



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

Бр. 01-1/729

07.03. 2023 год
КРАГУЈЕВАЦ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милоша Јовичића, мастер инжењера машинства

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-IV-04-82/5 од 22. 02. 2023. године, на предлог Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу (одлука бр. 01-1/74-14 од 19. 01. 2023. године), именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милоша Јовичића, мастер инжењера машинства, под насловом:

„ФРАГИЛНОСТ КАО ФАКТОР РИЗИКА КОД ВИСОКО ОПТИМИЗОВАНИХ LEAN ПОСЛОВНИХ СИСТЕМА“

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације и испуњености услова кандидата, која је одобрена за израду одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу бр. 01-1/1783-7 од 23.05.2019. године и одлуком Већа за техничко-технолошке науке бр. IV-04-485/10 од 12.06.2019. године, а на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Опис докторске дисертације

У докторској дисертацији кандидата Милоша Јовичића, мастер инжењера машинства, под насловом **„Фрагилност као фактор ризика код високо оптимизованих LEAN пословних система“**, извршена је анализа ризика пословних система у комбинацији са динамичким симулацијама, што је и представљало главни циљ докторске дисертације. Такође предмет истраживања био је усмерен ка развоју новог алата за анализу ризика код пословних система. Анализа фрагилности пословних система као методологије у процени ризика чини основу докторске дисертације. Ова методологија углавном је до сада налазила примену у финансијском сектору. Сходно томе било је потребно сагледати могућности адаптације ове хеуристичке методологије

за примену на друге ентитете, изван финансијског сектора. Процена ризика је рађена на LEAN пословним системима, уз истовремену анализу њиховог динамичког понашања под утицајем различитих стресора (параметара). LEAN пословни системи се често класификују као високо оптимизовани и ефикасни у својим операцијама, међутим ови системи могу показати низ структуралних недостатака. Предмет докторске дисертације било је креирање симулационих модела који су у могућности да детектују фрагилност високо оптимизованих LEAN система. Креирани су симулациони модели, оптимизовани за анализу фрагилности, где је анализирана фрагилност у оквиру здравства и сектора комуналног отпада. Анализирани системи се могу класификовати као LEAN системи, који су кроз спроведене анализе показали фрагилност на нежељене нагле промене. Може се закључити да комбиновање симулационих технологија са хеуристичким методама за анализу ризика може допринети развоју области менаџмента ризиком.

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

Докторска дисертација кандидата Милоша Јовичића, мастер инжењера машинства, под насловом „Фрагилност као фактор ризика код високо оптимизованих LEAN пословних система“, представља резултат оригиналног научно-истраживачког рада кандидата у научној области индустријског инжењерства и инжењерског менаџмента заснованог на анализи и процени ризика пословних система. Ова докторска дисертација представља јединствен научни рад у менаџменту ризиком пре свега у погледу предмета истраживања и добијених резултата у области анализе ризика засноване на нумеричким симулацијама код високо оптимизованих LEAN пословних система. Убрзани развој различитих индустрија заснован на: глобализацији, високим технологијама, тежњи за што већем смањењу трошкова, сталној потражњи за јефтинијом радном снагом и сировинама, донео је широк спектар нових ризика на које велике корпорације као и мала и средња предузећа, морају да одговоре адекватним методама за анализу и управљање ризиком. Осим претходно наведених параметара који утичу на појаву ризика појава пандемија и кризних ситуација попут ратова доводе до појаве изненадних ризика и нестабилности, као и неочекиваних догађаја великог утицаја на глобалном нивоу које се аутоматски рефлектују на пословне системе.

Повећање у разноврсности ризика може се видети у животном веку највећих и најразвијених светских компанија (на листи S&P 500¹), којима је 1965. године животни век био 33 године, до 1990. животни век се смањио на 20 година, а очекивани тренд је да се до 2026. животног век спусти на 14 година. Сличан феномен се може видети и код мањих компанија у производном сектору, где између 1963. и 1982. животног век од 250,000 анализираних компанија указује да само две трећине компанија преживе првих 5 година, а око 20% преживи 10 година. Висок степен пропадања компанија није искључиво присутан у ИТ сектору и ново-формираних предузећа, где је висок степен неуспеха очекивано највећи.

¹ S&P 500 је берзански индекс на њујоршким берзама вредносних папира NYSE и NASDAQ <https://www.marketwatch.com/investing/index/SPX>.

