

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ  
НАУКА  
ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА У  
КРАГУЈЕВЦУ

На седници Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу одржаној 22. 10. 2020. године (број одлуке: 01-1/3771-14) и на седници Већа за техничко-технолошке науке одржаној 10. 11. 2020. године (број одлуке: IV-04-810/13) одређени смо за чланове Комисије за подношење извештаја за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације: **„Модел за унапређење наставног процеса у области инжењерства заснован на примени модуларних лабораторијских сетова“** у научној области Индустијско инжењерство и инжењерски менаџмент кандидата **Јасмине Миљојковић, маг. инж. мен.** На основу података којима располажемо достављамо следећи

## ИЗВЕШТАЈ

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

У предложеном нацрту докторске дисертације, кандидат је образложио предмет истраживања и истакао актуелност теме унапређења наставног процеса у области инжењерства применом метода учења кроз експеримент, истичући њену заступљеност у међународној научној и стручној литератури.

Мотивација за истраживање заснована је на претпоставци, базираној на литературним изворима и искуствима бројних техничких факултета широм света, да самостално извођење експеримената, као и обрада резултата мерења и анализа грешака мерења, омогућавају суштинско схватање значаја теоријског знања и проблематике реалних техничких система. Услед ограничености ресурса, у смислу расположиве опреме, простора, хуманих ресурса и осталих ограничења, примена методе засноване на самосталном извођењу експеримената представља један од значајних изазова са којима се суочавају бројне високообразовне институције у земљи и свету, у настојању да пруже адекватне одговоре на питања:

- Како организовати наставу и подићи ниво знања у популацији студената велике дисперзије претходно стеченог знања, жеља и очекивања, стечених навика и мотивације за учење?
- Како наставу учинити ефикасном и интересантном и најуспешнијим и мање успешним студентима?
- Како извући максималне ефекте, поштујући важеће прописе у вези са расположивим бројем часова наставе, бројем студената у групи за лабораторијске вежбе и оптерећењем наставника, сарадника и студената, имајући у виду расположиву лабораторијску опрему?

Велики број публикованих истраживања на тему образовања третира проблематику везану за наведена питања, нарочито данас, када изрази преузети из енглеског језика, попут „*hands-on learning*“ (учење на основу личног искуства, директно руковање) или „*learstruments*“ (инструменти или средства за учење, технолошки артефакти који директно демонстрирају своју функционалност кориснику, доприносе унапређењу његових знања и вештина у свим доменима познате Блумове таксономије – когнитивном, психомоторном, афективном домену – и, захваљујући ИТ подршци, ниво постигнутих резултата учења чине мерљивим) постају део интернационалног речника академске заједнице, али и привредника.

У привреди, код нас и у свету, постоје јасни индикатори заинтересованости послодаваца за инвестирање у унапређење компетенција инжењера. Са друге стране, квалитет процеса трансфера знања на факултетима, чија мера су исходи учења, не зависи само од расположиве лабораторијске опреме, већ и од заинтересованости и мотивисаности студената за извођење и анализу експеримента. Бројни научни радови, публиковани у свету и на нашим просторима, говоре да самостално извођење експеримента представља метод који даје најбоље ефекте у смислу подизања нивоа знања и мотивисаности.

Кандидат је предложио програм истраживања заснован на примени модуларних лабораторијских система, који би омогућили самосталан експериментални рад сваког појединачног студента, уз поштовање мера безбедности и уштеду времена, простора и финансија, што је суштина решења проблема који се често истичу у литературним изворима који се баве темом подизања нивоа излазног знања студената. Модуларни систем пројектовања склопова карактерише ниска цена, висока флексибилност и висока фреквенца примене стандардних компоненти при креирању склопова, мали смештајни простор и кратко време монтаже и демонтаже. С обзиром на високе техно-економске ефекте, примена модуларних система при формирању лабораторијских сетова учила испуниће основне предуслове за самостални рад сваког појединачног студента.

Модуларни сетови за самостално извођење експеримента треба да донесу нову вредност у процес лабораторијских вежби и да при томе одговоре на захтеве заинтересованих страна у том процесу. Принцип модуларности, који се заснива на компоновању функционалних целина из стандардних елемената, подсклопова и склопова, егзистира већ дужи низ година у многим техничким системима, али је његова заступљеност веома мала у домену едукацијске истраживачке опреме. Према мишљењу кандидата и Комисије, примена модуларних лабораторијских сетова дала би не само значајне техничке, технолошке и економске ефекте, већ би отворила простор за:

- подизање нивоа теоријског и експерименталног знања студената,
- веће учешће студената у креирању сетова за одређену вежбу,
- могућност избора различитих решења за одређену вежбу и анализу ефеката примене сваког појединачног решења са аспекта грешака мерења и валидности добијених резултата.



