

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ			
ПРИМЉЕНО	28.10.2013		
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
	01-1/3061-1		

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

Предмет: Извештај Комисије за оцену подобности кандидата и теме докторске дисертације кандидата Александра Јовичића

Одлуком Стручног већа за техничко-технолошке наука Универзитета у Крагујевцу бр. 389/12 од 10.07.2013. године именовани смо за чланове Комисије за оцену испуњености услова за пријаву докторске дисертације **Александра Јовичића**, мастер инжењера организационих наука, као и оцену теме докторске дисертације под насловом:

УНАПРЕЂЕЊЕ КЉУЧНИХ ИНДИКАТОРА ПЕРФОРМАНСИ ПОСЛОВАЊА У ИНДУСТРИЈИ ЛИВАРСТВА

На основу увида у приложену документацију и личног познавања Кандидата, Комисија подноси Наставно научно већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

а) Лични подаци

Александар (Илија) Јовичић је рођен 27.07.1977. године у Чачку, Република Србија. Основну школу завршио је у Вичи, а Техничку школу машинског смера у Гучи, као ђак генерације. Студије првог степена завршио је 2006. године на Техничком Факултету у Чачку, одбранивши завршни рад на катедри за техничку механику на тему: „Развој конструкције лабораторијског уређаја за мерење напона при сложенем напрезању“ са оценом (10), стекавши звање инжењер машинства. На истом факултету 2008. године на катедри за производно машинство одбранио је дипломски рад на тему: „Примена CAD/CAM технологије у изради алата за машинско калуповање“ са оценом (10). На Факултету организационих наука Универзитета у Београду 2009. године завршио је мастер студије са просечном оценом (9,23), смер управљање квалитетом одбранивши мастер рад на тему: „Оптимизација у функцији стандардизације одливака од нискохромираног белог ливеног гвожђа“ са оценом (10). На докторске академске студије уписује се школске 2010./2011. године на Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, научна област Индустијски инжењеринг под менторством проф. др Славка Арсовског. На докторским студијама положио је све испите предвиђене наставним планом и програмом.

Кандидат је са петогодишњим радним искуством у Концерну „Фармаком МБ“ Шабац Индустијски комбинат „Гуча“ АД Гуча које се односи на:

- послове машинског инжењера конструктора у сектору за развој и техничке послове,
- послове менаџера квалитета,
- послове консалтинга (консултантско-пројектантски) из области система квалитета, система менаџмента заштитом животне средине и система безбедности и здравља на раду,
- послове имплементације ИРРС директиве.

У периоду од 2007.године до 2008.године као машински инжењер конструктор у сектору за развој и техничке послове Концерна „Фармаком МБ“ Шабац - Индустијски комбинат „Гуча“ АД Гуча учествује на монтажи опреме на „Disamatik“ линији за аутоматско калуповање и линији за аутоматску припрему песка. Ради на пројектовању и изради алата за ливење применом савремених метода развоја производа и модерне технологије његове израде у свим фазама развоја производа, почевши од конструкције одливка, припреме ливачке технологије до крајње обраде комада на CNC машинама.

Од 2008. године до данас ради као менаџер квалитета у Концерну „Фармаком МБ“ Шабац – Индустијски комбинат „Гуча“ АД Гуча.

Кандидат је као члан тима за имплементацију система менаџмента на нивоу Концерна „Фармаком МБ“ Шабац радио на увођењу и унапређењу система менаџмента према захтевима стандарда ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 и OHSAS 18001:2007 у фирмама које су чланице Концерна „Фармаком МБ“ Шабац у области металне индустрије у оквиру које послују следећа предузећа: Индустијски комбинат „Гуча“ АД Гуча сертификован од стране TÜV Rheinland, Ливница Пожега сертификована од стране TÜV SÜD, Фабрика акумулатора Сомбор сертификована од стране Quality Austria и Рудници и топионица Зајача сертификован од стране TÜV Rheinland, као и области пољопривреде у оквиру које послују два предузећа Млекара Шабац и Пољопривредно индустријски комбинат „7. јули“ у Дебрцу сертификована од стране Quality Austria.

Консултантске услуге обављао је и у предузећима која нису чланице Концерна „Фармаком МБ“ Шабац. То су „Стара Варош“ Топола која послује у области металне индустрије (сертификована према захтевима стандарда ISO 9001:2008 од стране TÜV Rheinland), као и предузеће „Аурора“ Лучани које послује у области хемијске индустрије сертификовано од стране сертификационе куће Standcert Београд према захтевима стандарда ISO 9001:2008 и ISO 14001:2004.

Консултантско-пројектантске услуге је обављао у виду снимања постојећег стања, анализе и оцене постојећег стања у односу на захтеве стандарда, формирања документације QMS-а, EMS-а, OHSAS-а (пословника, процедура, планова и записа) пројектовања и примене документације, обезбеђења мерења и унапређења процеса.

Кандидат је био члан тима Концерна „Фармаком МБ“ Шабац који је у септембру 2011. године припремио и представио планове за решавање главних еколошких и социјалних питања како би се обезбедило да Пројекат Међународне финансијске корпорације (IFC), чланице Групаације Светске банке буде у складу са еколошким и социјалним захтевима – законима и прописима Републике Србије и социјалним и еколошким стандардима учинка IFC-а и смерницама групе Светске банке (WBG) за заштиту животне средине, здравља и безбедности (EHS).

