

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Јасмине Миљојковић, мастер инжењера менаџмента

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-503/13 од 13.07.2023. године, на предлог Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу (одлука бр. 01-1/2306-8 од 06. 07. 2023. године), именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације (у даљем тексту Комисија) у научној области Индустијско инжењерство и инжењерски менаџмент, ужој научној области Инжењерски менаџмент, кандидаткиње Јасмине Миљојковић, маст. инж. менаџмента, под називом:

**„МОДЕЛ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ НАСТАВНОГ ПРОЦЕСА
У ОБЛАСТИ ИНЖЕЊЕРСТВА ЗАСНОВАН НА ПРИМЕНИ
МОДУЛАРНИХ ЛАБОРАТОРИЈСКИХ СЕТОВА“**

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, која је одобрена за израду Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу бр. 01-/3771-12 од 22. 10. 2020. године и Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одлуком бр. IV-04-93/11 од 10. 02. 2021. године 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. Опис докторске дисертације

Докторска дисертација кандидаткиње Јасмине Миљојковић, маст. инж. менаџмента, под називом „Модел за унапређење наставног процеса у области инжењерства заснован на

примени модуларних лабораторијских сетова“ представља резултат мултидисциплинарног научно-истраживачког рада кандидаткиње у областима инжењерског менаџмента, индустријског инжењерства и примене концепта модуларности у унапређењу наставног процеса у области инжењерства.

Кандидаткиња је у докторској дисертацији указала на мултидисциплинарни и универзални карактер теме унапређења система образовања и теми приступила најпре у ширем временском и просторном контексту, а затим маркирала актуелне проблеме и улогу експеримента у различитим концептима трансфера знања. У контексту домаћег и европског образовног подручја, кандидаткиња је анализирала повезаност лабораторијских вежби са исходима учења и очекиваним компетенцијама инжењера.

У дисертацији је истакнута актуелност теме унапређења наставног процеса у области инжењерства применом метода учења кроз експеримент и демонстрирана њена заступљеност у међународној научној и стручној литератури. У контексту садашњег тренутка, слика о могућим путањама унапређења наставног процеса у области инжењерства је формирана на основу искуства бројних универзитета у свету и искустава стечених на Факултету инжењерских наука, где се сопствена лабораторијска опрема развија већ дужи низ година. Мотивација за истраживање је заснована на претпоставци да самостално извођење експеримената омогућава суштинско схватање значаја теоријског знања у решавању проблематике реалних техничких система. Кандидаткиња је у литератури препознала и груписала проблеме са којима се суочавају универзитети широм света, у настојању да примене методе засноване на самосталном извођењу експеримената у условима ограничених просторних, хуманих и финансијских ресурса. У дисертацији је затим дат преглед реализованих решења заснованих на примени нових метода над постојећом лабораторијском опремом, као и преглед реализованих иновативних нискобуџетних решења. Детаљно су анализирани примери добре праксе у свету и развој сопствене опреме на Факултету инжењерских наука.

Кандидаткиња је спровела прелиминарна истраживања, остварила контакте и обавила консултације са представницима заинтересованих страна. У докторској дисертацији је указала на реална ограничења која је неопходно превазићи да би се предложени модел имплементирао и да би дао одговарајуће резултате. Поред ограничених ресурса и захтева у техно-економском смислу, кандидаткиња је имала у виду и велику дисперзију претходно стеченог знања, афинитета и очекивања студената. Спровела је анализу јачине и структуре везе између квантитативних показатеља улазног знања и других параметара, као и анализу захтева курикулума, наставника и студената у вези са процесом лабораторијских вежби. Такође, анализирани су и захтеви за које мора испунити дизајн експеримента, како би се програм лабораторијских вежби успешно организовао.

У докторској дисертацији је извршена теоријска анализа концепта модуларности, презентован је теоријски модел за унапређење процеса лабораторијских вежби и описан поступак пројектовања и оптимизације модуларних сетова, чијом применом се постиже и реконфигурабилност лабораторијског простора, па, самим тим, и модуларност у ширем смислу.

Након анализе захтева који се односе на софтверску подршку предложеном моделу, презентоване су архитектура и структура развијене веб платформе. Имплементација предложеног модела је демонстрирана на примеру једне од великог броја лабораторијских вежби које је могуће извести применом развијених модуларних сетова и пратеће веб апликације.

Статистичка анализа ефеката примене предложеног модела заснована је на процени исхода учења од стране студената при раду у мањим групама и процени исхода учења при самосталном извођењу експеримената, заснованом на примени модуларних сетова и одговарајуће веб платформе. Извршена је и анализа и синтеза коментара студената у оквиру

упитника, а у оквиру дискусије, анализирани су резултати обављених полуструктурираних интервјуа са инжењерима – некадашњим студентима Факултета инжењерских наука, као и са професорима активним у настави.