Имајући у виду приказ проблема проучавања, полазне хипотезе и предложене научне методе истраживања, приказани нацрт докторске дисертације садржи све елементе који су потребни да би се у изради докторске дисертације дао научни допринос, значајан за даљи развој научних истраживања у домену унапређења наставног процеса у области образовања инжењера заснованог на имплементацији принципа модуларности при развоју лабораторијских сетова.

#### Веза са досадашњим истраживањима

На основу референци кандидата може се закључити да је у досадашњим истраживањима био укључен у развој учила и уређаја који омогућавају самостално спровођење експеримената, примену у настави (у циљу указивања на нераскидиву везу између фундаменталног теоријског знања, теорије експеримента и добре инжењерске конструкције), као и реализацију научних истраживања.

Кандидат је у литератури препознао и груписао проблеме који се јављају приликом реализације програма лабораторијских вежби у оквиру образовања инжењера на универзитетима широм света: често изостајање дубље анализе феномена и проблема на којима се базирају лабораторијске вежбе; недовољно посвећивање пажње процењивању знања које су студенти стекли радом у лабораторији; неслагање усмено саопштених предавања и садржаја лабораторијских вежби; велике групе студената које раде на једном или на малом броју уређаја<sup>1</sup>; при групном раду, студенти преузимају улоге лидера (који одрађује највећи део посла) или посматрача (због интровертности или инертности) и не излазе сви из лабораторије са истим искуствима и вештинама<sup>2</sup>; неорганизовано управљање опремом, где су неки уређаји ван функције или потпуно застарели; одсуство јасних циљева, што доводи до стицања искустава која су међусобно неповезана и врло мало доприносе унапређењу базичног знања и оперативних способности студената; индикација да су курсеви негативно утицали на став студената према експерименту, генерално; индикације да је одређен број студената посумњао у сопствене способности, због неуспеха при извођењу експеримената; перцепција наставника да су курсеви тако осмишљени да је тешко подучавати студенте<sup>3</sup>; подразумевање да студенти поседују знање у вези са одређеном темом, иако тема никада није била обрађена на начин да студенти науче шта је потребно<sup>4</sup>; лоша претпоставка везана за ниво улазног знања студената; не постоје писана упутства за рад у лабораторији или упутство постоји, али није довољно јасно; дизајн експеримента није адекватан – предуго трајање експеримента, уз коментар студената да „се превише баве

---

<sup>1</sup> Hofstein, A., Lunetta, V., The laboratory in science education: Foundations for the twenty first century, Science education, vol 88, no. 1, pp. 28-54, 2004.

<sup>2</sup> Behnejad, S. A. Benefits of full-scale physical models in civil engineering education, 123rd Annual Conference of the American Society for Engineering Education – ASEE 2016, LA, USA, 2016.

<sup>3</sup> Zwickl, B. M., Finkelstein, N., Lewandowski, H. J., The process of transforming an advanced lab course: Goals, curriculum, and assessments, American Journal of Physics, vol. 81, no 1, pp.63-70, 2013.

<sup>4</sup> Bankel, J. et al, Benchmarking engineering curricula with the CDIO syllabus, International Journal of Engineering Education, vol. 21, no. 1, pp. 121-133, 2005.

записивањем бројева, а мало тога новог науче"<sup>5</sup>; проблем назван "*collect the data and get out*", односно проблем недовољне заинтересованости студената за лабораторијске вежбе, што резултује тенденцијом да за што краће време прикупе податке и напусте лабораторију, без жеље да се дубље укључују, постављају питања или дискутују<sup>6</sup>.

Све наведено указује на то да су на универзитетима широм света препознати проблеми који су слични онима са којима се суочава и домаће високо образовање.

Прегледом литературе дошло се и до описа реализованих решења у домену унапређења квалитета процеса лабораторијских вежби.

