Transf.*, vol. 65, pp. 8–14, 2015, doi: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2015.04.008.
14. S. Gunes, V. Ozceyhan, and O. Buyukalaca, "The experimental investigation of heat transfer and pressure drop in a tube with coiled wire inserts placed separately from the tube wall," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 30, no. 13, pp. 1719–1725, 2010, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2010.04.001.
15. S. Gunes, V. Ozceyhan, and O. Buyukalaca, "Heat transfer enhancement in a tube with equilateral triangle cross sectioned coiled wire inserts," *Exp. Therm. Fluid Sci.*, vol. 34, no. 6, pp. 684–691, 2010, doi: 10.1016/j.expthermflusci.2009.12.010.
16. P. Promvong, "Thermal performance in circular tube fitted with coiled square wires," *Energy Convers. Manag.*, vol. 49, no. 5, pp. 980–987, 2008, doi: 10.1016/j.enconman.2007.10.005.
17. T. Chompookham, W. Chingtuaythong, and S. Chokphoemphun, "Influence of a novel serrated wire coil insert on thermal characteristics and air flow behavior in a tubular heat exchanger," *Int. J. Therm. Sci.*, vol. 171, no. January 2021, p. 107184, 2022, doi: 10.1016/j.ijthermalsci.2021.107184.

18. M. Abbaspour, S. S. Mousavi Ajarostaghi, S. A. H. Hejazi Rad, and M. Nimafar, "Heat transfer improvement in a tube by inserting perforated conical ring and wire coil as turbulators," *Heat Transf.*, vol. 50, no. 6, pp. 6164–6188, 2021, doi: 10.1002/htj.22167.

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

---

### Предмет рада

Енергетска стратегија Републике Србије и садашња енергетска криза представљају замајац за веће коришћење и истраживање у области обновљивих извора енергије. Несигурност у снабдевању, велике флукуације у цени намећу веће ослањање на „домаће“ енергенте. Због тога се биомаси, као обновљивом извору енергије придаје још већа важност. И поред чињенице да се дрво користи као огревни материјал још од почетка људске цивилизације још увек су могућа значајна техничка побољшања у његовом сагоревању. Она имају за циљ најекономичније могуће остваривање што веће ефикасности уз смањење емисија загађујућих материја у атмосферу. Сведоци смо да у насељима са већим бројем мањих индивидуалних ложишта постоје еколошки проблеми. Они су последица хемијски непотпуног сагоревања и емисије прашкастих материја. Уопштено, котлови на чврсту биомасу топлотне снаге испод 50 kW су предмет предложене дисертације. Поменути котлови као енергенте користе огревно дрво, пелет, брикет, и друге облике биомасе при чему емитују бројне загађиваче од којих се највише пажње поклања угљен моноксиду (CO), прашкастим материјама, оксидима азота NOx и непотпуно оксидисаним органским једињењима. Ради смањења поменутих емисија и унапређења преноса топлоте у котловима се примењују различити додаци. Две врло важне категорије додатака су керамички (ватростални) додаци у зони сагоревања и турбулатори у конвективним<sup>1</sup> деловима котлова. Керамички додаци се пре свега користе да обезбеде довољну енергију активације при употреби влажног горива, међутим при вишестепеном сагоревању, због високе температуре сагоревања гаса, користе се и за заштиту котловских челика. Осим поменутих улога, користе се да спрече емисије прашкастих материја, да одрже гас довољно дуго на високој температури, као и да својим положајем унапреде пренос топлоте. При остваривању ове функције могу значајно да смање цену котла. Други предмет дисертације су турбулатори. Они се користе низводно од зоне сагоревања у делу котла у ком као механизам преноса топлоте са димног гаса на котловски медијум доминира конвекција. Осим што треба да побољшају трансфер топлоте уз што мањи пад притиска, турбулатори се користе за чишћење површина од наслага честица и за спречавање њихових емисија<sup>2</sup>.

### Научни циљ рада

Научни циљ рада дефинисан је у тачки 1 извештаја. У најкраћем испитивао би се истовремен утицај конструктивних карактеристика (геометрије) керамичких елемената и турбулатора на смањење емисија гасовитих и чврстих продуката сагоревања и унапређење трансфера топлоте. Можда није уобичајено, али се при дефинисању докторске дисертације ради квантификовања циља водило рачуна да предложена конструктивна решења унутар

---

<sup>1</sup> У котлоградњи се користе и термини друга и трећа промаја. Наиме то су делови котла у којима у преносу топлоте са димног гаса на котловски медијум доминира конвекција (прелаз). Условно се може односити на делове котла код којих је температура димног гаса нижа од 350°C.

