

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- Веће научних области техничких наука-

БЕОГРАД
Студентски трг бр. 1

Достављамо вам:

- Образац захтева за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације Вељка Лапчевића, мастер инжењер рударства, ради поступка у смислу важећих законских прописа.
- Одлуку Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду о усвајању извештаја Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме за израду докторске дисертације.
- Подаци о ментору
- Извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора 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:

„УТИЦАЈ ПРОМЕНЉИВОСТИ ОСОБИНА ЗАРУШЕНОГ СТЕНСКОГ МАТЕРИЈАЛА НА ГРАВИТАЦИОНИ ТОК КОД

МЕТОДА ПОДЕТАЖНОГ ЗАРУШАВАЊА“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Рударско инжењерство

Студијски програм: Рударско инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Вељко (Драган) Лапчевић, мастер инжењер рударства

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: Универзитет у Београду-Рударско-геолошки факултет

3. Година дипломирања: 2013.

4. Назив магистарске тезе кандидата: /

Година уписа докторских студија: школска 2013/2014. год.

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: /

6. Година одбране магистарске тезе: /

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

на седници одржаној 24.03.2016. год. размотрило предложену тему и закључило да је тема

подобна за израду докторске дисертације

ДЕКАН
Рударско-геолошког факултета

Проф. др Душан Полоччић

Прилог: 1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем

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

На основу члана 30. Закона о високом образовању, члана 111. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 23. Правилника о студирању на докторским студијама и стицању звања доктора наука – пречишћен текст, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 24.03.2016. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације **Вељка Лапчевића**, маг. инж. рударства.
2. Одобрава се именованом израда докторске дисертације под насловом *"Утицај променљивости особина зарушеног стенског материјала на гравитациони ток код метода подетажног зарушавања"*.
3. За ментора се именује др Зоран Глигорић, ред. проф.
4. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Душан Поломчић, ред. проф.

Достављено:

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

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Вељка Лапчевића, мастер инжењер рударства.

Име и презиме ментора: Зоран Глигорић

Звање: Редовни професор на Рударско-Геолошком факултету у Београду

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Gligorić Z., Beljić Č., Gluščević B., Jovanović S.: *Hybrid model of evaluation of underground lead-zinc mine capacity expansion project using Monte-Carlo simulation and fuzzy numbers*, Simulation, Transactions of the Society for Modeling and Simulation International, Volume 87, Number 8, 2011, pp. 726-742, SAGE Publications, IF:0,793, M23, ISSN 0037-5497, DOI:10.1177/0037549711410902.
2. Jovanović S., Gligorić Z., Beljić Č., Gluščević B., Cvijović Č.: *Fuzzy Model for Selection of Underground Mine Development system in a Bauxite Deposit*, Arabian Journal for Sciences and Engineering 39, 2014, pp.4529-4539, Springer, IF:0,367, DOI 10.1007/s13369-014-1173-9. ISSN 1319-8025.
3. Gligorić Z., Beljić Č., Jovanović S., Cvijović Č.: *Optimization of Underground Mine Development System Using Fuzzy Shortest Path Length Algorithm*, Journal of the Chinese Institute of Engineers, 2014, pp.1-18, Taylor&Francis, IF:0,209, DOI: 10.1080/02533839.2014.912772. ISSN 0253-3839.
4. Gligorić Z., Kričak L., Beljić Č., Lutovac S., Milojević J.: *Evaluation of Underground Zinc Mine Investment Based on Fuzzy-Interval Grey System Theory and Geometric Brownian Motion*, Journal of Applied Mathematics, Volume 2014, 2014, Hindawi Publishing Corporation, IF:0,72, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/914643>, ISSN:1110-757X (Print), ISSN: 1687-0042 (Online).
5. Gligorić Z., Beljić Č., Simeunović V.: *Shaft location selection at deep multiple orebody deposit by using topsis method and network optimization*, Expert systems with application, Volume 37, Issue 2, March 2010, pp.1408-1418, Elsevier, IF: 1,926, DOI: 10.1016/j.eswa.2009.06.108, ISSN 0957-4174.
6. Gligorić Z., Beljić Č., Čokorilo V., Dragosavljević Z.: *Simulation model-support to investment decision making in the coal industry*, Thermal science, Volume 14, Number 3, 2010, , pp.835-844, IF: 0,706, DOI: 10.2298/TSCI091030008G, ISSN 0354-9836.
7. Kostović M., Gligorić Z.: *Multi-criteria decision making for collector selection in the flotation of lead-zinc sulfide ore*, Minerals Engineering, Available on line 18 August 2014, Elsevier, IF: 1,714, DOI: 10.1016/j.mineng.2014.07.019, ISSN 0892-6875.
8. Gligorić Z., Beljić Č., Gluščević B., Cvijović Č.: *Underground Lead-Zinc Mine Production Planning Using Fuzzy Stochastic Inventory Policy*, Polska Akademia Nauk, Archives of Mining Sciences, Vol. 60 (2015), No. 1, pp.73-92, ISSN: 1689-0469, Walter de Gruyter GmbH, IF2013=0,608. DOI: 10.1515/amsc-2015-0006
9. Strbac Savic S., Nedeljkovic Ostojic J., Gligoric Z, Cvijovic C, Aleksandrovic S.: *Operational Efficiency Forecasting Model of an Existing Underground Mine Using Grey System Theory and Stochastic Diffusion Processes*, Mathematical Problems in Engineering, Volume 2015, Article ID 610307, 18 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/610307>, Hindawi Publishing Corporation, IF 0.762