*College of Engineering, Rowan University* (САД) увео је реверзни инжењеринг и бенчмаркинг производа путем тестирања и проучавања перформанси уређаја из свакодневног живота, као методе у оквиру предмета Инжењерска клиника (енгл. *Engineering Clinic*), који је обавезан у сваком семестру за све студенте инжењерства (без обзира на смер)<sup>7</sup>. Сличан метод примењује се на Машинском инжењерству на универзитетима Вашингтон и Пенсилванија у САД (*University of Washington; Pennsylvania State University*), где студенти врше бенчмаркинг производа исте намене, а различитих цена<sup>8</sup>.

Вредан пажње је и предлог *Clemson University* (САД)<sup>9</sup>, где је у оквиру Машинског инжењерства осмишљен читав низ вежби који се базира на хорологији, односно проучавању техничких решења за мерење времена (попут механичких часовника, физичког клатна, каскадних посуда са водом итд.), како би се уочило на којим научним принципима она почивају, од којих материјала се могу израђивати њихове компоненте итд., да би се на основу одговарајућих мерења на крају вршили и прорачуни.

Бројни публиковани радови са светских универзитета истичу значај директног руковања уређајима, поставкама, инструментима, током лабораторијских вежби у оквиру образовања инжењера<sup>5, 6, 7, 8, 10, 11, 12</sup>. Један од начина да се унапреди

<sup>5</sup> Nikolic, S., Ritz, C., Vial, P. J., Ros, M., Stirling, D., Decoding student satisfaction: How to manage and improve the laboratory experience, *IEEE Transactions on Education*, vol 58, no. 3, pp. 151-158, 2015.

<sup>6</sup> Layton, R., Mayhew, J., Mechanical Measurements: Rewriting the Script, *ASEE Annual Conference and Exposition – Conference Proceedings 2006*, pp. 133, 2006.

<sup>7</sup> Marchese, A. J., Ramachandran, R. P., Hesketh, R. P., Schmalzel, J. L., Newell, H. L., The competitive assessment laboratory: introducing engineering design via consumer product benchmarking, *IEEE Transactions on Education*, vol. 46, no. 1, pp. 197-205, 2003.

<sup>8</sup> Fridley, J. L. Jorgensen, J. E. Lamancusa, J. S., Benchmarking: a process basis for teaching design, *Proceedings Frontiers in Education – 27th Annual Conference Teaching and Learning in an Era of Change*, vol. 2, pp. 960-967, IEEE, 1997.

<sup>9</sup> Wagner, J., Knaub, K., Time Keeping Experiments For A Mechanical Engineering Education Laboratory Sequence, *Annual Conference & Exposition, Austin, Texas 2009*, web:<https://peer.asee.org/4758>

<sup>10</sup> Ahmed, M., Hewavitharana, L., McKay, S., Ahmed, K., Rashid, M., Development of Low-Cost Laboratory Experiments for Southern Arkansas University's Engineering Program, *2015 ASEE Zone III Conference*, 2015.



трансфер знања је и постепено увођење нове опреме која се израђује на самом факултету, а која не захтева велика финансијска улагања. Примере развоја опреме и дизајна експеримената презентовали су бројни аутори у својим радовима.

Пример је развој опреме и дизајн експеримента у лабораторији за термалне флуиде, на Универзитету у Арканзасу (*Southern Arkansas University, USA*)<sup>10</sup>. У питању је опрема која је развијена на самом факултету и у чији развој су били укључени и студенти.

Сличан приступ унапређењу процеса лабораторијских вежби примењен је и на Техничком универзитету Луизијана, САД (*The College of Engineering and Science at Louisiana Tech University*)<sup>13</sup>, где су сопствена решења за извођење вежби у оквиру предмета Увод у инжењерску механику дизајнирали наставници, а у појединим случајевима и студенти на вишим годинама студија.

MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) такође развија сопствена учила по потреби. Пример је учило за проучавање слободног пада и израчунавање убрзања Земљине теже<sup>14</sup>, чија је скица дата у упутству за лабораторијске вежбе на Машинском инжењерству из предмета Физика 1 – Класична механика са фокусом на експерименту (енгл. *Physics I: Classical Mechanics with an Experimental Focus*), који је обавезан на првој години студија.

Једноставан лабораторијски сет упарен са осцилоскопом намењен је мерењу Планкове константе, а развијен је и примењује се у оквиру програма лабораторијских вежби на Физичком факултету Универзитета „Свети Клемент Охридски“ у Софији<sup>15</sup>.

Пример израде дидактичког уређаја за едукацију студената инжењерства у области контролних система, који се базира на термичкој контроли грејних блокова 3D штампача, развијен је на Институту за аутоматику, мерења и примењену информатику Машинског факултета у Братислави, за потребе извођења лабораторијских вежби<sup>16</sup>.

---

<sup>11</sup> Cochrane, P., Eversole, B., Graham, C., Improving Laboratory Performance, Conference for Industry and Education Collaboration – American Society for Engineering Education, Palm Spring, California, 2010.

<sup>12</sup> Trevelyan, J., Razali, Z. B., What do students gain from laboratory experiences?, in book: Internet accessible remote laboratory: Scalable e-learning tools for engineering and sciences disciplines, pp.416 – 431, IGI Global, 2012.

<sup>13</sup> Hall, D., Hadala, P., Roberts, F. Laboratory exercises for statics and mechanics of materials on a shoestring, ASEE Annual Conference Proceedings, pp. 3919-3942, 2000.

<sup>14</sup> Experiment FO Falling Object, [https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01x-physics-i-classical-mechanics-with-an-experimental-focus-fall-2002/labs/expeiment\\_fo.pdf](https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01x-physics-i-classical-mechanics-with-an-experimental-focus-fall-2002/labs/expeiment_fo.pdf), приступљено: 17.03.2020.

<sup>15</sup> Damyanov, D.S., Pavlova, I.N., Ilieva, S.I., Gourev, V.N., Yordanov, V.G. and Mishonov, T.M., Planck's constant measurement by Landauer quantization for student laboratories. European Journal of Physics, vol. 36, no. 5, pp. 055047, 2015.

<sup>16</sup> Takács, G., Gulán, M., Bavlina, J., Köplinger, R., Kováč, M., Mikuláš, E., Zarghoon, S., Salini, R., HeatShield: A Low-Cost Didactic Device for Control Education Simulating 3D Printer Heater Blocks, In 2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 374-383, IEEE, 2019.

Сличан приступ примењен је и при дизајнирању модела лифта за потребе обуке студената из области микроконтролера, сензора и актуатора, а у оквиру лабораторијских вежби из Мехатронике на Машинском факултету Техничког универзитета у Кошицама<sup>17</sup>.

На Факултету инжењерских наука у Крагујевцу и другим факултетима у окружењу током последњих неколико година успешно се подиже ниво знања студената кроз самостална експериментална истраживања на наменски пројектованим и реализованим училима и уређајима. То се огледа и у објављеним радовима, базираним на истраживањима спроведеним на поменутих уређајима<sup>18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27</sup>.

У лабораторијским условима, на универзитетима, принцип модуларности се у одређеној мери примењује у настави из области електротехнике<sup>28, 29, 30</sup>,

<sup>17</sup> Kelemen, M., Fabian, M. and Kelemenová, T., Design and development of lift didactic model within subjects of mechatronics, *Procedia Engineering*, Vol. 48, pp. 280-286, 2012.

<sup>18</sup> Todorović, P. M., Blagojević, M., Vukelić, D., Mačuzić, I., Jeremić, M., Simić, A. and Jeremić, B., Static coefficient of rolling friction under heating, *Journal of Friction and Wear*, Vol. 34, No. 6, pp.450-453, 2013.

<sup>19</sup> Bijelić, I., Mor, N., Živković, M., Tubin, V. and Stožinić, T., The Influence of the Contact Pressure on the Value of the Coefficient of Friction, *Tribology in Industry*, Vol. 39, No. 2, 2017.

<sup>20</sup> Mihajlović, G., Gašić, M., Savković, M., Mitrović, S. and Tadić, B., Vibroplatform modeling with allowance for tribological aspects, *Journal of Friction and Wear*, Vol. 38, No. 3, pp.184-189, 2017.

<sup>21</sup> Milojković, J., Bijelić, I., Vranić, N., Radovanović, N. and Živković, M., Determining elastic modulus of the material by measuring the deflection of the beam loaded in bending. *Tehnički vjesnik*, Vol. 24, No. 4, pp. 1227-1234, 2017.

<sup>22</sup> Milojković, J., Erić, M., Košarac, A., Kočović, V., Softverska podrška uređaju za ispitivanje gubitaka usled trenja u navojnim spojevima, *SPMS 2018 - 37. Savetovanje Proizvodnog mašinstva Srbije*, Kragujevac, Srbija, 2018.

<sup>23</sup> Lukovic, M., The Influence of Surface Temperature on the Coefficient of Static Friction, *The Physics Teacher*, Vol. 57, No. 9, pp. 636-638, 2019.

<sup>24</sup> Tadic, B., Zivkovic, M., Simunovic, G., Kocovic, V., Saric, T. and Vukelic, D., The Influence of Vacuum Level on the Friction Force Acting on the Pneumatic Cylinder Sealing Ring, *Tehnički vjesnik*, Vol. 26, No. 4, pp. 970-976, 2019.

<sup>25</sup> Kostić, S., Košarac, A., Luković, V. and Milojković, J., Theory Reviews-Hardware and Software Support for Testing Material on Specimens of the Small Cross Section, *Tribology in Industry*, Vol. 41, No. 1, 2019.

<sup>26</sup> Milojkovic, J., Simunovic, G., Vukelic, D., Tadic, B., Analysis of application possibilities of short-circuit effects in metal coating technologies, *Journal of Production Engineering*, Vol. 22, No. 2, pp. 15-18, 2019.

<sup>27</sup> Milojković Jasmina, Kostić Sonja, Kočović Vladimir, Tadić Branko, QUANTIFICATION OF ENERGY LOSSES IN REAL MECHANICAL SYSTEMS, XXVI Skup Trendovi razvoja – Inovacije u modernom obrazovanju, Kopaonik, 2020, Februar 16-19, pp. 230-233, ISBN 978-86-6022-241-3

<sup>28</sup> Lucía, O., Burdío, J. M., Navarro, D. and Artigas J. I., Educational reconfigurable platform for courses on power electronics, In 2010 4th IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics, pp. 19-23, IEEE, 2010.



управљачких инжењерских система<sup>31</sup>, мехатронике и реконфигурабилних технолошких система<sup>32</sup>. Познати произвођачи дидактичких система у понуди имају широк дијапазон модуларних сетова, који налазе примену и у универзитетским лабораторијама<sup>33</sup>. У питању су сложени, квалитетни и веома скупи системи. У области машинског инжењерства, које обухвата низ научних дисциплина, модуларни експериментални сетови немају значајну примену. Стога се на универзитетима широм света развијају наменски едукацијски уређаји, које не карактерише принцип модуларности.

## **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

Предмет рада ове докторске дисертације је развој модела за унапређење наставног процеса имплементацијом метода учења заснованих на самосталном извођењу експеримената од стране студената применом учила пројектованих по модуларном принципу.

Циљ примене метода учења кроз самостално извођење експеримената применом модуларних сетова учила је стварање услова да студенти суштински схвате нераскидиву везу између фундаменталног теоријског знања, теорије експеримента и добре инжењерске конструкције. Ефекти имплементације предложених метода ће бити квантификовани применом научних метода.

Докторска дисертација се базира на следећим полазним хипотезама:

I. Применом принципа модуларности могуће је створити услове (организационо, финансијски, технички и физички) да лабораторијске вежбе у процесу образовања инжењера, путем самосталног извођења експеримената од стране студената, допринесу унапређењу: теоријског знања, суштинског разумевања

---

<sup>29</sup> Barnes, M., Foster, D. A., Hutchins, J. and Bailey, M., A modular, open-architecture dc-dc power conversion laboratory, *International Journal of Electrical Engineering Education*, vol. 45, no. 3, pp.200-209, 2008.

<sup>30</sup> Tang J., Xiong B., Yang C., Tang C., Li Y, Su G., Bian X., Development of an integrated power distribution system laboratory platform using modular miniature physical elements: A case study of fault location, *Energies*, vol. 12, no. 19, pp.3780, 2019.

<sup>31</sup> Solano J., Jimenez D. A., Diaz H., Perez J., Sepulveda A., Mantilla M. A., A modular power electronics/control systems laboratory as educational tool for electrical engineering courses, In 2017 IEEE Workshop on Power Electronics and Power Quality Applications (PEPQA), pp. 1-5, IEEE, 2017.

<sup>32</sup> Ramírez-Cadena, M., Miranda, J., Tello-Albarrán, G., Dávila-Ramírez, O. and Molina, A., Reconfigurable didactic microfactory with universal numerical control, *IFAC Proceedings Volumes*, vol. 45, no. 6, pp. 463-468, 2012.

<sup>33</sup> Świder, J., Michalski, P. And Wszolek, G., Laboratory Support For The Didactic Process Of Engineering Processes Automation At The Faculty Of Mechanical Engineering, *Journal Of Achievements In Materials And Manufacturing Engineering*, vol. 15, no. 1-2, pp. 199-206, 2006.

фундаменталних научних принципа, вештина руковања опремом, способности приказивања и анализе резултата експеримената.

II. Увођењем модуларних система (сетова), који се иначе примењују у многим областима технике, а нису у довољној мери присутни у области образовања, постићи ће се пуни техно-економски ефекти.

III. Мотивисаност студената за самосталан истраживачки рад ће имати континуалан раст током извођења вежби на училима пројектованим по модуларном систему.

#### Методе истраживања

Методе које ће бити примењене у истраживањима на тему ове дисертације су:

- Анализа и синтеза досадашњих истраживања на тему унапређења система образовања кроз самостално извођење експеримената.
- Теоријске анализе концепта модуларног система применом теорије експеримента и нумеричких прорачуна.
- Вишекритеријумска оптимизација пројектованих модуларних сетова учила.
- Експериментална тестирања реализованих модуларних сетова.
- Математичко-статистичке методе у оквиру анализе захтева и квантификовања постигнутих ефеката примене предложеног концепта.

Кандидат је у нацрту докторске дисертације јасно истакао ток активности и концизно образложио методе учења кроз самостални рад студената применом модуларних лабораторијских система при креирању одређеног броја лабораторијских вежби.

#### Оквирни садржај докторске дисертације

Планирано је да дисертација буде разматрана кроз целине:

1. Уводна разматрања
2. Еволуција науке и експеримента
3. Значај и улога експеримента у високом образовању
4. Анализа захтева
5. Теорија и дизајн експеримента
6. Теоријске анализе концепта и оптимизација модуларних система учила
7. Пројектовање модуларног сета
8. Имплементација модуларног сета у програм лабораторијских вежби
9. Квантификовање ефеката примене предложеног модела
10. Дискусија
11. Закључци
12. Литература



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

У нацрту докторске дисертације наведено је да је планиран развој сета учила по модуларном принципу, на коме ће истовремено пет студената моћи самостално да изводи експерименте и који ће омогућити реализацију програма десет различитих лабораторијских вежби у оквиру више различитих предмета. Модуларни сет уређаја ће омогућити самосталан истраживачки рад студената, од нивоа доказа основних физичких закона до нивоа решавања сложених теоријских, експерименталних, истраживачких и инжењерских проблема. Пропулзивност предложене методе огледа се у томе што, поред самосталности у раду, примена принципа модуларности омогућава и развој креативности, иновативности и инвентивности код студената.

Дисертација има реалан излаз, јер модуларни лабораторијски сетови могу наћи широку примену у реализацији програма лабораторијских вежби у оквиру већег броја различитих предмета на техничким факултетима.

Кандидат је у нацрту докторске дисертације указао на значај, као и мултидисциплинарни и универзални карактер теме унапређења система образовања, маркирао проблеме са којима се високо образовање суочава у целом свету, спровео прелиминарна истраживања, остварио контакте и обавио консултације са представницима заинтересованих страна. Такође, кандидат је указао на реална ограничења која је неопходно превазићи да би се модел предложен у нацрту дисертације имплементирао и да би дао одговарајуће резултате. Поред ограничених ресурса и захтева у техно-економском смислу, кандидат је имао у виду и велику дисперзију претходно стеченог знања, афинитета и очекивања студената. Предложена метода омогућава да мање успешни студенти подигну ниво свог знања, а да се успешнијим студентима отвори простор за знатно опсежнија експериментална истраживања. Кандидат је предложио оригинално решење које би допринело мотивисаности не само најуспешнијих, већ и мање успешних студената да кроз самостални рад у лабораторији схвате значај суштинског разумевања теоријских основа наставних јединица и проблема реалних инжењерских конструкција, што представља неопходан услов за развој одговарајућих компетенција и успешно и креативно бављење инжењерском професијом.

Комисија закључује да је предложена тема, са образложеним предметом, циљевима и очекиваним резултатима, а која је произашла из прегледа доступних научних радова објављених у научним и стручним часописима, као и на међународним конференцијама, оригинална идеја кандидата Јасмине Миљојковић.

### **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 Јасмина Миљојковић, маг. инж. менаџмента, је у пријави теме докторске дисертације обухватила све елементе савременог научноистраживачког рада. Образложењу предмета истраживања приступљено је систематично, на бази опсежног прегледа литературних извора и препознавања изражених трендова и потреба у области истраживања. Користећи одговарајућу терминологију и поштујући критеријуме науке, кандидат је дефиниције предмета и циљева истраживања ускладио са предложеним хипотезама, примењујући адекватне научне методе истраживања.

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

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

Кандидат Јасмина Миљојковић, мастер инжењер менаџмента, рођена је 19.08.1971. године у Крагујевцу. Завршила је Основну школу „Вук Караџић“ у Крагујевцу, као носилац дипломе „Вук Караџић“ и ђак генерације. Средњошколско образовање стекла је у Првој крагујевачкој гимназији у Крагујевцу, са одличним успехом.

Основне академске студије на Факултету за менаџмент Зајечар Универзитета Мегатренд завршила је 2010. године са просечном оценом 8,10 (8 и 10/100). Дипломски рад „Интернет као модерни пропагандни медиј“, под менторством проф. др Игора Трандафиловића, одбранила је са оценом 10 (десет) и стекла академски назив „дипломирани менаџер“.

Мастер академске студије на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, на студијском програму Инжењерски менаџмент, уписала је 2011. године. Студије је завршила 2013. године са просечном оценом 9,25 (девет и 25/100). Мастер рад „Интернет као комуникациони медиј у високом образовању“, под менторством проф. др Ненада Грујовића, одбранила је са оценом 10 (десет) и стекла академски назив „мастер инжењер менаџмента“.

Докторске академске студије (студијски програм Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент) уписала је школске 2017/2018. године на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу. Положила је све испите на докторским студијама са просечном оценом 9,67 (девет и 67/100).

Од 1993. до 2004. године била је запослена на ТВ Канал 9 у Крагујевцу, на позицијама: новинар и водитељ, заменик главног и одговорног уредника, главни и одговорни уредник. Од 2004. до 2010. године била је предузетница – власница агенције за маркетинг „Public“. Од 2006 до 2010. године била је ангажована на ТВ ИН у Крагујевцу на позицији: уредник програма културе. Од 2010. године запослена је на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу на пословима: односи са јавношћу, шеф кабинета декана, а од 2017. године и: библиотекар – шеф службе.

### **б. Научно-истраживачки рад**

Као аутор или коаутор кандидат је објавио укупно 13 радова у научно-стручним часописима као и на међународним и домаћим научно-стручним скуповима.



У наставку је наведено 6 радова чији резултати или методологије доказују афинитет за рад на предложеној теми.

▪ **Списак објављених радова**

**M23 Рад у међународном часопису**

1. **Miljojković Jasmina**, Bijelić Ivan, Vranić Nenad, Radovanović Nikola, Živković Milutin, Determining elastic modulus of the material by measuring the deflection of the beam loaded in bending, Tehnički vjesnik, ISSN 1330-3651, vol. 24, br. 4, str. 1227-1234, 2017, doi: 10.17559/TV-20170609133537

**M24 Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком**

1. Kostić Sonja, Košarac Aleksandar, Luković Vanja, **Miljojković Jasmina**, Theory Reviews – Hardware and Software Support for Testing Material on Specimens of the Small Cross Section, Tribology in Industry, ISSN 0354-8996, vol. 41, br. 1, str. 109-114, 2019, doi: 10.24874/ti.2019.41.01.12

**M52 Рад у истакнутом часопису националног значаја**

1. **Miljojković Jasmina**, Šimunović Goran, Vukelić Đorđe, Tadić Branko, Analysis of application possibilities of short-circuit effects in metal coating technologies, Journal of Production Engineering, ISSN 1821-4932, vol. 22, br. 2, str. 15-18, 2019, doi: 10.24867/JPE-2019-02-015

**M63 Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини**

1. Živković Milutin, **Miljojković Jasmina**, Petrović Zvonko, Karić Marina, OSNOVNE KARAKTERISTIKE PROJEKTOVANJA SAVREMENIH MEHATRONIČKIH SISTEMA, Друга nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem Informacione tehnologije, obrazovanje i preduzetništvo ITOP17, Čačak, 2017, April 8-9, pp. 405-413, ISBN 978-86-7776-211-7

2. **Miljojković Jasmina**, Erić Milan, Košarac Aleksandar, Kočović Vladimir, SOFTVERSKA PODRŠKA UREĐAJU ZA ISPITIVANJE GUBITAKA USLED TRENJA U NAVOJNIM SPOJEVIMA, 37. Savetovanje Proizvodnog mašinstva Srbije SPMS 2018, Kragujevac, 2018, Oktobar 25-26, pp. 235-240, ISBN 978-86-6335-057-1

3. **Miljojković Jasmina**, Kostić Sonja, Kočović Vladimir, Tadić Branko, QUANTIFICATION OF ENERGY LOSSES IN REAL MECHANICAL SYSTEMS, XXVI Skup Trendovi razvoja – Inovacije u modernom obrazovanju, Kopaonik, 2020, Februar 16-19, pp. 230-233, ISBN 978-86-6022-241-3

**6. Предлог за ментора са његовим референцама којима се доказује испуњеност услова за менторство**

Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде др Бранко Тадић, редовни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Проф. Др Бранко Тадић је објавио 159 научних радова, међу којима је 9 радова категорије M21, 12 радова категорије M22, 14 радова категорије M23.

▪ Референце којима се доказује испуњеност услова за менторство

**M21 Рад у врхунском међународном часопису**

1. **Tadić, B.**, Todorović, P. M., Vukelic, Đ., Jeremic, B. M., Failure analysis and effects of redesign of a polypropylene yarn twisting machine, *Engineering Failure Analysis*, ISSN 1350-6307, vol. 18, no. 5, pp. 1308-1321, 2011, doi: 10.1016/j.engfailanal.2011.03.020
2. **Tadić, B.**, Jeremić, B., Todorović, P., Vukelić, Đ., Proso, U., Mandić, V. Budak, I., Efficient Workpiece Clamping by Indenting Cone-shaped Elements, *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, ISSN 2234-7593, vol.13, no.10, pp. 1725-1735, 2012, doi: 10.1007/s12541-012-0227-8
3. **Tadić, B.**, Todorović, P., Lužanin, O., Miljanić, D., Jeremić, B., Bogdanović, B., Vukelić, Đ., Using specially designed high-stiffness burnishing tool to achieve high-quality surface finish, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, ISSN 0268-3768, vol.1-4, no.67, pp. 601-611, 2013, doi: 10.1007/s00170-012-4508-2
4. **Tadić, B.**, Todorović, P., Novkinić, B., Buchmeiser, B., Radenković, M., Budak, I., Vukelić, Đ., Fixture layout design based on a single-surface clamping with local deformation, *International Journal of Simulation Modelling*, ISSN 1726-4529, vol. 14 no. 3, pp 379-391, 2015, doi: 10.2507/IJSIMM14(3)1.280
5. **Tadić, B.**, Ranđelović, S., Todorović, P., Živković, J., Kočović, V., Budak, I., Vukelić, Đ., Using a high-stiffness burnishing tool for increased dimensional and geometrical accuracies of openings, *Precision Engineering*, ISSN 0141-6359, vol. 43, pp. 335-344, 2016, doi: 10.1016/j.precisioneng.2015.08.014



На основу свега наведеног у претходним тачкама овог извештаја Комисија доноси следећи

## ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

**Јасмина Миљојковић, мастер инжењер менаџмента**, испунила 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:

**„Модел за унапређење наставног процеса у области инжењерства заснован на примени модуларних лабораторијских сетова“**

прихвати и одобри њену израду кандидату **Јасмини Миљојковић, мастер инжењеру менаџмента**.

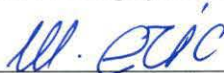
Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде др Бранко Тадић, редовни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

У Крагујевцу, Славонском Броду и Новом Саду,  
10.12, 2020. год.

КОМИСИЈА



**Др Катица Шимуновић**, редовни професор, председник  
Стројарски факултет у Славонском Броду, Свеучилиште у Славонском Броду  
Уже научне области: Квантитативне методе и операциона истраживања,  
Дизајн и анализа експеримента, Методологија научноистраживачког рада,  
Управљање материјалима, ERP системи



**Др Милан Ерић**, редовни професор, члан  
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу  
Уже научна област: Производно машинство



**Др Бранко Тадић**, редовни професор, члан  
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу  
Уже научне области: Производно машинство, Индустијски инжењеринг



**Др Ђорђе Вукелић**, редовни професор, члан  
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду  
Уже научне области: Метрологија, Квалитет, Еколошко инжењерски аспекти,  
Алати и прибори



**Др Миладин Стефановић**, редовни професор, члан  
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу  
Уже научне области: Производно машинство, Индустијски инжењеринг