<sup>2</sup> Погодним конструкцијама прашкасте материје остају задржане унутар котла.

котлова на чврсту биомасу доведу до смањења емисија гасовитих загађивача (угљен монооксида CO, азота оксида NOx и непотпуно оксидисаних органских једињења) и прашкастих материја тако да задовоље и најстроже анексе за емисију стандарда SRPS EN 303-5. Разлог за овако дефинисање циља је што анекси поменутог стандарда дефинишу реално врло строге границе емисије и што је, нарочито при аутоматском сагоревању дрва, потребан мерљив циљ.

Дакле, керамички елементи се додају ради што потпунијег сагоревања и смањења емисија прашкастих и гасовитих загађивача, као и унапређења преноса топлоте у ложишту. Осим што треба да сагоревају (догоревају) гас настао непотпуним сагоревањем, ови додаци треба да омогуће и смањење димензија коморе за сагоревање, тако што ће унапредити пренос топлоте зрачењем. Са друге стране, турбулатори треба да побољшају пренос и чисте површине за размену топлоте у зони конвекције и ако је могуће смање емисије прашкастих материја. Предложена решења треба да буду једноставна, лака за израду, економична и да не захтевају уградње додатних низводних елемената за контролу емисија: циклона, мултициклона, врећастих и електро филтера.

Са научног аспекта, дисертација треба да одговори на питања дата у тачки 1. извештаја. Одговори треба да омогуће научницима и инжењерима једноставнију полазну тачку при пројектовању и истраживању на предмету везаном за дисертацију. Да би се дошло до тражених одговора у дисертацији је потребно развити и валидирати сложене моделе из нумеричке механике флуида. И док су одговори на постављена питања значајни за науку и инжењерску праксу, сложено нумеричко моделовање је од значаја готово искључиво за научну заједницу.

#### Хипотезе од којих се полази

Готово сва комерцијално присутна решења из области топоводних гасификационих котлова на чврсту биомасу се састоје из две зоне за убацивање ваздуха, чији се проток контролише помоћу аутоматских клапни. Проток ваздуха се остварује услед разлике притисака између околине и котла који се помоћу једног исисног вентилатора одржава на потпритиску. Услед коришћења истосмерне гасификације, тј. конструкција у којима је зона гасификације изнад зоне сагоревања гаса, већа количина честица бива узнесена у гасној струји. Како су ове честице различите по саставу (дрвени кокс, минералне материје) њиховим непотпуним сагоревањем, брзим хлађењем и узношењем емитују се веће количине прашкастих загађујућих материја. Циљ дисертације је да се измени овај концепт. Измена концепта се базира на хипотези да се вишестепеним сагоревањем горивог гаса у несиметричној комори за сагоревање може обезбедити адекватно сагоревање, оптималан трансфер топлоте и значајно смањење емисија гасовитих и прашкастих загађујућих материја. Друга хипотеза рада је аналогна првој. Наиме, као што се адекватно сагоревање горивог гаса постиже вишестепеним увођењем секундарног ваздуха тако се и смањење емисије прашкастих материја постиже вишестепеним сукцесивним мерама од зоне гасификације, преко зона сагоревања горивог гаса, до зона кроз које пролази димни гас као што су ложиште и конвективни део котла. У ту сврху осим несиметричне зоне сагоревања горивог гаса пројектовале би се несиметрично ложиште и једноставан конвективни део котла са турбулаторима. Основне хипотезе које би се испитале за коришћење турбулатора биле би да:

- постоји оптимални пречник и корак жице турбулатора у облику опруге при примени у цеви датог пречника и они зависе од Рејнолдсовог броја  $Re$  димног гаса, као и да

- додавање конусног дела на слободном крају утиче на ранију побуду турбуленција у језгру протока и позитивно је са аспекта ефективности опружног турбулатора.