На основу резултата истраживања, у докторској дисертацији су верификоване полазне хипотезе, изведени одговарајући закључци, наведена ограничења у истраживању и истакнути правци даљих истраживања, у смислу унапређења примењених модела и MCDM метода, као и у домену унапређења софтверских и хардверских компоненти система.

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

Преглед стања у подручју истраживања у докторској дисертацији указао је да на универзитетима широм света су препознати слични проблеми као они са којима се често суочава и домаће високо образовање у области инжењерства. Инжењерски факултети често имају проблем финансирања програма лабораторијских вежби, што, између осталог, обухвата и набавку лабораторијске опреме. Када набавка скупе опреме није могућа, неопходно је изналажење алтернативних начина да се опрема занови, односно да се и у условима ограничених ресурса, применом адекватних решења и метода, остваре планирани исходи учења.

Значај докторске дисертације се огледа у презентовању модела за унапређење процеса лабораторијских вежби, заснованог на развоју и имплементацији модуларних лабораторијских сетова, чијом применом се омогућава самостално извођење експеримената од стране студената, уз постизање максималних техно-економских ефеката. Постизањем реконфигурабилности радног простора остварује се и модуларност у ширем смислу, тако да је у предложеном моделу принцип модуларности примењен на више нивоа, односно провлачи се кроз целу „вертикалу“ модела. Примена методе учења кроз самостално извођење експеримената на модуларним сетовима учила, као и одговарајуће софтверске подршке у веб окружењу, ствара услова да студенти постигну суштинско разумевање теоријских основа наставних јединица и примене га у решавању реалних инжењерских проблема и анализи реалних инжењерских конструкција. Такође, концепт на којем се заснива софтверска подршка систему користи предности које пружа веб окружење и омогућава управљање подацима, дељење података, примену модела обрнуте учионице и хибридног модела учења. На тај начин отвара се и могућност да се на основу почетног знања студента дефинише индивидуализован пут за учење или лабораторијске вежбе које ће студенту омогућити да на најефикаснији начин стекне потребна знања и вештине. Предложена метода омогућава да мање успешни студенти подигну ниво свог знања, а да се успешнијим студентима отвори простор за знатно опсежнија експериментална истраживања.

Теоријски допринос докторске дисертације се огледа у развоју универзалног теоријског модела, заснованог на координатном систему, као полазној основи за теоријско разматрање наставне материје у оквиру базичних теоријских предмета и стручних усмеравајућих предмета у широкој области машинског инжењерства. Теоријски модел узима у обзир да поља расподеле механичких напона и деформација, поља промене притиска флуида, електромагнетног поља, температурног поља и осталих поља расподеле физичких величина су функције координата. Презентовани модел представља универзалну основу за развој модуларних система, односно конструкција које су компоноване претежно од стандардних елемената, па самим тим флексибилне, реконфигурабилне и погодне за модификације и надоградњу. На основу теоријског концепта модуларног сета, техничко решење учила базирано је на стандардним алуминијумским профилима са великим бројем технолошких

база, које преко елемената растављивих веза омогућавају имплементацију великог броја стандардних машинских елемената и формирање функционалних целина.

Теоријски допринос дисертације се огледа и у систематизацији података из великог броја литературних извора који се баве историјом науке, као засебном научном дисциплином, као и образовањем у пољу техничко-технолошких наука и улогом експеримента у образовању инжењера. Додатно, теоријски допринос дисертације се огледа и у анализи и синтези прикупљених информација на основу опсежног прегледа литературе која се бави методама, проблемима и могућностима унапређења процеса лабораторијских вежби.

Реализацијом и имплементацијом модуларних сетова у програм лабораторијских вежби доказано је да предложени модел представља технички изводљиво и економично решење, чијом применом је омогућено самостално руковање опремом од стране студената. У циљу унапређења приказа и анализе резултата експеримената развијена је веб апликација, која омогућава ефектно приказивање резултата и дискусију. Анализа ефеката имплементације модуларних лабораторијских сетова и пратеће веб платформе у програм лабораторијских вежби је показала да је постигнуто унапређење наставног процеса.