Београд, 10.03.2016.

Декан

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Душан Полочић, дипл.инж.геол.

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај Комисије о подобности кандидата Вељка Лапчевића, мастер инж. руд., и предложене теме докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду бр. 1/61 од 03.03.2016. год., именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности кандидата **Вељка Лапчевића** и теме докторске дисертације под називом **„Утицај променљивости особина зарушеног стенског материјала на гравитациони ток код метода подетажног зарушавања“**.

На основу приложеног уз Пријаву теме докторске дисертације кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1 ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Вељко Д. Лапчевић рођен је 8.2.1989. године у Вршцу где је завршио гимназију „Борислав Петров Браца“. Рударско-геолошки факултет уписује 2008. године на Рударском одсеку. Основне студије завршава 2012. године на модулу Подземна експлоатација лежишта минералних сировина одбраном дипломског рада под називом „Концепт подземног откопавања лежишта фосфата Лисина код Босилеграда“. Мастер студије завршава школске 2012/13. године одбраном мастер рада под називом „Димензионисање сигурносних стубова и распона комора у руднику Лисина“, такође на модулу Подземна експлоатација лежишта минералних сировина.

Докторске студије уписује 2013. године и тренутно је на завршној (трећој) години студија. У току досадашњег тока докторских студија положио је следеће испите:

Шифра	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ
13-ЗИДД1	Израда докторске дисертације	10	10
13-ЗИДД2	Израда докторске дисертације	10	10
13-3ФУГМ	Фрактали у геомеханици	10	10
13-3ГГИС	Геостатистика и геоинформациони системи	10	10
13-3ПМАН	Примена метода анализе нелинеарних временских серија у инжењерству	10	10
13-ЗИНФС	Информациони системи	10	10

13-3ПОПП	Планирање и организација производње у подземној експлоатацији лежишта минералних сировина	10	10
13-ЗИДД4	Израда докторске дисертације	10	10
13-ЗИОУН	Инвестиционо одлучивање у условима неодређености	10	10
13-3ОППР	Оптимизација пројектовања подземних рудника	10	10
13-ЗИДД3	Израда докторске дисертације	10	10
13-3ДМСМ	Дискретни модели стенског масива	10	10

У досадашњем току докторских студија остварено је 120 ЕСПБ уз просечну оцену 10,0.

Од јануара 2015. године запослен је на Рударско-геолошком факултету у звању асистента на Катедри за подземну експлоатацију лежишта минералних сировина.