#### Методe истраживања

Истраживање би почело прикупљањем адекватне литературе и систематизацијом решења керамичких и металних додатака. Ова фаза израде дисертације служи као припремна за реализацију постављених циљева, и огледа се у упознавању са методама експерименталних испитивања и методама и алатима за математичко моделовање испитиваних делова. Након иницијалне фазе, планиране методе истраживања најбоље је објаснити по фазама дисертације:

- ▶ Прво би се пројектовала одговарајућа конструкциона решења керамичких елемената и металних додатака (турбулатора) за примену у постојећем гасификационом котлу на чврсту биомасу (огревно дрво).
- ▶ Потом, паралелно са израдом и монтирањем пројектованих додатака, вршила би се њихова нумеричка симулација употребом CFD<sup>3</sup> софтвера.
- ▶ Након уградње котловских додатака приступило би се њиховом експерименталном испитивању. Циљ испитивања је оцена квалитета функционисања пројектованих котловских додатака и експериментална верификација развијаних CFD модела.
- ▶ На основу изведеног и верификованог модела оптимирала би се (побољшала) геометрија предложених конструктивних додатака и дали најопштији закључци.

#### Оквирни садржај докторске дисертације

Оквирно дисертација би се састојала из следећих поглавља:

1. Биомаса као обновљиви извор енергије: коришћење, предности и недостаци
2. Преглед конструкција топоводних котлова малих термичких снага (до 50 kW) на чврсту биомасу
3. Преглед употреба ватросталних елемената у гасификационим котловима на дрва
4. CFD моделирање конструкција керамичких додатака у гасификационим котловима на биомасу: стање у развоју и предлог новог техничког решења
5. Експериментална валидација CFD модела керамичких додатака
6. Резултати утицај на смањење емисије и унапређења трансфера топлоте анализираних керамичких додатака
7. Преглед коришћених турбулатора и њихових особина
8. CFD модел предложених техничких решења турбулатора
9. Експериментална валидација CFD модела турбулатора
10. Резултати, препоруке и оптимизација анализираних турбулатора
11. Закључак и правци даљих истраживања
12. Литература

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

Оригиналност теме докторске дисертације и оригиналност идеје која се у њој разрађује базиране су на следећим чињеницама:

---

<sup>3</sup> Од енглеске скраћенице Computational Fluid Dynamics, тј. нумеричка динамика флуида.

- ▶ Проблеми који се решавају су реални и специфични. У дисертацији се полази од посебног и иде ка општем. Полази се од специфичних проблема на конкретним котловима на чврсту биомасу а методе које се користе у решавању ових проблема као и предложена решења треба да резултирају општим и применљивим закључцима.
- ▶ У дисертацији су планирана експериментална испитивања и математичко моделовање. За разлику од бројних експерименталних испитивања турбулатора у лабораторијским условима, у дисертације би се обавила директна испитивања на котловима, тзв. in-situ испитивања. Дакле, експерименталним испитивањима би се директно проверила њихова мултифункционалност која се огледа у унапређењу трансфера топлоте и чишћењу површина за њену размену.
- ▶ И керамички додаци би се анализирали експериментално и математички из угла мултифункционалности. У познатој литератури, керамички додаци се анализирају искључиво из улоге остваривања потпуног сагоревања. У случају дисертације анализирали би се из троугла: потпуно сагоревање, пренос топлоте и спречавање емисије прашкастих материја.
- ▶ У дисертацији се предлажу оригинална конструктивна решења унутар котлова на чврсту биомасу која ће довести до смањења емисије гасовитих загађивача (угљен монооксида CO, азотних оксида NOx и непотпуно оксидисаних органских једињења) и прашкастих материја тако да задовоље и најстроже анексе за граничне вредности емисије стандарда SRPS EN 303-5.

#### **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**

---

Научне методе које кандидат намерава да примени у дисертацији су: анализа, хипотеза, евалуација и експериментална потврда. Рад би започео истраживањем литературе, наставио доказивањем постављених хипотеза помоћу математичког моделовања и експерименталног испитивања и на крају, анализирајући добијене податке одговорио на унапред дефинисана питања<sup>4</sup> која представљају циљ дисертације. Предмет истраживања, основни појмови, обрада експерименталних и рачунских података заснива се на поштовању основних научних принципа области науке којој дисертација припада, тачније закона одржања: масе, количине кретања и енергије. Сва мерења и експериментална испитивања и све нумеричке симулације које у дисертацији треба да се обаве заснивају се на поштовању напред наведених научних принципа. Планирана експериментална испитивања заснивају се на употреби стандардизоване мерне опреме и поступака. Мерења би обухватила одређивање: количине прашкастих материја у гасној струји, количине и састава продуката сагоревања, брзине димног гаса у затвореним каналима, температуре димног гаса и котловских површина, протока воде и топлотног протока кроз чврсте површине котла. Напред наведени принципи и мерења представљају темељ свега што треба да се реализује у дисертацији. Због проласка детаљне рецензије, литература коју је кандидат доставио у пријави дисертације, улива сигурност са аспекта поштовања научних принципа. Чланови комисије гаје наду да ће кандидат у изради дисертације поштовати наведене принципе, мерне стандарде, као и да ће користити проверене и релевантне изворе података у свом раду.