Докторска дисертација даје могућност интеграције симулационих технологија у анализи и процени ризика. Конвенционални приступи у менаџменту ризиком засновани на квалитативним методама, експертском мишљењу, као и великим скуповима прикупљених података о систему, имају низ недостатака и захтевају континуално унапређење. У докторској дисертацији препознат је генерални значај LEAN методологије, која има за циљ континуална унапређења активности компанија и других организација. Имплементација LEAN методологије се може окарактерисати као битан сегмент у постизању бољег оперативног и финансијског функционисања компанија различитих индустрија, као и целокупне економије. У докторској дисертацији сагледан је сегмент примене временски зависних симулационих модела, који у индустријском инжењерству још увек нису довољно заступљени у односу на друге методологије. Анализа ризика уз развој новог алата за његову анализу код пословних система, у комбинацији са динамичким симулацијама, представља главни значај докторске дисертације. Предмет истраживања су били LEAN системи, и њихово динамичко понашање под утицајем различитих стресора. Главни разлог за анализирање високо оптимизованих LEAN пословних система лежи у структурном ограничењу сваког високо оптимизованог система, тако да висок степен оптимизације није погодан за различите облике нестабилности и стања неочекиваног ризика које изазивају појаву нелинеарности. У докторској дисертацији креирани су симулациони модели који су у могућности да детектују фрагилност високо оптимизованих LEAN пословних система.

Због свега наведеног, Комисија сматра да резултати и закључци ове дисертације отварају простор за даља истраживања у овој научној области, јер спроведене нумеричке симулације као и развијен нумерички модел за анализу и процену ризика имају велики потенцијал за даљи развој у области менаџмента ризика и индустријског инжењерства.

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

Докторска дисертација кандидата Милоша Јовичића, мастер инжењера машинства, под насловом „Фрагилност као фактор ризика код високо оптимизованих LEAN пословних система“ представља резултат оригиналног научно-истраживачког рада у научној области индустријског инжењерства и инжењерског менаџмента под менторством проф. др Ивана Мачужића. Докторска дисертација је прошла обавезну детекцију на плагијаризам у софтверу iThenticate и потврђује да је реч о оригиналном научном раду.

Висок степен оптимизације оправдан је у инжењерству код механичких система где су степени слободе и улазни параметри система прецизно дефинисани. Неизвесност у улазним величинама и степенима слободе код механичких система није уобичајена, а ни пожељна. Са друге стране, природни - биолошки системи нису склони високом степену оптимизације, а то омогућава њихову лакшу адаптацију на нагле и неочекиване промене, тако да предузеће као и целокупни економски систем по свом функционисању много су ближи биолошким него механичким системима. На основу претходног, докторска дисертација је као прво обухватила широк теоријски преглед литературе која проучава ограничења и ризике високо оптимизованих система, и у којем облику су ограничења и ризици присутни код високо оптимизованих LEAN пословних система.

Фокус докторске дисертације је на постизању иновативности на два нивоа: у коришћењу алтернативних метода за анализирање ризика заснованих на коришћењу нумеричких симулација које нису, као у осталим областима инжењерства, нашле широку примену у анализирању ризика пословних система. Сама метода за сагледавање ризика кроз анализирање фрагилности (*eng. fragility stress testing*) до сада није коришћена изван финансијског сектора, што значи да иако постоји теорија за изучавану методу, у докторској дисертацији кандидат је настојао да генерише нови теоријски садржај, хеуристику, и оперативну симулацију надређену да се метода примени на LEAN пословне системе.

Фрагилност је хеуристички приступ у процени фактора ризика који се као такав може применити на биолошким, социјалним као и економским појавама. Хеуристички приступ процене ризика је изузетно иновативан за примену у пословним системима у циљу идентификације такозваних „тихих“ ризика, чијом акумулацијом се ствара могућност појаве неочекиваног догађаја великог утицаја (*eng. Black Swoon*). Овакав приступ је у савременом пословању је изузетно битан, јер акумулација „тихих“ ризика као потенцијална опасност, често остане непримећена од стране послодаваца. Такође, хеуристички приступ процене ризика омогућава процену фрагилности тј., колико крајњи ризици могу бити добро идентификовани на основу извршеног нумеричког теста ризика (*eng. stress test*).

