

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- Веће научних области техничких наука -

БЕОГРАД
Студентски трг бр. 1

Достављамо вам:

Одлуку Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду о усвајању извештаја Комисије за давање мишљења о научној заснованости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата мр Даниела Кржановића, дипл. инж. рударства.

- Образац захтева за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације, ради поступка у смислу важећих законских прописа.
- Подаци о ментору
- Извештај Комисије о научној заснованости предложене теме за израду докторске дисертације.

Шеф Одељења за студентска
и наставна питања

Љиљана Колоња, дипл. инж. рударства

Факултет : Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив већа научних области коме се захтев упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације**

Молимо да, сходно члану 46. ст.5 тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, бр.131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„МОДЕЛ ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ГРАНИЧНОГ САДРЖАЈА МЕТАЛА У РУДИ У ФУНКЦИЈИ ДУГОРОЧНОГ

ПЛАНИРАЊА ПОВРШИНСКИХ КОПОВА

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Рударско инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Мр Даниел (Петар) Кржановић, дипл. инж. рударства

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: Технички факултет у Бору, Универзитета у Београду

3. Година дипломирања: 1996.

4. Назив магистарске тезе кандидата: „МЕТОДОЛОГИЈА ОДРЕЂИВАЊА ОПТИМАЛНЕ ДУЖИНЕ ТРАНСПОРТА
УТОВАРИВАЧИМА НА ПОВРШИНСКИМ КОПОВИМА“

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: Технички факултет у Бору, Универзитета у Београду

6. Година одбране магистарске тезе: 2010.

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду
(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 26.12.2013. размотрило предложену тему и закључило да је тема
подобна за израду докторске дисертације

ДЕКАН
Рударско-геолошког факултета

Проф. др Иван Обрадовић

Прилог: 1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем

Прилог: 2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 26.12.2013. године, сходно члану 175. став 4. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за давање мишљења о научној заснованости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата **мр Даниела Кржановића**, дипл. инж. рударства.
2. Одобрава се именованом израда докторске дисертације под насловом *„Модел за оптимизацију граничног садржаја метала у руди у функцији дугорочног планирања површинских копова“*.
3. За ментора се именује др Никола Лилић, ред. проф.
4. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове Одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Иван Обрадовић, ред. проф.

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Ментору
- Именованом
- Одељењу за студентска питања



Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата мр Даниел Кржановић, дипл. инж. руд.

Име и презиме ментора: Др Никола М. Лилић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Lilić N., Obradović I., Stanković R., A Knowledge-Based Approach to Mine Ventilation Planning in Yugoslav Mining Practice, Mineral Resources Engineering, ISSN: 0950-6098, Vol. 11 (2002), No 4, pp. 361-382 (IF = 0.074, 2002)
2. Radosavljević S., Lilić N., Ćurčić S., Radosavljević M. Risk Assessment and Managing Technical System in case of Mining Industry, Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering, ISSN: 0039-2480, 55 (2009) 2, 119-130 (IF = 0.533, 2009).
3. Ćokorilo V., Lilić N., Denić M., Milisavljević V., New Štavalj Coal Mine and Thermal Power Plant, Thermal Science, ISSN 0354-9836, Vol. 13 (2009), No. 1, pp.165-174 (IF = 0.407, 2009).
4. Ćokorilo V., Lilić N., Purga J., Milisavljević V., Oil Shale potential in Serbia, Oil Shale, ISSN 0208-189X, Vol. 26 (2009), No. 4, Estonian Academy Publishers, pp. 451-462 (IF = 0.815, 2009)
5. Lilic N., Obradovic I., Cvjetic A., "An intelligent hybrid system for surface coal mine safety analysis", Engineering Applications of Artificial Intelligence, ISSN 09521976, Volume 23, Issue 4, June 2010, Pages 453-462. (IF = 1.444, 2010)
6. S. Stojadinović, N. Lilić, R. Pantović, M. Žikić, M. Denić, V. Ćokorilo, I. Svrkota, D. Petrović, A new model for determining flyrock drag coefficient, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, ISSN: 1365-1609, Vol. 62 (2013) Pages 68–73, (IF = 1,272, 2012)