Развијени лабораторијски сетови су засновани на максималној примени стандардних механичких, погонских, мерних, пнеуматских, електронских и осталих компоненти, чиме су постигнути пуни техно-економски ефекти. Са теоријског и техничког аспекта, може се рећи да су могућности модуларног сета неисцрпне, како у смислу експерименталне верификације познатих теоријских законитости, тако и у смислу учења, од нивоа упознавања са стандардним машинским елементима до нивоа креирања, анализе и испитивања реалних моделских машинских конструкција. Те могућности су само донекле испуњене досадашњим развојем лабораторијске опреме базиране на модуларном принципу, чије су појединачне функције (модули) развијане као одговор на испостављене захтеве заинтересованих страна.

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

Докторска дисертација кандидаткиње Јасмине Миљојковић, маг. инж. менаџмента, под називом **„Модел за унапређење наставног процеса у области инжењерства заснован на примени модуларних лабораторијских сетова“** представља резултат самосталног научно-истраживачког рада кандидаткиње у актуелној научној области. На основу резултата спроведених теоријских, експерименталних и других истраживања, као и на основу реализације и имплементације модела заснованог на развоју модуларних лабораторијских сетова, може се закључити да дисертација представља оригинални научни рад. Докторска дисертација је прошла обавезну проверу на плагијаризам, која потврђује да је реч о оригиналном научном раду.

Кандидаткиња је на основу прегледа и анализе литературних извора изнела закључке да концепт модуларног пројектовања није нашао већу примену у сфери развоја едукацијске опреме, да се у највећем броју случајева преузимају и комбинују готова решења, као и да је конфигурација модуларних сетова познатих произвођача дидактичких система најчешће затвореног типа и заступљена у сфери специјализације инжењера из појединих области или намењена само обуци за руковање одређеним системима. Цена наведене опреме превазилази могућности већине техничких факултета који имају амбицију да обезбеде довољан број радних станица за самостално руковање опремом. Кандидаткиња је предложила оригинално решење за проблеме са којима се суочавају не само домаћи факултети у пољу техничко-технолошких наука, већ и бројни инжењерски факултети широм света, а који се односе на

финансирање програма лабораторијских вежби, које, између осталог, обухвата и набавку лабораторијске опреме. Модел заснован на развоју и примени модуларних лабораторијских сетова представља економично и технички изводљиво решење, које омогућава рад студената у мањим групама, довољан број уређаја и учила за самосталан рад сваког студента. У техничком смислу, применом развијеног теоријског модела постиже се висок ниво флексибилности и оставља могућност за додатне модификације и надоградњу.

Оригиналност научног рада кандидаткиње огледа се и у примени принципа модуларности на више нивоа: од модуларности саме конструкције учила, преко креирања и додавања нових модула као одговора на појединачне захтеве курикулума и студената, постизања реконфигурабилности лабораторијског радног простора, који на тај начин и сам постаје модуларан, до вишеслојне модуларне архитектуре веб апликације за унос, обраду, приказ и управљање подацима. Тиме су постигнути пуни техно-економски ефекти, остварена уштеда простора и времена потребног за припрему извођења лабораторијских вежби, омогућени су самосталан рад студената, постизање веће мотивације студената за учење на бази експеримента и подизање нивоа знања, без обзира на хетерогеност студентске популације, док је наставницима омогућено управљање подацима и искорак ка креирању индивидуалних путања учења.

4. Преглед остварених резултата рада кандидата у одређеној научној области

4.1. Биографија кандидаткиње

Јасмина Миљојковић је рођена у Крагујевцу, 19. 08. 1971. године. Завршила је основну школу „Вук Караџић“ у Крагујевцу, као носилац дипломе „Вук Караџић“ и ђак генерације. Средњошколско образовање стекла је у Првој крагујевачкој гимназији, са одличним успехом. Основне академске студије на Факултету за менаџмент Зајечар завршила је 2010. године са просечном оценом 8,10 (8 и 10/100). Мастер академске студије на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, студијски програм Инжењерски менаџмент, уписала је 2011. и завршила са просечном оценом 9,25 (девет и 25/100). Докторске академске студије на Факултету инжењерских наука, студијски програм Индустијско инжењерство и инжењерски менаџмент, уписала је 2017. и испите положила са просечном оценом 9,67 (девет и 67/100).

Од 1993. до 2004. 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. била је директорка агенције за маркетинг „Public“. Од 2006 до 2010. била је ангажована на ТВ ИН у Крагујевцу, као новинар, водитељ и уредник програма културе. Од 2010. је запослена на Факултету инжењерских наука, где је до 2017. обављала послове шефа кабинета декана и односа са јавношћу, а од 2017. је библиотекар – шеф службе, уз ангажовање на пословима односа са јавношћу и чланство у комисијама за промоцију, самовредновање и обезбеђење квалитета. Уредник је 12 јубиларних споменица генерација алумнија и монографије издате поводом 55 година рада Факултета и један од коаутора монографије издате поводом 60 година рада Факултета инжењерских наука.