Докторска дисертација је заснована на формирању новог приступа за анализирање ризика за пословне системе у нефинансијском сектору. Оригиналноста рада је у практичном делу, симулацији и анализи ризика на примерима реалних пословних системима попут болнице у случају Ковид 19 пандемије и система прикупљања отпада на нивоу државе. Моделирање микро (болнице) и макро (прикупљање отпада у Републици Србији) пословних система спроведено је применом софтвера заснованих на динамици система, где је симулација сваког подсистема била дефинисана као један ниво, и подсистеми пословних система хијерархијски су спрезани на основу величина стања које их повезују. Овај приступ моделирања је заснован на објектно-оријентисаном нелинеарном моделирању где се промена величина стања дефинише у времену преко одговарајућих диференцијалних једначина. Овакав начин моделирања има широку примену у инжењерству почев од: симулације физичких процеса, индустријског инжењерства, менаџмента, економије, биологије, екологије као и медицине.

Након развоја динамичког модела за симулацију рада високо оптимизованог LEAN пословног система, симулацијом развијеног пословног модела на конкретним примерима, идентификовани су параметри који имају највећи утицај на успешност пословања и применом теорије фрагилности испитивано је постојање потенцијалних ризика.

Фрагилност је третирана као скривена нестабилност која је одређивана на основу хеуристичке теорије ризика. Фрагилност је дефинисана као крхкост пословног система при промени његових параматара у току времена, при чему систем бележи нелинеарно убрзани ниво штете (губитака). Директна мера фрагилности је скаларна величина која се добија на основу развијеног нумеричког модела теста ризика.

Потврђивањем постављених хипотеза, изведено је истраживање са циљем симулације рада пословних LEAN система и анализе и процене настанка њихове фрагилности као мере ризика. Кандидат је дошао до актуелних и оригиналних научних резултата који имају практичну примену.

4. Преглед остварених резултата кандидата у одређеној области

4.1 Биографија кандидата

Милош Јовичић је рођен 01. 09. 1991. године у Чачку, Република Србија. Завршио је основну школу "Светозар Марковић", у Крагујевцу са одличним успехом. Прву техничку школу, уписао је 2006. године и завршио 2010. године са одличним успехом. Школске 2010/2011. године уписао је Основне академске студије Машинско инжењерство на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. Основне академске студије смер Индустријски инжењеринг, завршио је 2013. године са просечном оценом 9,17. Школске 2013/2014. године уписао је мастер академске студије, смер Индустријски инжењеринг на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. Мастер академске студије завршио је са просечном оценом 9,73. Мастер рад, под називом „LEAN Start-up метода управљања ризиком“, под менторством проф. др Ивана Мачужића, одбранио је школске 2015. године са оценом 10. Докторске академске студије на студијском програму Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент уписао је школске 2015./2016. године.

Током студија био је активни члан организације ESTIEM. Од 2011.-2015. године био је: председник ESTIEM локалне групе за Крагујевац, члан Главног одбора и учесник ESTIEM Council Meeting у Истанбулу 2014. године. Учествовао је у организовању више међународних ESTIEM догађаја на којима су били студенти домаћих и страних универзитета. Поред чланства у ESTIEM организацији, члан је организације IEEE/IEEE Technology and Engineering Management Society као и организације Turnaround Management Association. Са екипом Факултета инжењерских наука учествовао је на следећим полуфиналима TIMES такмичења: 2011. године Challenge у Новом саду, 2012. године у Илменау Немачка, 2013. и 2014. године TIMES Roland Berger у Истанбулу и 2015. године TIMES у Новом Саду.

Боравак у иностранству:

1. Cranfield University, Велика Британија, двонедељни боравак, април 2014. године;
2. Politecnico di Torino, Италија, Erasmus+ Program, 6 месеци школске 2016./2017. године;
3. Vilnius Gediminas Technical University, Литванија, Erasmus+ Program, 5 месеци школске 2017/2018. године;

Учешће у научно-истраживачким пројектима:

1. Примена биомедицинског инжењеринга у претклиничкој и клиничкој пракси, ИИИ41007, пројекат подржан од Министарства просвете и науке Србије; Учешће на пројекту 2018-2022, руководилац пројекта др проф. Ненад Филиповић;
2. NEWSIMR&D, NEWSIMR&D MANAGEMENT OF NEW SECURITY RISKS – RESERACH AND SIMULATION DEVELOPMENT, пројекат је подржан од Фонда за

