

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
ФАКУЛТЕТ: РУДАРСКИ



ИЗВЈЕШТАЈ

о оцјени подобности теме и кандидата за израду докторске тезе

ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

На двадесетосмој седници Наставно-научног Већа Рударског факултета Приједор одржаној 09.07.2013. године, а у складу са чланом 71. Закона о високом образовању (Сл. гласник Републике Српске бр. 73/10, 104/11 и 84/12) донета је Одлука бр. 21/3.272/13 о именовану комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације, Мр Рузмира Авдића, дипл. инж. рударства, под називом:

**МОДЕЛИРАЊЕ ГРАВИТАЦИЈСКЕ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ УГЉА
 ПРИМЈЕНОМ FUZZY ЛОГИКЕ**

Именована је Комисија у следећем саставу:

Др Надежда Ћалић, редовни професор, ужа научна област „Припрема минералних сировина“, Рударски факултет Приједор, Универзитет у Бања Луци – председник Комисије,

Др Игор Миљановић, доцент, ужа научна област „Рачунарство и системско инжењерство“ и „Припрема минералних сировина“, Рударско-геолошки факултет Београд, Универзитет у Београду – ментор,

Др Аднан Хоџић, редовни професор, ужа научна област „Рударска и бушотинска експлоатација минералних сировина“, Рударско-геолошко грађевински факултет Тузла - члан.

**1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ, НАУЧНА И СТРУЧНА ДЈЕЛАТНОСТ
 КАНДИДАТА**

Биографски подаци

Рузмир Авдић рођен је 10. 09. 1976. у Тузли. Завршио је средњу електротехничку школу у Тузли, занимање техничар електронике. За време студија на Рударско-геолошко-грађевинском факултету у Тузли показивао интерес за научним ангажманом и активно се укључио у више научно-истраживачких и студентских пројеката.

Током студија учествовао је на следећим научним скуповима:

- Светски рударски симпозијум „Подграђивање подземних просторија сидрењем“, Aachen, Немачка 2001. године
- Научни скуп "Еколошка заштита у рударству", Miskolc, Мађарска, 2003. године
- Развој програма академске сарадње Немачке владе и Југоисточне Еуропе, Erlangen, Немачка, 2005. године.

Као стипендиста DAAD (Deutscher Akademischer Austausch Dienst), године 2004 боравио је 3 месеца на RWTH Техничком Универзитету (Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule) у Ахену, Немачка, током израде дипломског рада.

Дипломски рад одбранио је 2005. године и стекао титулу Дипломирани инжењер техничких наука из области рударства.

Постдипломске студије уписао је академске 2006/2007, а исте завршио са просечном оценом 9,7.

Магистарски рад под називом: „Улога технолошког процеса оплемењивања угља на сепарацији РМУ „Бурђевик“ у ланцу очечишћивача сливног подручја ријеке Спрече” под менторством проф. др. Мирослава Петровића одбранио је 2010. године.

Више година заредом ангажован је као вањски сарадник на Рударско-геолошко-грађевинском факултету у Тузли. На ужој научној области „Припрема минералних сировина, материјали, транспорт и извоз у рударству” на предметима: „Припрема минералних сировина”, „Технологија техничких материјала”, „Грађевински материјали и хидраулички и пнеуматски транспорт” и „Транспорт и извоз”.

Аудиторне и лабораторијске вежбе изводио на рударском, геолошком, грађевинском и одсеку сигурности и помоћ Рударско-геолошко-грађевинског факултета у Тузли.

Стручни испит за самостално техничко руковођење у рударству положио 25. 7. 2012.

Као сменски инжењер радио у Руднику соли „Тузла”.

Као члан Организационог одбора учествовао је у организацији XIV Балканског конгреса о припреми минералних сировина одржаног у Тузли јуна 2011 године. Такође, обављао дужност секретара редакције публикације „Proceedings of the XIV Balkan Mineral Processing Congress”.

Готово 20 година веома успешно се бави информационим технологијама и за то време стекао је искуство у раду са општим и специјализираним инжењерским софтверима, изради и управљању базама података те статистичкој обради података. Осим поменутих, уско специјализираних софтвера везаних за струку, поседује искуство у обради слика и текста (ДТП), Web и принт дизајна, обраде видеа и звука, па све до решавања веома захтевних хардверских и мрежних проблема.

Одлично говори енглески, служи се немачким и руским језиком.

Списак објављених радова

Петровић М., Гутић С., **Авдић Р.**, *“Еколошки аспекти третмана технолошких вода у постројењу за оплемењивање угља РМУ Бановићи*, Научно-стручни скуп са међународним учешћем “Заштита и здравље на раду и заштита животне средине, Бања Лука 2009. године, стр 383-393, Бања Лука, 2009

Šišić I., Alić N., **Avdić R.**, *“Positioning the fragmentation device by using PEEC matrix selection method”*, Proceedings of the XIV Balkan Mineral Processing Congress, pages 117-124

Mašić S., **Avdić R.**, Alić N., Mandžić E., Mašić G. *Claroline system for management of learning and it's implication in the teaching of mineral dressing and transport*, Proceedings of the XIV Balkan Mineral Processing Congress, pages 879-886

Омеровић Н., **Авдић Р.**, Алић Н., *Анализа техничко-технолошких параметара секундарне ударно-ротационе дробилнице при преради камена кречњака*, Рударски радови 3/2012, стр. 267-276

Машећ С, Алић Н., **Авдић Р.** „Анализа очечишћења ријеке Гостеле отпадним водама РМУ „Бурђевик“”, Зборник радова Друге регионалне конференције „Заштита животне средине у енергетици, рударству и индустрији“ Фебруар 2011.

2. ЗНАЧАЈ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

Предмет и значај истраживања

Рад постројења за гравитацијску концентрацију угља у флуиду вода, односно чишћење угља у машинама таложницама, подразумева сложене функционалне зависности између улазних и излазних параметара односно променљивих. Употреба савремених рачунарских система за управљање овако сложеним процесима и постројењима увелико може допринети продуктивности, стабилности, поузданости и наравно ценовној конкурентности поменутих система. Водећи циљ система аутоматског управљања је обезбеђивање правовремених информација и могућност предузимања

ефикасних и брзих управљачких дејстава како би се осигурао безбедан и стабилан рад постројења упркос деловању спољашњих и унутрашњих чинилаца који утичу на ефикасно одвијање процеса. Како би системи аутоматског управљања испунили ове циљеве, пред системе се поставља услов извршавања низа функција које се могу условно поделити у две категорије: основне и напредне функције. У напредне функције спадају:

- Процесна анализа,
- Оптимизација,
- Детекција грешака.

Током последње деценије, тренд употребе fuzzy логичких контролера у управљању различитим индустријским процесима је у порасту, нарочито када је реч о сложеним процесима. Системи управљања са fuzzy логичким контролером у свом центру, који се примењују у индустријским условима засновани су на концепту fuzzy логике и fuzzy логичких система закључивања (fuzzy logic inference systems).

Fuzzy логика у контексту моделовања и управљања индустријским процесима представља рачунски оријентисан систем принципа и техника који функционише на принципима „приближног“ закључивања. Овакав приступ симулира процес доношења одлука од стране људског оператера у индустријском процесу. Fuzzy логика се на овај начин може сматрати и средством за опис односно математичку формализацију процеса „приближног“ закључивања.

Иако се апроксимација реалних система у циљу ефикаснијег управљања уз помоћ fuzzy логике може спровести употребом чисто хеуристичког знања као што је искуство људског оператера, број правила које је потребно развити како би се формирао одговарајући модел процеса је у реалним условима изузетно висок. Како би се остварио ефикасан систем управљања индустријским процесима, у пракси се често прибегава приступу МВРС, односно „Управљање помоћу прогностичких модела“ (Model Based Predictive Control). Fuzzy логички приступ се у великој мери уклапа у овај приступ, обзиром да је реч о приступу по коме се изради модел процеса а затим развијени модел укључи у управљачки систем.

Могућност практичне примене fuzzy логике у индустријским процесима припреме минералних сировина од посебног је значаја обзиром на инхерентну варијабилност коју носи променљиви садржај улазне сировине. С друге стране, сложеност модела развијених у циљу ефикасног управљања процесима знатно расте, обзиром на одређени број независних променљивих које морају бити узете у обзир.

Употребом fuzzy логике приликом дефинисања модела управљања постројењем, осигуравају се следеће предности (Миљановић и сар. 2008):

1. Оптимално управљање операцијама оплемењивања
2. Ефективне корективне реакције на могуће поремећаје у раду система
3. Повећање (радне) ефикасности система
4. Олакшана је хармонизација операција
5. Ефикасност прогностичке и условне дијагностике, процесних трендова и поремећаја
6. Ефикасна контрола оперативних трошкова
7. Олакшано је испуњавање многих еколошких захтева итд.

Процес моделовања базиран на fuzzy логичким принципима, како је већ речено, подразумева апроксимацију и математичку формализацију сложених интеракција улазних и излазних променљивих. У овом смислу, процес дефинисања модела се пресудно ослања на теоријске поставке гравитацијске концентрације, односно проучавања кретања зрна у условима ометаног падања уз уважавање хетерогености минералних сировина у овом случају узроковане гранулометријским саставом и саставом по фракцијама различитих густина зрна.

Преглед истраживања

У оквиру савремених пословних система, информационе технологије налазе се у центру пословно-производних активности. Управљање процесима са циљем стабилизације и оптимизације индустријских процеса припреме минералних сировина присутно је у пракси око 50 година. У последњих 20 година, управљање процесима представља сигурну инвестицију у овој области, обзиром на брз повратак уложених средстава, повећање концентрације корисне компоненте у концентрату и истовремено и искоришћења. Сходно томе, управљање процесима припреме минералних сировина је предмет истраживања многих истраживача, како са теоријског тако и са практичног аспекта.

Интеграција производног и пословног сегмента постројења за припрему минералних сировина представља област у којој је примена савремених информационих технологија од нарочитог значаја. У литератури се предлаже више различитих интегративних, хијерархијских информационо-управљачких модела (Flintoff B., 2002, Миљановић И., 2008) који предвиђају интеграцију производних и пословних функција у јединствен амбијент. Оно што је нарочито значајно је примена метода меког рачунарства (фази логике, неуронских мрежа, генетских алгоритама) у оваквом окружењу, односно идеја фазификације хијерархијских нивоа. До оваквог тренда дошло је пре свега услед пораста сложености индустријских процеса, и, последично, појава неодређености и нејасности (непознате величине) са израженим утицајем на робусност и перформансе система. Једна од последица је доминирајућа улога „интелигентних система“ (Zilouchian).

Концепт интелигентног управљања предложили су још Fu и Saridis крајем седамдесетих година двадесетог века. Ипак тек последњих двадесетак година развијен је већи број управљачких стратегија на бази модела, односно као последица процеса моделовања. Ови приступи се карактеришу различитим развојним стратегијама, при чему се као фазе развоја модела обично издвајају:

- Моделовање;
- Анализа;
- Симулација
- Имплементација и
- Верификација.

Овако развијени модели често су примењени у пракси, са задовољавајућим решењима за практичне проблеме из индустријских услова. Међутим, развој метода меког рачунарства уследио је између осталог и зато што су често проблеми који постоје у пракси системске анализе и управљања били подређени развоју математичких теорија које су решавале „пре-идеализоване“ проблеме са мало или нимало повезаности са теоријом (Zadeh, 1962).

С друге стране, процес чишћења угља у машини таложници добро је описан и познат у литератури. Општи математички опис овог процеса познат је дуги низ година, међутим проблем постављања свеобухватног математичког модела и развоја одговарајућег интелигентног система или евентуално система за подршку одлучивању и даље представља проблем у истраживачком свету.

Поред овога, фокус истраживања на овом пољу је био на класичном, детерминистичком моделовању, чиме се отвара простор за значајне доприносе када је реч о примени метода меког рачунарства у циљу развоја процесног модела и његове хијерархијске интеграције у производно-пословни амбијент.

Светска истраживања у области практичне примене фазилогичког концепта у припреми минералних сировина су веома актуелна. Из расположивих литературних извора се по свом значају за хипотезе истраживања и дисертацију у целини посебно издвајају следеће референце:

- *Advanced Control and Supervision in Mineral Processing plants*, Sbarbaro D., del Vilar R., (eds.), *Advances in Industrial Control series*, Springer, 2010, 332 p.
- Broussaud, A. (1988): *Advanced computer methods for mineral processing, their function and potential impact on engineering practices*. XVI Int. Min. Proc., p. 17, Stockholm.
- Fangqing M., Xiaowen L., *Dynamic Quality Model and Control of Jig in Coal Preparing Plant with MEBML Method*, *International Journal of Information Technology* Vol. 11 No. 11 2005.
- Flintoff B., *Introduction to process control in: Mineral Processing Plant Design, Practice and Control*, Mular A., Halbe D., Barratt D. (eds.), *Proceedings, Volume 2, SME, 2002*, pp. 2051-2065
- Lin I.J., Krush-Bram M., Rosenhouse G., *The beneficiation of minerals by magnetic jiggling: Part 2. Identification of the parameters and verification of the mathematical model for the theoretical analysis of the mineral particles motion in the magnetic jig*, *International Journal of Mineral Processing*, Volume 54, Issue 1, June 1998, Pages 29-44.
- Miljanović I., Vujić S., *Fuzzy model of the computer integrated decision support and management system in mineral processing*, *Yugoslav Journal of Operations Research*, Vol 18 (2008), Number 2, 253-259
- Miljanović I., Vujić S., *Fuzzy model of the computer integrated decision support and management system in mineral processing*, *Yugoslav Journal of Operations Research*, Vol. 18., No.2 (2008), pp. 253-260., ISSN 0354-0243, Doi: 10.2298/YJOR0802253M.
- Миљановић И., Петровски А., Беновић Т., Максимовић С., Милутиновић А., Јосиповић-Пејовић М., *Формирање фазу вербалног модела процеса припреме минералних сировина*, XXXVII *Symoris*, Тара, 21-24. септембар 2010., 643-646.
- Миљановић И., *Фази логика у управљању квалитетом угља*, (2008), Електропривреда,

Часопис Заједнице Југословенске Електропривреде, ИСЧН 0013-5755, Вол. 61 Но. 3, пп. 67-73.

- Петровић М., Суљић Ш., Ивељић И., "Мogućност побољшања квалитета угљена са ПК Дубраве у циљу осигурања угљена уједначеног квалитета и састава за потребе ТЕ Тузла"
- Qian, Li-quan, Chang-long DU., Gray Model Forecasting and Fuzzy Control of Coal-feed in A Jig [J]." *Colliery Mechanical & Electrical Technology* 2 (2005): 013.
- S.M. Viduka S.M., Feng Y.Q., Hapgood K., Schwarz M.P., *Discrete particle simulation of solid separation in a jiggling device*, International Journal of Mineral Processing, Volume 123, 10 September 2013, Pages 108-119
- Seraphin C. Abou, Thien-My Dao, Fuzzy Logic Controller Based on Association Rules Mining: Application to Mineral Processing, Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2009 Vol II, San Francisco, USA
- Unland G., Al-Khasawneh Y., *The influence of particle shape on parameters of impact crushing*, Minerals Engineering, Volume 22, Issue 3, February 2009, pp. 220–228.
- Vujić S., Miljanović I., Benović T., Milutinović A., Petrovski A., Josipović Pejović M., *Fuzzy model of a multigrade structure for support of decision-making and management in mineral processing*, Proceedings, 35th APCOM Symposium, editors: E. Y. Baafi, R. J. Kininmoth, I. Porter, 24-30.09.2011, University of Wollongong, Australia, ISBN: 978 1 921522 51 2, pp. 485-490.
- Xia Y., Felicia F. Peng F.F., Wolfe W., CFD simulation of fine coal segregation and stratification in jigs Original Research Article, International Journal of Mineral Processing, Volume 82, Issue 3, April 2007, Pages 164-176.
- Zilouchian A., Jamshidi M., Intelligent control systems using soft computing methodologies, CRC Press, 2001.
- Ћалић Н. (1991): Теоријски основи припреме минералних сировина, Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду.

Радна хипотеза са циљем истраживања

Полазећи од тога да се у области управљања процесима концентрације, коришћењем метода математичког моделовања на бази fuzzy логике и применом рачунарских технологија може, као крајњи исход, остварити значајно побољшање ефикасности, рационалности и поузданости у избору оптималног технолошког система са аспекта гранулометријског састава, густине, крупноће и облика зрна, као и радних параметара машине таложнице, а у складу са дефинисаним предметом и значајем истраживања, те актуелним светским трендовима у области моделовања процеса у овој докторској дисертацији постављају се две радне хипотезе и то:

- На бази експерименталних података о минерално-петрографском саставу, физичко-хемијским и структурно-текстурним карактеристикама равнoг угља, чистог угља и јаловине, као и карактеристика машине могу се изабрати процесне карактеристике машине за оптималне резултате процеса,
- Контролисањем и управљањем променљивим улазно-излазних параметра у процесу сепарације у машинама таложницама путем управљачког система заснованог на fuzzy логици, може се на ефикасан начин управљати процесом и остварити технолошко унапређење бољом оштрином одвајања угља и јалових минерала, са бољим технолошким и економским резултатима као крајњим исходом.

Циљ истраживања је формирање и валидација математичког модела чишћења угља у флуиду вода, односно у машинама таложницама, применом савремених рачунарских технологија и принципа и техника базираних на fuzzy логичким системима закључивања.

Материјал и метод рада

Анализа резултата фракционог састава равнoг угља, по Henry Reinhardt-у и контрола оштрине одвајања по Тромпу (Тромповој криви подеоних бројева) вршиће се на бази експерименталних, лабораторијских резултата плива-тоне анализе у постојећем технолошком процесу гравитацијске концентрације (пример Бановића и Ђурђевића).

Основне научне методе истраживања засноване су на постојећим теоријским резултатима и експерименталном раду и обухватају:

- Прикупљање, анализа и систематизацију литературних извора;
- Индуктивне и дедуктивне методе закључивања;
- Методе анализе података;

- Методе статистичке анализе;
- Развој и примену алгоритамских структура;
- Методе fuzzy логичког моделовања.

Планирано је да се резултати истраживања прикажу табеларно, графички, алгоритамски као и приказом софтверског решења.

Издаја се пет фаза у изради докторске дисертације, и то:

1. Анализа могућности чишћења угља у идеалним условима на бази експерименталних, лабораторијских података о фракционом саставу равног угља, по Henry-Reinhardt-у
2. Контрола оштрине одвајања по Тромпу (Израда Тромпових крива подеоних бројева), при различитим условима рада машине таложнице и квалитета равног угља.
3. Дефинисање методологије и броја критеријума оцене повољности постављених технолошких система, њихова оцена и постављање fuzzy логичког модела.
4. Развој програмске процедуре на бази верификоване методологије за оптимизацију процеса концентрације.
5. Тест модела управљања системом гравитацијске концентрације угља уз употребу fuzzy логике.

Научни допринос истраживања

Предвиђа се да ће резултати који се очекују као исход истраживања описаних напред обезбедити различите научне и стручне доприносе, и то пре свега:

1. Целовит приказ изложене проблематике;
2. Мултидисциплинарност теме истраживања, са аспекта истраживања практичне примене fuzzy логике у области гравитацијске концентрације угља у флуиду вода која је у почетним фазама у светским оквирима;
3. Методолошки допринос, обзиром на савременост математичких и других алата који ће се користити у изради дисертације и недовољну истраженост;
4. Предлог модела гравитацијске концентрације угља у флуиду вода (односно модела чишћења угља) заснованог на fuzzy логици, као и
5. Развој и примена интелигентног система управљања процесима сепарације на бази разлике у физичким својствима угља и јалових минерала у поступку гравитацијске концентрације лигнита.

3. ОЦЈЕНА И ПРИЈЕДЛОГ

На основу свега изложеног Комисија сматра да Кандидат Рузмир Авдић, дипл. инж. рударства, магистар техничких наука испуњава Законом предвиђене услове за пријаву израде докторске дисертације.

Предложена истраживања су научно и практично оправдана, а резултати који се очекују допринеће бољем познавању процеса гравитацијске концентрације односно чишћења угља, а тиме и процеса припреме минералних сировина у целини.

Комисија сматра да израдом ове докторске дисертације постоје реални услови да се очекивани циљеви остваре и да се дође до оригиналних ставова.

Према мишљењу Комисије, предложена тема: „МОДЕЛИРАЊЕ ГРАВИТАЦИЈСКЕ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ УГЉА ПРИМЈЕНОМ FUZZY ЛОГИКЕ“ спада у научно подручје које се развија на Рударском факултету у Приједору. По предмету истраживања, садржају и очекиваним доприносима представља значајно подручје истраживања, како са теоријског, тако и са аспекта практичног аспекта, за област Припрема минералних сировина и Рачунарство и системско инжењерство у рударству. Очекивани резултати представљали би значајан научни и стручни допринос разумевању, опису и управљању процесима гравитацијске концентрације угља.

Због тога Комисија предлаже Научно-наставном већу Рударског факултета у Приједору и Сенату Универзитета у Бањој Луци да прихвати овај Извештај и одобри израду докторске дисертације кандидату мр Рузмиру Авдићу, дипл. инж. рударства под називом: „МОДЕЛИРАЊЕ ГРАВИТАЦИЈСКЕ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ УГЉА ПРИМЈЕНОМ FUZZY ЛОГИКЕ“, а за ментора одреди др Игора Миљановића, ванредног професора Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду,

ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Надежда Талић, ред. проф.,
Рударски факултет Приједор, Универзитет у Б. Луци,

1. Председник комисије,

др Игор Миљановић, ванредни професор,
РГФ, Универзитет у Београду – ментор,

2.

др Аднан Хоџић, редовни професор, ужа научна област
„Рударска и бушотинска експлоатација минералних сировина“
Рударско-геолошко грађевински факултет Тузла - члан.

3.