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

☒ А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум

М.П. _____

**NASTAVNO NAUČNOM VEĆU
RUDARSKO-GEOLOŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Odlukom Nastavno-naučnog veća Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu br. 1/288, od 28.10.2013. godine, donetoj na sednici održanoj 24.10.2013. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata mr Daniela Kržanovića dipl.inž. rudarstva za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme **"Model za optimizaciju graničnog sadržaja metala u rudi u funkciji dugoročnog planiranja površinskih kopova"**.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći detaljno je analizirala obrazloženje teme doktorske disertacije i dokumentaciju koju je kandidat dao na uvid, i saglasno tome Komisija podnosi sledeći zajednički

IZVEŠTAJ

4. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci kandidata

Kandidat mr Daniel Kržanović dipl.inž. rudarstva, rođen je 14. 05. 1967. godine u Zaječaru. Diplomirao je na Tehničkom fakultetu u Boru 1996. godine na Rudarskom odseku, Smeru za eksploataciju ležišta mineralnih sirovina sa prosečnom ocenom u toku studija 8,82 i ocenom 10 na diplomskom radu.

Po završetku studija sa stečenom diplomom o završenom visokom obrazovanju sa stručnim nazivom: diplomirani inženjer rudarstva za eksploataciju ležišta mineralnih sirovina zaposlio se u RTB – u Bor, na površinskom kopu Veliki Krivelj.

U Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor u Boru zaposlen je od 01. 11. 2000. godine, u Sektoru za inženjering, odeljenju Gemcom i Minex, sa naučnim zvanjem istraživač saradnik. Radi na poslovima projektovanja u oblasti površinske eksploatacije uz profesionalno korišćenje softvera za projektovanje iz ove oblasti.

Na Tehničkom fakultetu u Boru, upisao je postdiplomske studije 2005. godine, Odsek za rudarstvo, Smer za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina. Magistrirao je 2010. godine.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Kandidat Daniel Kržanović je svoj magistarski rad pod nazivom "Metodologija određivanja optimalne dužine transporta utovarivačima na površinskim kopovima" iz oblasti Rudarstva-Površinska eksploatacija mineralnih sirovina, radio pod rukovodstvom mentora prof. dr Miodraga Žikića i odbranio ga 23. juna 2010. godine na Tehničkom fakultetu u Beogradu. Ova magistarska teza bavila se problemom tehničke i ekonomske opravdanosti uvođenja

utovarnih mašina u sistem diskontinualne tehnologije rada. Istarživanjem su uspostavljene tehno-ekonomske zavisnosti kapaciteta opreme u sistemu diskontinualne tehnologije eksploatacije u funkciji dugoročnog planiranja površinskog kopa.

U toku svog dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada Daniel Kržanović je bio autor/koautor 5 radova u časopisu sa liste M24, 18 radova u časopisima od nacionalnog značaja M51 i 3 rada u časopisima od nacionalnog značaja M52.

Kandidat kao istraživač učestvuje u realizaciji 2 projekata tehnološkog razvoja finansiranih od strane Ministarstva Republike Srbije nadležnog za oblast nauke i tehnološkog razvoja u periodu 2011 - 2014 godine. Osim toga, kandidat je učestvovao u realizaciji većeg broja naučno-stručnih studija i projekata iz šire ili uže oblasti tema doktorske disertacije. Osim toga učestvovao je kao projektant saradnik ili odgovorni projektant u realizaciji većeg broja (više od 30) stručnih i naučnih projekata, studija, konsultantskih i drugih stručnih poslova izvedenih od strane Instituta za rudarstvo i metalurgiju u Boru i drugih domaćih i inostranih kompanija, kako u zemlji tako i u inostranstvu čije teme se mogu svrstati u užu i širu oblast teme doktorata.

A. Spisak publikovanih radova i tehničkih rešenja

A1. Radovi publikovani u časopisima od nacionalnog značaja (M24)