За време студирања обављао је следеће стручне праксе:

1. Стручна пракса, „КОРЕХ Pbsz“, Јул 2013 (1 месец), Пољска,
2. IAESTE стручна пракса, „Instituto Nacional de Silicosis“, Јул – Август 2011 (2 месеца), Овиедо, Шпанија.

У својству коаутора учествовао је на изради и објавио следеће стручне радове:

1. Torbica, Slavko, & Lapčević, Veljko. (2015). Estimating extent and properties of blast-damaged zone around underground excavations. *Rem: Revista Escola de Minas*, 68(4), 441-453. <https://dx.doi.org/10.1590/0370-44672015680062>
2. Славко Торбица, Вељко Лапчевић, Лазар Стојановић, Утицај режима одводњавања поплављеног површинског копа на стабилност косина, *Техника*, 4, 2014.
3. Torbica S., Lapcevic V. Model for estimating blasted rock fragmentation, 14th SGEM GeoConference on Science and Technologies In Geology, Exploration and Mining, www.sgem.org, SGEM2014 GeoConference Proceedings, ISBN 978-619-7105-09-4 / ISSN 1314-2704, June 19-25, Vol. 3, 379-386 pp, 2014.
4. Torbica S., Lapcevic V., Rock breakage by explosives, *European International Journal of Science and Technology*, 96-104, 2014.
5. Torbica S., Lapčević V., Concept of underground mining of phosphate deposits in Lisina near Bosilegrad, *Undeground mining engineering* 21, Belgrade 2012.
6. Торбица Славко, Милојевић Јелена, Лапчевић Вељко, Провера стабилности и димензионисање подграде истражног поткопа ГР-2011, *Подземни радови* 19, Београд 2011.

На основу биографских података кандидата, положених испита на докторским студијама, његових научних и стручних активности и остварених резултата, Комисија сматра да је кандидат подобан за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2 ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Метода подетажног зарушавања се често користи за масовно откопавање мање богатих рудних тела веће моћности. Откопавање руде се врши из подетажних ходника минским пуњењима у лепезном распореду и употребом високо продуктивне самоходне опреме. Приликом утовара миниране руде из подетажних ходника јалове кровинске стене се зарушавају и заједно са одминираним рудом формирају гравитациони ток стенског материјала. Искуство је показало да се на самом почетку утовара чиста руда, а са напредовањем процеса прилив јаловог материјала постаје све већи. У одређеном тренутку прилив зарушеног јаловог материјала постаје толики да је даљи утовар равне руде економски неприхватљив. Преостала руда која није утоварена представља губитак, а јаловина која је утоварена за последицу има снижену концентрацију корисне минералне компоненте у равnoj руди која се, даље, третира у постројењу за припрему минералних сировина. Светска пракса је показала да се применом методе подетажног зарушавања могу постићи искоришћења од 70-80%, а да осиромашење руде варира, у зависности од услова, између 20% и 40%.

Успешна примена методе подетажног зарушавања пред рударског инжењера поставља проблем поуздане процене искоришћења и осиромашења руде као основних показатеља успешности производње. Како би се овај проблем решио неопходно је суштинско познавање процеса који се приликом откопавања са зарушавањем одвијају у стенском масиву. Наиме, откопавање методом подетажног зарушавања почиње на највишим подетажама и напредује ка нижим, а услови формирања гравитационог тока стенског материјала се мењају са дубином. Гравитациони ток се формира од миниране руде и зарушене јаловине, а особине сваког од ова два чиниоца су предефинисане начином њиховог настанка. Откопавање руде се врши минирањем, а гранулометријски састав одминеране руде зависи од примењене шеме минирања. Механичке особине површина фрагмената миниране руде зависе од њихове храпавости и чврстоће. Са друге стране, јалове стене се зарушавају спонтано, под утицајем сопствене тежине, а особине попут гранулометријског састава и механичких особина површи стенских блокова јалових стена зависе од неколико фактора. Пре свега, особине зарушеног материјала зависе од примарних особина стенског масива као што су величина примарних блокова и стање пукотина које дефинишу примарне стенске блокове.

