

НАСТАВНО-НАУЧНИМ ВЕЋИМА
РУДАРСКОГ ОДСЕКА И
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: *Мишљење о научној заснованости предложене теме др дисертације
Мр З. Штирбановића, "Моделирање технолошких процеса у рударству
у условима недовољности података применом теорије грубих скупова"*

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду бр. 1/153 од 27.09.2011, донетој на седници одржаној 22.09.2011, именовани смо за чланове Комисије за давање мишљења о научној заснованости предложене теме докторске дисертације Мр Зорана Штирбановића, дипл. инж. рударства, под називом:

МОДЕЛИРАЊЕ ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА У РУДАРСТВУ У УСЛОВИМА
НЕДОВОЉНОСТИ ПОДАТАКА ПРИМЕНОМ ТЕОРИЈЕ ГРУБИХ СКУПОВА

Кандидат је пријавио тему докторске дисертације 07.09.2011. године. После упознавања са биографским и библиографским подацима кандидата, анализе образложења предложене теме докторске дисертације, и на основу актуелних трендова истраживања у предметној области, подносимо

ИЗВЕШТАЈ

БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Мр. **Зоран ШТИРБАНОВИЋ**, дипл. инж. рударства, рођен је 18.08.1979. године у Бору. Основну и средњу Машинско електротехничку школу, Смер електротехничар рачунара, завршио је у Бору са одличним успехом. Технички факултет у Бору Универзитета у Београду, Смер за припрему минералних сировина уписао је 1998. године. Дипломирао је 2005. године са просечном оценом 8,54 и оценом 10 на дипломском раду са темом „Испитивање могућности флотације бакра из песка хидроциклона индустријске прераде топионичке шљаке Рудника Бакра Бор” под менторством проф. др Родољуба Станојловића. Последипломске студије на матичном факултету, на научној области Минералне и рециклажне технологије завршио је 2009. године са темом магистарске тезе „Моделирање процеса млевења и флотирања топионичке шљаке у функцији степена ослобођености” под менторством проф. др Зорана С. Марковића.

У звање сарадник у настави, на Техничком факултету у Бору, изабран је 2007. године. Након завршених последипломских студија, изабран је у звање асистента.

На матичном факултету у Бору ангажован је на извођењу вежби из предмета: Испитивање сировина, Флотација, Машине и уређаји у флотацији, Пројектовање флотацијских депонија, Одрживо коришћење природних ресурса, Индустрија и заштита животне средине, Реагенси у ПМС-у и на извођењу стручне праксе.

БИБЛИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Као аутор или коаутор колега Штирбановић је објавио: 1 научни рад у часопису међународног значаја, 6 радова у часописима националног значаја, 12 радова на међународним научним скуповима (штампани у целини) и 21 рад на домаћим научним скуповима (штампани у целини). Аутор је поглавља у две монографије (*Одрживи развој и припрема минералних сировина*, Београд 2007, и *Топионичка шљака-продукција и прерада шљаке Топионице бакра у Бору*, Бор 2010.). Учествовао је у реализацији 2 техничко-развојна решења, у истраживањима на 3 научна пројекта финансираних од стране Републичког министарства науке (TR 33023, TR 33007 и TR 17016), и у реализацији истраживања на три привредна пројекта. Заједно са проф. др Р. Станојловићем био је уредник Зборника радова II и III Симпозијума „Рециклажне технологије и одрживи развој”, Технички факултет у Бору, Бор, 2007. и 2008.

ПРЕДЛОЖЕНИ НАЗИВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

„Моделирање технолошких процеса у рударству у условима недовољности података применом теорије грубих скупова”

ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

Технолошки токови у рударству су скупови међусобно условљених и повезаних парцијалних процеса, који су у већини случајева слабо структурирани. У рударском инжењерству се описи технолошких, односно производних процеса рудничких система математички формализују одговарајућим моделима, који омогућавају потпуније сагледавање и анализу динамике технолошких токова, могуће ризике и последице под утицајима осцилација почетних услова, непоузданости улазних параметара, услед промена (најчешће стохастичке природе) у радној средини, под утицајима промена у спољњем окружењу и слично.

У практичном смислу, адекватан математички модел пружа поуздан и у принципу лакше доступан виртуелни експериментални амбијент, у коме је могуће неограничен број пута изводити и понављати експериментално тестирање, понављати и симулирати могуће ситуације у технолошком процесу. У односу на „in situ” или пилот експериментална тестирања, предности оваквог приступа су знатно нижи трошкови, неометање рудничке производње, непостојање ризика услед хаварија или неких других могућих непожељних ситуација и штета у производњи која би евентуално могла настати током извођења тест експеримената.

Пошто се неки технолошки токови у рударству одвијају релативно брзо, типично за ово је обогаћивање минералних сировина, релевантни подаци о технолошком току због доношења управљачких одлука морају бити на располагању у кратком времену. Да би се овај услов успешно практично остварио, захтева се да математички модел са што мањим бројем улазних параметара успешно ослика процес. Захтев је на први поглед противречан, али из ове „противречности” произилази императив избора адекватног математичко-моделског приступа који овај услов испуњава.

У литератури је описано више различитих приступа моделовања технолошких токова у рударству и припреми минералних сировина. Развијани су емпиријски модели, модели вероватноће, кинетички, фази модели итд. (Villeneuve 1995, Mishra 1998, Datta 2002, Вујић-Миљановић 2009, и др.). Међутим, у рудничким условима када (најчешће) нема довољног претходног познавања радне средине или прецизнијих информација о емпиријским подацима, као што је расподела вероватноће у статистици или

степен припадности у теорији расплнутих (фази) скупова, у претходном пасусу наведени математичко-моделски приступи не задовољавају. У оваквим условима математички одговор се назире у *теорији грубих скупова* (енглески: *rough sets*), која омогућава карактеризацију технолошких атрибута и пружа могућности за анализу и проучавање њихових квантитативних и квалитативних својстава. Теорији грубих скупова је посебно погодна у случајевима када је бројност емпиријских и експерименталних података мали. Погодна је за проучавање технолошких токова које карактерише недовољност и непотпуност параметара и информација.

Истраживања у домену развоја и примена теорије грубих скупова су у повоју, има примера коришћења у техничким наукама, нарочито у контроли процеса и системском инжењерству, у економији, медицини и др. областима, међутим мало је радова који се односе на примене у рударству, што је побудно утицало на кандидата и иницирало предлог теме докторске дисертације.

Истраживања у оквиру предметне докторске дисертације биће усмерена на теоријска и практична сагледавања применљивости теорије грубих скупова у моделирању рудничких технолошких процеса у условима недовољности података. С обзиром на ужу научну и стручну преокупацију кандидата – очекује се да део истраживања буде фокусиран на развој модела за обогаћивање минералних сировина.

НАУЧНИ ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА:

Рударство, у склопу њега и припрема минералних сировина, имају обележја погодна за анализе и истраживања помоћу теорије грубих скупова. То је пре свега стохастичност рудничке производње коју у принципу прати недовољан број и неконзистентност података. У оваквим околностима, доношење одлука и управљање производњом је непосредно везано са повећаном несигурношћу и ризицима.

У том смислу докторска дисертација идентификује више циљеве истраживања, интегрисаних кроз теме задатка: (1) сагледавање проблема, (2) постављање математичко-моделског приступа базираног на теорији грубих скупова за дефинисање одговора на уочене дилеме и питања, и (3) провера ваљаности предложеног приступа у решавању конкретних практичних проблема. Делови истраживања обухватиће анализу могућих примена и вредновање применљивости теорије грубих скупова у решавању одређених проблема у обогаћивању минералних сировина.

ОСНОВНЕ ПОЛАЗНЕ ПОСТАВКЕ У ИСТРАЖИВАЊИМА:

Уочљиво је да су проблеми доношења стратешких или оперативних управљачких одлука у рударству не само сложени, већ и врло специфични са аспекта неизвесности, неодређености и готово по правилу присутне мале бројности и непоузданости података. На основу анализе литературних извора, може се констатовати да проблем није отворен до краја и истражен примерено његовом значају. Руднички производни системи у оквиру њих и ПМС системи, са применама нових технологија, аутоматизацијом процеса, усложњавањем информационо-управљачких токова и рачунарске подршке, уз сталне еколошке, тржишне, економске и друге услове и трендове постају „осетљивији“ за доношење одлука и управљање. Ова осетљивост може узроковати стања у којима врло мали поремећаји доводе до инцидената, отказа система, повећања производних трошкова, штете, и до других нежељених последица.

Ова и напред изнета сазнања, иницирала су идеју и утицала на конципирање теме докторске дисертације, са основним полазним поставкама у истраживањима: (1) отварање проблема; (2) недовољна сагледаност и истраженост фокусираног проблема и (3) непостојање готовог и поузданог „рецепта“ за његово решавање. Сагласно овоме, при предлагању докторске дисертације полази се од хипотезе да се теорија грубих скупова може користити у моделовању технолошких процеса у рударству и припреми минералних сировина, да се њеном имплементацијом могу формирати математичко-моделски приступи, који са малим ризицима омогућавају анализе рудничких процеса.

ПРОГРАМ ИСТРАЖИВАЊА:

Истраживања у оквиру докторске дисертације биће реализована на два нивоа, теоријском и практичном.

• Први ниво треба да сагледа и отвори проблем, сагледа могуће одговоре у оквиру теорије грубих скупова, и понуди идеје; • На другом нивоу, практично ће се верификоваће резултати и сазнања теоријских истраживања, на примеру конкретног рудничког објекта. У том смислу оквирни програм истраживања обухвата активности:

- Отварање и сагледавање постављеног задатка;
- Сагледавање светских искустава и сазнања у предметној области;
- Математичке и филозофске основе теорије грубих скупова;
- Анализа еквиваленције теорије грубих скупова са рудничким процесима;
- Развој моделског приступа заснованог на теорији грубих скупова;
- Тест-експериментална истраживања;
- Анализа остварених резултата и оцена применљивости теорије грубих скупова;
- Предлог даљих истраживачких активности.

Сазнања у току истраживања могу утицати да у извесној мери дође до одступања од програмираних активности.

МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА:

Методологија истраживања биће прилагођена теми, програму и циљевима истраживања у оквиру дисертације. У том смислу она ће интегрисати: проучавање светских искустава кроз анализу литературних и других доступних извора информација и критичку анализу постигнутог. Добијени резултати омогућиће доношење закључака и оцена важних за усмеравање и постављање истраживања у оквиру дисертације. У наставку истраживања се фокусирају на конкретизацију идеја и стечених сазнања.

ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ:

Тему докторске дисертације карактеришу актуелност и важност проблема, у научном и практичном инжењерском погледу. Значај теме је и у чињеници да се истраживања примене теорије грубих скупова у рударству налазе у иницијалној повојној фази. Истраживања на предметној дисертацији представљају и важне прве кораке афирмације новог математичко-моделског алата у решавању рударских проблема у условима недовољности података.

На основу постављене концепције истраживања у оквиру докторске дисертације, очекују се две категорије резултата: • резултати теоријских сазнања и • практични резултати, који би резултирали развојем математичко-моделским приступа, заснованог на теорији грубих скупова, до употребног нивоа за решавање одређених класа проблема у рударству.

ЗАКЉУЧАК

После анализе референтних података, теме докторске дисертације, циљева, очекиваних резултата, методологије и програма истраживања предметне докторске дисертације, Комисија је закључила:

1. Мр Зоран Штирбановић, дипл.инж. рударства, испуњава Законом предвиђене услове да може пријавити израду докторске дисертације.
2. Предложена тема докторске дисертације представља *истраживачки рад актуелан и значајан* за рударство, односно рударску науку, инжењерство и привреду.

3. Комисија предлаже наставно-научним већима Рударског одсека и Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, да Мр Зорану Штирбановићу одобри *израду докторске дисертације под називом „Моделирање технолошких процеса у рударству у условима недовољности података применом теорије грубих скупова”*
4. Тема докторске дисертације *припада мултидисциплинарном преклопном подручју рударства, системских наука и операционих истраживања, те за ментора предлажемо проф. др Слободана Вујића.*

У Београду,
10. 10. 2011.

Чланови Комисије:

др Слободан Вујић, ред. проф.
Рударско-геолошки факултет Београд

др Зоран Марковић, ред. проф.
Технички факултет Бор

др Горан Ћировић, ван. проф.
Архитектонско-грађевински факултет Бања Лука

др Предраг Лазић, ван. проф.
Рударско-геолошки факултет Београд

др Игор Миљановић, доцент
Рударско-геолошки факултет Београд