Од 2016. године је активно укључена у развој уређаја и учила на Факултету инжењерских наука. Аутор је и коаутор 16 научних радова, од чега једног рада категорије М21, четири рада категорије М23, два рада категорије М24, четири рада категорије М33, два рада категорије М52, три рада категорије М63.

Поседује напредно знање енглеског језика и средњи ниво знања руског језика.

4.2. Референце кандидаткиње

Кандидаткиња је до сада, као аутор или коаутор, објавила укупно 16 научно-

истраживачких радова:

Рад у врхунском међународном часопису – категорија M21

1. Kostic, S., **Miljojkovic, J.**, Simunovic, G., Vukelic, D., & Tadic, B. (2022). Uncertainty in the determination of elastic modulus by tensile testing. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 25, Article 100998. ISSN: 2215-0986, <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2021.05.002>

Рад у међународном часопису – категорија M23

1. **Miljojković, J.**, Bijelić, I., Vranić, N., Radovanović, N., & Živković, M. (2017). Determining elastic modulus of the material by measuring the deflection of the beam loaded in bending. *Tehnicki vjesnik / Technical Gazette*, 24(4), 1227–1234. ISSN: 1330-3651, <https://doi.org/10.17559/TV-20170609133537>
2. Vukelic, D., Todorovic, P., Simunovic, K., **Miljojkovic, J.**, Simunovic, G., Budak, I., & Tadic, B. (2021). A novel method for determination of kinetic friction coefficient using inclined plane. *Tehnicki vjesnik / Technical Gazette*, 28(2), 447–455. ISSN: 1330-3651, <https://doi.org/10.17559/TV-20201101051835>
3. Lukovic, M., **Miljojkovic, J.**, & Tadic, B. (2021). An inclined plane based instrument for determining the static coefficient of friction at high temperatures. *Romanian Journal of Physics*, 66(9-10), Article 909. ISSN: 1221-146X, https://rjp.nipne.ro/2021_66_9-10/RomJPhys.66.909.pdf
4. **Miljojkovic, J.**, Kočović, V., Luković, M., Živković, A., & Šimunović, K. (2022). Development of a modular didactic laboratory set for the experimental study of friction. *Tehnicki vjesnik / Technical Gazette*, 29(1), 269–277. ISSN: 1330-3651, <https://doi.org/10.17559/tv-20210925171045>

Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком – категорија M24

1. Kostic, S., Košarac, A., Luković, V., & **Miljojkovic, J.** (2019). Theory reviews– Hardware and software support for testing material on specimens of the small cross section. *Tribology in Industry*, 41(1), 109–114. ISSN: 0354-8996, <https://doi.org/10.24874/ti.2019.41.01.12>
2. **Miljojkovic, J.**, Kočović, V., Kosarac, A., & Katica, Š. (2021). Loop-the-loop as a real tribomechanical system applicable in engineering education. *Tribology in Industry*, 43(4), 667–672. ISSN: 0354-8996, <https://doi.org/10.24874/ti.1210.09.21.11>

Саопштење са међународног скупа штампано у целини – категорија M33

1. Pešić, M., Miljaković, M., Kočović, V., Jović, N., **Miljojkovic, J.**, & Bodić, A. (2022, November 17–19). Optimization and efficiency analysis of muzzle brake for sniper rifle. *6th international scientific conference "Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications" – COMETA2022*, East Sarajevo (pp. 518–526). University of East Sarajevo, Faculty of Mechanical Engineering East Sarajevo. ISBN: 978-99976-947-6-8
2. **Miljojković J.**, Erić M., Košarac A., & Kočović V. (2018, 25–26. oktobar). Softverska podrška uređaju za ispitivanje gubitaka usled trenja u navojnim spojevima. *37. Savetovanje Proizvodnog Mašinstva Srbije – SPMS 2018*, Kragujevac (pp. 235 –240). Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu. ISBN: 978-86-6335-057-1
3. Petrović, Z., Živković, M., Bijelić, I., & **Miljojković, J.** (2017). Development algorithm and software system for preparation tool set in modern technological systems. *Annals of the University of Oradea: Facsicle of Management & Technological Engineering*, 26(2).

109–114. ISSN: 1583-0691, <https://doi.org/10.15660/auofmte.2017-2.3294>

4. Živković, M., **Miljojković, J.**, Stožinić, T., Bijelić, I., Milošević, S., & Mor, N. (2017). The effect of axial clearance in gear pumps on volumetric efficiency. *Annals of the Oradea University. Fascicle of Management and Technological Engineering*. 26(2). ISSN: 1583-0691, <https://doi.org/10.15660/auofmte.2017-2.3289>

Рад у часопису националног значаја – категорија М52

1. **Miljojkovic J.**, Simunovic G., Vukelic D., & Tadic B. (2019). Analysis of application possibilities of short-circuit effects in metal coating technologies. *Journal of Production Engineering*. 22(2), 15–18. ISSN: 1821-4932, <https://doi.org/10.24867/jpe-2019-02-015>
2. Živković, M., **Miljojković, J.**, & Bijelić, I. (2017). The specifics of the process of winding of the stripped material in the form of matting made from chopped glass fibre (MAT). *IMK-14-Istraživanje i razvoj*, 23(3), 89-96. ISSN: 0354-6829, <https://doi.org/10.5937/IMK1703089Q>

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини – категорија М63

1. **Miljojkovic, J.**, Kostić, S., Kočović, V., & Tadic, B. (2020, 16–19. februar). Quantification of energy losses in real mechanical systems. XXVI Skup Trendovi razvoja: “Inovacije u modernom obrazovanju”, Kopaonik, (pp. 16–19). ISBN: 978-86-6022-241-3
2. Živković, M., **Miljojković, J.**, Petrović, Z., & Karić, M. (2017, 8–9. april) Osnovne karakteristike projektovanja savremenih mehatroničkih sistema. Druga nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem Informacione tehnologije, obrazovanje i preduzetništvo – ITOP17, Čačak (pp. 405–413). ISBN: 978-86-7776-211-7
3. Krivokapić, L., Ilić, N., **Miljojković, J.**, & Milutinović, S. (2016, 23–25. jun). Procena dela farmaceutskog otpada u Republici Srbiji. Naučna konferencija sa međunarodnim učešćem ETIKUM 2016, Novi Sad (pp. 133–136). ISBN: 978-86-7892-825-3

Остало:

Техничко решење

1. Vukelić, Đ., Živković, M., Miljojković, J., Kočović, V., & Budak, I. (2017). Uređaj za ispitivanje apsorpcije vode drvenih radnih predmeta. <http://www.ftn.uns.ac.rs/n144778468/uredjaj-za-ispitivanje-apsorpcije-vode-drvenih-radnih-predmeta>

Поглавље у међународној монографији

1. Zivic, F., Grujovic, N., & Miljojkovic, J. (2018). Differences between adopters and non-adopters of innovation: Case study of new technologies| adoption by small and medium enterprises in Serbia. In J. P. Dopazo, F. Zivic (Eds.), *Supporting University Ventures in Nanotechnology, Biomaterials and Magnetic Sensing Applications: Policies, Practices, and Future* (pp. 113–139), ISBN: 978-3-319-61236-2. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61237-9>

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

Докторска дисертација кандидаткиње Јасмине Миљојковић, маг. инж. менаџмента, под називом „**Модел за унапређење наставног процеса у области инжењерства заснован на примени модуларних лабораторијских сетова**“ одговара по садржају теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу одлуком бр.01 -1/3771-12 од 22.10.2020. године и Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одлуком бр. IV-04-93/11 од 10.02.2021. године. Наслов докторске дисертације, урађена истраживања, као и циљеви истраживања су у складу са онима који су

наведени у пријави теме.

Дисертација је написана на 182 стране, садржи 61 слику и 32 табеле, а цитиране су 333 библиографске јединице претежно новијег датума.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
 2. Еволуција науке и експеримента
 3. Значај и улога експеримента у образовању инжењера
 4. Преглед стања у области истраживања
 5. Анализа утицајних параметара и захтева у вези са процесом лабораторијских вежби
 6. Теорија и дизајн експеримента
 7. Теоријска анализа концепта и оптимизација модуларних система учила
 8. Имплементација модуларног сета у програм лабораторијских вежби
 9. Анализа ефеката примене предложеног модела
 10. Дискусија
 11. Закључци
- Литература
Прилози

Поглавље 1 садржи оквире, циљеве и теоријске основе истраживања, као и хипотезе од којих се полази, методе које су примењене и очекиване резултате.

Поглавље 2 обухвата осврт на улогу експеримента у развоју научног метода, као и на повезаност нивоа образовања становништва, а нарочито система образовања у области инжењерства, и економског развоја, све до периода када је знање постало капитал, а промишљања на тему унапређења едукације инжењера прерасла у интензивна истраживања у целом свету.

Поглавље 3 се бави променама које су се догађале у поимању значаја лабораторијских вежби и експеримента генерално за образовање инжењера. Анализирано је удаљавање академске заједнице од реалног инжењерства током 20. века, објављивање познате „Боингове листе“ на измаку 20. века, као става индустрије, и начин на који су акредитациона тела одреаговала на наведене захтеве. У овом поглављу, а у контексту домаћег и европског образовног подручја, повезане су лабораторијске вежбе са исходима учења и очекиваним компетенцијама инжењера и истражени најчешће примењивани начини дефинисања циљева лабораторијских вежби. Анализирана је и улога лабораторијских вежби у различитим концептима трансфера знања.

Поглавље 4 обухвата опсежан преглед стања у подручју истраживања, који је резултовао груписањем проблема препознатих у универзитетским лабораторијама широм света, као и прегледом реализованих решења, подељених у три сегмента: решења заснована на примени нових метода над постојећом лабораторијском опремом, решења заснована на развоју сопствене опреме и иновативна нискобуџетна решења. Детаљно су анализирани примери добре праксе код америчког МИТ-а, као једног од лидера у образовању инжењера. У овом поглављу су такође приказани и уређаји и учила развијени на Факултету инжењерских наука, који се примењују у настави и користе за научна истраживања, што је поткрепљено навођењем публикованих резултата.

У поглављу 5 су идентификоване утицајне величине и утицајне стране у процесу лабораторијских вежби. Анализирана је и јачина и структура везе између квантитативних показатеља улазног знања и других параметара, а затим су анализирани захтеви курикулума, наставника и студената у вези са процесом лабораторијских вежби.

У поглављу 6 је направљен преглед захтева које мора испунити дизајн експеримента, како би се планирани програм лабораторијских вежби успешно организовао и како би ефекти били позитивни и са аспекта студената.

У поглављу 7 су описане усвојене смернице и извршена теоријска анализа концепта модуларних система учила. Презентован је теоријски модел и поступак пројектовања и оптимизације заснован на модуларијацији.

Поглавље 8 се бави имплементацијом модуларног сета у програм лабораторијских вежби. Приказана је примена принципа модуларности при развоју модуларног трибометра, као и верификација засебних модула. Изнети су примери могућности надоградње и модификације. У овом поглављу су анализирани захтеви који се односе на софтверску подршку предложеном моделу и дат је приказ усвојене архитектуре и структуре веб платформе. Приказан је начин примене веб платформе на примеру једне од низа лабораторијских вежби које се могу извести на презентованом модуларном трибометру.

У поглављу 9 су приказане две фазе истраживања. У првој фази анализирана је процена исхода учења при раду у мањим групама. Применом експлоративне факторске анализе разматрано је груписање одговора анкетираних студената у складу са Блумовом таксономијом. У другој фази анализирана је процена исхода учења при самосталном извођењу експеримената применом модуларних сетова и пратеће веб платформе. Извршена је и анализа и синтеза коментара студената у оквиру упитника.

У поглављу 10 су дискутовани резултати спроведених истраживања.

Поглавље 11 садржи закључна разматрања, дискусију постављених хипотеза, ограничења модела, допринос дисертације и правце будућих истраживања.

У последњем поглављу је дат списак литературе која је коришћена при изради докторске дисертације.

Прилог 1 представља садржај упитника за прикупљање захтева студената.

Прилог 2 је списак учила развијених на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, са пратећим описом и фотографијама.

Прилог 3 садржи задатак и упутство за лабораторијску вежбу „Одређивање статичког коефицијента трења клизања“.

Прилози 4 и 5 представљају садржаје упитника коришћених у две фазе анализе ефеката примене предложеног модела.

Кандидаткиња у докторској дисертацији 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, кандидаткиња је дефиниције предмета и циљева истраживања ускладила са предложеним хипотезама, примењујући адекватне научне методе истраживања. На основу свега наведеног, Комисија сматра да докторска дисертација по обиму истраживања и квалитету добијених резултата у потпуности испуњава постављене циљеве и одговара пријављеној теми докторске дисертације.

5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидаткиња Јасмина Миљојковић, маг. инж. менаџмента, је у оквиру докторске дисертације извршила анализу и синтезу података из великог броја литературних извора који се баве историјом науке, као засебном научном дисциплином, као и образовањем у области инжењерства и улогом експеримента у образовању инжењера. Такође, извршила је анализу и синтезу прикупљених информација на основу опсежног прегледа литературе која се бави

методама, проблемима и могућностима унапређења процеса лабораторијских вежби. У докторској дисертацији је јасно приказан ток активности и образложене методе учења кроз самостални рад студената применом модуларних лабораторијских система.

Кандидаткиња је резултате докторске дисертације који се односе на развој и верификацију модуларног трибометра заснованог на принципу стрме равни, примењеног у истраживањима у области статичког и кинематског коефицијента трења, као и у оквиру програма лабораторијских вежби, публиковала, као први аутор, у оквиру једног рада у међународном часопису категорије M23, као и у оквиру два рада категорије M23, на којима је коаутор. Такође, кандидаткиња је аутор више радова заснованих на истраживањима спроведеним на училима и уређајима развијеним на Факултету инжењерских наука, чијом применом у настави се бави докторска дисертација: једног рада категорије M23 на тему развоја, верификације и примене уређаја за одређивање модула еластичности савијањем греде; једног рада категорије M24 и једног рада категорије M63 на тему квантификовања губитака енергије у реалним трибо-механичким системима; једног рада категорије M33 у којем је презентована софтверска подршка уређају за испитивање трења у навојним спојевима; једног рада категорије M52, заснованог на истраживањима спроведеним на уређају за испитивање ефеката кратког споја. Такође, кандидаткиња је коаутор једног рада категорије M21 и једног рада категорије M24 у области развоја, верификације и примене лабораторијске кидалице.

6. Примењивост резултата у теорији и пракси

Резултати докторске дисертације кандидаткиње Јасмине Миљојковић, маг. инж. менаџмента, под називом „**Модел за унапређење наставног процеса у области инжењерства заснован на примени модуларних лабораторијских сетова**“, применљиви су и корисни, како у теорији, тако и у пракси.

Имајући у виду да концепт модуларног пројектовања није нашао већу примену у сфери развоја едукацијске опреме, где се најчешће преузимају и комбинују готова решења, као и да цена модуларних сетова познатих произвођача дидактичких система превазилази финансијске могућности већине техничких факултета који имају амбицију да студентима обезбеде самостално руковање опремом, модел који је презентован у докторској дисертацији представља, у финансијском, техничком, организационом и методолошком смислу, изводљиво решење, применљиво у широком пољу инжењерске едукације. Додатно, флексибилност конфигурације модуларних сетова, као и архитектуре веб апликације за унос, обраду, приказ и управљање подацима, оставља могућност модификације, адаптације и надоградње.

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. Пропулзивност предложене методе огледа се у томе што, поред самосталности у раду, примена принципа модуларности омогућава и развој креативности, иновативности и инвентивности код студената. Осим што студентима омогућава приступ лабораторијској опреми, како би у што већој мери самостално изводили вежбе, индивидуално или у малим групама, предложени модел омогућава наставнику да прати рад сваког студента и да управља подацима, што даље омогућава прилагођавање вежби на нивоу појединачног студента, групе или целе генерације. Тиме је направљен први корак ка креирању индивидуалних путања учења, као једног од циљева унапређења наставног процеса применом принципа модуларности.

7. Начин презентовања резултата научној јавности

На основу референци кандидаткиње може се закључити да је у досадашњим истраживањима била укључена у развој учила и уређаја који омогућавају самостално извођење експеримената, а који су нашли примену у настави и научним истраживањима.

Кандидаткиња је као непосредан резултат рада на дисертацији објавила следеће радове који се односе на развој и верификацију модуларног трибометра заснованог на принципу стрме равни, примењеног у истраживањима у области статичког и кинематског коефицијента трења, као и у оквиру програма лабораторијских вежби:

Категорија M23

1. **Miljojkovic, J.**, Kočović, V., Luković, M., Živković, A., & Šimunović, K. (2022). Development of a modular didactic laboratory set for the experimental study of friction. *Tehnicki vjesnik / Technical Gazette*, 29(1), 269–277. ISSN: 1330-3651, <https://doi.org/10.17559/tv-20210925171045>
2. Vukelic, D., Todorovic, P., Simunovic, K., **Miljojkovic, J.**, Simunovic, G., Budak, I., & Tadic, B. (2021). A novel method for determination of kinetic friction coefficient using inclined plane. *Tehnicki vjesnik / Technical Gazette*, 28(2), 447–455. ISSN: 1330-3651, <https://doi.org/10.17559/TV-20201101051835>
3. Lukovic, M., **Miljojkovic, J.**, & Tadic, B. (2021). An inclined plane based instrument for determining the static coefficient of friction at high temperatures. *Romanian Journal of Physics*, 66(9-10), Article 909. ISSN: 1221-146X, https://rjp.nipne.ro/2021_66_9-10/RomJPhys.66.909.pdf

Такође, кандидаткиња је објавила и резултате истраживања у области развоја и верификације других уређаја и учила, чијом применом у настави се бави докторска дисертација:

Категорија M21

1. Kostic, S., **Miljojkovic, J.**, Simunovic, G., Vukelic, D., & Tadic, B. (2022). Uncertainty in the determination of elastic modulus by tensile testing. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 25, Article 100998. ISSN: 2215-0986, <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2021.05.002>

Категорија M23

1. **Miljojković, J.**, Bijelić, I., Vranić, N., Radovanović, N., & Živković, M. (2017). Determining elastic modulus of the material by measuring the deflection of the beam loaded in bending. *Tehnicki vjesnik / Technical Gazette*, 24(4), 1227–1234. ISSN: 1330-3651, <https://doi.org/10.17559/TV-20170609133537>

Категорија M24

1. Kostic, S., Košarac, A., Luković, V., & **Miljojkovic, J.** (2019). Theory reviews – Hardware and software support for testing material on specimens of the small cross section. *Tribology in Industry*, 41(1), 109–114. ISSN: 0354-8996, <https://doi.org/10.24874/ti.2019.41.01.12>
2. **Miljojkovic, J.**, Kočović, V., Kosarac, A., & Katica, Š. (2021). Loop-the-loop as a real tribomechanical system applicable in engineering education. *Tribology in Industry*, 43(4), 667–672. ISSN: 0354-8996, <https://doi.org/10.24874/ti.1210.09.21.11>

Категорија М33

1. **Miljojković J.**, Erić M., Košarac A., & Kočović V. (2018, 25–26. oktobar). Softverska podrška uređaju za ispitivanje gubitaka usled trenja u navojnim spojevima. 37. *Savetovanje Proizvodnog Mašinstva Srbije – SPMS 2018*, Kragujevac (pp. 235–240). Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu. ISBN: 978-86-6335-057-1

Категорија М52

1. **Miljojkovic J.**, Simunovic G., Vukelic D., & Tadic B. (2019). Analysis of application possibilities of short-circuit effects in metal coating technologies. *Journal of Production Engineering*. 22(2), 15–18. ISSN: 1821-4932, <https://doi.org/10.24867/jpe-2019-02-015>

Категорија М63

1. **Miljojkovic, J.**, Kostić, S., Kočović, V., & Tadic, B. (2020, 16–19. februar). Quantification of energy losses in real mechanical systems. XXVI Skup Trendovi razvoja: “Inovacije u modernom obrazovanju”, Kopaonik, (pp. 16–19). Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, ISBN: 978-86-6022-241-3

Комисија сматра да представљена истраживања и резултати ове докторске дисертације пружају корисне материјале за даље публикације у међународним часописима, како у области експерименталних истраживања на развијеним уређајима, тако и у области унапређења наставног процеса применом модела заснованог на модуларним системима.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Докторска дисертација кандидаткиње Јасмине Миљојковић, маг. инж. менаџмента, под називом, „**Модел за унапређење наставног процеса у области инжењерства заснован на примени модуларних лабораторијских сетова**“ и менторством проф. др Бранка Тадића, одговара теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и одобреној од стране Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу.

Кандидаткиња је у приказу свог рада користила одговарајућу стандардизовану стручну терминологију, док су структура докторске дисертације и методологија излагања у складу са универзитетским нормама.

Докторска дисертација по квалитету, обиму и приказаним резултатима истраживања у потпуности задовољава законске услове и универзитетске норме прописане за израду докторске дисертације.

Кандидаткиња је показала да влада методологијом научно-истраживачког рада и поседује способност системског приступа и коришћења литературе. При томе, кандидаткиња је показала способност да сложеној проблематици приступи свеобухватно, маркира проблеме и уочи могуће путање унапређења наставног процеса у области инжењерства у циљу развоја технички, организационо, финансијски и методолошки применљивог модела.

С обзиром на актуелност проблематике и остварене резултате, чланови Комисије сматрају да кандидаткиња Јасмина Миљојковић, маг. инж. менаџмента и поднета докторска дисертација испуњавају све услове, који се у поступку оцене писаног дела докторске дисертације захтевају Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Крагујевцу и Статутом Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.


На основу свега наведеног, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Јасмине Миљојковић, маг. инж. менаџмента, предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да докторску дисертацију кандидаткиње под називом:

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

прихвате као успешно урађену, и да кандидаткињу позову на јавну одбрану докторске дисертације.

У Крагујевцу, 15. 08. 2023. године


ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

1. 

Др Миладин Стефановић, редовни професор, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу; уже научне области: производно машинство и индустријски инжењеринг; председник Комисије

2. 

Др Милан Ерић, редовни професор, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу; уже научна област: производно машинство; члан Комисије

3. 

Др Ђорђе Вукелић, редовни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду; уже научне области: метрологија, квалитет, еколошко инжењерски аспекти, алати и прибори; члан Комисије