---

<sup>4</sup> Видети 1. поглавље и део назван Циљ истраживања у 2. поглављу Извештаја.

## 5. Преглед научно-истраживачког рада кандидата

Ђорђе А. Новчић, је рођен 04.12.1991. године у Краљеву. Основну школу „Чибуковачки партизани“ је завршио у Краљеву. У средњој Електро - саобраћајној техничкој школи „Никола Тесла“ матурирао је на смеру: Техничар друмског саобраћаја.

Основне академске студије на Машинском факултету (сада Факултет за машинство и грађевинарство) у Краљеву уписао је школске 2010/11. године и завршио их је у предвиђеном року, одбранивши завршни рад 13.09.2013. године. Током основних студија остварио је просечну оцену 9.36 (девет и 36/100).

Мастер академске студије на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву уписао је школске 2013/14. године. Мастер рад на изборном модулу Енергетско машинство и аутоматско управљање одбранио је 29.09.2015. године. Током мастер студија остварио је просечну оцену 10.00 (десет и 0/100).

Добитник је више награда за остварени успех током студија. На такмичењу у знању „Машинијада“ из предмета, Механика, освојио је прво место.

Током основних и мастер студија био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

Докторске академске студије уписао је школске 2015/16. године на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву на модулу машинство.

У периоду од 01.04.2016. до 30.04.2018. године био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја ангажован на пројекту „Развој енергетски ефикасног постројења за гасификацију и когенерацију чврсте биомасе“, ев. бр. ТР 33027, као истраживач-стипендиста.

Од 01.05.2018. године запослен је на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву као истраживач-приправник ангажован на пројекту „Развој енергетски ефикасног постројења за гасификацију и когенерацију чврсте биомасе“, ев. бр. ТР 33027.

Изабран је у истраживачко звање истраживач приправник на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву 25.08.2016. године.

У истраживачко звање истраживач сарадник на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву, изабран је 29.08.2019. године. Тренутно је студент III (треће) године докторских академских студија. Положио је све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 9.94 (девет и 94/100).

Научно-истраживачка активност кандидата припада области Енергетика и заштита животне средине. Кандидат је објавио 9 научних и стручних радова у домаћим часописима и на међународним скуповима, као и 1 техничко решење.

На основу увида у његов досадашњи рад сматрамо да је кандидат Ђорђе Новчић показао интересовање, склоност и способност за научно-истраживачки рад.

### Учешће на научно-истраживачким пројектима:

1. ТР-33027, финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, 2011-2018, „Развој енергетски ефикасног постројења за гасификацију и когенерацију чврсте биомасе“. Руководилац пројекта проф. др Владан Карамарковић. Носилац истраживања Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву.

### Објављени радови кандидата

#### Саопштења на међународним научним скуповима (**категирија М33**):

1. M. Marasevic, V. Karamarkovic, N. Stojic, M. Nikolic and **Dj. Novcic**, "Designing recuperator on a rotary kiln supplied with enriched air during the calcination of dolomite," IX Triennial international conference "Heavy Machinery-HM 2017", Faculty of Mechanical and Civil Engineering, Kraljevo, pp. F.29 - F.36, isbn: 978-86-82631-89-7, Zlatibor, Srbija, 28. Jun - 1. Jul, 2017.
2. R. Karamarkovic, V. Karamarkovic, **Dj. Novcic**, N. Stojic and M. Nikolic, "Energetic and Exergetic Analysis for Reconstruction of a Direct District Heating Substation," Proceedings of the 4th International Conference on Mechanical Engineering in XXI Century (MASING 2018), Niš, Sebja, 19-20 April 2018, p. 6. ISBN: 978-86-6055-103-2.
3. R. Karamarkovic, **Dj. Novcic**, A. Lazarevic and M. Nikolic, "Experimental Investigation of an 18-kW-Wood-Log-Fired Gasification Boiler," Proceedings 19th Conference on Thermal Science and Engineering of Serbia, Faculty of Mechanical Engineering in Nis, pp. 201-209, ISBN: 978-6055-124-7, Soko Banja, 22.-25. Oct, 2019.
4. R. Karamarkovic, D. Simunovic, M. Nikolic, M. Marasevic and **Dj. Novcic**, "Optimizing type and size of a PV system for electricity supply of a pumping facility," 33th International Congress on Processing Industry – Belgrade, 10.-10. Sep, 2020.
5. D. Simunovic, R. Karamarkovic, M. Nikolic, **Dj. Novcic** and A. Lazarevic, "The usage of shallow groundwater heat by heat pumps in a high-temperature district heating system," Proceedings X Triennial international conference heavy machinery – HM 2021, Faculty of Mechanical and Civil Engineering in Kraljevo, pp. 43-51, ISBN: 978-86-81412-09-1, Vrnjačka Banja, Serbia, 23.-25. Jun, 2021.
6. **Dj. Novcic**, M. Nikolic, R. Karamarkovic and D. Simunovic, "Gradual combustion of wood logs by the use of preheated air," Proceedings X Triennial international conference heavy machinery – HM 2021, Faculty of Mechanical and Civil Engineering in Kraljevo, pp. F.57-F.62, ISBN: 978-86-81412-09-1, Vrnjačka Banja, Serbia, 23.-25. Jun, 2021.

