

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 21.12.2023. године (број одлуке: 01-1/4921-16) и на седници Већа за техничко-технолошке науке одржаној 24.01.2024. (број одлуке: IV-04-7/13) именовани смо за чланове Комисије за подношење извештаја о оцени научне заснованости теме и испуњености услова кандидата и ментора за израду докторске дисертације под насловом:

„УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ОСПОСОБЉАВАЊА ЗАПОСЛЕНИХ У ОБЛАСТИ БЕЗБЕДНОСТИ И ЗДРАВЉА НА РАДУ ПРИМЕНОМ ТЕХНОЛОГИЈА ВИРТУЕЛНЕ СТВАРНОСТИ“

у научној области Индустијско инжењерство и инжењерски менаџмент, ужа научна област: Индустијско инжењерство, кандидата Милета Вајкића, магистра сигурности и помоћи. 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 и циљ истраживања, истакао значај и актуелности истраживања у области примене напредних технологија виртуелне стварности (енг. *Virtual reality (VR)*) у иницијалном оспособљавању за рад са акцентом на примени ове технологије у оспособљавању за здрав и безбедан рад. Интеграцијом технологије виртуелне стварности у процес оспособљавања може се подићи ниво ефикасности самог процеса оспособљавања. Идеја је креирати и представити модел оспособљавања радника на радном месту који ће у кратком временском интервалу саопштити све потребне информације за обављање радних задатака на здрав и безбедан начин. На тај начин повећаће се ефикасност оспособљавања у циљу безбеднијег радног места, већих компетенција радника, смањења потрошеног времена на оспособљавање, мобилност оспособљавања, економске уштеде. На крају, модел оспособљавања радника на радном месту који садржи примену технологије виртуелне стварности доприноси укупном успеху предузећа.

Оспособљавање за безбедан и здрав рад је основа превентивне безбедности и здравља на раду. Овај процес има за циљ да радници стекну потребне вештине и знања како би на безбедан начин обављали своје радне задатке. Грешке у раду се не могу елиминисати, али се могућности за грешке могу смањити одговарајућом и ефикасном обуком односно

тренингом¹. Ефикасни програми оспособљавања за безбедан и здрав рад радника су најдиректнији приступ ублажавању људских грешака и самим тим доводе до великих уштеда трошкова спречавањем акцидентата². Оспособљавање за безбедан и здрав рад обухвата едукацију о ергономији, односно правилном постављању радних места, правилном руковању опремом и алатима, затим правилном кретању и манипулацији теретом све у циљу смањења ризика на радном месту. Упркос напорима који се данас улажу кроз оспособљавање запослених за здрав и безбедан рад, када се сагледају резултати анализа повреда на раду и разлози због којих је до истих дошло, уочава се да се обукама често не постиже довољно ефикасан степен повећавања свести о могућим ризицима на радном месту и њиховим поседицама³. Унапређење процеса оспособљавања захтева имплементацију нових технологија у сам процес оспособљавања. Једна од нових технологија која омогућава унапређење процеса оспособљавања је технологија виртуелне стварности. Ова технологија даје могућности да се стављањем у реалистично, симулирано али контролисано окружење радници, доводе до стицања реалних радних искустава и вежбају суочавање са потенцијалним опасностима и ванредним ситуацијама, без ризика од угрожавања своје безбедности и здравља. На тај начин радници могу да стекну значајно ефикасније искуство кроз овај вид обуке, уз дуже задржавање информација, изградњу самопоуздања реаговања у опасним ситуацијама у складу са безбедносним процедурама. Мотивација за наведено истраживање базира се на чињеници да је оспособљавање за рад саставни део функционисања савремених индустријских система, а оспособљавање за безбедан и здрав рад основ превентивне безбедности на радном месту. Убрзаним развојем технологије неминовно је да се процес оспособљавања мора унапређивати. Развој нових технологија, посебно технологије виртуелне стварности понудио је нове могућности и предности њихове имплементације у процес оспособљавања.

Узимајући у обзир претходно наведено, кандидат је предложио програм истраживања у наведеној области, који је у складу са савременим научним методама. Истраживање подразумева формирање одговарајућег модела оспособљавања за безбедан и здрав рад коришћењем виртуелне технологије. У оквиру модела биће креирани едукативни садржаји адекватни примени виртуелне стварности. На основу креираног модела вршиће се истраживање о могућностима унапређења процеса оспособљавања за безбедан и здрав рад применом виртуелне стварности. Добијени резултати истраживања упоредиће се са тренутним научним истраживањима у овој области.

¹ Strauch, B. (2002). Investigating human error : Incidents, accidents and complex systems. Burlington, VT: Ashgate

² Neville, H. (1998). Workplace accidents: They cost more than you might think. Industrial Management, 40(1), 7-9

³ Никола Шобат, Биљана Врањеш, Миле Вајкић, Евица Стојиљковић, Анализа тренда повреда на раду у Републици Српској и Србији за период 2015-2019. Зборник радова 16. Међународне конференције Ризик и безбедносни инжењеринг; Копаоник 2021. ISBN 978-86-6211-126-5

Кандидат је предложио истраживање које је у складу са савременим научним методама истраживања. Приказ проблема, полазне хипотезе, предложене научне методе истраживања (аналитичке, статистичке, нумеричке и експерименталне) и приказани нацрт докторске дисертације садржи све елементе који су потребни да би се у изради докторске дисертације дао научни допринос.

Докторска дисертација са промовисаним предметом и циљевима истраживања, веома је значајна, због чињенице да су истраживања ове проблематике последњих година све присутнија у светској литератури, док је ситуација у домаћој литератури још увек таква да се овом проблему не придаје адекватна пажња. Како проблематика коришћења технологија виртуелне стварности током процеса стручног оспособљавања запослених у домаћој литератури није довољно истраживана, не треба сумњати да ће резултати истраживања имати друштвени утицај, као и практичну примену.

Очекивани резултати дисертације су:

- осавремењавање материјала за едукацију запослених применом технологије виртуелне стварности,
- смањење времена за обуку у односу на класичан начин оспособљавања,
- постизање како чулног тако и визуелног ефекта оспособљавања што доводи до трајнијег памћења садржаја код запослених,
- иновација у образовању и едукацији,
- увођење технологије виртуелне стварности у практичну примену код оспособљавања,
- иновативни приказ могућности за креирање виртуелног садржаја,
- повећање заинтересованости за нове методе обуке.

Очекивани резултати, који ће бити производ изворних истраживања кандидата, представљају оригиналан научни допринос у области индустријског инжењерства и инжењерства заштите на раду који се вишеструко рефлектује, како на примену аналитичко-синтетичког методолошког приступа и новог модела оспособљавања запослених за сигуран и безбедан рад, тако и на препознавање нових ризика у различитим системима.

Веза са досадашњим истраживањима

Увидом у објављене радове у научним и стручним часописима, као и радове објављене на међународним конференцијама може се закључити да се кандидат Миле Вајкић бавио проучавањем унапређења безбедности и здравља на раду, оспособљавањем и едукацијом, те применом виртуелне технике у оспособљавању, што представља добру основу за реализацију ове докторске дисертације. Предложена докторска дисертација омогућава кандидату да оствари континуитет у истраживачком раду, што има за циљ приказ могућности примене технологије виртуелне стварности у оспособљавању за безбедан и здрав рад.

Анализом актуелне литературе у области примене виртуелне стварности у процесима оспособљавања коју је кандидат користио при писању пријаве теме докторске дисертације, долази се до закључка да је сам предмет истраживања предложене дисертације недовољно истражен, што указује да је ова тема актуелна и значајна.

Најзначајнији и најбитнији радови из предметне области докторске дисертације, као и добра основа за наставак научног рада кандидата Милета Вајкића су:

Еволуцијом иновативних технологија, виртуелна стварност је препозната као обећавајуће средство за програме оспособљавања за безбедан и здрав рад. (Akinlolu, al et. 2020.)⁴

На основу експерименталних резултата добијених након обуке технологијом виртуелне стварности (технологија VR360°) закључено је да оспособљавање коришћењем технологије виртуелне стварности пружа аналоган исход класичном оспособљавању уз смањење потребног времена обуке. (Eiris et al., 2020.)⁵

Повратне информације у оквиру истраживања о употреби виртуелне стварности у оспособљавању показале да су VR360° видео записи корисна, занимљива и ефикасна метода учења. Затим, да су VR360° видео записи користан алат за подучавање циљаних вештина и да је коришћење VR360° видео записа мотивишуће и привлачније него коришћење традиционалних метода обуке. (Araiza-Alba, et al. 2021.)⁶

Резултати студије случаја (оспособљавање у области коришћења роботских решења у грађевини) показују да је обука заснована на VR повезана са значајним повећањем знања, оперативних вештина и безбедног понашања у поређењу са традиционалном обуком. Добијени резултати показују да обука заснована на VR пружа одрживу и ефикасну опцију програма оспособљавања у погледу безбедности и радних вештина коришћењем роборских решења у грађевини. (Adami, et al. 2021.)⁷

Извршена је анализа ефикасности оспособљавања на основу упоредне студије оспособљавања користећи технологију VR и традиционалног начина оспособљавања засноване на видео записима. Ова упоредна анализа је показала да је VR обука више коришћена и пружа боље разумевање безбедносних протокола и реалног искуства у

⁴ Akinlolu M, Theo C, Edwards DJ and Simpeh F 2020 A bibliometric review of the status and emerging research trends in construction safety management technologies, *Int. J. Constr. Manag.* Doi:10.1080/15623599.2020.1819584

⁵ Eiris et al., 2020 R. Eiris, et al. Safety immersive storytelling using narrated 360-degree panoramas: A fall hazard training within the electrical trade context *Safety Science*, 127 (January) (2020), doi:10.1016/j.ssci.2020.10470

⁶ P. Araiza-Alba, et al. (2021): 'The potential of 360-degree virtual reality videos to teach water-safety skills to children' *Computers and Education*, 163 (2021), doi:10.1016/j.compedu.2020.104096

⁷ P. Adami, et al.(2021) Effectiveness of VR-based training on improving construction workers' knowledge, skills, and safety behavior in robotic teleoperation, *Advanced Engineering Informatics*, 50 (September) (2021), DOI 10.1016/j.aei.2021.101431

односу на традиционални начина оспособљавања у фабрици префабрикованих/преднапрегнутих бетона. (Joshi, et al. 2021.)⁸

У упоредној анализи VR и традиционалне обуке о коришћењу безбедоносног појаса VR обука је означена као много прихватљивија, једноставнија и ефикаснија од традиционалне обуке. Учесници у обуци који су користили VR алат постигли су виши ниво ефикасности. (Chittaro, et al. 2018.)⁹

Свеобухватна анализа научних радова (65 радова) који се баве истраживањима употребе VR технологије у оспособљавању у области безбедности у грађевинарству показује да је оспособљавање VR технологијом ефикасније од традиционалних метода. (Siu Shing Man, et al. 2023.)¹⁰

Након извршене обуке радника (21 радник) за здрав и безбедан рад у области рударства користењем VR технологије, добијени су резултати који показују да радници овакав начин оспособљавања сматрају корисним и осећају позитивне ефекте оспособљавања и након три месеца. Након добијених резултата може се закључити да је високо имерзивни VR најбоље решење за оспособљавање. (Grabowski et al. 2015)¹¹

Осим наведених радова, истраживање у оквиру предложене теме докторске дисертације ослањаће се и на истраживања представљена у следећим литературним изворима:

1. Wang, P., Wu, P., Wang, J., Chi, H.L., Wang, X. A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training. *International journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 15, No. 6, 2018, 1204, ISSN 1660-4601, <https://doi.org/10.3390/ijerph15061204>
2. Li, X.; Yi, W.; Chi, H.-L.; Wang, X.; Chan, A.P.C. A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety. *Automation in Construction*, Vol. 86, 2018, ISSN 0926-5805, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.11.003>
3. Çakiroğlu, Ü., Gökoğlu, S. A Design Model for Using Virtual Reality in Behavioral Skills Training. *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 57, No. 7, 2019, pp. 1723-1744, ISSN 0735-6331, <https://doi.org/10.1177/0735633119854030>

⁸ S. Joshi, et al. (2021) Implementing Virtual Reality technology for safety training in the precast/prestressed concrete industry, *Applied Ergonomics*, Volume 90, January (2021) doi:10.1016/j.apergo.2020.103286

⁹ L.Chittaro, et al. (2018) Safety knowledge transfer through mobile virtual reality: A study of aviation life preserver donning, *Safety Science* Volume 102, February (2018), Pages 159-168, doi: 10.1016/j.ssci.2017.10.012

¹⁰ Siu Shing Man et al. (2023) Are virtual reality applications effective for construction safety training and education? A systematic review and meta-analysis, *Journal of Safety Research*, 2. December 2023. doi:10.1016/j.jsr.2023.11.011

¹¹ 1. Andrzej Grabowski, Jarosław Jankowski: Virtual Reality-based pilot training for underground coal miners, *Safety Science*, Volume 72, February 2015, Pages 310-314 <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.09.017>

4. Pedro, A., Pham, H.C., Kim, J.U., Park, C. Development and evaluation of context-based assessment system for visualization-enhanced construction safety education. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, Vol. 26, 2020, pp. 811–823, ISSN 1080-3548, <https://doi.org/10.1080/10803548.2018.1553377>
5. Ahn, S., Kim, T., Park, Y.J. Kim, J.M. Improving Effectiveness of Safety Training at Construction Worksite Using 3D BIM Simulation. *Advances in Civil Engineering*, 2020, Article ID 2473138, ISSN 1687-8086, <https://doi.org/10.1155/2020/2473138>
6. Bhagwat, K., Kumar, P., Delhi, V.S.K. Usability of Visualisation Platform-Based Safety Training and Assessment Modules for Engineering Students and Construction Professionals. *Journal of Civil Engineering Education*, Vol. 147, No. 2, 2021, Vol. 147, No. 2., ISSN 2643-9107, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.2643-9115.0000034](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.2643-9115.0000034)
7. Birrenbach, T., Zbinden, J., Papagiannakis, G., Exadaktylos, A. K., Müller, M., Hautz, W. E., Sauter, T. C. Effectiveness and utility of virtual reality simulation as an educational tool for safe performance of covid-19 diagnostics: Prospective, randomized pilot trial. *JMIR Serious Games*, Vol. 9, No. 4, 2021, pp. 1-14, <https://doi.org/10.2196/29586>
8. F. Buttussi, L. Chittaro A. Comparison of Procedural Safety Training in Three Conditions: Virtual Reality Headset, Smartphone, and Printed Materials. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Vol. 14, No. 1, 2021, pp. 1-15, <https://doi.org/10.1109/TLT.2020.3033766>
9. Dhalmahapatra, K., Maiti, J., Krishna, O.B. Assessment of virtual reality based safety training simulator for electric overhead crane operations. *Safety Science*, Vol.139, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105241>
10. Kaplan, A. D., Cruit, J., Endsley, M., Beers, S. M., Sawyer, B. D., Hancock, P. A. The Effects of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality as Training Enhancement Methods: A Meta-Analysis, *Human Factors*, Vol. 63, No. 4, 2021, pp. 706-726. <https://doi.org/10.1177/0018720820904229>

2. Образложење предмета, metoda 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 истраживање могућности примене напредних технологија виртуелне стварности у области едукације, обуке и оспособљавања радника за рад на радном месту. Технологија виртуелне стварности пружа значајан допринос побољшању традиционалног приступа обуке запослених у области оспособљавања за здрав и безбедан рад. Дакле, предмет истраживања ове докторске дисертације је могућност унапређења процеса оспособљавања за безбедан и здрав рад применом напредних технологија виртуелне стварности.

Истраживања би се односила на прихватљивост и ефикасност оспособљавања радника коришћењем виртуелних технологија, економску корист, софтверску и хардверску

прилагодљивост виртуелних технологија оваквој врсти оспособљавања, као и на могућа ограничења приликом практичне примене истих. Истраживања би се базирала на практичној примени модела оспособљавања за здрав и безбедан рад који укључује употребу технологија виртуелне стварности.

Полазни циљ докторске дисертације је да се пружи могућности примене виртуелне технологије у оспособљавању радника за здрав и безбедан рад, односно да се представи модел иновативног оспособљавања који садржи напредне технологије виртуелне стварности. Такође, циљ докторске дисертације је испитати ефикасност оваквог типа модела оспособљавања. Оваква анализа, уз развој модела оспособљавања, омогућила би практичну примену (показао предности) технологије виртуелне стварности у оспособљавању за здрав и безбедан рад, односно омогућило би се спровођење процеса оспособљавања за здрав и безбедан рад на бржи, једноставнији, мобилнији, али и квалитетнији начин од тренутног традиционалног приступа. Традиционални приступ оспособљавању за безбедност и здравље на раду обухвата теоријско оспособљавање (теоријске основе везане за безбедност на датом радном месту) и практично оспособљавање које се спроводи на радном месту.¹² Традиционални приступ оспособљавања за здрав и безбедан рад ослања се на знање и вештине, затим саму мотивацију особе која спроводи оспособљавање, што често може представљати недостатак.

Научни циљ ове докторске дисертације је развој напредног модела оспособљавања радника за здрав и безбедан рад користећи савремене технологије виртуелне стварности. Он може бити применљив у пракси, у свим индустријским системима, што би довело до повећања ефикасности и интерактивности самог процеса оспособљавања радника. Такође, фокус дисертације јесте показати иновације у образовању и едукацији, осавременити материјале за едукацију запослених и повећати ниво заинтересованости за нови модел обуке. Затим, аналитички приказати како постизање чулног и визуелног ефекта у току обуке доводи до трајнијег памћења садржаја приказаних за време обуке. Узрочно последична веза оваквог приступа и кључних индикатора перформанси безбедности и здравља на раду (БЗР) огледа се у ниским стопама повреда на раду изградњи културе БЗР-а, интерактивна сарадња и учешће запослених, боље људске перформансе, смањење ризика од професионалног стреса на послу, могућност учења на даљину, благостање на послу и сл.

На основу дефинисаног предмета и циљева истраживања постављена је општа хипотеза:

Примена савремених технологија виртуелне реалности за оспособљавање радника за здрав и безбедан рад утиче да се едукативни садржаји трајније усвајају и памте (чулни и визуелни ефекат) и доприноси постизању високих перформанси БЗР-а.

¹² Правилник о начину и поступку оспособљавања радника за безбједан и здрав рад („Службени гласник Републике Српске” број 42/11)

Из опште хипотезе изведене су следеће посебне хипотезе:

X1 Виртуелне технологије су једноставне за употребу, не захтевају посебну обуку, а представљају реално, сигурно и контролисано дигитално окружење за обуку.

X2 Применом технологије виртуелне стварности у процесу оспособљавања за здрав и безбедан рад подиже се ефикасност тренинга и интерактивност (лице које спроводи обуку и лице које се обучава су активни учесници у процесу оспособљавања).

X3 Постоји повезаност између традиционалног начина оспособљавања и појаве монотоније што за последицу има смањење перформанси БЗР.

Методе истраживања

Методе истраживања које ће кандидат користити условљене су предметом, постављеним циљевима истраживања и постављеним хипотезама.

Први, теоријски део рада подразумева претрагу литературе посвећене предметној проблематици: проучавању прописа у области оспособљавања за здрав и безбедан рад и примену виртуелних технологија у оспособљавању, са акцентом на оспособљавање за здрав и безбедан рад. Кандидат ће у овом делу рада применити методе анализе садржаја (метода теоријске анализе), компаративну методу, аналитичко-синтетичку, индуктивно-дедуктивну.

У другом делу рада кандидат ће извршити прикупљање података о примени виртуелних технологија у практичном оспособљавању за здрав и безбедан рад. Кандидат ће спровести анкетно испитивање у циљу утврђивања везе између традиционалног и савременог (примена VR) начина оспособљавања за здрав и безбедан рад. Методом моделовања кандидат ће креирати модел оспособљавања за здрав и безбедан рад користећи технологију виртуелне стварности. Анкетно истраживање (користиће се упитник који је посебно дизајниран за потребе овог истраживања) извршиће се у циљу прикупљања и анализе информација о мишљењима и ставовима радника и стручњака (лиценцирана лица која могу вршити оспособљавање) о могућностима употребе виртуелних технологија у оспособљавању за здрав и безбедан рад. За статистичку обраду и анализу података кандидат ће користити софтверске пакете SPSS и Microsoft Excel. Осим дескриптивне статистике, при обради података користиће се регресиона и корелациона анализа и тестирање постављених хипотеза.

Оквирни садржај докторске дисертације

Кандидат је планирао да докторска дисертација буде реализована кроз следећа поглавља:

1. Увод
2. Оспособљавање за безбедан и здрав рад
3. Технологија виртуелне стварности

4. Методе, инструменти и опис истраживања
5. Напредни модел оспособљавања за здрав и безбедан рад
6. Резултати истраживања
7. Дискусија
8. Закључак
9. Литература
10. Прилози

У уводу ће се представити предмет, задаци и циљеви научног истраживања, хипотезе и варијабле истраживања, описаће се коришћене методе и инструменти истраживања, основни појмови савремених виртуелних технологија, елементи оспособљавања и истакнути важност безбедности и здравља на раду у оквиру предузећа. У овом делу рада приказаће се и организација докторске дисертације по тематским целинама.

У другом поглављу биће приказане теоријске основе оспособљавања (методика, дидактика), примена андрагошких принципа у оспособљавању за здрав и безбедан рад, начини оспособљавања. Такође у оквиру овог поглавља биће представљена библиографска анализа досадашњих истраживања у области оспособљавања за здрав и безбједан рад.

Треће поглавље приказаће технологију виртуелне стварности, тренутне могућности њене примене са акцентом на примену виртуелне стварности у области стручног оспособљавања. Ово поглавље ће садржати и преглед литературе и анализу досадашњих истраживања у области примене технологије виртуелне стварности у оспособљавању за безбедан и здрав рад.

У четвртном поглављу биће претстављене методе и инструменти који ће се користити у току истраживања. Такође у оквиру овог поглавља биће представљен узорак истраживања и дат комплетан опис свих активности у току истраживања (свака фаза истраживања биће засебно описана).

Пето поглавље представља приказ модела оспособљавања за здрав и безбедан рад који укључује примену виртуелне технологије у процесу оспособљавања (креирани модел ће интегрисати виртуелну технологију у законски прописану методологију оспособљавања). У овом поглављу приказати ће се начин креирање виртуелног садржаја за напредни модел оспособљавања за здрав и безбедан рад (приказ коришћења технологије виртуелне стварности 360°, и софтверски алат за креирање едукативних материјала у виртуелној технологији). Овај напредни модел оспособљавања за здрав и безбедан рад применом виртуелног садржаја представљен је на примеру радног места за „оператера на CNC машинама“. На крају претог поглавља биће дата анализа ефикасности модела оспособљавања који се ослања на примени виртуелних технологија.

Сумирање резултата биће урађено у шестом поглављу са посебним освртом на допринос спроведеног истраживања у подручју оспособљавања за безбедан и здрав рад употребом

виртуелних технологија, биће приказани предлози и дате смернице за будућа истраживања у овој области.

Седмо поглавље ће обухватити преглед коришћене литературе у току израде дисертације. У деветом поглављу налазиће се цитирана литература док ће се у оквиру осмог поглавља бити приказани прилози.

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

На основу прегледа досадашњих истраживања, пријаве теме докторске дисертације и представљеног концепта, може се закључити да постоји потреба за унапређењем процеса оспособљавања запослених у области безбедности и здравља на раду применом технологије виртуелне стварности, односно да постоји потреба за идентификацијом могућности, предности и евентуалних недостатака примене технологије виртуелне стварности у процесу оспособљавања.

Осим научног, докторска дисертација има и практични допринос, јер ће приказати реалан модел оспособљавања запослених у области безбедности и здравља на раду у оквиру којег је имплементирана виртуелна стварност у процес оспособљавања.

Комисија закључује да је предложена тема докторске дисертације, са образложеним предметом, методама, циљевима рада и очекиваним резултатима, научним и практичним доприносом, оригинална идеја кандидата Милета Вајкића.

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 Миле Вајкић ће у својој докторској дисертацији обухватити све елементе савременог научно истраживачког рада поштујући основне критеријуме науке, научних циљева и метода анализе, имплементацијом постојећих и развијањем оригиналних идеја научног истраживања. Кандидат ће детаљно проверавати полазне хипотезе, теоријски, кроз анализу литературе и извора, у већини случајева новијег датума и експериментално кроз анализу добијених резултата истраживања.

У достављеној пријави теме докторске дисертације кандидат је користио одговарајућу терминологију у доменима: индустријског инжењерства, савремених технологија, виртуелне стварности, едукације и оспособљавања, безбедности и здравља на раду. Дефиниција предмета истраживања је усклађена са основним појмовима, предложеним хипотезама и методама истраживања. Предложена научно стручна литература је одговарајућа и актуелна.

С обзиром на то да су циљеви истраживања проистекли из примене модела који укључује савремене технологије које су још увек недовољно истражене, добијени резултати представљаће оригинални допринос кандидата истраживачкој области.

5. Преглед научно-истраживачког рада кандидата

Кратка биографија кандидата

Миле Вајкић је рођен 02. септембра 1985. године у Сарајеву, Босна и Херцеговина. Основну школу „Младен Стојановић“ у Лакташима завршио је 2000. године. Након завршене основне школе уписује средњу Техничку школу у Бањој Луци коју завршава 2004. године, исте године по завршетку средње школе уписује Машински факултет у Бањој Луци. Основне студије на Машинском факултету смер Заштита на раду завршава са просечном оценом 7.24, а у децембру 2010. године брани дипломски рад оценом девет (9) на тему „Анализа параметара радне околине на Машинском факултету Бања Лука“ под менторством проф. др Сњежане Петковић.

Студије другог циклуса уписује 2016. године на Рударско геолошко грађевинском факултету у Тузли смер Сигурност и помоћ. Студије завршава са просечном оценом 9.16 и у јуну 2018. године брани оценом 10, магистарски рад на тему „Мере за смањење пожарног ризика у индустријским системима са високим степеном опасности од пожара и експлозије“.

Докторске академске студије Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент, у трајању од три године према плану и програму, на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу уписује 2018. године. Све предмете предвиђене планом и програмом положио је са просечном оценом 9.33.

По завршетку основних студија запошљава се у струци у области контроле квалитета производа (предузеће Термоклима д.о.о. Лакташи), две године касније мења посао и запошљава се у предузећу Јакше д.о.о. Лакташи на пословима технолога. Након седам година укупног рада у индустрији запошљава се у средњу Машинску школу у Приједору на пословима професора Машинске групе предмета где и сада ради.

Оснивач је и подпредседник Удружења инжењера заштите и здравља на раду Републике Српске. Опредељен је за научни рад и усавршавање у области индустријског инжењерства. Кандидат у свом раду користи следеће софтверске пакете: MS Office, SolidWorks, AutoCAD, ClassVR, SPSS, ThingLink.

Научно-истраживачки рад

Кандидат је као аутор или коаутор објавио укупно 16 радова у научно-стручним часописима као и на међународним и домаћим научно-стручним скуповима.

- **Списак објављених радова:**

M33 Радови штампани у целини у зборницима са међународних конференција

1. **Вајкић М.**, Врањеш Б., Заштита на раду у васпитно образовном процесу у циљу превентивног дјеловања, 13. M&S International Conference Management and Safety, Охрид, 15-16. јун .2018. pp. 428-439, ISBN 978-953-58000-8-8 [M33]
2. **Вајкић М.**, Врањеш Б., Тодић М, Improving preventive measures for fire fighting in industrial systems in b&h, The 18th Conference of the series Man and Working Environment International conference 50 years of higher education, science and research in occupational safety engineering, Ниш, 06-07. децембар 2018, pp.47-51, ISBN 978-86-6093-089-9 [M33]
3. Врањеш Б., **Вајкић М.**, Тодић М., Лазић Б., Injuries trend as an indicator of occupational safety and health, 14TH International conference on accomplishments in mechanical and industrial engineering-demi, Бања Лука, 24-25. мај 2019, pp. 631-641, ISBN 978-99938-39-85-9 [M33]
4. **Вајкић М.**, Врањеш Б., Заштита на раду у систему дуалног образовања, 14. M&S International Conference Management and Safety, Будва, 07-08. јун .2019. pp 347-357, ISBN 978-953-48331-1-7 [M33]
5. **Вајкић М.**, Врањеш Б., Стојиљковић Е., Occupational injury analysis according to the injured part of the body in the function of risk management, 15th International conference on accomplishments in mechanical and industrial engineering-demi, Бања Лука, 28-29. мај 2021, pp. 451-457, ISBN 978-99938-39-92-7 [M33]
6. **Вајкић М.**, Врањеш Б., Ерић М., Using virtual reality and augmented reality for training for healthy and safe work. The 20th Conference of the series Man and Working Environment Safety Engineering & Management - Science, Industry, Education (SEM-SIE 2023), Ниш, 06-07. Децембар 2023. pp 175-181, ISBN 978-86-6093-115-5 [M33]

M51, M52, M53 Радови објављени у националним часописима

1. **Вајкић М.**, Врањеш Б., Стојиљковић Е., Ђапан М., Occupational injury analysis in the forestry of the republic of srpska-bosnia and herzegovina, The Journal Agriculture and Forestry, Vol. 66 Issue 3: 8.5.2020. pp. 95-104 ISBN 0554-5579, 2020 DOI: 10.17707/AgricultForest.66.3.09 [M53]
2. **Вајкић М.**, Врањеш Б., Николић В., Ђапан М, Occupational safety and health in the system of secondary vocational education in the Republic of Srpska - Bosnia and Herzegovina, Safety Engineering, Vol.9, No.1, pp. 43-50, ISSN 2217-7124, 2019., DOI: 10.7562/SE2019.9.01.07 [M53]
3. Врањеш Б., **Вајкић М.**, Хазнадаревић Л., Ђапан М, Стојиљковић Е., Trends in occupational injuries – an occupational safety indicator in forestry sector of Bosnia and Herzegovina, Facta Universitatis Series: Working and Living Environmental Protection, Vol.17, No.3, pp. 185-192, ISSN 2406-0534, 2020., DOI: 10.22190/FUWLEP2003185V [M52]
4. Врањеш Б., **Вајкић М.**, Хазнадаревић Л., Станковић М., Стојиљковић Е. Избор кључних индикатора за ефикасно организовање послова заштите на раду у пословном систему - АХП приступ, Техника 2022, vol. 77, br. 3, pp. 383-388 ISSN 0040-2176 DOI: 10.5937/tehnika2203383V [M51]

М63 Радови штампани у целини у зборницима са домаћих конференција

1. **Вајкић М.**, Шобат Н., Примјена заштите на раду у индустрији стаклопластике, Политехника 2017, Београд, 08. децембар 2017, pp. 378-383, ISBN 978-86-7498-074-3 [М63]
2. **Вајкић М.**, Врањеш Б., Пртина Ж., Контрола примјене мјера заштите и здравља на раду у РС-БиХ, 15. Међународна конференција "Континуирано усавршавање основ унапређења заштите на раду", Кладово, 18-22. септембар 2018. pp. 194-200 ISBN 978-86-919221-3-9 [М63]
3. Краџин З., **Вајкић М.**, Процјена угрожености као основ заштите шума од пожара у Босни и Херцеговини, 15. Међународна конференција Ризик и безбедносни инжењеринг, Копаоник, 16.-19. јануар 2020. pp. 435-441 ISBN 978-86-6211-124-1 [М63]
4. **Вајкић М.**, Врањеш Б., Ђапан М., Изучавање заштите на раду у оквиру високог образовања, 15. M&S International Conference Management and Safety, , 13. новембар .2020. pp. 108-117, ISBN 978-953-48331-3-1 [М63]
5. Врањеш Б., **Вајкић М.**, Танасић З., Хазнадаревић Л., Стојиљковић Е., Управљање ризиком на раду у функцији квалитета радне средине, 5th International Scientific Conference COMETA 2020, Сарајево, 26-28. новембар 2020. pp. 529-536, ISBN 978-99976-719-8-1 [М63]
6. Шобат Н., Врањеш Б., **Вајкић М.**, Модел управљања ванредним/кризним ситуацијама у предузећу из области рударства, 16. M&S International Conference Management and Safety, , 18. јун 2021. Осиек, pp. 132-140, ISBN 978-953-48331-4-8 [М63]

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

Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде **др Марко Ђапан**, ванредни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Др Марко Ђапан, ванредни професор је као аутор или коаутор објавио више од 60 научно-истраживачких радова у међународним и домаћим научним часописима, као и зборницима међународних и домаћих научних скупова, од којих је 16 научних радова у часописима са СЦИ листе.

• Референце којима се доказује испуњеност услова за менторство:

1. Savkovic Marija, Carlo Caiazzo, **Marko Djapan**, Arso M. Vukicevic, Miloš Pušica and Ivan Macuzic. Development of Modular and Adaptive Laboratory Set-Up for Neuroergonomic and Human-Robot Interaction Research. *Frontiers in Neurorobotics*, Vol. 16, 2022., 863637, ISSN 1662-5218, <https://doi.org/10.3389/fnbot.2022.863637>, 2022. **(M22)**
2. Petrovic Milos, Arso M. Vukicevic, **Marko Djapan**, Aleksandar Peulić, Milos Jovicic, Nikola Mijailovic, Petar Milovanović, Mirko Grajic, Marija Savkovic, Carlo Caiazzo, Velibor Isailovic, Ivan Macuzic and Kosta Jovanović. 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*, Vol. 22, No. 16, pp. 7467, ISSN 1424-8220, <https://doi.org/10.3390/s22197467>, 2022. **(M22)**
3. Arso Vukicevic, **Marko Djapan**, Velibor Isailovic, Danko Milasinovic, Marija Savkovic, Pavle Milosevic. Generic compliance of industrial PPE by using deep learning techniques. *Safety Science*, Vol. 148, 105646, ISSN 0925-7535, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105646>, 2022. **(M21)**
4. **Marko Djapan**, Ivan Macuzic, Danijela Tadic, Gabriele Baldissoni. An innovative prognostic risk assessment tool for manufacturing sector based on the management of the human, organizational and technical/technological factors, *Safety Science*, Vol. 119, pp. 280-291, ISSN 0925-7535, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.02.032>, 2019. **(M21)**
5. Ivan Macuzic, Eva Giagloglou, **Marko Djapan**, Petar Todorovic, Branislav Jeremic. Occupational Safety and Health Education under the Lifelong learning framework in Serbia, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics: JOSE*, Vol. 22, No. 4, pp. 514-522, ISSN 1080-3548, <https://doi.org/10.1080/10803548.2016.1153222>, 2016. **(M23)**

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

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Миле Вајкић, магистар сигурности и помоћи, испунио је све предвиђене услове за одобрење израде докторске дисертације.

Предложена тема докторске дисертације је оригинална и има научну заснованост и друштвену оправданост. Предложена методологија израде докторске дисертације је у складу са научним принципима. Оквирни садржај докторске дисертације указује на добијање оригиналних резултата, научног и апликативног значаја, у области индустријског инжењерства и инжењерства заштите на раду.

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:

„УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ОСПОСОБЉАВАЊА ЗАПОСЛЕНИХ У ОБЛАСТИ БЕЗБЕДНОСТИ И ЗДРАВЉА НА РАДУ ПРИМЕНОМ ТЕХНОЛОГИЈА ВИРТУЕЛНЕ СТВАРНОСТИ“


прихвати и одобри њену израду кандидату **Милету Вајкићу, магистру сигурности и помоћи.**

Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде **др Марко Ђапан, ванредни професор** Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

У Крагујевцу и Нишу,

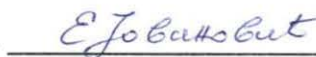
фебруар 2024. године.

КОМИСИЈА

1. 

др Марко Ђапан, ванредни професор, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу – председник комисије.

Ужа научна област: Индустријско инжењерство

2. 

др Евица Јовановић, редовни професор, Факултет заштите на раду Универзитета у Нишу - члан.

Ужа научна област: Безбедност и ризик система

3. 

др Арсо Вукићевић, виши научни сарадник, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу – члан.

Научна област: Техничко-технолошке науке – електроника, телекомуникације и информационе технологије