

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

Бр. 01-1/545

14.02. 2017 год.

КРАГУЈЕВАЦ

На седници Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу одржаној 24. 01. 2017. године (број одлуке: 01-1/116-12) и на седници Већа за техничко-технолошке науке одржаној 08. 02. 2017. године (број одлуке: IV-4-148/15) одређени смо као чланови Комисије за подношење извештаја за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације: **„РАЗВОЈ МОДЕЛА УНАПРЕЂЕЊА СИСТЕМА ОДРЖАВАЊА У МАЛИМ И СРЕДЊИМ ПРЕДУЗЕЊИМА БАЗИРАНО НА ПРИНЦИПИМА КОНЦЕПТА ТОТАЛНОГ ПРОДУКТИВНОГ ОДРЖАВАЊА"** у научној области Индустрijски инжењеринг кандидата **Јована Глигоријевића, дипл. маш. инж.** На основу података којима располажемо достављамо следећи

ИЗВЕШТАЈ

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

Дефинисана тема дисертације и постављени циљеви представљају веома актуелни истраживачки оквир, имајући у виду да савремена наука посвећује све значајнију пажњу истраживањима чији се резултати могу брзо и непосредно имплементирати у пракси. Примена нових научних сазнања и развој савремених метода управљања процесима у производно - пословним систем, представља незаобилазан фактор за подизање конкурентности компанија и унапређење перформанси кроз подизање нивоа организације на један виши, научно утемељен ниво.

Конкретан научни допринос предложене теме и истраживачког оквира дисертације, може се вредновати кроз критичку, научно-стручну евалуацију концепта Тоталног продуктивног одржавања посматрано кроз призму његове имплементације у условима бројних ограничења која се подразумевају у сектору малих и средњих предузећима.

Такође ће бити развијен и математички модел за прогностику успешности и очекиваних ефеката имплементације оптимизованог модела ТПМ базирано на параметрима кључних индикатора перформанси и кључних индикатора спроведених активности. Овај модел ће бити формиран на платформи обимне базе резултата дугогодишњег и интензивног процеса имплементације система ТПМ у производно-пословном систему Тетра Пак на глобалном корпорацијском нивоу, што подразумева коришћење до сада непубликованих, интерних корпорацијских резултата и показатеља.

Узимајући у обзир логичне, претпостављене корекционе факторе примена овог модела може дати јасне смернице за дефинисање циљева како великих компанија, тако и малих и средњих предузећа које покрећу програм унапређења производно-пословних

процеса кроз имплементацију концепта ТПМ и принципа фабрике светске класе. С друге стране, модел може послужити као компаративна база другим истраживачким тимовима у свету обзиром да не постоје подаци да је сличан математички модел развијан и публикован у претходном периоду.

Значај теме, у научном смислу, огледа се у фокусирању пажње на сегмент малих и средњих предузећа који је, по заступљености у научно истраживачким пројектима и публикованим радовима, инфериран у односу на сектор великих компанија и комплексних индустријских система. Сектор малих и средњих предузећа нема довољно снаге и потенцијала да покрене сопствени или услужни истраживачки програм који би се бавио специфичним захтевима и проблемима. У том смислу је сваки напор да се одређени елемент пословања малих и средњих предузећа подигне на виши ниво, кроз имплементацију нових научних сазнања и искустава великих компанија, као и развој специфичних, оптимизованих решења намењених доминантно за примену у МСП, вредан пажње и представља значајан допринос у развоју науке.

Додатни елемент предложене теме дисертације, који представља значајан допринос за развој науке, представља део истраживања који се односи на примену напредних алати и методе за аутоматизовану дијагностику стања и рану детекцију отказа критичних елемената техничких система. Посебно треба нагласити да су у овом делу већ спроведена истраживања и то на реалним техничким системима у условима интензивне експлоатације, што представља вредан научни резултат и искорак у односу на истраживања која се по правилу спроводе у лабораторијским, симулираним условима.