#### Радови у националним часописима (**категирија М50**):

7. D. Vukajlovic, R. Karamarkovic, **Dj. Novcic** and S. Novicic, "Primena analize škripca na projektovanje gasifikacionog kotla na pelet," IMK – 14 – Reasearch & Development in Heavy Machinery, Vol. 22(2016)1, SR9-14, UDC 621 ISSN 0354-6829.
8. R. Karamarkovic, **Dj. Novcic**, M. Nikolic, M. Karamarkovic and D. Simunovic, "Eksperimentalno ispitivanje gasifikacionog kotla: dizajn komore za sagorevanje," Procesna tehnika, Vol. 30, n.1, pp. 20-26, Jul 2018.
9. R. Karamarkovic, D. Simunovic, M. Nikolic, M. Marasevic and **Dj. Novcic**, "Izbor tipa i optimizacija snage solarnog sistema za snadbevanje električnom energijom pumpnog postrojenja," Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS), vol. 32, no. 2, pp. 14-18, doi: 10.24094/ptc.020.32.2.14, Dec, 2020.

#### Техничка и развојна решења (**категирија М80**):

10. R. Karamarkovic, V. Karamarkovic, M. Marasevic, N. Stojic, M. Nikolic and **Dj. Novcic**, "LOZISTE SA SISTEMOM ZA SAMOCISCENJE STAKLA PELET KAMINA BIOLUX 20," 2016.

На основу наведеног у извештају, Комисија доноси следећи

### **ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ**

Позивајући се на Правилник о пријави, изради и одбрани докторске дисертације, докторског уметничког пројекта Универзитета у Крагујевцу из априла 2022. године, Комисија констатује да је **Ђорђе Новчић, мастер инж. маш., испунио све услове предвиђене за израду докторске дисертације.**

Стога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да предложеној тему докторске дисертације:

**МУЛТИФУНКЦИОНАЛНОСТ КЕРАМИЧКИХ И МЕТАЛНИХ ДОДАТАКА  
У КОТЛОВИМА НА БИОМАСУ**

прихвати и њену израду одобри кандидату Ђорђу Новчићу маг. инж. маш.

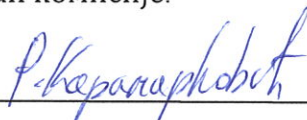
Комисија предлаже да ментор докторске дисертације буде др Раде Карамарковић, ванредни професор Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву Универзитета у Крагујевцу.

**ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

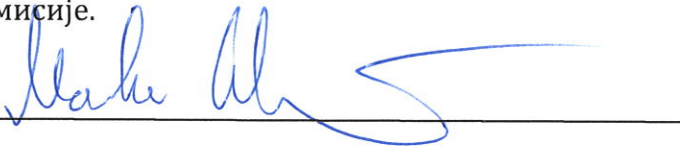
1. **др Душан Тодоровић**, ванредни професор, Машински факултет Универзитета у Београду, ужа научна област: Процесна техника, председник комисије.

  
\_\_\_\_\_

2. **др Раде Карамарковић**, ванредни професор, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Енергетика и заштита животне средине, члан комисије.

  
\_\_\_\_\_

3. **др Марко Обрадовић**, ванредни професор, Машински факултет Универзитета у Београду, ужа научна област: Процесна техника, члан комисије.

  
\_\_\_\_\_

У Краљеву,  
јануар 2022. године.