У изради документације за издавање интегрисане (IPPC) дозволе, учествовао је у делу који се односи на коришћење најбољих доступних техника у производњи сивог, челичног и нодуларног лива, везана за опис постројења, производног процеса и процеса рада, достављање података о најбољој доступној техници која је коришћена за процену процеса, као и упоређивање процеса које се обавља у односу на релевантни ВАТ, Плана за ефикасно коришћење енергије у Концерну „Фармаком МБ“ Шабац – Индустијски комбинат “Гуча” АД Гуча и Плана мера прилагођавања рада постојећег постројења прописаним условима IPPC директиве.

б) Научно истраживачки рад

Кандидат је објавио 8 научних и стручних радова у домаћим и међународним часописима, као и на међународним скуповима.

Објављени радови:

Радови у врхунским међународним часописима (M21) – један рад

1. Slavkovic Radomir, Jugovic Zvonimir S, Dragicevic Snezana M, **Jovicic Aleksandar**, Slavkovic Vladimir (2013) An application of learning machine methods in prediction of wear rate of wear resistant casting parts, Computers & Industrial Engineering, Vol. 64, Issue 3, Pages 850–857, ISSN-03608352.

Радови у међународним часописима (M23) – један рад

1. Slavkovic Radomir, Arsovski Slavko, Veg Aleksandar, Jugović Zvonimir S, Jovicic Aleksandar, Ducic Nedeljko (2012) Casting Process Optimization by the Regression Analysis Applid on the wear Resistant Parts Molding, Tehnički vjesnik – Technical gazette, vol. 19, br.1, str.(2012), 141-146, ISSN 1330-3651 (Štampano izdanje), ISSN 1848-6339 (Online).

Саопштења са међународних скупова штампана у целини (M33) - два рада

1. **Jovicic Aleksandar**: Optimization in the Process of Standardization of Low Chrome White Cast Iron Casting, in: Proceedings of 5th International Quality Conference, Kragujevac, Serbia, pp. 315-323, 2011, ISBN: 978-86-86663-68-9.

2. Slavkovic Radomir, Jugovic Zvonimir, Dragicevic Snezana, Arsovski Slavko, **Jovicic Aleksandar**, Slavkovic Vladimir, A Study of wear Rate Estimation of Casting Parts by Support Vector Machine, 16th International research&expert conference “Trends in the development of machinery and associated tehnology“, Pages.619-622, TMT 10-12 september 2012, Dubai, UAE, Proceedings ISSN 1840-4944.

Саопштења са скупова националног значаја штампана у изводу (М64) – четири рада;

1. **Jovicic Aleksandar**: Demand management casting abrasion resistant, 39. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, Srbija, ISBN: 978-86-86663-83-2., June 07.- 09. 2012.
2. **Jovicic Aleksandar**: Quality management flotation balls using box – Wilson gradial method, 38. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Mašinski fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, Srbija, ISBN: 978-86-86663-69-6., May 19.-21. 2011.
3. **Jovicic Aleksandar**, Ivan Macuzic, Marko Djapan: Improving the quality of the technological process in IK “Guca” ad based on value stream mapping, 40. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, Srbija, May 23.- 25. 2013, ISBN: 978-86-86663-93-1.
4. **Jovicic Aleksandar**: Improving energy efficiency based on energy balance in IK “Guca” AD, 40. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, Srbija, May 23.- 25. 2013, ISBN: 978-86-86663-93-1.

Учешће на научно – истраживачким пројектима

Projekat Ministry of Science and Technological development of the Republic of Serbia [I.50996,TR.35037].

1. ПОДАЦИ О ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

1.1 Наслов докторске дисертације

Комисија се слаже са предложеним насловом докторске дисертације:

УНАПРЕЂЕЊЕ КЉУЧНИХ ИНДИКАТОРА ПЕРФОРМАНСИ ПОСЛОВАЊА У
ИНДУСТРИЈИ ЛИВАРСТВА

1.2 Предмет и основне хипотезе докторске дисертације

Предмет докторске дисертације је унапређење кључних индикатора перформанси пословања ливница са акцентом на српске ливнице и њихове могућности достизања

најбоље доступних техника за производне процесе и процесе рада у односу на релевантне стандарде светске класе.

Пословни процеси у већини ливница у Србији дизајнирани су у претходном периоду и не одговарају условима у водећим европским и руским ливницама. Из тог разлога наше ливнице нису конкурентне у односу на водеће европске и руске ливнице.

Српске ливнице не користе прилику да умање своје трошкове и сведу их на минимум због журбе да заузму позицију на локалним и регионалним тржиштима.

Уштеда трошкова у српским ливницама може се остварити на више начина, а посебно уколико ливнице могу имплементирати промене које ће довести до достизања специфичних индустријских стандарда.

Полазну основу за истраживање, добијену из дилема у теорији и пракси, чине следеће хипотезе:

- X1 - Кључни индикатори перформанси пословања у српским ливницама су на нижем нивоу у односу на европске и руске ливнице.
- X2 - *SVM (Support Vector Machine)* модел се може успешно користити при унапређењу технолошких процеса у ливницама.
- X3 - Оптимизацију процеса ливења могуће је остварити регресионом анализом примењеном на одливке отпорне на хабање.
- X4 - Ефективност пословних процеса у ливницама се повећава применом метода учења на основу примене статичких метода.

1.3 Подобност кандидата

На основу досадашњег истраживања и објављених радова у страним и домаћим часописима, као и на конференцијама, испуњени су сви предуслови за израду докторске дисертације.

2.4 Преглед стања у подручју истраживања

Ливарство је једна од најстаријих индустријских делатности у Србији која се последњих година нашла у веома тешким условима пословања у производном, финансијском и кадровском смислу. Промене политичких и привредних околности, као и међународно повезивање предузећа захтевају значајне промене у ливницама и прилагођавање захтевима глобалног тржишта. На жалост, велики број српских ливница није успео да се прилагоди новим околностима и престале су са радом.

Повећање квалитета, продуктивности, профитабилности и задовољење еколошких критеријума захтева даљу рационализацију и оптимизацију производње кроз примену савремених технологија.

Ово се посебно односи на ливнице које имају амбиције да производе захтевне, комплексније и квалитетније одливке намењене машиноградњи и аутомобилској

индустрији, које за свој развој траже одговарајуће иновације, примену најновијих технолошких сазнања и рачунарских техника и технологија.

Приликом унапређења кључних перформанси пословања у ливницама полази се од неколико кључних циљева, које ливнице у Србији треба да испуне у будућности:

- произведени одливци морају одговарати захтевима купца, пре свега са аспекта квалитета,
- ливнице морају задовољити критеријум трошкова у односу на друге алтернативне производне технологије,
- радни услови у ливницама и еколошка компатибилност морају одговарати светским стандардима и прописима. (*OHSAS 18001* и *ISO 14001*).

У првој свеобухватној међусекторској *benchmarking* студији коју су израдили Кристин Турилова, Марија Сигутина и Борис Некрасов, *Resource Efficiency in the Ferrous Foundry Industry in Russia: Benchmarking Study*, IFC Advisory Services in Eastern Europe and Central Asia, 2011. упоређен је руски и европски ливачки сектор. Студијом су обухваћени потенцијали и ресурсне ефикасности ливачке индустрије (ливење гвожђа и челика), као и савети о томе како у потпуности искористити потенцијале руске ливачке индустрије. Такође, предложене су уштеде које се могу постићи кроз имплементацију мера ради постизања ресурсне ефикасности и достизања стандарда ефикасности европских ливница.

Према овој студији и др. идентификовано је седам кључних индикатора перформанси пословања ливница и то:

- KPI1: ниво процеса (%),
- KPI2: ефикасност производње (%),
- KPI3: искоришћеност опреме (%),
- KPI4: потрошња енергије на топљењу (%),
- KPI5: потрошња песка,
- KPI6: потрошња воде и
- KPI7: радна продуктивност.

У прегледу најзначајније литературе која ће бити коришћена у дисертацији, поред референци које се односе на ресурсну ефикасност ливачке индустрије и њене индикаторе, наведене су и референце које се односе на SVM (Support Vector Machine):

- J. Shawe-Taylor, N. Cristianini, *Kernel Methods for Pattern Analysis*, Cambridge University Press, New York, 2004.
- N. Cristianini, J. Shawe-Taylor, *An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-Based Learning Methods*, Cambridge University Press, New York, 2000
- S. Gunn, *Support Vector Machines for Classification and Regression*, Technical Report, University of Southampton, 1998.
- B. Scholkopf, A. Smola, *Learning with Kernels: Support Vector Machines, Regularization, Optimization, and Beyond*, The MIT Press, March 2006.

- F.J. Martinez-de-Pison, C. Barreto, A.Pernia, F. Alba, Modelling of an elastomer profile extrusion process using support vector machines (SVM), *Journal of Materials Processing Technology* 197 (2008) 161–169.
- Zhehe Yao, Deqing Mei, Zichen Chen, On-line chatter detection and identification based on wavelet and support vector machine, *Journal of Materials Processing Technology* 210 (2010) 713–719.
- Neng-Hsin Chiu, Yu-Yang Guao, State classification of CBN grinding with support vector machine, *Journal of Materials Processing Technology* 201 (2008) 601–605.
- Gunn S.: *Support Vector Machines for Classification and Regression*, Technical Report, Dept. of Electronics and Computer Science, University of Southampton, U.K., 1998.
- Shi D., Gindy N.N.: Tool wear predictive model based on least squares support vector machines, *Mech Syst Signal Process.*, Vol. 21, No.4, p.1799-1814, 2007.
- Huang S., Li X., Gan O.P.: Tool Wear Estimation using Support Vector Machines in Ball-nose End Milling, *Proceedings of Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society*, Portland, 2010, Publication Control Number: 016.
- Cho S., Asfour S., Onar A.: Kaundinya N.: Tool breakage detection using support vector machine learning in a milling process, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, Vol. 45, No.3, p. 241 – 249, 2005.
- Yao Z., Mei D., Chen Z.: On-line chatter detection and identification based on wavelet and support vector machine, *Journal of Materials Processing Technology*, 210, No.5, p.713-719, 2010.
- Taylor J.S., Cristianini N.: *Kernel Methods for Pattern Analysis*, Cambridge University Press, New York, USA, 2004.
- Scholkopf B., Smola A.: *Learning with Kernels: Support Vector Machines, Regularization, Optimization, and Beyond*, MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2006.
- N. Cristianini, J. S. Taylor, *An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-Based Learning Methods*, Cambridge University Press, New York, 2000.
- Slavkovic Radomir, Jugovic Zvonimir S, Dragicevic Snezana M, **Jovicic Aleksandar**, Slavkovic Vladimir (2013) An application of learning machine methods in prediction of wear rate of wear resistant casting parts, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 64, Issue 3, Pages 850–857.
- Slavkovic Radomir, Jugovic Zvonimir, Dragicevic Snezana, Arsovski Slavko, **Jovicic Aleksandar**, Slavkovic Vladimir, A Study of wear Rate Estimation of Casting Parts by Support Vector Machine, 16th International research&expert conference “Trends in the development of machinery and associated tehnology“, p.619-622, TMT 10-12 september 2012, Dubai, UAE.

Ови литературни извори су релативно новијег датума и могу послужити кандидату да приказане резултате у њима интегрише са једним од циљева истраживањима, односно у делу развоја и постављања адекватаног рачунарског *Support Vector Machine* (SVM) модела за оптимално легирање одливака отпорних на хабање и одређивање нивоа хабања наведене врсте одливака односно за оптимизацију и технолошка унапређења процеса ливења.

SVM (*Support Vector Machine*) је *machine learning* метод који се заснива на теорији статистичког учења. Основна идеја овог алгоритма је да се у скупу коначног броја

података уоче релације (модели), који важе за тај скуп. Идентификацијом и учењем ових релација, SVM стиче особину генерализације, која заправо значи да ће алгоритам бити у стању да изврши прогнозирање (предикцију) над новим подацима генерисаним од стране истог извора. Очигледно, SVM захтева базу података која се састоји од коначног броја парова података.

У оквиру базе података уз сваки вектор улазних података који описују техничко-технолошке карактеристике одливака отпорних на хабање смешта се и измерени ниво хабања у процесу млевења. База података добијена је експерименталним мерењем нивоа хабања одливака отпорних на хабање одговарајућег хемијског састава и тврдоће и служи за тренирање алгоритма.

Како не постоји једноставна и општа детерминистичка релација која функционално везује улазне карактеристике одливака са хабањем, за решавање описаног проблема изабрана је теорија статистичког учења.

Задатак теорије статистичког учења је истраживање статистичке зависности између случајних промењливих извлачећи што је могуће више информација из коначног скупа података. Развијен је велики број функција које се заснивају на SVM алгоритму (класификација, регресија, рангирање, кластеровање, и др.)

За ову дисертацију од посебног значаја је функција регресије (SVR – *Support Vector Regression*) где на основу реалне тренинг базе SVR алгоритам тренира своје параметре. Тако истрениран алгоритам ће се касније користити за процену нивоа хабања за неки нови хемијски састав и механичке карактеристике одливака отпорних на хабање.

Такође, очекује се да се развијени модел успешно може користити за дефинисање оптималне количине хрома у легури течног метала за ливење флотацијских кугли.

Још једна од теорија која ће бити примењена у дисертацији јесте општа теорије Бокс-Вилсоновог градијантног метода оптимизације. Овај метод се користи првенствено у случајевима када је поље шума (дисперзионо поље) у испитиваном процесу релативно мало и за утврђивање најповољнијих радних услова процеса преко идентификације градијантних линија или оптимално режимско-технолошких траса управљања процесом при непознатом облику функције циља (експериментално-статистичка оптимизација и управљање процесом на основу емпиријске повратне спреге).

Овај метод послужиће за оптимизацију параметара ливења одливака отпорних на хабање за успостављање зависности између параметара ливења: температуре ливења нискохромираног белог ливеног гвожђа, времена држања лива у алату и протока течности за хлађење а самим тим за унапређење кључних индикатора перформанси пословања ливница.

Литературни извори који се односе на наведену методу а који ће бити коришћени у дисертацији су следећи:

- Slavkovic Radomir, Arsovski Slavko, Veg Aleksandar, Jugovic Zvonimir S, **Jovicic Aleksandar**, Ducic Nedeljko (2012) Casting process Optimization by the Regression Analysis Applid on the wear Resistant Parts Molding, Tehnički vjesnik-Technical gazette vol.19, br.1, str. 141-146.
- **Jovicic Aleksandar.**, Optimisation in the Process of Standardisation of Low Chrome Withe Cast Iron Casting, 5th International Quality Conference, Proceedings- 5th IQC, pp.315-323, Center for Quality(www.cqm.rs), Faculty of Mechanical Engineering of Kragujevac, Kragujevac (2011)
- Aksentijevic, S. Acimovic, Z. Djuricic, M. R. Exploring the possibility of mathematics optimization of the casting process with volatile models, Festival of quality, 2005, 32 National Conference on quality, Kragujevac 19 - 21 May, 2005.
- Sankar I. B.; Rao, K. M.; Gopalakrishna A. Optimization of steel bars subjected to Tempcore process using regression analysis and harmony search algorithm. // Journal of Scientific and Industrial Research, 69,4 (2010), pp.266-270.
- Kolahan,F.; Heidari,M. Modeling and optimization of MAG welding for gas pipelines using regression analysis and simulated annealing algorithm Journal of Scientific & Industrial Research, 69,4 (2010), pp. 259-265.
- Slavkovic, R. Addendum to determination of processing functions at drilling deep holes. // Machine Engineering, 34,3(1985), pp. 327-335.
- Manasijevic, S.; Pavlovic-Acimovic, Z.; Radisa, R. Optimization of the plungers' casting parameters using the software package Magmasoft. // MjoM Metalurgija-Journal of Metallurgy, Belgrade, 2008.
- Slavkovic, R.; Milicevic, I. Program machine management, Faculty of Technology, Čačak, 2010.
- http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf
- Kiss, I.; Maksay, St. Technological correlations between the hardness and main alloyed elements in the area of cast iron half-hard rolls. //Technical Gazette, 15, 1(2008), pp. 33-37.
- Montgomery D. C.; Peek, E. A.; Vining G G Introduction to Linear Regression Analysis, 3 ed.(Wiley,NewYork) 2003.
- **Jovicic Aleksandar:** Demand management casting abrasion resistant, 39. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, Srbija, ISBN: 978-86-86663-83-2., June 07.- 09. 2012.
- **Jovicic Aleksandar:** Quality management flotation balls using box – Wilson gradial method, 38. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Mašinski fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, Srbija, ISBN: 978-86-86663-69-6., May 19.-21. 2011.
- **Jovicic Aleksandar:** Optimizacija u funkciji standardizacije odlivaka od niskohromiranog belog livenog gvožđa, Master rad, Fakultet organizacionih nauka univerziteta u Beogradu, 2009.

Узимајући у обзир законску регулативу која се једним својим делом односи на ливнице црне и обојене металургије, Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине (“Службени гласник РС”, број 135/04), Уредбу о врстама

активности и постројења за које се издаје интегрисана дозвола (“Службени гласник РС”, број 84/05), Уредбу о садржини програма мера прилагођавања рада постројења или активности прописаним условима („Службени гласник РС“, број 84/2005), транспоновану Директиву 96/61/ЕС од 26. септембра 1996. год., замењену директивом 2008/1/ЕС од 15. јануара 2008.год., као и Директиву 2010/75/EU о индустријским емисијама од 17. децембра 2010.год. и Reference Document on Best Available Techniques in the Smitheries and Foundries Industry из маја 2005.год., лако је уочити низ препрека са којим ће се суочити српске ливнице при интеграцији у Европску унију.

Само оне ливнице које буду правовремено извршиле одговарајуће промене могу опстати на тржишту. Ова испитивања треба да омогуће већу ефикасност и ефективност домаћег ливарства и тиме већу конкурентност на међународном нивоу.

2.5 Значај и циљ истраживања са становишта актуелности у одређеној научној области

На основу детаљне анализе предмета истраживања кандидат је утврдио циљ и значај истраживања.

Значај истраживања

Унапређење кључних индикатора перформанси пословања ливница ради достизања глобалних стандарда процесне и ресурсне ефикасности од општег је интереса за српске ливнице с обзиром на претпоставку да су кључни индикатори перформанси пословања српских ливница на нижем нивоу у односу на руске и европске ливнице.

Теоретски значај истраживања огледа се у утврђивању модела процеса који се може применити на кључне индикаторе перформанси пословања ливница као и модела за унапређење и оптимизацију процеса ливења на примеру одливака отпорних на хабање и на тај начин употпунити досадашња истраживања.

Практични значај истраживања огледа се у томе што постоје значајни проблеми у пословању српских ливница а исти нису довољно истражени. Резултати добијени на основу овог истраживања могу се одразити на смањење укупних оперативних трошкова у српским ливницама, а планирани симулациони модел за унапређење кључних индикатора перформанси пословања као и симулациони модел за оптимизацију и технолошка унапређења, треба да се потврде у пракси.

Циљ докторске дисертације је да се изврши:

- Упоређивање (*Benchmarking*) перформанси српских ливница које су повезане са ефикасношћу ресурса са перформансама европских и руских ливница – одређивање стандарда;
- Спознаја приоритета српских ливница, њихових стратегија и развојних планова у погледу будућих инвестиција које могу резултовати побољшаном ефикасношћу процеса и ресурса;

- Дефинисање потенцијала за смањење укупних трошкова, уколико компаније достигну ЕУ и глобалне стандарде процесне и ресурсне ефикасности;
- Одређивање потенцијала уштеде главних ресурса ливница (енергија, вода, улазни материјали);
- Унапређење технолошких процеса применом SVM модела на примеру одливака отпорних на хабање;
- Оптимизација процеса ливења применом регресионе анализе на примеру одливака отпорних на хабање;
- Утврђивање модела процеса са аспекта кључних индикатора перформанси пословања српских ливница у односу на европске и руске ливнице;
- Развој симулационог модела;
- Унапређење кључних индикатора перформанси пословања ливница и повећање ефикасности пословних процеса у ливницама применом развијеног симулационог модела (модела предвиђања).

2.6 Веза са досадашњим истраживањима

У прилогу пријаве теме докторске дисертације кандидат је навео списак од 10 својих репрезентативних референци од којих две имају општи научни значај што је потврђено објављивањем радова на SCI листи категорије M21 и M23, које су публиковане у последње две године код познатих издавача, а њихов садржај се односи на проблематику истраживања.

Проблематика је врло значајна и изазовна за истраживање. Досадашње истраживање у предметној области углавном се изучавало у погледу:

- информационо-комуникационе подршке менаџменту процесима, у предметној области,
- вештачке интелигенције,
- оптимизације процеса,
- менаџменту перформансама,
- менаџменту знањем,
- индустријског инжењерства,
- инжењерства квалитета.

Ови литературни извори су релативно новијег датума и могу послужити кандидату да приказане резултате у њима интегрише са предметним истраживањима, посебно у делу *benchmarking*-а и примене одређених метода, као и резултата "добре праксе" у предметној области.

Значајно је истаћи да кандидат ради на одговорном месту у предметној области, да је на извору информација и активно укључен у одвијање процеса у предметној области. У свом раду он већ примењује савремене методе и технике, којима је кроз праксу овладао.

2.7 Методе истраживања

При истраживању ће се користити већи број метода, техника и алата, од којих се издвајају:

- системски приступ,
- методе анкетања,
- *benchmarking*,
- метода документовања,
- статистичка метода,
- метод регресионе анализе,
- метод класификације,
- метод рангирања,
- метод кластеровања,
- метод статистичког учења,
- Бокс-Вилсонов градијанти метод оптимизације,
- експериментална метода и
- метода моделирања и симулације.

Обим и дубина примене ових метода варираће у зависности од материје у сваком поглављу.

2.8 Очекивани резултати докторске дисертације

Основни очекивани допринос кандидата у оквиру предложене докторске дисертације је унапређење кључних индикатора перформанси пословања у српским ливницама на основу *benchmarkinga*, познатих теоретских модела а кроз практичну проверу у ливницама. Усавршавањем добијеног модела и његовим тестирањем у реалним производним условима у српским ливницама кандидат ће утврдити ниво позиције српских ливница у односу на европске и руске ливнице и предложити квантификацију ефеката, унапређење кључних индикатора перформанси пословања у ливницама применом предложеног модела.

Добијени резултати се могу користити у пракси за побољшање перформанси пословања ливница што би се одразило на смањење укупних оперативних трошкова кроз:

- побољшање употребе материјала,
- боље коришћење капацитета,
- бољу радну продуктивност,
- унапређење и оптимизацију технолошког процеса,
- унапређење квалитета.

2.9 Оквирни садржај дисертације

I УВОД

- 1.1 Предмет истраживања
- 1.2 Циљеви истраживања
- 1.3 Радне хипотезе
- 1.4 Методе истраживања
- 1.5 Садржај истраживања
- 1.6 Очекивани резултати и допринос

II ПОСТАВКА ПРОБЛЕМА

- 2.1 Стање ливница у Србији, ЕУ и Русији
- 2.2 Дефинисање проблема
- 2.3 Планирање истраживања
- 2.4 Могућности унапређења технолошког процеса у индустрији ливарства

III ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕСИ У ИНДУСТРИЈИ ЛИВАРСТВА

- 3.1 Процес пријема улазних сировина и материјала
- 3.2 Процес припреме материјала
- 3.3 Процес топљења материјала у пећима и припрема за ливење
- 3.4 Процес израде алата
- 3.5 Процес израде калупа и припрема песка
- 3.6 Процес ливења
- 3.7 Процес истресања одливака
- 3.8 Процес финалне обраде одливака

IV ИНДИКАТОРИ ПЕРФОРМАНСИ ПОСЛОВАЊА У ИНДУСТРИЈИ ЛИВАРСТВА

- 4.1 Утврђивање индикатора перформанси пословања у индустрији ливарства
 - 4.1.1 Индикатор KPI1 – нивоа процеса
 - 4.1.2 Индикатор KPI2 - ефикасност производње
 - 4.1.3 Индикатор KPI3 - искоришћеност опреме
 - 4.1.4 Индикатор KPI4 - потрошња енергије на топљењу
 - 4.1.5 Индикатор KPI5 - потрошња песка
 - 4.1.6 Индикатор KPI6 - потрошња воде
 - 4.1.7 Индикатор KPI7 - радна продуктивност

V BENCHMARKING KPI-a

- 5.1 Упоредна анализа кључних индикатора перформанси пословања руске и европске индустрије ливарства

- 5.2 Положај српске ливачке индустрије у односу на руску и европску индустрију ливарства према КРІ

VI ПРИСТУП УНАПРЕЂЕЊУ ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЦЕСА ЛИВЕЊА

- 6.1 Одређивање потенцијала за уштеду главних ресурса ливница (енергија, вода, улазни материјали)
- 6.2 Унапређење технолошких процеса применом SVM модела на примеру одливака отпорних на хабање
- 6.3 Оптимизација процеса ливења применом регресионе анализе на примеру одливака отпорних на хабање
- 6.4 Утврђивање модела процеса са аспекта кључних индикатора перформанси пословања српских ливница у односу на европске и руске ливнице.
- 6.5 Дефинисање симулационог модела
- 6.6 Унапређење кључних индикатора перформанси пословања у индустрији ливарства и повећање ефективности технолошких процеса у ливницама применом симулационог модела (модела предвиђања)

VII ЗАКЉУЧЦИ

VIII ЛИТЕРАТУРА

IX ПРИЛОЗИ (Преглед табела, преглед слика, преглед графика, анкетни лист и додатак)

2.10. Ментор

Ментор кандидата је др Славко Арсовски, редовни професор на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. Проф. др Славко Арсовски испињава све услове да би био ментор што укључује и потребан број радова на СЦИ листи:

1. **S. Arsovski**, Wear Sensors in the Adaptive Control Systems of Machine Tools, International Journal on Production Research, Vol.21, No.3, pp. -, ISSN -, 1983 [M22]
2. Arsovski Zora, Pavlović Aleksandar, **Arsovski Slavko**, Mirović Zoran, Improving the Quality of Maintenance Processes by Using of Information technology, Strojinski vestnik – Journal of Mechanical Engineering, Vol.55, No.11, pp. 701-714, ISSN 0039-2480, 2009 [M23]
3. Milan Pavlovic, Miroslav Stanojevic, Ivan Matic, Dejan Radic, **Slavko Arsovski**, Experimental determination of airflow resistance coefficient of porous plates for fly ash air-slide pneumatic transport, Tekstil, Vol.58, No.4, pp. 148-153, ISSN -, 2009 [M23]
4. Nina Djapic, Milan Pavlovic, **Slavko Arsovski**, Goran Vujic, Chlorophyl Biodegradation Product from Hamamelis Virginiana Autumnal Leaves, REVISTA DE CHIMIE, Vol.60, No.4, pp. 398-402, ISSN -, 2009 [M23]
5. **Slavko Arsovski**, Zora Arsovski, Zoran Mirovic, The Integrating Role of Simulation in Modern Manufacturing Planning and Scheduling, Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering, Vol.55, No.1, pp. -, ISSN -, Doi -, 2009 [M23]

6. Miladin Stefanović, Danijela Tadić, **Slavko Arsovski**, Zora Arsovski, Aleksandar Aleksić, A Fuzzy Multicriteria Method for e-Learning Quality Evaluation, International Journal of Engineering Education, Vol.26, No.5, pp. 1200-1209, ISSN 0949-149, 2010[M23]
[A fuzzy multicriteria method for e learning quality evaluation.pdf](#)
7. Milan Pavlović, **Slavko Arsovski**, Zora Arsovski, Dragan Rajković, Quality analysis in textile and clothing industry: A case study, Tekstil, Vol.1, No.DOSTAVLJENO LETTER OF ACCEPTANCE U PAPIRNOM OBLIKU, pp. 1, ISSN 0492-5882, 2010 [M23]
8. **Arsovski S.**, Pavlovic M., Arsovski Z., Kalinic Z., Rankovic V., Strategic Approach to Maintenance Management: A Case Study, Strojarstvo, Vol.53, No.7, pp. 341-352, ISSN 0562-1887, 2011 [M23]
9. Arsovski Z., **Arsovski S.**, Development of Quality Management In Enterprises of Serbia, Journal of TTEM - Technics Technologies Education Management, Vol.7, No.2, pp. --, ISSN 1840-1503, 2011 [M23]
10. Arsovski Z., Rejman Petrović D., **Arsovski S.**, Pavlovic A., Information Systems for Supply Chain Management In Automotive Industry, Journal of TTEM - Technics Technologies Education Management, Vol.7, No.1, pp. 2/3, ISSN 1840-1503, 2011 [M23]
11. Pavlovic M., **Arsovski S.**, Arsovski Z., Mirovic Z., Design Methodology for Discrete Event Simulation Solutions in Manufacturing Environment, Strojarstvo, Vol.53, No.2, pp. 113-126, ISSN 0562-1887, 2011 [M23]
12. S. Ćurčić, D. Tadić, Milan Pavlović, **Slavko Arsovski**, S. Miunović, Fayzzu Multi-criteria for Selecting the Best Location for a Reginal Landfill, Journal REVISTA DE CHIMIE, SOCIETADE DE CHIMIE DIN ROMANIA AUGUST 2011, Vol.62, No.8, pp. 825-832, ISSN 0034-7752, 2011 [M23]
13. Arsovski Z., **Arsovski S.**, Nikezic S., Development of Quality Management in Enterprises of Serbia, Journal of Technics Technologies Education Management/TTEM, Vol.7, No.2, pp. 944-949, ISSN 1840-1503, 2012 [M23]
14. Arsovski Z., Arsovski S., Nikezic S., Development of Quality Management in Enterprises of Serbia, Journal of Technics Technologies Education Management/TTEM, Vol.7, No.2, pp. 944-949, ISSN 1840-1503, 2012 [M23]
15. Arsovski Z., Rejman Petrovic D., **Arsovski S.**, Pavlovic A., Information Systems for Supply Chain Management in Automotive Industry, Journal of Technics Technologies Education Management/TTEM, Vol.7, No.1, pp. 342-353, ISSN 1840-1503, 2012 [M23]
16. Arsovski, Z., **Arsovski S.**, Ranković, V., Kalinić, Z., Rejman Petrović, D., Milanović, I., Information Systems for Supply Chain Management in Automotive Industry, Journal of Technics Technologies Education Management/TTEM, Vol.7, No.1, pp. 342-353, ISSN 1840-1503, 2012 [M23]
17. Danijela Tadic, Alev Taskin Gumus, **Slavko Arsovski**, Aleksandar Aleksic, Miladin Stefanovic, Evaluation of Quality Goals by Using Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methodology, Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, Vol.1, No.1, pp. 1, ISSN 1064-1246, 2012 [M23]
18. Gvozdenovic T., **Arsovski S.**, Rajkovic D., Milojevic Z., Pravdic P., Project risk management in process of construction of hydrotechnical supply tunnel, Journal of

- Technics Technologies Education Management/TTEM, Vol.7, No.2, pp. 11-17, ISSN 1840-1503, 2012 [M23]
19. Kucinar, R., **Arsovski, S.**, Pravdic, P., Stanimirovic, A., Popovic, D., Savic, V., Improvement of process efficiency in ZP HET, Technics Technologies Education Management, Vol.7, No.4, pp. 1472-1479, ISSN 1840-1503, 2012 [M23]
 20. Aleksandar Aleksic, Danijela Tadic, Miladin Stefanovic, Mirjana Misita, **Slavko Arsovski**, A New Model for Organizational Vulnerabilities Assessment in Small and Medium Enterprises in Presence of Uncertainties, Metalurgia International, Vol.8, No.1, pp. 150-153, ISSN 1582-2214, 2013 [M23]
 21. Danijela Tadic, Alev Taskin Gumus, **Slavko Arsovski**, Aleksandar Aleksic, Miladin Stefanovic, Evaluation of Quality Goals by Using Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methodology, Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, Vol.1, No.1, pp. 1, ISSN 1064-1246, 2013 [M23]
 22. Tadic D., Pravdic P., Arsovski Z., **Arsovski S.**, Aleksic A., Ranking and managing business goals of manufacturing organizations by balanced scored approach under uncertainties, Journal of Technics Technologies Education Management, Vol.8, No.1, pp. 740-744, ISSN 1840-1503, 2013 [M23]

2.11 Научна област дисертације

Докторска дисертација се налази у области Индустијског инжењерства.

2.12 Научна област чланова комисије

Др Славко Арсовски, редовни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу,

Уже научне области: Производно машинство, Индустијски инжењеринг,

Др Миладин Стефановић, ванредни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу,

Уже научне области: Производно машинство, Индустијски инжењеринг,

Др Радомир Славковић, редовни професор, Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу,

Уже научна области: Производне технологије,

Др Јован Филиповић, редовни професор, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду,

Уже научна област: Управљање квалитетом,

Др Драган Адамовић, редовни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу,

Уже научне области: Производно машинство, Индустијски инжењеринг.

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу свега наведеног у тачкама 1 и 2 овог извештаја комисија доноси следећи

ЗАКЉУЧАК

Александар Јовичић, мастер инжењер организационих наука, испунио је све, Законом о универзитету и Статутом Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, предвиђене услове за одобрење израде докторске тезе.

На основу предложених полазних хипотеза, предмета и научних циљева тезе, метода истраживања и према очекиваним теоријским и применљивим резултатима истраживања комисија сматра да је тема под насловом:

Унапређење кључних индикатора перформанси пословања у индустрији ливарства

веома актуелна и садржајно квалитетна и да може дати конкретне научне резултате.

ПРЕДЛОГ МЕНТОРА

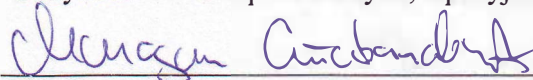
Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде др Славко Арсовски, редовни професор Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.

У Крагујевцу,
08.10.2013.године.

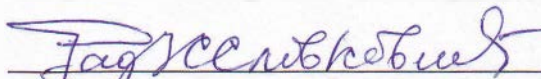
КОМИСИЈА:



Др Славко Арсовски, редовни професор,
Факултет инжењерских наука, Крагујевцац,



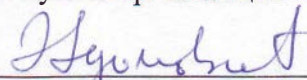
Др Миладин Стефановић, ванредни професор,
Факултет инжењерских наука, Крагујевцац,



Др Радомир Славковић, редовни професор,
Факултет техничких наука у Чачку, Крагујевац,



Др Јован Филиповић, редовни професор,
Факултет организационих наука, Београд,



Др Драган Адамовић, редовни професор,
Факултет инжењерских наука, Крагујевац,