На почетним подетажама, у зарушеном стенском материјалу, се јављају стенски блокови који настају зарушавањем (ломом) примарних блокова. Крупноћа зарушеног материјала на почетним подетажама зависи првенствено од величине примарних блокова у стенском масиву. Механичке особине површина зарушених стенских блокова зависе од механичких особина зидова пукотина у масиву које дефинишу примарне стенске блокове и механички особина површина које су настале ломом примарних стенских блокова. Зарушени стенски блокови се приликом кретања у одређеној мери уситњавају што у првом реду зависи од дужине пређеног пута. На тај начин, на свакој нижој подетажи се јавља зарушени стенски материјал је ситнији и покретљивији. Кретањем се мењају механичке особине површина зарушених стенских блокова. Површине блокова које потичу од пукотина у стенском масиву могу имати мањи отпор кретању, у поређењу са основном стеном од које су настали, уколико су зидови пукотина измењени или пресвучени материјалом мање чврстоће од основне стене. Код оваквих површина временом ће доћи до промене отпора кретању обзиром да ће се угао трења приближити базном углу трења стене од које су настали зарушени блокови, односно долази до повећања отпора кретању. Са друге стране, површине зарушених блокова које су настале ломом (на затезање) примарних блокова имаће већи отпор кретању обзиром да се ове површине одликују великом храпавошћу. Код оваквих површи отпор кретању се смањује у току кретања обзиром да се смањује њихова харпавост, а угао трења се смањује ка базном углу трења стене од које је стенски блок настао. Описане промене узрокују различиту брзину кретања зарушеног стенског материјала на нижим подетажама што се одражава на промену искоришћења и осиромашења руде. Одавде проистиче основни предмет истраживања у оквиру ове дисертације, а то је у првом реду утицај промене геометријских и механичких особина зарушеног стенског материјала на гравитациони ток код метода са подетажним зарушавањем.

У оквиру дисертације се врши анализа утицаја промене одређених особина стенског материјала на гравитациони тока стенског материјала, а резултати се сагледавају кроз остварено искоришћење и осиромашење руде. Анализа се спроводи креирањем тродимензионалних модела методом раздвојених елемената (*Discrete Element Method*) коришћењем софтверског пакета *YADE* (*Yet Another Dynamic Engine*). Модели се креирају за различите очекиване услове, а утицај појединих особина стенског материјала се сагледава кроз остварено искоришћење и осиромашење руде. Основни циљ овог истраживања је пружање новог увида у процесе који се дешавају у зарушеном стенском масиву приликом примене методе подетажног зарушавања, и утицај промене појединих особина стенског материјала на ефекте примењене методе. Такође, циљ је и да се обезбеди могућност што реалније процене искоришћења и осиромашења руде приликом откопавања у зависности од услова који се очекују на одређеним подетажама. Ово, даље, може имплицирати промену геометријских параметара методе подетажног зарушавања у функцији побољшања искоришћења и смањења осиромашења руде.

У наставку је дата листа изабраних библиографских извора на које се предложена тема надовезује:

1. Alfaro, M. & Saavedra, J. (2004). Predictive models for gravitational flow. In A. Karzulovic & M.A. Alfaro (Eds.), 4 th International Conference and Exhibition on Mass Mining (pp. 179-184). Santiago, Chile: Instituto de Ingenieros de Chile.
2. Alford, C.G. (1978). Computer simulation models for the gravity flow of ore in sublevel caving (Master thesis). University of Melbourne, Melbourne, Australia.
3. Brunton, I.A. (2009). The impact of blasting on sublevel caving flow behaviour and recovery (Doctoral thesis). University of Queensland, Brisbane, Australia.
4. Brunton, I. & Chitombo, G.P. (2009). Modeling the impact of SLC blast design & performance on material recovery. In J.A. Sanchidrián (Ed.), 9 th International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting (pp. 353-362). London, England: CRC Press.
5. Brunton, I., Fraser, S.J., Hodgkinson, J.H. & Stewart, P.C. (2010). Parameters influencing full scale sublevel caving material recovery at the Ridgeway gold mine. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 47(6), 647-656.
6. Cullum, A.J. (1974). The effects of confined blasting on rock fragmentation and flow characteristics in sublevel caving (Master thesis). University of Queensland, Brisbane, Australia.
7. Cundall, P.A. & Strack, O.D.L. (1979). A discrete numerical model for granular assemblies. *Géotechnique*, 29(1), 47-65.
8. DeGagné, D. O., and S. D. McKinnon. "Discrete Element Modelling of Sublevel Cave Mining," in CD Proceedings, Canadian Young Geotechnical Engineers and Geoscientists Conference (Manoir StCastin, Québec City, Canada, October 2004). Richmond, British Colombia: Canadian Geotechnical Society, 2004.
9. DeGagné, D.O & McKinnon, S.D. (2005). The influence of blasting fragmentation on ore recovery in sublevel cave mines. In G. Chen et al. (Eds.), 40th U.S. Rock Mechanics Symposium (Alaska Rocks 2005) (Paper No. ARMA/USRMS 05-811). Alexandria, USA: American Rock Mechanics Association.
10. DeGagné, D.O. & McKinnon, S.D. (2006). The influence of cave mass properties on discrete sublevel cave models. In S. Yale et al. (Eds.), 41st U.S. Rock Mechanics Symposium (Golden Rocks 36 Gravity flow of broken rock in SLC Swebrec Report 2010:P1 2006 – 50 Years of

Rock Mechanics) (Paper No. 06-1148). Alexandria, USA: American Rock Mechanics Association.

11. Gustafsson, P. (1998). Waste rock content variations during gravity flow in sublevel caving (Doctoral thesis). Luleå University of Technology, Luleå, Sweden
12. Hedén, H. (1976). Fysikalisk modell för beskrivning av gravitationsflödet [Physical model for the description of gravity flow]. In H. Hedén (Ed.), *Kompendium från Rasbrytningseminarium* [Proceedings of cave mining seminar] (pp. 11 - 17). Kiruna, Sweden: LKAB.
13. Hustrulid, A.I. (1997). A computational methodology for modeling large scale sublevel caving with a three-dimensional discrete element method (Doctoral thesis). Colorado School of Mines, Golden, USA.
14. Janelid, I. (1972). Study of the gravity flow process in sublevel caving. International sublevel caving symposium (pp. 1-23). Stockholm, Sweden: Atlas Copco.
15. Janelid, I. & Kvapil, R. (1966). Sublevel caving. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 3(2), 129-153.
16. Just, G.D. & Free, G.D. (1971). The gravity flow of material in the sub-level caving mining system. In 1 st Australia – New Zealand Conference on Geomechanics (pp. 88-97). Sydney, Australia: The Secretary of the Institution of Engineers.
17. Kvapil, R. (1965). Gravity flow of granular material in hoppers and bins. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 2(1), 25-41 & 2(3), 277-304.
18. Kvapil, R. (1982). The mechanics and design of sublevel caving systems. In W.A. Hustrulid (Ed.), *Underground mining methods handbook* (pp. 880-897). Littleton, USA: Society of Mining Engineers of the American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers.
19. Kvapil, R. (1998). The mechanics and design of sublevel caving systems. In R.E. Gertsch & R.L. Bullock, *Techniques in underground mining. Selections from underground mining methods handbook* (pp. 621-653). Littleton, USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.
20. Kvapil, R. (2008). Gravity flow in sublevel and panel caving – a common sense approach. Luleå, Sweden: Luleå University of Technology.
21. Pierce, M. (2004). Development of REBOP as a practical tool for draw prediction in caving mines. In E.T. Brown, *The International Caving Study I* (Unpublished final report). Brisbane, Australia: JKMRC and Itasca Consulting Group, Inc.
22. Rustan, A. (2000). Gravity flow of broken rock – what is known and unknown. In G. Chitombo (Ed.), *3 rd International Conference and Exhibition on Mass Mining* (pp. 557-567). Melbourne, Australia: Australasian Institute of Mining and Metallurgy.
23. Selldén, H. & Pierce, M. (2004). PFC3D modeling of flow behaviour in sublevel caving. In A. Karzulovic & M.A. Alafaro (Eds.), *4 th International Conference and Exhibition on Mass Mining* (pp. 201-214). Santiago, Chile: Instituto de Ingenieros de Chile.
24. Stazhevskii, S.B. (1996). Features of flow of broken rock in extraction of ores with sublevel caving. *Journal of Mining Science*, 32(5), 403-416.
25. Yenge, L.I. (1980). Analysis of bulk flow of materials under gravity caving process – Part 1: Sublevel caving in relation to flow in bins and bunkers. *Colorado School of Mines Quarterly*, 75(4), 1-45.
26. Zhang, G. (2004). Behaviour of caved ore mass in sublevel caving and its effect on ore dilution. In A. Karzulovic & M.A. Alafaro (Eds.), *4 th International Conference and Exhibition on Mass Mining* (pp. 238-242). Santiago, Chile: Instituto de Ingenieros de Chile.
27. Šmilauer et al. (2015), Reference manual. In *Yade Documentation 2nd ed. The Yade Project* , DOI 10.5281/zenodo.34045