науку Републике Србије, број пројекта: #7749151. Учешће на пројекту: 2022 -2025, руководилац пројекта др проф. Петар Станојевић;

3. AI4WorkplaceSafety, пројекат је подржан од Фонда за науку Републике Србије, број пројекта: #6524219. Учешће на пројекту: 2021 – 2022, руководилац пројекта др Арсо Вукићевић;

Учешће у извођењу наставних активности:

Од јануара 2018. године до маја 2022. године био је запослен као истраживач на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. Као истраживач сарадник изводио је вежбе на предметима: Машински материјали, Истраживачки рад у машинству, Основи предузетничког менаџмента и економије.

Запослење

Као истраживач сарадник био је запослен на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу у периоду од 2018. до 2022. године. Од маја 2022. године запослен је у Истраживачко-развојном институту за вештачку интелигенцију Србије у Новом Саду. Такође, од новембра 2022. године ради као Пројектни аналитичар при United Nations Development Programme, UNDP Belgrade.

4.2 Референце кандидата

Милош Јовичић је као аутор или коаутор објавио 8 научних радова. Међу њима, као резултат истраживања током израде ове докторске дисертације истичу три рада објављена у часописима категорије: M22, M51 као и рад на конференцији категорије M33. Кандидат је као аутор или коаутор објавио следеће радове:

Радови у међународним часописима - категорија M20

1. **Jovicic, M.**, Boskovic, G. B., Jovicic, N., Savkovic, M., Macuzic, I., Stefanovic, M., Klochkov, Y. (2022). Assessment of the Fragility of the Municipal Waste Sector in Serbia Using System Dynamics Modelling. *Sustainability*, 14(2), 862, ISSN 2071-1050 [M22]
2. Petrovic, M., Vukicevic, A., Djapan, M., Peulic, A., **Jovicic, M.**, Mijailovic, N., Milovanovic, P., Gajic, M., Savkovic, M., Caiazzo, C., Isailovic, V., Macuzic, I., Jovanovic, K. (2022). Experimental Analysis of Handcart Pushing and Pulling Safety in an Industrial Environment by Using IoT Force and EMG Sensors: Relationship with Operators' Psychological Status and Pain Syndromes. *Sensors*, 22(19), 7467, ISSN 1424-8220 [M21]
3. Vukicevic, A. M., Jovicic, G. R., **Jovicic, M.** N., Milicevic, V. L., Filipovic, N. D. (2018). Assessment of cortical bone fracture resistance curves by fusing artificial neural networks and linear regression. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 21(2), 169-176, ISSN 1025-5842 [M22]

Саопштења са међународног скупа штампана у целини - категорија M33

1. Caiazzo, C., Savkovic, M., Radenkovic, M., Vukicevic, A., **Jovicic, M.**, Djapan, M. (2022). Framework of modular industrial assembly workstations in a collaborative

environment, *32nd European Safety and Reliability Conference - ESREL 2022*, Dublin, Ireland, 2022, 28.08-01-09.2022., ISBN 978-981-18-5183-4

2. Isailovic, V., Djapan, M., Savkovic, M., **Jovicic, M.**, Milovanovic, M., Minovic, M., Milosevic, P., Vukicevic, A. (2021). Compliance of head-mounted personal protective equipment by using YOLOv5 object detector. In *2021 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET)* (pp. 1-5). IEEE. Cape Town, South Africa, 2021, 09.10-10.10.2021., INSPEC Accession Number: 21705644
3. **Jovicic, M.**, Macuzic, I., Vukicevic, A., Demichela, M. (2019). Enterprise stress testing with system dynamics: A state of research and challenges. *13th International Quality Conference, Proc. Eng. Sci*, 1, 65-72; 29.05-01.06.2019., ISSN: 2620-2832

Радови у домаћим часописима - категорија M50

1. **Jovicic, M.**, Macuzic, I., Vukicevic, A., Demichela, M. (2019). Stress testing with system dynamics for enterprises: Proposing a new risk approach for the transition to circular economy and sustainable development. *Recycling and Sustainable Development*, 12(1), 13-23, ISSN 1820-7480 [M51]
2. Kovacevic, M., **Jovicic, M.**, Djapan, M., Zivanovic-Macuzic, I. (2016). Lean thinking in healthcare: Review of implementation results. *International Journal for Quality Research*, 10(1), 219-230, ISSN 1800-6450 [M53]

5. Оцена испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидата Милоша Јовичића, мастер инжењера машинства, под насловом „**Фрагилност као фактор ризика код високо оптимизованих LEAN пословних система**“ одговара по садржају теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу одржаној 23.05.2019. (број одлуке: 01-1/1783-7) и Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 12.06.2019. (број одлуке: IV-04-485/10). Ова докторска дисертација по квалитету, обиму и резултатима истраживања у потпуности задовољава све научне, стручне и законске услове за израду докторских дисертација. Наслов докторске дисертације, урађена истраживања, циљеви проучавања и резултати су у складу са онима који су наведени у пријави теме. Дисертација је написана на 144 стране, садржи 64 слике и 13 табела, а цитирана су 147 библиографска податка. Дисертација је организована у 8 поглавља, и то:

1. Увод;
2. Моделирање динамиком система;
3. LEAN методологија;
4. Менаџмент ризиком;
5. Симулација фрагилности LEAN здравственог система;
6. Симулација ризика макро пословног система;
7. Закључак;
8. Литература;

Поглавље 1 је сачињено од техничких сегмената докторске дисертације: увода, мотивације, прегледа литературе, циља истраживања и садржаја рада.

Поглавље 2 сагледава аспекте моделирања динамиком система, симулацију дискретних догађаја и коришћење симулација заснованим на реалним ентитетима. У другом поглављу приказани су аспекти коришћења различитих симулационих методологија, и њихове могућности и лимитације у употреби за решавање индустријских проблема. Друго поглавље детаљно описује карактеристике динамике система као симулационе методологије, преваходно намењене за примену у индустријском инжењерству и инжењерском менаџменту.

Поглавље 3 анализира LEAN методологију као приступ оптимизацији и континуалном унапређењу пословних система. У оквиру поглавља обухваћени су теоријски аспекти LEAN методологије и њене примене у различитим пословним окружењима. Такође, у оквиру овог поглавља, анализирана је и теорија ограничења, која се класификује као методологија за континуално унапређење перформанси пословних система. Анализиране су разлике између наведених методологија у циљу дефинисања недостатака LEAN методологије. У оквиру поглавља креирана су два симулациона модела која имају за циљ да покажу ефекте уског грла (ограничења) у систему. У поглављу је наглашена важност операционог уског грла, као феномена који није довољно покривен алатима LEAN методологије. Крај поглавља обухвата детаљну анализу ризика који могу бити присутни код LEAN система.

Поглавље 4 сагледава теоријске аспекте менаџмента ризиком. У оквиру четвртог поглавља анализирано је тренутно стање истраживања у области менаџмента ризиком, као и главна ограничења конвенционалних метода за анализу, митигацију и превенцију ризика. У оквиру четвртог поглавља предложена је анализа фрагилности као хеуристички приступ за анализу ризика, који има низ предности у односу на конвенционалне методе. Поглавље детаљно анализира ограничења у предикцији приликом анализе ретких нежељених догађаја попут економских криза или пандемија. Анализа фрагилности као хеуристички приступ је математички дефинисана у оквиру четвртог поглавља. У оквиру поглавља креиран је и симулациони модел у NetLogo софтверском окружењу, са циљем поређења феномена критичног прага у анализи фрагилности.

Поглавље 5 приказује примену анализе фрагилности на LEAN здравствени систем. Пето поглавље анализира здравствене системе који се често дефинишу као LEAN системи, и њихову потенцијалну фрагилност на нагле промене условљене ризичним догађајима попут пандемија. У оквиру поглавља сагледани су различити приступи у моделирању здравствених система, и ограничења постојећих симулационих модела и стратегија у креирању вредности и смањењу ризика. Попут другог поглавља где су анализирани ризици LEAN методологије, пето поглавље сагледава публикована истраживања која су анализирала ризике LEAN трансформација у здравству. Креиран је модел болнице коришћењем ДС-симулационог приступа, који анализира проток пацијената, расположивост лекарског особља, нивое средстава личне заштите и капацитете болнице. У моделу су коришћени подаци из публикација које су анализирале функционисање здравствених система у периоду COVID-19 пандемије. На крају поглавља упоређени су добијени резултати анализе фрагилности са резултатима из релевантних публикација.