1. **Daniel Kržanović**, Miomir Mikić, Milenko Ljubojev: *Analysis the spatial position of mining facilities of the veliki krivelj mine to the proposed tunnel route for relocation the Krivelj River*, Rudarski radovi – Mining Engineering, 3/2011, pp. 95-100
2. **Daniel Kržanović**, Miomir Mikić, Milenko Ljubojev: *Analysis of development effects of the Veliki Krivelj mine on construction the new facilities for deviation the Krivelj River*, Rudarski radovi – Mining Engineering, 4/2011, pp 57-64
3. **Daniel Kržanović**, Miodrag Žikić, Zoran Vaduveskovic: *Innovated block model of the copper ore deposit South mining district-Majdanpek as a basis for analysis the optimum development of open pit using the software packages Whittle and Gemcom*, Rudarski radovi – Mining Engineering, 3/2011, pp. 69-76
4. **Daniel Kržanović**, Miodrag Žikic, Radmilo Rajković: *Application the software packages Whittle and Gemcom for calculation the balance reserves of copper ore in the South mining district deposit Majdanpek*, Rudarski radovi – Mining Engineering, 4/2011, pp. 87-92
5. Radmilo Rajković, **Daniel Kržanović**, Vladan Marinković: *Determination of balance reserves in the calcite deposit Kaona and determination of optimum open pit mine contour using Minex 5.2.3 program*, Rudarski radovi – Mining Engineering, 3/2011, pp. 19-24
6. Miodrag Žikić, **Daniel Kržanović**, Zoran Vaduveskovic: *Analysis of realized annual capacities of excavation and influencing factors at the open pit Veliki Krivelj operating within RTB BOR group, Serbia*, Rudarski radovi – Mining Engineering, 2/2011, pp. 145-152
7. Rajković R, **Kržanović D**, Lekovski R.: *Stability analysis of innner waste dump "Kutlovaca" of the coal open pit mine "Potrlica"– Pljevlja using the Geostudio 2007 software*, Časopis Rudarski radovi, 1/2010, Bor, pp. 75-80

8. Rajković R, **Kržanović D**, Mitić D, *Quantity of water and pump system for drainage on coal open pit mine „Potrlica“ – Pljevlja*, Časopis Rudarski radovi, 1/2010, Bor, pp. 95-102
9. **Kržanović D**, Rajković R, Marinković V.: *Geološke karakteristike, modeliranje i tehničko rešenje otkopavanja tehnogenog ležišta bakra „Depo šljake 1“ u Boru*, Časopis Rudarski radovi, 1/2009, Bor, pp. 7-16
10. Rajković R, **Kržanović D**, Marinković V.: *Geološka interpretacija ležišta „DEO Donja Bela Reka“ programom Gemcom 6.1.3*, Časopis Rudarski radovi, 1/2009, Bor, pp. 1-6

A2. Radovi publikovani u celini na konferencijama od međunarodnog značaja (M33)

1. **Daniel Krzanovic**, Vladan Bogdanovic, Radmilo Rajkovic, Miodrag Zikic, Zoran Vaduveskovic: *Review of designed parameters of drilling and blasting in the north part of the open pit South mining district in a function of providing the necessary safety to the population and facilities in the town of Majdanpek*, The 45rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, 16-19 October 2013, pp. 443-446
2. Miomir Mikić, **Daniel Krzanovic**, Radmilo Rajkovic, Daniela Urosevic: *Auscultation of flotation tailings Veliki Krivelj with emphasis on the current state of Krivelj's river collector*, Serbia, The 45rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, 16-19 October 2013, pp. 231-234
3. **Daniel Kržanović**, Miomir Mikić, Milenko Ljubojev: *Auscultation and zone monitoring of current collector of the Krivelj River below flotation tailing dump "Veliki Krivelj", Serbia*, Conference Proceedings Volume I, 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2012, Albena, Bulgaria, 17-23 jun 2012, pp. 465-472
4. **Daniel Kržanović**, Miodrag Žikić, Radoje Pantović, Nenad Vušović: *Increasing the capacity and reliability of the primary crushing system of ore at the open pit "Veliki Krivelj", Serbia*, Conference Proceedings Volume I, 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2012, Albena, Bulgaria, 17-23 jun 2012, pp. 619-625
5. **Daniel Kržanović**, Miomir Mikić, Radmilo Rajković: *Analysis of long-term development the marl open pit "Trešnja" operating within the company Holcim Serbia ltd using the software Whittle and Gemcom*, Proceedings, The 44rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Hotel Albo Bor, 1-3 October 2012, pp. 95-100
6. **Daniel Kržanović**, Miodrag Žikić, Nenad Vušović, Radoje Pantović, Saša Stojadinović: *Optimum development of the open pit South mining district in Majdanpek for annual capacity of copper ore mining of 8 500 000 t*, Proceedings, The 44rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Hotel Albo Bor, 1-3 October 2012, pp. 225-228
7. **Kržanović D**, Žikić M, Vaduvesković Z: *Applied technology for mining the dumped copper slag from the technogenic deposit "Slag Depot 1" within RTB Bor-group, Serbia*, International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2011, Conference Proceedings, Volume 1, 20-25 Jun 2011, Albena, Bulgaria, pp. 707-710
8. Zoran Vaduvesković, Miodrag Banješević, Nenad Vušović, **Daniel Kržanović**: *Basic principles of development and using the digital block model in designing by*

the Gemcom and Whittle softwares on the example of the "Veliki Krivelj" copper mine in Bor, Proceedings of the 17th meeting of the association of European geological societies, 2011, Belgrade, pp. 163-163 (poster)

9. Zoran Vaduvesković, **Daniel Kržanović**, Miodrag Žikić: *A review of previous exploratory works in the complex Cerovo Cementacija and data processing in the software Gemcom*, Proceedings ,The 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, 12-15 October 2011, pp. 515-520
10. Miodrag Žikić, Saša Stojadinović, Radoje Pantović, **Daniel Kržanović**, Zoran, Vaduvesković, Milan Živković: *3D model of Bor open pit as a base for the analysis of available space for disposal of waste and tailings from Veliki krivelj open pit*, Proceedings ,The 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, 12-15 October 2011, pp. 507-510
11. Miodrag Banješević, Nenad Vušović, Zoran Vaduvesković, **Daniel Kržanović**: *Systematization and geological data processing of the "Veliki Krivelj" copper deposit*, Proceedings ,The 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, 12-15 October 2011, pp. 342-345

A3. Radovi publikovani u časopisima od nacionalnog značaja (M52/M53)

1. Nenad Vušović, Igor Svrkota, **Daniel Kržanović**: *Spatial data infrastructure*, Mining and Metallurgy Engineering Bor, 3/2013, pp. 159-166
2. Zoran Vaduvesković, Mile Bugarin, **Daniel Kržanović**: *Stripping delay analysis in relation to designed long-term plan of excavation at the open pit Veliki Krivelj*, Mining and Metallurgy Engineering Bor, 2/2013, pp 33-42
3. **Daniel Kržanović**, Radmilo Rajković, Miomir Mikić: *Application of software packages Gemcom and Whittle for design in mining aimed to rational and cost-effective utilization the copper deposit Veliki Krivelj near Bor, Serbia*, Rudarski radovi – Mining Engineering, 3/2012, pp 91-98
4. **Daniel Kržanović**, Miodrag Žikić, Radoje Pantović: *Important improvement of utilization the available geological reserves of the South mining district deposit in Majdanpek in the new defined optimum contour of the open pit using the Whittle and Gemcom softwares*, Rudarski radovi – Mining Engineering, 1/2012, pp. 29-36
5. Zoran Vaduvesković, Miodrag Žikić, **Daniel Kržanović**: *Continuation the mining activities of RTB Bor on location Kraku Bugaresku cementation with the sensitivity analysis of irr selection the mining variants*, Rudarski radovi – Mining Engineering, 3/2012, pp. 73-84
6. Radmilo Rajković, **Daniel Kržanović**, Miomir Mikić: *Application the software package Whittle for determining the mineable reserves of the copper deposit South mining district Majdanpek, Serbia*, Rudarski radovi – Mining Engineering, 3/2012, pp. 123-130

A4. Radovi publikovani u celini na konferencijama od nacionalnog značaja (M63)

1. **Daniel Kržanović**, Miodrag Žikić, Radoje Pantović, Saša Stojadinović: *Izmenjena tehnologija otkopavanja šljake iz tehnogenog ležišta Depo šljake 1 u okviru RTB Bor Grupe u cilju povećanja kapaciteta i smanjenja troškova*, Mining 2012, III Symposium with international participation "MINING 2012", Proceeding, Zlatibor, Srbija, 7-10 maj 2012, 402-405
7. Dimča Jenić, Predrag Golubović, Milenko Savić, **Daniel Kržanović**: *Perspectives and development of the mining industry in RTB Bor (plenarno predavanje)*, Mining

A5. Tehnička rešenja (M83, M84)

1. **Daniel Kržanović**, Zoran Vaduvesković, Miodrag Žikić, Radoje Pantović, Saša Stojadinović, Nenad Vušović: *Bitno poboljšanje iskorišćenja raspoloživih geoloških rezervi ležišta Južni revir Majdanpek u novoj definisanoj optimalnoj konturi kopa primenom softverskih paketa Whittle i Gemcom*, Tehničko rešenje M-84, 2012
2. **Daniel Kržanović**, Zoran Vaduvesković: *Izbor optimalne konture površinskog kopa Veliki Krivelj iz uslova ostvarivanja maksimalnog profita za period od dvadeset godina eksploatacije*, Tehničko rešenje M-84, 2010
3. **Daniel Kržanović**, Zoran Vaduvesković: *Bitno poboljšana tehnologija otkopavanja tehnogenog ležišta Depo šljake 1 u Boru u cilju ostvarivanja optimalnih kapaciteta prerade i smanjenja troškova otkopavanja*, Tehničko rešenje M-84, 2010
4. Zoran Vaduvesković, **Daniel Kržanović**: *Dugoročno planiranje optimalnih kontura površinskih kopova (Cementacija 1, Cementacija 2, Cerovo primarno i Drenova) sa aspekta ekonomske opravdanosti proizvodnje rude bakra primenom Whittle i Gemcom softverskih paketa*, Tehničko rešenje M-84, 2010

A6. Projekti tehnološkog razvoja finansirani od strane nadležnog Ministarstva RS

1. Istraživač (projektant saradnik) na projektu, "Usavršavanje tehnologija eksploatacije i prerade rude bakra sa monitoringom životne sredine u RTB Bor-Grupa", Projekat tehnološkog razvoja Ministarstva za nauku i tehnologiju Republike Srbije, TR 33038, period 2011-2014 godina.
2. Istraživač (projektant saradnik) na projektu, "Istraživanje i praćenje promena naponsko deformacionog stanja u stenskom masivu „in situ“ oko podzemnih prostorija sa izradom tunela sa posebnim osvrtom na tunel Kriveljske reke i Jame Bor", Projekat tehnološkog razvoja Ministarstva za nauku i tehnologiju Republike Srbije, TR 33021, period 2011-2014 godina.

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu rezultata koje je kandidat ostvario u svom dosadašnjem stručnom i naučnom radu, odnosno publikovanih naučnih rezultata i praktičnog iskustva koje je kandidat stekao pri realizaciji naučnih i stručnih projekata iz uže ili šire oblasti predložene teme doktorske disertacije, može se zaključiti da je kandidat mr Daniel Kržanović ispunio sve uslove koji ga kvalifikuju da pristupi izradi doktorske disertacije pod predloženim naslovom.

2. Predmet i cilj istraživanja

Granični sadržaj metala u rudi (cut-off grade) je jedan od veoma važnih tehničkih i ekonomskih parametara, koji utiče na ekonomsku efikasnost u rudarskom preduzeću. To je takođe osnova za tehnoeкономsku evaluaciju ležišta, izradu studije izvodljivosti, planiranje i projektovanje u rudarstva i osnova za donošenje odluka o investicijama. Pri tome, optimizacija graničnog sadržaja jedan je od osnovnih i ključnih faktora u upravljanju i donošenju poslovnih odluka pri definisanju strategije dugoročnog planiranja površinskih kopova. Predmet ovog istraživanja predstavlja optimizaciju

graničnog sadržaja metala u rudi kod otkopavanja ležišta sulfidnih i oksidnih ruda. To podrazumeva sagledavanje svih relevantnih parametara i faktora (geologije rudnog ležišta, tehnologije proizvodnih procesa, kapaciteta otkopavanja i prerade, troškova, cene metala, iskorišćenja i dr) kako bi se došlo do postavljenog cilja.

Cilj istraživanja je razvoj modela dugoročnog planiranja rudnika na osnovu graničnog sadržaja metala u rudi po godinama eksploatacije radi ostvarivanja maksimalnog profita u toku životnog veka rudnika. Razvijeni model treba da dođe do zaključka koji će doprineti jasnijem sagledavanju uticaja graničnog sadržaja metala u rudi na procese prerade rude do finalnog proizvoda, posebno kod ležišta sa sulfidnom i oksidnom rudom.

U literaturi su malobrojni radovi koji na jednom mestu objedinjavaju sve informacije o uticaju graničnog sadržaja metala u rudi na procese prerade i istovremeno ukazuju na one probleme koji se u praksi najčešće javljaju. Značaj ove disertacije je u tome što se kroz razvoj metodologije za dugoročno određivanje i prilagođavanje graničnog sadržaja metala u rudi koji podiže nivo iskorišćenja i pouzdanost u procesima prerade što će omogućiti održivu ekonomiju poslovanja rudnika.

Osnovni relevantni bibliografski izvori koji treba da budu korišćeni kao osnova pri izradi predmetne doktorske disertacije su:

- Asad, M. (2005). Cutoff grade optimization algorithm with stockpiling option for open pit mining operations of two economic minerals. *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*, 176 - 187.
- Asad, M.W.A., (2007). Optimum cut- off grade policy for open pit mining operations through net present value algorithm considering metal price and cost escalation, *Engineering Computations: International Journal for Computer- Aided Engineering and Software* Vol. 24 No. 7: 723- 736
- Bass, R. (2011). *Stochastic Processes*. Cambridge, United States: Cambridge Press.
- Bohnet, E. (1990). Optimum production scheduling. In B. Kennedy, *Surface Mining* (pp. 476-479). Baltimore: Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc.
- Cairns, Robert D., Shinkuma, Takayoshi, (2004). The choice of the cut- off grade in mining, *Resources Policy* 29, pp. 75-81.
- Dagdelen, K. (2001). Open pit optimization: strategies for improving economics of mining projects through mine planning. *International Mining Congress and Exhibition of Turkey* (pp. 1-6). Golden Imcet.
- Dagdelen, K., (1992). Cutoff grade optimization, *Proceedings of the 23rd International Symposium on Application of Computers and Operations Research in Minerals Industries*, pp. 157-165.
- Hustruulid, W., & Kuchta, M. (2006). *Open Pit Mine Planning & Design* 2nd ed. London, UK: Taylor and Francis plc.
- Johnson, P., Evatt, G., Duck, P., & Howell, S. (2010). The Derivation and Impact of an Optimal Cut-Off Grade Regime Upon Mine Valuations. *Proceedings of the World Congress on Engineering 2010 Vol I*. London: WCE.
- Lane, K. (1988). *The Economic Definition of Ore: Cut-Off Grades in Theory and Practice*. London: Mining Journal Books.
- Lane, K.F., (1964). Choosing the optimum cut-off grade. *Quarterly of the Colorado School of Mines* 59 (4), 811-829.

- Neftci. (2008). Principles of Financial Engineering. San Diego: Academic Press.
- Osanloo, M., Gholamnejad, J., & Karimi, B. (2008). Long-term open pit mine production planning: a review of models and algorithms. International Journal of Mining, Reclamation and Environment, 3-35.
- Osanloo, M., Ataei, M., (2003). Using equivalent grade factors to find the optimum cut-off grades of multiple metal deposits, Mineral Engineering, 16, pp. 771- 776.
- Shinkuma, Takayoshi, Nishiyama, Takashi, (2000). The grade selection rule of the metal mines; an empirical study on copper mines, Resources Policy 26: 31- 38.
- Taylor, H.K., (1972). General background theory of cut-off grades, Institution of Mining and Metallurgy Transactions, A160–179.
- Taylor, H.K., (1985). Cut-off grades—some further reflections. Institution of Mining and Metallurgy Transactions, A204–216.
- Xiao-wei, G., Wang, Q., Chu, D.-z., & Zhang, B. (2010). Dynamic optimization of cutoff grade in underground metal mining. J. Cent. South Univ. Technology, 492-497.
- Yi, R., & Sturgul, J. (1988). Analysis of Cutoff Grades Using Optimum Control. Proceedings of the Twentieth International Symposium on the Application of Computers and Mathematics in the Mineral Industries. 3, pp. 263 - 269. Johannesburg: SAIMM.

3. Polazne hipoteze

Opšta hipoteza istraživanja je da se dinamičko određivanje graničnog sadržaja metala u rudi može integrisati sa logistikom procesa u preradi, metalurgiji i rafinaciji.

Polazana hipoteza koja će biti testirana u radu glasi:

Razvojem i primenom modela graničnog sadržaja metala u rudi zasnovanog na dugoročnom planskom prilagođavanju procesu prerade unapređuje se iskorišćenje prirodnog resursa i povećavaju ekonomski efekti održivosti sistema eksploatacije i prerade rude, metalurgije i rafinacije, odnosno poboljšavaju se konačni efekti celog poslovnog sistema rudarstvo-metalurgija.

Na osnovu definisanog predmeta istraživanja može se izdvojiti nekoliko posebnih hipoteza:

- Moguće je razviti model graničnog sadržaja zasnovan na dinamičkom prilagođavanju eksploatacije rude u realnom vremenu
- Može se razviti i rešiti dinamički model dugoročnog planiranja eksploatacije oksidne i sulfidne rude u ležištu
- Model integralnog procesa dobijanja finalnog proizvoda (metala), odnosno procese eksploatacije rude, koncentracije i rafinacije u odnosu na granični sadržaj.
- Integrisanjem lanca eksploatacije i prerade rude sa lancem metalurgije i rafinacije, ukupni troškovi integralnog sistema se mogu smanjiti više nego optimizacijom pojedinačnih procesa.

4. Naučne metode istraživanja

U prvim fazama izrade doktorske disertacije koristeće se prevashodno opšte metode naučnih istraživanja sa naglaskom na sakupljanja, analize i kritičke obrade raspoloživih informacija i saznanja iz literature u vezi sa predmetom istraživanja. Na osnovama analize i kritičkog razmatranja sadržaja sakupljenog materijala, metodama sinteze treba napraviti sistematizovan pregled stanja u oblasti istraživanja i formulisati metode i pravce daljih istraživanja.

Pored navedenih opštih metoda, koristeće se metode nauke o inženjersvu u rudarstvu odnosno geomodeliranju, koje se zasnivaju na modeliranju kao opštoj savremenoj metodi naučnog istraživanja. U ovom kontekstu, modeliranje se odnosi pre svega na geostatističko modeliranje. Da bi se proverila polazna hipoteza potrebno je definisati takav geomodel resursa koji će integrisati prostornu interpretaciju oksidne i sulfidne rude sa relevantnim parametrima o sadržaju metala u rudi. Geomodel koji će biti predstavljen treba da se zasniva na geostatističkom modeliranju polimetalčnih rudnih resursa.

Za rešavanje postavljenih optimizacionih problema određivanja graničnog sadržaja koristeće se metode matematičkog programiranja i optimizacije. S obzirom da je problem koji će biti predstavljen u ovoj disertaciji računski veoma složen, za njegovo rešavanje koristeće se egzaktni algoritmi kao i praktična primenljivost i opravdanost heurističkih metoda, i to:

- Metode dugoročnog planiranja i optimizacije površinskih kopova (Lerch-Grosman 3D grafički algoritam),
- Metode optimizacije graničnog sadržaja metala u rudi (Lane algoritam), i
- Metode ekonomske evaluacije projekata (DCF metoda).

Za proveru originalnih pristupa koristeće se metoda eksperimentisanja sa razvijenim modelom na primeru površinskog kopa Kraku Bugaresku i Cerovo koji eksploatiše dva tipa rude – sulfidnu i oksidnu uz pomoć savremenih softvera (Gemcom GEMS i Whittle) i analiza rezultata eksperimentalnih metoda.

5. Očekivani naučni doprinos

Osnovni naučni doprinos koji treba ostvariti izradom ove doktorske disertacije biće u domenu razvoja originalnog matematičkog modela za integrisani sistem dugoročnog planiranja graničnog sadržaja metala u rudi za polimetalčna rudna ležišta. Matematički model na kome će se proveravati postavljene hipoteze treba da karakteriše originalnost u odnosu na do sada razvijene modele koji su objavljeni u naučnoj i stručnoj literaturi i da ima primenljivost na realnim problemima iz rudarske prakse.

U okviru predložene doktorske disertacije očekuju se sledeći doprinosi:

- Doprinos boljem razumevanju potencijalnih problema u određivanju graničnog sadržaja metala u eksploataciji polimetalčne rude
- Doprinos boljem razumevanju metodologije geomodeliranja polimetalčnih rudnih ležišta
- Izrada matematičkog modela za dugoročno planiranje graničnog sadržaja metala pri eksploataciji polimetalčne rude

- Izrada metodologije za integralno testiranje efekata graničnog sadržaja na tehnološke procese u sistemu rudarstvo-metalurgija, i
- Potvrda hipoteze da dinamičko prilagođavanje graničnog sadržaja u toku eksploatacije oksidnih i sulfidnih ruda povećava efekat iskorišćenja metala iz rude u svim tehnološkim fazama prerade u sistemu rudarstvo-metalurgija.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Imajući u vidu postavljene ciljeve, plan istraživanja sastoji se od sledećih faza rada:

- Pregleda literature vezane za određivanje graničnog sadržaja metala u rudi
- Optimizacija graničnog sadržaja metala u polimetaličnoj rudi na bazi determinističkog i stohastičkog modela kretanja cena metala
- Razvoj modela projektovanja i planiranja površinskog kopa u funkciji definisnog model graničnog sadržaja u polimetaličnoj rudi
- Eksperimentalna verifikacija i testiranje modela na realnom primeru

U radu će biti sprovedena opsežna analiza metodologije i optimizacije određivanja graničnog sadržaja metala u polimetaličnoj rudi za uslove determinističkih i stohastičkih prognoznih cena metala na berzi. Posebno će kao opcija biti istražena mogućnost testiranja ovih pristupa u realnim ograničenjima na aktivnim površinskim kopovima kako bi se stekla realna slika o mogućnosti povećanja stepena iskorišćenja mineralnih resursa na postojećim ležištima metala.

Okvirni predlog sadržaja doktorske disertacije je sledeći:

1. Uvod

- Definisanje predmeta istraživanja
- Ciljevi istraživanja
- Polazne hipoteze
- Metodologija istraživanja
- Struktura i organizacija rada

2. Pregled literature

- Optimizacija graničnog sadržaja - Determinističke cene
- Optimizacija graničnog sadržaja - Stohastičke cene
- Realne opcije u rudarstvu

3. Razvoj modela i tehnike rešavanja problema

- Analiza proces projektovanja i optimizacije površinskog kopa
- Model operativnog planiranja površinskog kopa
- Dinamičko modeliranje kretanja cena metala
- Potencijalne modifikacije operativnog modela
- Pretpostavke i ograničenja modela

4. Primena razvijenog modela - Površinski kop Kraku Bugaresku i Cerovo

- Projektni zahtevi
- Projektovanje i implementacija razvijenog modela
- Simulacija integralnog procesa operativnog planiranja
- Analiza postignutih rezultata

5. Naučni i stručni doprinosi

6. Buduća istraživanja

7. Zaključak

7. Zaključak i predlog

Mr Daniel Kržanović, dipl. ing. rud. prijavio je svoju doktorsku disertaciju pod naslovom **"Model za optimizaciju graničnog sadržaja metala u rudi u funkciji dugoročnog planiranja površinskih kopova"** u skladu sa Pravilnikom o doktorskim studijama Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, podnevši na uvid sva predviđena dokumenta.

Predložene naučne metode istraživanja su uobičajene i opravdane prilikom izrade doktorske disertacije. Svakako je značajno što će rezultati istraživanja biti verifikovani praktičnom primenom na aktivnim površinskim kopovima, a naučni doprinos planiranom publikacijom u relevantnim naučnim časopisima.

Na osnovu sveukupnog dosadašnjeg naučnoistraživačkog rada kandidata i postignutih rezultata, Komisija konstatuje da kandidat mr Daniel Kržanović ispunjava sve uslove za izradu doktorske disertacije u skladu sa Statutom Univerziteta u Beogradu i Zakonom o visokom obrazovanju, kao i to da je tema predložene doktorske disertacije aktuelna i da predstavlja značajan i aktuelan naučni problem, a samim tim je i podobna da se prihvati za doktorsku disertaciju. Zajedno sa celokupnim dosadašnjim naučnoistraživačkim rezultatima Kandidat je nedvosmisleno potvrdio podobnost za izradu navedene teme.

Na osnovu obrazloženja predmeta i ciljeva istraživanja, polaznih hipoteza istraživanja, kao i očekivanih naučnih doprinosa i plana istraživanja, zaključujemo da je predložena tema naučno aktuelna u domenu savremenih planiranja površinskih kopova i da omogućava da se u okviru nje ostvare značajni naučni i stručni doprinosi iz naučne oblasti planiranja i projektovanja površinskih kopova. Predloženi mentor prof. dr Nikola Lilić ima veći broj publikovanih radova iz oblasti kojoj pripada predložena doktorska disertacija.

ČLANOVI KOMISIJE:

dr Nikola Lilić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet

dr Božo Kolonja, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet

dr Dinko Knežević, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet

dr Ranka Stanković, docent
Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet

dr Vladimir Malbašić, vanredni profesor
Univerzitet u Banja Luci – Rudarski fakultet Prijedor