3 ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Циљ ове дисертације је утврђивање корелација између променљивости особина зарушеног материјала и оствареног искоришћења и осиромашења руде. Акценат је првенствено на оним параметрима који су дефинисани особинама стенског масива и на које се не може утицати технолошким поступцима у току откопавања. То су у првом реду особине зарушеног јаловог материјала које су дефинисане особинама стенског масива и чија промена зависи искључиво од дужине кретања приликом истакања и на њу се не може утицати. На основу овога долази се до основних хипотеза ове дисертације:

- Приликом кретања гранулисаног (зарушеног) материјала долази до промене његових геометријских и механичких особина у функцији дужине пређеног пута,
- кретањем гранулисаног материјала долази до сегрегације материјала према његовој крупноћи,
- крупнији стенски блокови, и блокови са већим отпорним карактеристикама се крећу спорије у односу на стенске блокове који имају мању крупноћу и мањи отпор кретању,
- искоришћење и осиромашење на нижим подетажама су различити у односу на почетне подетаже,
- величина зарушених стенских блокова зависи од величине примарних блокова у стенском масиву и смањује се са кретањем,
- механичке особине површина зарушених стенских блокова се мењају, а угао трења се приближава базном углу трења основне стене.

4 НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Проблематика процеса истакања руде код метода подетажног зарушавања спада у групу проблема који се јављају приликом тока гранулисаних материјала. У периоду пре развоја рачунара и нумеричких метода ови проблеми су анализирани кроз физичко моделирање процеса. Овакав приступ је базирао првенствено на креирању физичког модела у одређеној размери, а гранулисани материјал (минирана руда или зарушена јаловина) су моделирани помоћу песка или другог гранулисаног материјала. Овакви модели су били знатно поједностављени, али и упркос томе резултати ових испитивања пружили су основу за даља теоријска и практична разматрања.

Метода раздвојених елемената је својим развојем пружила могућност моделирања процеса истакања руде у већој размери и на репрезентативнији начин. Данас је истраживачима доступан читав низ софтверских имплементација методе раздвојених елемената, а рачунарска техника даје могућности креирања комплексних модела које је могуће процесирати у разумном временском периоду. Методом раздвојених елемената је могуће креирати репрезентативни модел било ког процеса

који укључује кретање гранулисаног материјала. Једини репрезентативнији начин праћења ефеката истакања руде је *in-situ* праћење и мерење остварених резултата. Осим што је скупо, *in-situ* праћење не дозвољава анализу утицаја промене појединих параметара на ефекте истакања већ даје само увид у остварене ефекте за одређене услове откопавања. Метода раздвојених елемената тренутно пружа највеће могућности за анализу проблема тока гранулисаног материјала па ће се из тог разлога применити за разматрања у оквиру ове дисертације.