Поглавље 6 приказује симулацију ризика на макро нивоу, па као такво обухвата моделирање сектора комуналних предузећа Републике Србије и имплементацију анализе фрагилности. У шестом поглављу моделиран је сектор комуналног отпада Републике Србије, коришћењем динамике система у софтверском окружењу Ventity, које поред коришћења динамике система пружа и могућности моделирања ентитета. Модел анализира могућности комуналног система да достигне циљеве прикупљања, сепарације и рециклаже комуналног отпада, постављене од стране ЕУ и Републике Србије. Модел сагледава мрежу агената који функционишу у сектору комуналног отпада, и њихове оперативне аспекте у оквиру система. За модел су коришћени прикупљени подаци као и подаци из годишњих извештаја агенција које надгледају комунални сектор. Спроведена анализа фрагилности указује на главно уско грло система, као и на могућности система да испуни постављене циљеве за прикупљање, сепарацију и рециклажу комуналног отпада.

Поглавље 7 дефинише закључак докторске дисертације.

Поглавље 8 садржи списак коришћене литературе за израду ове докторске дисертације.

6. Научни резултати докторске дисертације

Кандидат Милош Јовичић, мастер инжењер машинства, је у оквиру своје докторске дисертације систематизовао и детаљно анализирао постојећа знања и искуства из области: симулација применом динамике система, LEAN методологије, теорије ограничења у процени ризика, хеуристичких метода за анализу ризика. У оквиру рада на докторској дисертацији, кандидат је дошао до резултата и закључака који су како од научног тако и од практичног значаја.

Најважнији научни резултати ове докторске дисертације огледају се у унапређењу приступа анализе ризика у области индустријског инжењерства и инжењерског менаџмента, на следећи начин:

1. С обзиром да постоји мањи број публикација и истраживања која сагледавају ризике и слабости LEAN пословних система, у докторској дисертацији сагледане су и дефинисане методологије у анализи њихових ризика и потенцијалних недостатака.
2. Спроведено истраживање указује на могућности коришћења временски зависних симулационих методологија у анализи, митигацији и превенцији ризика.
3. У докторској дисертацији представљено је низ бенефита приликом коришћења динамике система као базне симулационе технологије за анализу ризика пословних система.
4. Резултат докторске дисертације се огледа у предлагању и развоју нове методологије у анализи ризика за нефинансијске системе, јер је анализа фрагилности система преваходно коришћена за ентитете у финансијском сектору.
5. У развоју анализе фрагилности за нефинансијске ентитете, утврђена је повезаност између фрагилних и LEAN система, као и концепта уског грла и фрагилности целокупног система. У оквиру докторске дисертације спроведена је

и анализа других области, код којих постоје слични феномени попут фрагилности система.

6. Анализа фрагилности је примењена на LEAN пословне системе из сектора здравства (болница) и логистичко комуналног сектора управљања отпадом.

Научни резултати докторске дисертације верификовани су објављивањем радова у часописима категорије M22 и M51, као и на конференцији међународног значаја M33.

7. Примењивост резултата у теорији и пракси

Резултати докторске дисертације кандидата Милоша Јовичића, мастер инжењера машинства, под насловом „Фрагилност као фактор ризика код високо оптимизованих LEAN пословних система“ примењиви су и корисни, како у теоријском, тако и у практичном смислу. Приказано истраживање нуди низ значајних резултата у области идентификације параметара и нумеричке симулације рада пословних система, као и процене ризика у њиховом пословању.

Примена алата из области менаџмента ризиком је изузетно важна у компанијама и организацијама, без обзира на њихову величину. Посебно, код мањих компанија присуство ризика које може довести до престанка њиховог рада је значајно веће у односу на велике компаније или корпорације. Иако велике компаније и корпорације, имају значајно веће ресурсе, као и бољи приступ финансирању у односу на мање привредне субјекте, и код ових економских ентитета постоје различите врсте ризика које могу довести до краха система. Изложене методологије у оквиру докторске дисертације, које обухватају нумеричку симулацију рада пословног система као и анализу постојања ризика имају значајну практичну примену.

У оквиру докторске дисертације показани су примери симулације рада пословних система који по својој величини спадају у групу како малих (болница) тако и великих пословних система односно пословног система на нивоу државе (логистичко комунални сектор управљања отпадом). У оквиру докторске дисертације посебан осврт је дат на анализу LEAN система и њихове фрагилности. Кроз креиране симулационе моделе указано је на пар ограничења LEAN система, превасходно у њиховом недостатку залиха и редуванности капацитета. Стога развијена методологија има широку примену независно од типа и величине пословног система који је предмет анализе.

Анализа ризика заснована на фрагилности може бити ефикасно коришћена, како за финансијске ентитете (банке, инвестиционе фондове, осигуравајућа друштва, холдинг компаније и сл.), тако и за компаније и организације које нису у сектору финансија. Може се закључити да комбиновање симулационих технологија са хеуристичким методама за анализу ризика може допринети развоју области менаџмента ризиком.

8. Начин презентовања резултата научној јавности

Део научних резултата кандидата је већ верификован објављивањем научно-стручних радова у часописима и на међународним конференцијама. Кандидат је као непосредни резултат рада на дисертацији објавио рад под називом: „*Assessment of the Fragility of the Municipal Waste Sector in Serbia Using System Dynamics Modelling*“ у

међународном часопису *Sustainability* (категорије M22). Овај рад је у директној вези са истраживањима које је обавио током израде дисертације. У оквиру овог рада кандидат је извршио симулацију пословања сектора комуналног отпада Републике Србије, коришћењем динамике система у софтверском окружењу Ventity. Затим, дефинисао је основне параметре пословања, уска грла, параметре односно стресоре који изазивају фрагилност читавог система и основне мере у менаџменту ризиком.

Поред наведеног рада, кандидат је био аутор или коаутор на следећим радовима, који су у директној вези са израдом докторске дисертације, објављеним у часописима категорије M51: „*Stress testing with system dynamics for enterprises: Proposing a new risk approach for the transition to circular economy and sustainable development*“ и „*Lean thinking in healthcare: Review of implementation results*“. Кандидат је и аутор рада, који је у директној вези са темом докторске дисертације, изложеног на међународној конференцији категорије M33: „*Enterprise stress testing with system dynamics: A state of research and challenges*“.

Комисија сматра да истраживања у оквиру ове докторске дисертације представљају обиман и користан материјал за даље објављивање радова у међународним часописима са импакт фактором, као и међународним научним скуповима који се баве симулацијама као и проблемима анализе и предвиђања појаве ризика код пословних система.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Докторска дисертација кандидата Милоша Јовичића, мастер инжењера машинства, под насловом „**Фрагилност као фактор ризика код високо оптимизованих LEAN пословних система**“, одговара прихваћеној теми од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и одобреној од стране Већа за техничко-технолошке науке.

Кандидат је у приказу свог рада користио одговарајућу стандардизовану стручну терминологију, а структура докторске дисертације и методологија излагања су 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.

Кандидат је показао да влада методологијом научно-истраживачког рада и поседује способности систематског приступа и коришћења литературе. При томе је, користећи своје образовање, показао способност да сложеној проблематици приступи свеобухватно, у циљу добијања конкретних и примењивих резултата.

С обзиром на актуелност проблематике која је обрађена и остварене резултате, чланови Комисије сматрају да кандидат Милош Јовичић, мастер инжењер машинства, 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.



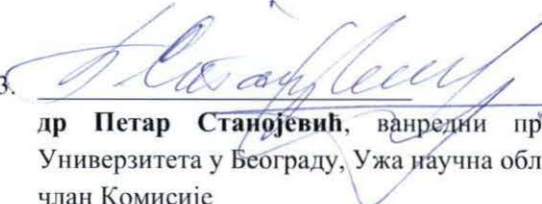
На основу свега наведеног, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милоша Јовичића, мастер инжењера машинства, предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да докторску дисертацију кандидата под називом:

**„ФРАГИЛНОСТ КАО ФАКТОР РИЗИКА КОД ВИСОКО ОПТИМИЗОВАНИХ
LEAN ПОСЛОВНИХ СИСТЕМА“**

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

У Крагујевцу и Београду, 06. 03. 2023. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

1. 
др **Марко Банан**, ванредни професор, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, Ужа научна област: Индустијско инжењерство, председник Комисије
2. 
др **Александар Алексић**, ванредни професор, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, Ужа научна област: Инжењерски менаџмент, члан Комисије
3. 
др **Петар Станојевић**, ванредни професор, Факултет безбедности Универзитета у Београду, Ужа научна област: Науке безбедности, члан Комисије