Наслов докторске дисертације

Комисија предлаже делимичну корекцију предложеног наслова докторске дисертације и избацавање термина "концепт" због сувишности, односно предлаже да наслов буде:

РАЗВОЈ МОДЕЛА УНАПРЕЂЕЊА СИСТЕМА ОДРЖАВАЊА У МАЛИМ И СРЕДЊИМ ПРЕДУЗЕЋИМА БАЗИРАНО НА ПРИНЦИПИМА ТОТАЛНОГ ПРОДУКТИВНОГ ОДРЖАВАЊА

Веза са досадашњим истраживањима

Током свог претходног професионалног и стручног рада кандидат Јован Глигоријевић, дипл. маш. инж. се бавио свим кључним аспектима имплементације концепта ТПМ у комплексном индустријском систему. У раним фазама каријере био је фокусиран на проблеме функције одржавања, затим организације производње и свих пратећих функција и коначно на стратешке и интегративне циљеве које поставља и намеће концепт фабрике светске класе.

Као директор фабрике Тетра Пак у Горњем Милановцу водио је пројекат унапређења система управљања производним и пословним процесима који је, од стране најрелевантније светске институције у области имплементације савремених производних филозофија, признат као максимално могући, на тренутном степену развоја научних и техничких метода управљања производним процесима.

До сада објављени радови кандидата су уско повезани са основним идејама на којима се заснива пријављена докторска дисертација. Стечена искуства и до сада добијени резултати представљају изузетно добру основу за финализацију дугогодишњег научно стручног рада и спроведених истраживања, а тиме и дефинисање ове докторске дисертације представља логичну систематизацију претходног рада кандидата и прилику за презентацију остварених резултата.

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

Предмет, циљеви и хипотезе ове дисертације обухватају следеће

Предмет ове докторске дисертације је истраживање могућности, специфичности и ограничења за развој новог модела који може да послужи за унапређење система одржавања, пре свега у малим и средњим предузећима, на бази принципа које дефинише концепт Тоталног продуктивног одржавања (ТПМ).

Мала и средња предузећа (МСП) представљају најефикаснији сегмент привреде. Такође ова предузећа остварују највећи допринос повећању запослености, бруто додатне вредности и промета због чега се сматрају основом економије сваке државе. Њихова улога је још значајнија у земљама у транзицији, као што је и наша, где постоје проблеми високе незапослености, смањене привредне активности као и недовољне конкурентности. МСП су, у поређењу са великим компанијама, прилагодљивија континуираним променама, захтевима потрошача и условима пословања на тржишту. Узимајући ово у обзир, МСП подстичу јачање конкуренције која за последицу има унапређење квалитета производа и услуга, снижавање цена производа као и развоја иновација и нових технологија, односно привредни раст целе економије једне државе.

Основна идеја и предмет предложене дисертације полази од питања, на који начин се може додатно ојачати сектор МСП и на који се начин може, систематично и дугорочно, обезбедити висок квалитет производа уз ниже производне трошкове. Понуђени одговор и оквир за научно - истраживачки рад лежи у идентификацији светских искустава у истим или сличним изазовима, кроз примену индустријских филозофија за унапређење производних и пословних система и процеса, као и у прилагођавању тих искустава нашем пословном окружењу и нашим социо-културолошким карактеристикама.

Концепт ТПМ представља глобално прихваћени и имплементирани индустријски стандард за управљање производним и уопште пословним процесима кроз интегрисан континуалан развој и функционално повезивање основних елемената једног производно-пословног система (безбедност, одржавање, квалитет, логистика, организација радних места, управљање људским ресурсима, управљање трошковима, итд.). У оквиру овог концепта одржавање представља кључни елемент из кога је проистекао и сам концепт, идеја и приступи континуираном побољшању.

Квалитетно организован систем одржавања једног малог или средњег предузећа, ослоњен на принципе ТПМ-а, представљао би основу за унапређење целокупног пословања МСП, обезбеђујући поузданост целог система, као и ниске трошкове производних процеса, уз високи квалитета производа и услуга.

Основни циљ докторске дисертације јесте да се применом савремених научних метода изврши анализа теоријских аспеката имплементације ТПМ-а, према препорукама ЈИПМ-а, као и практичних искустава имплементације на примеру производног сегмента Тетра Пак-а, а у циљу дефинисања оптималног приступа унапређењу процеса одржавања у малим и средњим предузећима, узимајући у обзир њихова ограничења у погледу броја запослених, недовољно средстава за инвестициони развој као и адекватну мотивацију власника и запослених.

Посебан значај у имплементацији ТПМ-а имају савремене методе за мониторинг стања и дијагностику отказа техничких система који раде у условима интензивне експлоатације. Овај сегмент активности на одржавању додатно се отежано уводи у праксу у малим и средњим предузећима због специфичности захтева везаних за опрему, методологију и стручна лица која треба да реализују одговарајуће активности. Развој аутоматизованих метода за дијагностику стања и рану детекцију отказа критичних елемената техничких система (као што су рецимо котрљајни лежајеви) представља значајан корак ка дефинисању апликативних алата и техника које могу да се користе у индустријској пракси, како у великим системима тако и у малим и средњим предузећима, у циљу обезбеђења валидних информација и подршке у доношењу одлука на свим нивоима управљања производним и пословним процесима.

Користећи резултате имплементације ТПМ-а у глобалном систему корпорације Тетра Пак-а биће развијен модел прогностике успешности имплементације програма унапређења проширеног система одржавања, који на основу података из прошлости и тренда њихове промене може утврдити, са прихватљивом маргином грешке, вредност међусобног односа утицајних фактора у одређеном тренутку у будућности. У том смислу ће се, као улазни и излазни параметри, користити група параметара који дефинишу перформансе система (кључни индикатори перформанси) као и параметри који дефинишу предузете мере на унапређењу стања (кључни индикатори активности).

Значај ове докторске дисертације се огледа у актуелности проблематике и области којој припада. Стога, спровођење процеса унапређења проширеног система одржавања у комплексним и савременим производно - пословним системима МСП-а је специјално орјентисана ка побољшању и унапређењу њихових пословних резултата и конкурентности. Сваки производно - пословним систем, који свој имплементирани концепт управљања предузећем заснива на примени предложених напредних модела проширеног система одржавања, подиже ниво своје организације на један сасвим виши, научно утемељен ниво.

Реализацијом предвиђених истраживања у оквиру ове докторске дисертације очекују се следећи резултати, који представљају допринос овог рада:

- Дефинисање/снимање тренутног стања система одржавања код изабраних представника групе малих и средњих предузећа
- Дефинисање проширеног/унапређеног система одржавања утемељеног на принципима ТПМ-а и искуствима Тетра Пак-а и одговарајуће методологије примене проширеног/унапређеног система одржавања у малим и средњим предузећима
- Развој математичког модела за симулацију и прогностику резултата унапређења производно - пословног система после примене проширеног/унапређеног система одржавања и његова верификација на основу прикупљених података и утврђених вредности кључних индикатора перформанси и кључних индикатора активности за групу компанија из система Тетра Пак-а процесуираних кроз адекватан програмски пакет за нумеричке прорачуне
- Верификација могућности примене аутоматизованих метода за дијагностику стања и рану детекцију отказа критичних елемената техничких система у малим и средњим предузећима.

Основне хипотезе од којих се полази при раду на докторској дисертацији су:

- Тотално продуктивно одржавање, као индустријску филозофију, је могуће прилагодити примени у МСП узимајући у обзир њихова ограничења у погледу броја запослених, недовољно средстава за инвестициони развој као и адекватну мотивацију власника и запослених.
- Систем одржавања производно техничких система је могуће адекватно модификовати и унапредити коришћењем ТПМ алата како би се као резултат добило свеобухватно унапређење пословања малих и средњих предузећа.
- Напредни алати и методе за аутоматизовану дијагностику стања и рану детекцију отказа критичних елемената техничких система могу се применити у малим и средњим предузећима узимајући у обзир сва, претходно дефинисана ограничења.
- Могуће је идентификовати основне групе утицајних фактора и квантификовати ниво утицаја на процену унапређења пословања применом проширеног-унапређеног система одржавања.-
- Имплементацијом прогностичких алата односно модела могуће је извршити фазну процену унапређења пословних резултата малих и средњих предузећа након примене прилагођених метода и алата кроз вредновање кључних индикатора перформанси и активности пре и после спроведених појединих фаза процеса унапређења.
- Могућа је успешна примена процеса реинжењеринга и поједностављивање модела великих индустријских система на мање индустријске системе, без великих улагања финансијских средстава.

Методе истраживања

Методе које ће се користити у истраживању током израде докторске дисертације су:

- Методе научног прикупљања реалних података из пословно-производних система заснованих на савременим производним филозофијама,
- Метода SWOT анализе малих и средњих предузећа са аспекта специфичности, ограничења и перспектива за имплементацију оптимизованог модела ТПМ-а.
- Напредне математичке методе аутоматизоване обраде сигнала прикупљених током дијагностике стања критичних елемената техничких система
- Метода рачунарских симулација базирана на програмском пакету за нумеричке прорачуне у циљу верификације модела за унапређење пословања применом проширеног/унапређеног система одржавања.

Оквирни садржај докторске дисертације

1. Уводна разматрања
2. Мала и средња предузећа (МСП)
3. Искуства у примени, принципи и циљеви ТПМ-а
4. Одржавање у систему ТПМ-а и интеграција са осталим пиларима
5. Развој модела оптимизованог ТПМ-а за имплементацију у МСП
6. Моделирање процене ефикасности резултата имплементације ТПМ у МСП
7. Закључци и будући кораци истраживања
8. Литература

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

Предложена тема, образложени предмет рада и очекивани резултати докторске дисертације имају следеће елементе оригиналности, у научном и стручном смислу:

Доступни индустријски модели и одговарајућа пиларска структура за имплементацију напредних система управљања производним и пословним процесима конципирани су и развијени за потребе, пре свега, великих производних компанија. Применљив и одржив модел за унапређење система одржавања, прилагођен коришћењу у малим и средњим предузећима, узимајући у обзир све њихове специфичности, и даље представља изазов и проблем на чије су решавање фокусирани научно-стручни и развојни тимови широм света. Дефинисање таквог модела, базирано на искуствима компанија које су достигле највиши ниво производње светске класе и његова оптимизација за коришћење у широком спектру малих и средњих предузећа, представља свакако оригинални приступ и идеју која, до сада, није публикована на начин који би указао на њену искоришћеност и недостатак оригиналности и актуелности.

Унапређење система и метода за дијагностику стања техничких система представља константан и актуелни научни изазов уз бројне истраживачке и развојне правце и велики број публикованих радова у водећим часописима из области. Тим, у чијем раду је учествовао и кандидат, у претходном периоду већ је предложио оригинални концепт аутоматизованих метода за дијагностику стања и рану детекцију отказа критичних елемената техничких система. Резултати истраживања у индустријским условима публиковани су у радовима објављеним у једном врхунском часопису (M21) и једном часопису изузетне вредности (M21a). У пријави дисертације кандидат додатно дефинише истраживачки правац верификације могућности коришћења аутоматизованих метода дијагностике и у малим и средњим предузећима, што представља додатни научни и стручни изазов, имајући у виду потребе и ограничења.

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 је у достављеној пријави теме докторске дисертације користио одговарајућу, научно стручну терминологију. Дефиниција предмета истраживања је усклађена са основним појмовима, предложеном хипотезом и методама истраживања и анализе података. Предложена основна научно-стручни литература је адекватна и актуелна.

5. Преглед научно-истраживачког рада кандидата

а. Кратка биографија кандидата

Јован Глигоријевић, дипл. маш. инж је рођен 20. августа 1975. године у Горњем Милановцу. Завршио је Основну школу „Др Иван Рибар“ у Горњем Милановцу као одличан ђак. Средње образовање је стекао у Техничкој школи „Јован Жујовић“ у Горњем Милановцу као одличан ђак.

Уписао је Машински факултет у Крагујевцу школске 1994/1995. год. Факултет је завршио 2000. године, на смеру Производно машинство, оценом 10 (десет) на дипломском испиту из предмета Теротехнологија и просечном оценом у току студија 8,02 (осам и 02/100). Школске 2011/2012. године уписује докторске студије на Машинском факултету у Крагујевцу, студијски програм Машинско инжењерство, смер Индустријски инжењеринг.

Професионалну каријеру започиње 2000. године у предузећу ФАД АД у служби Технологије израде производа као Водећи технолог конструктор. Средином 2003. године прелази у компанију Тетра Пак у Горњем Милановцу на радно место Машинског инжењера у одржавању. Године 2003. почињем да се бави усавршавањем метода и процеса одржавања уз коришћење јапанску методологије Тоталног продуктивног одржавања - ТПМ (енг. Total Productive Maintenance - ТРМ).

Крајем 2006. године постављен је на место вође пројекта за унапређење пословних процеса и имплементацију пословног софтвера SAP у оквиру Тетра Пак Балкан. Године 2007. постављен је на место Менаџера производње у фабрици Тетра Пак у Горњем Милановцу. Поред унапређења производних процеса применом ТПМ методологија бави се вођењем инвестиција као и унапређењем процеса имплементације инвестиција на глобалном нивоу компаније Тетра Пак.

Године 2012. постављен је на позицију Директора фабрике Тетра Пак у Горњем Милановцу.

У периоду од 2005 до 2015. године фабрика Тетра Пак из Горњег Милановца добија признања свих пет нивоа од стране Јапанског института за одржавање - ЈИПМ (енг. Japan Institute of Plant Maintenance) за успешну примену ТПМ-а. Тетра Пак Горњи Милановац је једна од укупно 15 фабрика у читавом свету која је добила престижно признање највишег нивоа и проглашена за фабрику светске класе.

Као инжењер одржавања, менаџер производње и директор фабрике Јован Глигоријевић, дипл. маш. инж је најдиректније радио на бројним развојним, инжењерским и менаџерским пројектима и активностима које су резултирале довођењем фабрике Тетра Пак у Горњем Милановцу до нивоа који је, од стране најрелевантније светске институције у области имплементације савремених производних филозофија, признат као максимално могући, на тренутном степену развоја научних и техничких метода управљања производним процесима.

6. Научно-истраживачки рад

Кандидат је учествовао у реализацији једног међународног пројекта чија тематика фокусира функцију одржавања као један од три кључна фактора који утичу на иновативни приступ унапређењу начина управљања производним и пословним ресурсима.

Део научних и практичних истраживања организованих и реализованих у оквиру овог пројекта у фабрици Тетра Пак у Горњем Милановцу објављен је у врхунским међународним часописима (M21 - два рада) и часопису изузетне вредности са СЦИ листе (M21a - један рад) као и на међународним научно-стручним конференцијама.

- [1] Dragoljub Gajić, Željko Đurović, **Jovan Gligorijević**, Stefano Di Gennaro, Ivana Savić-Gajić, *Detection of epileptiform activity in EEG signals based on time-frequency and non-linear analysis*, *Frontiers in Computational Neuroscience*, ISSN 1662-5188, 24 March 2015, doi: 10.3389/fncom.2015.00038, **(M21)**
- [2] **Jovan Gligorijević**, Dragoljub Gajić, Aleksandar Brković, Ivana Savić-Gajić, Olga Georgieva, Stefano Di Gennaro, *Online Condition Monitoring of Bearings to Support Total Productive Maintenance in the Packaging Materials Industry*, *Sensors*, ISSN 1424-8220, 2016, 16(3), 316., doi:10.3390/s16030316, **(M21)**
- [3] Aleksandar Brković, Dragoljub Gajić, **Jovan Gligorijević**, Ivana Savić-Gajić, Olga Georgieva, Stefano Di Gennaro, *Early fault detection and diagnosis in bearings for more efficient operation of rotating machinery*, *Energy*, ISSN 0360-5442, 21. August 2016., **(M21a)**

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

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Јован Глигоријевић, дипл. маш. инж., испунио је све предвиђене услове за одобрење израде докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да наведену предложену тему за докторску дисертацију

„РАЗВОЈ МОДЕЛА УНАПРЕЂЕЊА СИСТЕМА ОДРЖАВАЊА У МАЛИМ И СРЕДЊИМ ПРЕДУЗЕЋИМА БАЗИРАНО НА ПРИНЦИПИМА ТОТАЛНОГ ПРОДУКТИВНОГ ОДРЖАВАЊА“

прихвати и одобри њену израду кандидату **Јовану Глигоријевићу**, дипл. маш. инж.

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

У Крагујевцу и Новом Саду,

14. 02. 2017. год.

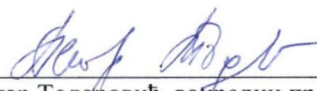
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:




Др Данијела Тадић, редовни професор - председник Комисије
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Уже научне области: Производно машинство, Индустијски инжењеринг -



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



Др Петар Тодоровић, ванредни професор - члан
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Уже научне области: Производно машинство, Индустијски инжењеринг



Др Иван Бекер, редовни професор - члан
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду,
Уже научна област: Квалитет, ефективност и логистика



Др Иван Мачужић, ванредни професор - члан
Факултет инжењерских наука у Крагујевцу
Уже научне области: Индустијско инжењерство и инжењерски менаџмент