Сферични раздвојени елементи чине основу тродимензионалне методе раздвојених елемената и не могу се сломити под утицајем спољашњих сила. Овај тип елемената се може повезивати у комплексне структуре креирањем веза на контакту елемената. Овако дефинисане структуре имају комплекснији облик, а под утицајем спољашњих сила може доћи до њиховог растављања на базне сферичне елементе.

Полиедарски раздвојени елементи имају знатно комплекснији, конвексни полиедарски облик, а могу бити ригидни или ломљиви под утицајем спољашњих сила. Примена овог типа раздвојених елемената пружа могућност креирања модела са знатно комплекснијим геометријским карактеристикама процеса. Ово је знатно сложенији вид моделирања у поређењу са применом сферичних раздвојених елемената, али су уједно потребни и знатно већи рачунарски ресурси за процесирање оваквих модела.

Симулација гравитационог тока код метода подетажног зарушавања методом раздвојених елемената је у потпуности динамичка, а параметре симулације је могуће пратити за време процесирања модела. Свака од софтверских имплементација методе раздвојених елемената пружа могућност програмирања функција прилагођених конкретној симулацији, а којима се може извршити приступ тренутним параметрима симулације или се може вршити временско праћење промене одређених параметара.

Графичка обрада резултата и тока симулације пружа могућности визуелне контроле модела и креирања јасних приказа резултата. На овај начин је могуће креирати тродимензионалне графичке приказе тока целокупне симулације или неких њених карактеристичних делова што пружа бољи и детаљнији увид у процес који је тема истраживања.

5 ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

Поред општих саставних целина, као што су насловна страна, стране са информацијама о ментору и члановима комисије, резиме, кључне речи, списак слика и табела, садржај и литература, докторска дисертација би садржала и следеће структурне целине:

- Уводна разматрања
- Преглед литературе
- Метода раздвојених елемената и њена примена за моделирање стенског масива као дисконтинуума
- Моделирање гравитационог тока зарушеног материјала код метода подетажног зарушавања и анализа утицаја промене особина стенског материјала на остварене резултате откопавања
- Анализа добијених резултата
- Закључна разматрања

Нова сазнања која се остваре у току истраживања у одређеној мери могу утицати на одступање од планираних активности.

6 ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

У оквиру дисертације се анализира утицај промене особина гранулисаног стенског материјала на ефекте истакања руде код метода подетажног зарушавања. На основу досадашњих, текућих и планираних моделских испитивања очекује се да буду остварени следећи научни доприноси:

- Конституисање динамичког модела гравитационог тока зарушеног стенског материјала,
- корелациона зависност између промене гранулометријских особина зарушеног материјала и оствареног искоришћења и осиромашења руде приликом истакања,
- корелациона зависност између промене отпорних својстава зарушеног материјала и оствареног искоришћења и осиромашења руде приликом истакања,
- корелациона зависност између спрегнуте промене гранулометријских и отпорних својстава зарушеног материјала на остварено искоришћење и осиромашење руде приликом истакања.

7 ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу претходно изложених података, о предложеној теми и кандидату Вељку Лапчевићу, Комисија констатује:

1. Кандидат Вељко Лапчевић испуњава све услове за пријаву теме докторске дисертације, предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Рударско-геолошког факултета,
2. пријављена тема под називом „*Утицај променљивости особина зарушеног стенског материјала на гравитациони ток код метода подетажног зарушавања*“ је научно заснована, а резултати који се очекују оствариће нови научни допринос у оквиру области истраживања. Предложена тема докторске дисертације припада области Техничко-технолошких наука, ужој научној области Подземна експлоатација лежишта минералних сировина за коју је надлежан Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду,
3. Комисија предлаже да се кандидату Вељку Лапчевићу одобри израда докторске дисертације под називом „*Утицај променљивости особина зарушеног стенског материјала на гравитациони ток код метода подетажног зарушавања*“,
4. за ментора се предлаже проф. др Зоран Глигорић.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Зоран Глигорић, редовни професор

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Славко Торбица, редовни професор

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Чедомир Бељић, редовни професор

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Витомир Милић, редовни професор

Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору