

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

I/2-1595
(Број захтева)

05. 11. 2014 године
(Датум)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 45. став 5. тачка 3. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Вишекритеријумска оптимизација састава шарже за хидрометалуршки процес добијања цинка“

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Инжењерски менаџмент**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Марија (Војко) Савић

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање:

Технички факултет у Бору

3. Година дипломирања: **2010.**

4. Назив магистарске тезе кандидата:

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена:

6. Година одбране магистарске тезе:

Обавештавамо вас да је НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ ФАКУЛТЕТА У БОРУ на седници одржаној **30.10.2014.** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милан Антонијевић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-20-12.2.
Бор, 31. 10. 2014. године

На основу чл. 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној 30. 10. 2014. године, донело је

О Д Л У К У

I Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата **Марије Савић**, дипл. инж. инж. менаџм. - мастер.

II Одобрава се именованој израда докторске дисертације под називом: **„Вишекритеријумска оптимизација састава шарже за хидрометалуршки процес добијања цинка“.**

III За ментора се именује др Живан Живковић, редовни професор Техничког факултета у Бору – ментор.

IV Одлуку доставити надлежном Већу научне области Универзитета у Београду, ради давања сагласности.

Доставити:

- Већу научне области Универзитета у Београду
- именованој
- студентској служби
- архиви

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА**

ДЕКАН

Проф. др Милан Антонијевић

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ**

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Марије Савић за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. VI/IV-19-7.1. од 25.09.2014. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности кандидата Марије Савић, студента на докторским студијама, за израду докторске дисертације и научне заснованости предложене теме: **ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА САСТАВА ШАРЖЕ ЗА ХИДРОМЕТАЛУРШКИ ПРОЦЕС ДОБИЈАЊА ЦИНКА.**

На основу материјала предложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи:

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

Биографски подаци

Кандидат Марија Савић, рођена је 23.11.1985. године у Зајечару, где је завршила основну и средњу школу. Технички факултет у Бору уписала је шк. 2003/2004. године – студијски програм Индустријски менаџмент. Дипломирала је маја 2009. године, са просечном оценом током основних академских студија 8.94 и 10 на дипломском испиту. Школске 2009/2010. уписала је мастер студије на Техничком факултету у Бору на студијском програму Инжењерски менаџмент. Мастер студије завршила је октобра 2010. године са просечном оценом 9.85 и 10 на одбрани мастер рада. Докторске студије уписала је школске 2011/2012. године на Техничком факултету у Бору – студијски програм Инжењерски менаџмент. Од фебруара месеца 2012. године, запослена је као асистент на Техничком факултету у Бору Универзитета у Београду, на групи предмета у ужој научној области индустријски менаџмент.

1.2. Стечено научно-истраживачко искуство

У току досадашњих докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, кандидат Марија Савић положила је следеће испите:

- 1) Методологија НИР-а (10)
- 2) Макроекономија (10)
- 3) Технологија и иновације (10)
- 4) Систем квалитета (10)
- 5) Стратегијски менаџмент (10)

6) Теоријске основе за израду докторске дисертације – одбрањен семинарски рад (10)

и стекла право да пријави тему за израду докторске дисертације.

Кандидат Марија Савић до сада је публиковала или саопштила следеће радове:

1.2.1. Радови у часописима са ИФ:

1. **Savić M.**, Mihajlović I., Arsić M., Živković Ž., (2014), ANFIS model based prediction of the surface ozone concentration, Journal of Serbian Chemical Society, doi: 10.2298/JSC140126039S (M23)
2. Đorđević P., Nikolić Đ., Jovanović I., Mihajlović I., **Savić M.**, Živković Ž., (2013), Episodes of extremely high concentration of SO₂ and particulate matter in the urban environment of Bor – Serbia, Environmental Research, 126, pp. 204-207. (M21)

1.2.2. Радови у часописима M24:

1. **Savić M.**, Mihajlović I., Živković Ž., (2013), An ANFIS - based air quality model for prediction of SO₂ concentration in urban area, Serbia Journal of Management, 8(1), pp. 25-38.
2. **Savić M.**, Đorđević P., Nikolić Đ., Mihajlović I., Živković Ž., (2014), Modeling the influence of EFQM criteria on employees satisfaction and loyalty in transition economy: The study of banking sector in Serbia, Serbian Journal of Management, 9(1), pp. 15-30.

1.2.3. Радови у часописима категорије M50:

1. Jovanović I., Đorđević P., **Savić M.**, (2012), Pareto analysis applied in business usage case study „Tigar Tyres“ Pirot, Serbia, International Journal for Economic Theory and Practice and Social Issues EKONOMIKA, 58(2), pp. 147-158. (M52)
2. **Savić M.**, Đorđević P., Nikolić Đ., Mihajlović I., Živković Ž., (2012), Combination of knowledge in system suppliers – SMEs – customers in transitional economy environment in Serbia, Journal of Applied Engineering Science, 10(4), pp. 227-233.

1.2.4. Саопштења на скуповима

a) Скупови међународног значаја

1. **Savić M.**, Đorđević P., Nikolić Đ., Mihajlović I., Živković Ž., Combination of knowledge in system suppliers-SMEs-customers in transitional economy environment in Serbia, Beograd, Srbija, (2012), 5th International Symposium on Industrial Engineering – SIE 2012, Proceedings, pp. 169-174. (M33)

2. Đorđević P., **Savić M.**, Nikolić Đ., Mihajlović I., Živković Ž., The influence of EFQM business excellence model on the employee loyalty. A study on the banking sector in Serbia, Beograd, Srbija, (2012), International Convention on Quality – ICQ 2012, pp. 288-293. (M33)
3. **Savić M.**, Mihajlović I., Đorđević P., Nikolić Đ., Živković Ž., Applying methods of nonlinear statistics in modeling ozone concentration in ambient air, Zenica, (2012), 2nd International Symposium on Environmental and Material Flow Management(EMFM12), Zbornik radova, pp. 249-254. (M33)
4. **Savić M.**, Živković Ž., Ristić D., Uticaj zadovoljstva zaposlenih na zadovoljstvo kupaca kvalitetom proizvoda, Bor, Srbija, (2013), IX Internacionalna majska konferencija o strategijskom menadžmentu – IMKSM2013, 24.-26. Maj 2013., Proceedings, pp. 723-732. (M33)
5. Đorđević P., **Savić M.**, Nikolić I., Review of a software for process improvement as a mean of increasing company competitiveness, Bitola, Macedonia, (2013), Second International Science Conference – Contemporary Management Challenges and The Organizational Sciences, BAS Conference – Zbornik radova 01.- 03.11.2013., pp. 111. (M34)
6. **Savić M.**, Đorđević P., Randelović T., Živković Ž., Nikolić Đ., Impact of quality tools application of business processes and performance of the company, (2014), International May Conference on Strategic Management - IMKSM2014, 23-25 May 2014, Bor, Serbia, Book of Proceedings, pp. 576-585.(M33)
7. **Savić M.**, Đorđević P., Nikolić Đ., Mihajlović I., Živković Ž., (2014). Bayes-ov zaključak procene rizika pozicije studijskog programa u Integrisani univerzitet - Studija slučaja: Inženjerski menadžment na Tehničkom fakultetu u Boru, Bor, Serbia, (2014), Internacionalna majska konferencija o strategijskom menadžmentu. (M33)
8. Arsić M., Fedajev A., **Savić M.**, Voza D., Factors that contribute to SME innovativeness in transition economy, Serbia, (2014), International May Conference on Strategic Management i IMKSM2014, 23-25 May 2014, Bor, Serbia, Book of Proceedings, pp. 851-855. (M33)

б) Скупови националног значаја:

1. **Savić M.**, Đorđević P., Nikolić Đ., Mihajlović I., Živković D., Živković Ž., (2012), Zadovoljstvo privatnih preduzetnika ostvarenim rezultatima u uslovima tranzicione ekonomije u Srbiji, Bor, Srbija, (2012), Majska konferencija o strategijskom menadžmentu (M63)
2. **Savić M.**, Nikolić Đ., Đorđević P., Mihajlović I., Živković Ž., Višegrupna analiza satisfakcije i lojalnosti zaposlenih u proizvodnim i uslužnim organizacijama, Bor, Srbija, (2012), Majska konferencija o strategijskom menadžmentu (M63)
3. **Savić M.**, Štrbac N., Zaštita intelektualne svojine u tranzicionim uslovima u Srbiji, Bor, Srbija, (2012), Majska konferencija o strategijskom menadžmentu (M63)

У току студирања на Техничком факултету у Бору, била је студент продекан. У оквиру Интернационалне Решица мреже, учествовала је на неколико летњих школа: септембар 2012. год. – Међународна манифестација „*Night and Day of the Entrepreneurship*“ (Рyce, Бугарска); октобар 2012. год. – Међународни скуп „*Summer School – Business Plan 2012*“ (Љубљана, Словенија); мај 2013. год. – Међународни скуп „*Summer School – Social Entrepreneurship – Social Business Models*“ (Охрид, Македонија). Јануара 2014. године била је на једномесечном студијском боравку на Универзитету у Манхајму (Немачка). Овај боравак финансиран је од немачке државне фондације ДААД.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Својим досадашњим радом и истраживачким активностима, кандидат је испољио квалитете, заинтересованост и способност за научно-истраживачки рад у области моделовања и вишекритеријумске оптимизације исхода технолошких процеса, којој припада предложена тема докторске дисертације.

Публиковани радови у часописима са ИФ, као и саопштења на међународним и националним научним скуповима, указују да је кандидат показао смисао и компетенцију да се бави сложеним теоријским истраживањима и дефинисањем модела који поред теоријског значаја имају и практичну примену.

Публиковани и саопштени радови који су произишли као резултат научног рада кандидата, суштински су повезани са научном облашћу којој припада тема предложене докторске дисертације, што квалификује кандидата за успешан рад на предложеној теми.

На основу списка публикованих радова кандидата, положених испита и одбрањеног семинарског рада у оквиру докторских студија, Комисија сматра да је кандидат подобан за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања представља развој вишекритеријумског модела оптимизације састава шарже за хидрометалуршки поступак добијања цинка у циљу оптимизације технолошких, еколошких и економских аутпута процеса.

У пракси се не срећу „идеални“ цинкови концентрати, већ концентрати са садржајем бројних тешких метала који у току технолошког поступка добијања цинка: у фази оксидационог пржења, због лаке испарљивости, загађују околину (As, Cd, Pb, Ni,...); у фази сумпорно-киселог лужења, због присуства железа у концентрату, ствара се тешко растворно једињење Zn_2FeO_4 (Chen, and Dutrizac 2004), што условљава смањење степена излужења цинка; и коначно, у фази електролитичког добијања цинка, електро-позитивнији елементи цинка (Cu, Ni, Co, Cd, Fe, As, Ge, Sb,...) који доспеју у раствор, таложењем на катоди смањују квалитет катодног цинка (Habachi, 2009). Са становишта

квалитета концентрата, потребно је да садржај Zn и S буде што већи, а садржај свих осталих елемената што нижи. Посебна пажња се обраћа на присуство железа у концентрату због тога што смањује искоришћење цинка услед стварања цинк-ферита. Ова појава је неизбежна уколико је у руди присутан у облику минерала марматита $ZnS.FeS$ (Dimitrov et al., 2000), па се у тим случајевима степен искоришћења цинка повећава увођењем додатних процеса: велцовања или јарозит поступка (Dutrizac, 2010).

Углавном, капацитети рудника цинка и флотација су много мањи од капацитета металуршких постројења за добијање цинка, због чега се ова постројења најчешће снабдевају концентратима из више рудника. Ова чињеница указује да су на располагању концентрати који се међусобно разликују по хемијском и минералошком саставу (Queiroz, 2005; Castro and Salum, 2008). У циљу обезбеђивања оптималног састава шарже за процес добијања цинка, неопходно је вршити оптимизирање мешавине различитих концентрата да би се остварили задовољавајући технолошки, еколошки и економски резултати.

У досадашњим истраживањима су остварени значајни резултати у оптимизацији појединих операција у свим фазама технолошког поступка добијања цинка из сулфидних концентрата. Приступ који ће се користити у овој дисертацији подразумева дефинисање модела оптималног састава шарже. Овај приступ познат је у истраживањима ове врсте као „блендинг проблем“, који има за циљ да решавањем наведеног проблема за инпуте у технолошки поступак добијања цинка, обезбеди оптималне технолошке, еколошке и финансијске аутпуте процеса у целини.

Досадашња искуства у апликацији „блендинг проблема“ у оптимизацији састава шарже за пирометалуршки поступак добијања бакра (Jovanović et al., 2012), указују на могућност дефинисања оригиналног алгоритма коришћењем метода линеарног програмирања, мулти-линеарне регресионе анализе (МЛРА), као и фамилије метода PROMETHEE (I-V).

Формирање оптималне мешавине од расположивих концентрата за хидрометалуршки поступак добијања цинка је један од кључних фактора који гарантује квалитет финалног производа. Да би се овај проблем решио на адекватан начин, потребно је користити различите технике. У овом раду је предвиђено да се процес оптимизације изведе кроз следеће кораке и то: 1 - Дефинисање циљева; 2 - Дефинисање варијабли у расположивим концентратима и дефинисање могућих алтернатива; 3 - Дефинисање критеријума и њихових органичења; 4 - Прикупљање података и дефинисање одговарајуће базе; 5 - Калкулација тежинских параметара кроз призму субјективног АНР (*Analytical Hierarchy Process*) и објективног ОЕВ (*Objective Entropy Weight*) вредновања ; 6 - Рангирање концентрата коришћењем PROMETHEE II / GAIA методологије; 7 - Креирање оптималне мешавине применом модификоване PROMETHEE – V методе. У фази калкулације тежинских параметара биће укључена Fuzzy логика и дефинисани Fuzzy скупови, а код рангирања алтернатива TOPSIS методологија.

Вишекритеријумска анализа (*Multi Criteria Decision Analysis – MCDA*) за дефинисање модела оптимизације састава шарже од различитих концентрата, примењива је коришћењем фамилије PROMETHEE (*Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations*) методологије. Ова методологија може дати боље резултате увођењем АНР, ОЕВ, TOPSIS и Fuzzy методологије, које ће се користити у изградњи хибридног модела који је дефинисан као циљ у овом истраживању.

У складу са предметом, циљеви истраживања у оквиру докторске дисертације су:

- Развој оригиналне методологије за дефинисање алгорита примене и интегрисање појединих метода оптимизације, за оптимизацију састава шарже у циљу обезбеђивања оптималних технолошких, еколошких и економских исхода процеса хидрометалуршког добијања цинка;
- Дефинисање методологије интегралног коришћења различитих метода: PROMETHEE (I-V) / GAIA - АНР - ОЕВ - TOPSIS – Fuzzy логика у оквиру јединственог модела за оптимизацију састава шарже;
- Дефинисање интегралног модела оптимизације треба истовремено да обезбеди оптималне исходе технолошког поступка добијања цинка из сулфиндних концентрата променљивог хемијског и минералског састава са становишта: максималног технолошког искоришћења, минималне емисије штетних компоненти и минималних трошкова прераде.

За наведена истраживања користиће се следећи полазни литературни извори:

Abkhoshk, E., Jorjani, E., Al-Harashsheh, M.S., Rashihi, F., Nazeeri, M., (2014) Review of the hydrometallurgical processing of non-sulfide zinc ores, *Hydrometallurgy*, 149:153-167.

Ashayeri, J., Eijs, A. G. M., Nederstigt, P., (1994) Blending modeling in a process manufacturing: A Case Study, *European Journal of Operational Research*, 72: 460-468.

Balarini, J. C., Polli, I. O., Miranda, T. L. S., Castro, R. M. Z., Salum, A., (2008) Importance of roasted sulphide concentrates in the hydrametallurgical extraction of zinc, *Minerals Engineering*, 21:100-110.

Boyanov, B. S., Sondalski, M. A., Ivanov, K. I., (2011) Zinc sulphide concentrates and optimization of thier roasting in fluidized bed reactor, *World Academy of Science Engineering and Technology*, 5(1):1-21.

Chen, T. T., Dutrizac, J. E., (2004), Mineralogical changes occurring during the fluid-bed roasting of zinc sulfide concentrates, *Journal of Metals*, 56(12):46-51.

Chakraborty, M., Chandra M. K., (2005) Multicriteria decision making for optimal blending for beneficiation of coal: a fuzzy programming approach, *OMEGA*, 33:413-418.

Chen, X., Wang, N., (2010) Optimization of short – time gadsoline blending scheduling problem with a DNA based hybrid generic algoritam, *Chemical Engineering and processing: Process Intensificatzion*, 49:1076-1083.

Copur, M., Ozmetin, C., Ozmetin, E., Kocakerin, M. M., (2004) Optimization study of the leaching of roasted zinc sulphide concentrate with sulphuric acid solutioins, *Chemical Engineering and Processing*, 43:1007-1014.

Castro, R. M. Z., Salum, A., (2008) Importance of roasted sulphide concentrates characterization in the hydrometallurgical extraction of zinc, *Minerals Engineering*: 21(1):100-110.

Dai, C., Cai, X. H., Gai, Y. P., Huang, G. H., (2014) A simulation- based fuzzy possibilistic programming model for coal blending management with consdiderasion of human health risk under uncertainty, *Applied Energy*, 133:1-13.

Dehghan, R., Neoparast, M., Kolahdoozan, M., Mousvi, S. M., (2008) Statistical evaluation and optimization of factors affecting the leaching performance af a sphalerite concentrate, *Int. J. Miner. Process.*, 89: 9-16.

Dimitrov, R. I., Moldovanska, N., Bonev, I. K., Živković, Ž., (2000) Oxidation of marmatite, *Thermochimica Acta*, 362(1-2): 145-151.

Dutrizac, J. E., (2010) Coimparative rates of precipitation of ammonium jarosite and sodium jarosite in ferric sulphate – sulphuric acid media, *The Canadian Metallurgical Quarterly*, 49(2):121-130.

EU directive 2004/107/CE (2004) Council Directive relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air, *The Council of the European Union*

Habashi, F., *Handbook of extractive metallurgy*, vol.II. Quebec City, 1997.pp. 641-683.

Habashi, F., (2009) Recent trends in extractive metallurgy, *Journal of Mining and Metallurgy, Section B. Metallurgy*, 45B(1):1-13.

Gilg, H. A., Boni, M., Cook, N. J., (2008) A special issue devoted to nonsulfide Zn-Pb deposits – editorial, *Ore Geol.Rev.*, 33:115-116.

Jovanović, I., Stanimirović, P., (2012) A blending problem in copper production, *Environmental Modeling and Assessment*, 58:147-158.

Jovanović, I., Stanimirović, P., Živković, Ž., (2013) Environmental and Economic criteria in ranking of copper concentrates, *Environmental Modeling and Assessment*, 18:73-83.

Jovanović I., Stanimirović, P., Nikolić, Dj., Živković, Ž., Batch composition optimization for copper smelting process, case study RTB Bor, Clean Technologies and Environmental Policy, (in press)

Li, Y. G., Gui, W. H., Teo, K. L., Zhu, H. Q., Chai, Q. Q., (2012) Optimal control for zinc solution purification based on integrating CSTR models, Journal of Process Control, 22:1878-1889.

Li, H., Hu, J., Zhou, P., Wei, W., Su, Y., (2014) Optimization of operating conditions and structure parameters of zinc electrolytic cell based on numerical simulation for electrolyte flow, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 24:1604-1609.

Liu, C. M., Sherali, H. D., (2000) A coal shipping and blending problem for an electric utility company, OMEGA, 28:433-444.

Zhang, R., Lu, J., Zhang, G., (2011) A knowledge – base multi – role decision support system for ore blending cost optimization of blast furnace, European Journal of Operational Research, 215:194-203.

Kolodziej, S. P., Grossmann, I. E., Furman, K. C., Sawaya, N. W., (2012) A novel global optimization approach to the multiperiod blending problem, Proc. 11 th International Symposium on process systems engineering, Singapore, pp. 1492-1496.

Moradi, S., Monhemius, A. J., (2011) Mixed sulphide – oxide lead and zinc ores: Problems and solutions, Minerals Engineering, 24:1062-1076.

Nikolić Dj., Jovanović, I., Mihajlović, I., Živković, Ž., (2009) Multi-criteria ranking of copper concentrates according to their quality – An element of environmental management in the vicinity of copper smelting complex in Bor, Serbia, Journal of Environmental Management, 91:509-515

Peltekov, A. B., (2014) Novi vazmožnosti za optimizirane na procesite v hidrometalurgijata na cinka, Avtoreferat disertacije, Univerzitet P.Hilendarski Plovdiv (na bugarskom jeziku).

Richards, G. G., Dreisinger, D., Peters, E., Brimacombe, J. K., (1989) Mathematical modelling of zinc processes, Proc. International Symposium on Computer Software in Chemical and Extractive Metallurgy, pp. 223-252.

Rozenkvist, T., Principles of extractive metallurgy, McGraw- Hill Book Company, New York, 1983.

Sakalli, U. S., Baykoc, O. F., (2011) An optimization approach for brass casting blending problem under aleatory and epistemic uncertainties, Int. J. Production economics, 133:708-718.

Tripathy, B. C., Das, S. C., Misra, V. N., (2003) Effect of antimony on the electrocrystallisation of zinc from sulphate solutions SLS, Hydrometallurgy, 69(1-3):81-88.

Queiroz, C. A. R., Carvalho, R. J., Moura, F. J., (2005) Oxidation of zinc sulphide concentrate in a fluidized bed reactor, Part.2. The influence of experimental variables and kinetics, Brazilian Journal of Chemical Engineering, 22(1):117-125.

Yan, A., Chai, T., Yu, W., Xu, Z., (2012) Multi-objective evaluation – based hybrid intelligent control optimization for shaft furnace roasting process, Control Engineering Practice, 20:857-868.

WHO (World Health Organization) 2001. Air quality Guidelines for Europe, second ed., Who regional publications, Regional office for Europe, Copenhagen, Denmark

Wu, M., Xu, C., She, J., Cao, W., (2012) Neural – network- based integrated model for predicting burn-through point in lead-zinc sintering process, Journal of Process Control, 22:925-934.

Wu, M., She, J. H., Nakano, M., Gui, W., (2002) Expert control and fault diagnosis of the leaching process in a zinc hydrometallurgy plant, Control Engineering Practice, 10:433-442.

Wu, M., She, J. H., Nakano, M., (2001) An expert control system using neural networks for the electrolytic process in zinc hydrometallurgy, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 14:589-598.

Živković, Ž., (2014) Supervision of the extended excerpt from Doctoral thesis of Alexander Biserov Peltekov, entitled: New possibilities for the process optimization in zinc hydrometallurgy.

3. Полазне хипотезе

Основна претпоставка је да је хибридни модел оптимизације састава шарже као инпута у хидрометалуршки поступак добијања цинка из сулфидних концентрата, свеобухватнији од појединачног моделовања појединих фаза у технолошком поступку. Такође, кандидат верује да се оптимизацијом инпута у процесу, обезбеђује стабилан рад у целом технолошком поступку добијања цинка, а смањењем осцилација у појединим фазама стабилизују се сви аутпути који су важни за технолошки процес: технолошки, еколошки и економски.

Код предложеног истраживања полази се од појединачно претходно развијених аналитичких метода код решавања „блендинг проблема“, од којих свака метода има своја ограничења. Комбинацијом фамилије PROMETHEE – GAIA методологије, дефинисани проблем може дати лимитирани ниво решења. У циљу померања дефинисаног лимита које омогућује наведена методологија, увођењем додатних метода вишекритеријумског одлучивања, као што су AHP i OEW, процењује се да се лимити добијеног модела знатно проширују. Коначно, увођењем додатних алата: TOPSIS i Fuzzy логику у јединствени интегрисани хибридни модел, верујемо да ће дефинисани модел оптималног састава шарже обезбедити виши ниво поузданости.

Кандидат верује да приступ интегралном коришћењу методологија: PROMETHEE (I-V) / GAIA – AHP – OEW – TOPSIS – Fuzzy логика у дефинисању оптималног састава шарже за хидрометалуршки поступак добијања цинка, даје могућност дефинисања општег модела за решавање „блендинг проблема“ генерално.

4. Научне методе истраживања

За истраживања у оквиру ове докторске дисертације, поред класичних метода анализе и синтезе расположивих података, користиће се и аналитичке методе вишекритеријумског одлучивања, са одговарајућим математичким апаратом и лиценцираним софтверима.

Истраживање ће бити спроведено у следећим фазама:

- Анализа литературних података о доступнућима у решавању „блендинг проблема“, са посебним освртом на проблем мешавине концентрата цинка као инпута у технолошки процес. Такође, анализираће се сви резултати који се односе на све облике оптимизације у појединим фазама технолошког поступка добијања цинка;
- Анализа доступности концентрата цинка на тржишту са свим њиховим карактеристикама, а пре свега са аспекта минералошког и хемијског састава, доступности, расположивих количина и набавне цене;
- Дефинисаће се критеријуми и ограничења појединих елемената за модел оптимизације, коришћењем PROMETHEE / GAIA – AHP – OEW методологије;
- Доградња на наведени начин дефинисаног модела вршиће се увођењем Fuzzy логике и дефинисањем одговарајућих Fuzzy скупова, што уз додатак TOPSIS методологије омогућује дефинисање хибридног: PROMETHEE / GAIA – AHP – OEW – Fuzzy логика – TOPSIS модела за оптимизацију састава шарже као инпута у хидрометалуршки поступак добијања цинка;
- Тестирање и валидација дефинисаног интергалног модела оптимизације састава шарже као инпута у хидрометалуршки поступак добијања цинка из сулфидних концентрата, вршиће се на основу расположивих концентрата цинка на тржишту југоисточне Европе.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће реализацијом циљева истраживања бити остварен напредак у развоју методологије решавања „блендинг проблема“, уз развој поузданијег интегралног модела оптимизације. У току истраживања у оквиру овако дефинисане теме докторске дисертације, очекују се следећи научни доприноси:

- Дефинисање оригиналног алгоритма за поступак дефинисања интергрисаног хибридног модела за оптимизацију састава шарже за хидрометалуршки поступак добијања цинка из сулфидних концентрата;

- Дефинисање оригиналног интергисаног хибридног PROMETHEE /GAIA – АНР – ОЕВ – Fuzzy логика – TOPSIS модела за оптимизацију састава шарже – инпута у технолошки процес добијања цинка;
- Дефинисани оригинални модел треба истовремено да оптимизује технолошке параметре, еколошке последице и економске ефекте у целом технолошком поступку, што ће представљати значајно унапређење у односу на резултате досадашњих истраживања;
- Генерализацијом дефинисаног модела оптимизације састава шарже у технолошком поступку добијања цинка, учиниће се покушај дефинисања оригиналног универзалног модела за решавање „блендинг проблема“, што би требало да представља напредак у области неведене проблематике.

6. План истраживања и структура рада

Структура предвиђених фаза и активности у истраживању у оквиру ове докторске дисертације садржаће :

1. Уводни део, у коме треба да се обради проблематика потребе оптимизације састава шарже у хидрометалуршком поступку добијања цинка са бенефитима који из тога произилазе.
2. Преглед досадашњих истраживања оптимизације појединих фаза у хидрометалуршком поступку добијања цинка, са посебним освртом на проблематику састава шарже као инпута у технолошки поступак.
3. Преглед до сада коришћених техника и алата у процесу оптимизације и решавању „блендинг проблема“.
4. Дефинисање хипотеза и циљева истраживања.
5. Дефинисање интегрисаног хибридног модела оптимизације састава шарже комбинацијом појединачних алата и техника.
6. Дискусија резултата, тестирање и валидација предложеног интегралног модела.
7. Закључак и генерализација предложеног модела за решавање проблема мешавине.

7. Закључак и предлог

Анализом података из пријаве теме за израду докторске дисертације кандидата Марије Савић, студента докторских студија на Техничком факултету у Бору Универзитета у Београду, Комисија закључује да је предложена тема актуелна и подобна за израду докторске дисертације, као и да пружа могућност остваривања значајног научног доприноса. Кандидат испуњава све законом предвиђене услове и има истраживачке способности за рад на предложеној теми докторске дисертације.

Имајући у виду све наведено, Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, да кандидату Марији Савић одобри израду докторске дисертације под називом:

**ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА САСТАВА ШАРЖЕ ЗА
ХИДРОМЕТАЛУРШКИ ПОСТУПАК ДОБИЈАЊА ЦИНКА**

у оквиру уже научне области Инжењерски менаџмент, за коју је Технички факултет у Бору акредитовао докторске студије.

За ментора докторске дисертације предлаже се Проф. др Живан Живковић, ред. проф. Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, који има већи број радова публикован у часописима са СЦИ листе.

У Бору, октобра 2014. године

Комисија

1. Проф. др Живан Живковић, ред. проф.
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору
2. Проф. др Весна Бркић – Спасојевић, в.проф.
Универзитет у Београду, Машински факултет у Београду
3. Доц. др Ђорђе Николић, доцент
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Технички факултет у Бору

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: Проф. др Живан Живковић

Звање: Редовни професор

Списак радова објављених у научним часописима са *Science Citation Index (SCI)* листе, који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Ђ. Nikolić, I. Jovanović, I. Mihajlović, **Ž. Živković**. Multi-criteria ranking of copper concentrate by its quality - An element of environmental management in the vicinity of copper-smelting complex in Bor, Serbia, *Journal of Environmental Management*, (2009) 91:509-515. [ISSN: 0301-4797; SCI-IF=2.367 (2009)]
2. Ђ. Nikolić, N. Milošević, I. Mihajlović, **Ž. Živković**, V. Tasić, R. Kovačević, N. Petrović. Multi-criteria analysis of air pollution with SO₂ and PM₁₀ in urban area around the copper smelter in Bor, Serbia, *Water, Air & Soil Pollution* (2010) 206:369-383. [ISSN: 0049-6979; SCI-IF=1.676 (2009)]
3. M. Arsić, Ђ. Nikolić, P. Đorđević, I. Mihajlović, **Ž. Živković**. Episodes of extremely high concentrations of tropospheric ozone in the urban environment in Bor – Serbia. *Atmospheric Environment*, (2011), 45:5716-5724. [ISSN: 1352-2310; SCI-IF=3.226 (2010)]
4. I. Đurić, I. Mihajlović, D. Bogdanović, **Ž. Živković**. Modelling the process of kaolinite leaching from the copper mine flotation waste, *Clay Minerals*, (2010) 45. [ISSN: 0009-8558; SCI-IF=0.5 (2008)]
5. **Ž. Živković**, I. Mihajlović, I. Đurić, N. Štrbac. Statistical Modeling of the Industrial Sodium Aluminate Solutions Decomposition Process, *Metallurgical and Materials Transactions B: Process Metallurgy and Materials Processing Science*, (2010):1-7. [ISSN: 1073-5615; SCI-IF=0.974 (2010)]
6. I. Mihajlović, I. Milošević, **Ž. Živković**, ANFIS based prediction of the aluminium extraction from boehmite bauxite in the Bayer process, *Poloch Journal of Chemical Technology*, 16(1) (2014) 103-109 [JCR-IF 2013 : 0.474 – ISSN:1509-8117]

(навести најмање један рад у случају менторства дисертације која се пријављује до 31.12.2008. године, односно најмање три рада у случају менторства дисертације која се пријављује у периоду од 01.01.2009. до 31.12.2009. године, односно најмање пет радова у случају менторства дисертације која се пријављује почев од 01.01.2010. године)

Ментор
Проф. др Живан Живковић

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
Проф. др Милан Антонијевић