

(Број захтева)

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

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији за кандидата на докторским студијама

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 162/11-пречишћени текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији:

КАНДИДАТ Милош (Витомир) Глигорић, маг. инж. рударства
(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму Рударско инжењерство

пријавио је докторску дисертацију под називом: „Стратешко планирање производње код коморно-стубне методе
откопавања у условима неодрђености“

из научне области: Рударско инжењерство

Универзитет је дана 11.07.2017. године својим актом под бр. 61206-2604/2-17 дао сагласност на предлог теме

докторске дисертације која је гласила: „Стратешко планирање производње коморно-стубне методе
откопавања у условима неодрђености“

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације образована је на седници одржаној 26.03.2020. године

одлуком факултета под бр. 1/101, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1. <u>др Чедомир Бељић, ред. проф.</u>		Подземна експлоатација лежишта минералних сировина	Рударско-геолошки факултет у Београду
2. <u>др Сузана Лутовац, ван. проф.</u>		Рударски радови, израда подземних просторија и руд. материјали	Рударско-геолошки факултет у Београду
3. <u>др Небојша Бојовић, ред. проф.</u>		Организација и менаџмент у саобраћају и транспорту	Саобраћајни факултет у Београду
4. _____			
5. _____			

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Наставно-научно веће факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на
седници одржаној дана 16.07.2020. године

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Зоран Глигорић

- Прилог: 1. Реферат комисије са предлогом
2. Акт Наставно-начног већа факултета о усвајању реферата
3. Примедбе дате у току стављања реферата на увид јавности, уколико је таквих примедби било
4. Електронска верзија

На основу члана 40. Закона о високом образовању и члана 114. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 16.07.2020. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај комисије за оцену и одбрану докторске дисертације **Милоша Глигорића, маг. инж. рударства**, под насловом *„Стратешко планирање производње код коморно-стубне методе откопавања у условима неодређености”*, на који није било примедба.
2. Универзитет у Београду је дана 11.07.2017. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.
3. Радови из научних часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:
 - Глигорић М., Глигорић З., Бељић Ч., Лутовац С., Дамњановић В.; Long-Term Room and Pillar Mine Production Planning Based on Fuzzy 0-1 Linear Programing and Multicriteria Clustering Algorithm with Uncertainty, Hindawi, Mathematical Problems in Engineering, Volume 2019, Article ID 3078234, 26 pages, <https://doi.org/10.1155/2019/3078234>; Импакт фактор за 2018. је 1,179; а за прошло петогође – 1,104; M22;
 - Глигорић М., Глигорић З., Бељић Ч., Торбица С., Штрбац Савић С., Недељковић Остојић Ј., Multi-Attribute Technological Modeling of Coal Deposits Based on the Fuzzy TOPSIS and C-Mean Clustering Algorithms. Energies 2016, Volume 9, Issue 12, 1059, doi:10.3390/en9121059, EISSN: 1996-1073, MDPI AG, Basel, Switzerland; Импакт фактор за 2016. је 2,262; а за прошло петогође – 2,707; M22;
4. Именовани ће бранити докторску дисертацију пред комисијом у саставу: др Чедомир Бељић, ред. проф.; др Сузана Лутовац, ванр. проф.; др Небојша Бојовић, ред. проф. Универзитета у Београду – Саобраћајни факултет.
5. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности од Већа научних области техничких наука.
6. О термину одбране благовремено се обавештава стручна служба ради обављања претходних активности.

Д Е К А Н

др Зоран Глигорић, ред. проф.

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Комисији
- Именованом
- Одељењу за студентска и наставна питања

НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Милоша Глигорића, мастер инжењера рударства

Одлуком Наставно – научног већа Рударско – геолошког факултета Универзитета у Београду, бр. 1/63 од 02.03.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милоша Глигорића, мастер инжењера рударства, под називом

**Стратешко планирање производње код коморно – стубне
методе откопавања у условима неодређености**

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1 Хронологија одобравања и израде дисертације

- 06.04.2017. године, кандидат Милош Глигорић поднео је пријаву теме докторске дисертације Наставно – научног већа Рударско – геолошког факултета Универзитета у Београду (одлука бр. 1/56) уз молбу да се спроведе поступак за оцену подобности кандидата и теме и за ментора предложио др Чедомира Бељића, редовног професора Рударско – геолошког факултета Универзитета у Београду
- 27.04.2017. године, Наставно – научно веће Рударско – геолошког факултета Универзитета у Београду именovalo је Комисију за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације (одлука бр. 1/69 од 27.04.2017. године)
- 22.06.2017. године, Наставно – научно веће Рударско – геолошког факултета Универзитета у Београду усвојило је извештај за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације (одлука бр. 1/123 од 26.06.2017. године)

- 11.07.2017. године, Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (одлука бр. 61206-2604/2-17)
- 02.03.2020. године, кандидат Милош Глигорић, мастер инжењер рударства, поднео је молбу за именовање комисије за оцену и одбрану урађене докторске дисертације (одлука бр. 1/62)
- Катедра за подземну експлоатацију лежишта минералних сировина упутила је допис Наставно – научно већу Рударско – геолошког факултета број 1/63 од 02.03.2020. године, са предлогом чланова Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: др Чедомир Бељић, редовни професор, ментор, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, др Сузана Лутовац, ванредни професор, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет и др Небојша Бојовић, редовни професор, Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет
- 26.03.2020. године, Наставно – научно веће Рударско – геолошког факултета Универзитета у Београду именovalo је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације (одлука бр. 1/101 од дана 06.05.2020. године)

1.2 Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом „Стратешко планирање производње код коморно – стубне методе откопавања у условима неодређености“ кандидата Милоша Глигорића припада области техничких наука, научној области „Рударство“ односно ужој научној области „Подземна експлоатација лежишта минералних сировина“ за коју је Рударско – геолошки факултет Универзитета у Београду матичан.

За ментора докторске дисертације именован је др Чедомир Бељић, редовни професор Рударско – геолошког факултета. Ментор је аутор више научних радова објављених у међународним и домаћим часописима и зборницима са различитих саветовања, који су везани за проблематику подземне експлоатације лежишта минералних сировина а има и значајно искуство у раду са привредом што га успешно квалификује и чини компетентним за вођење докторанда у току израде докторске дисертације.

1.3 Биографски подаци о кандидату

Кандидат Милош Глигорић, мастер инжењер рударства, рођен је 17.02.1990. године у Врбасу. Основну школу завршио је у Кули а Гимназију у Врбасу.

Рударско – геолошки факултет Универзитета у Београду уписао је 2009. године. Основне академске студије завршио је 2013. године, са просечном оценом током студирања 9,18. Завршни рад под називом „Оптимизација параметара бушења и минирања на површинском копу Брдањак“ одбранио је 2013. године са оценом 10.

Мастер академске студије, на истом факултету, уписао је 2013. године, а завршио 2014. године са просечном оценом током студирања 9,60. Завршни рад под називом „Технологија експлоатације керамичко – опекарских глина са лежишта Гарајевац – Нови Бечеј“ одбранио је 2014. године са оценом 10.

Године 2014. уписао је докторске академске студије на Рударско – геолошком факултету, студијски програм Рударско инжењерство. Остварио је 175 ЕСПБ бодова и положио све испите са просечном оценом 10 и тиме испунио све обавезе предвиђене планом и програмом докторских академских студија.

Од маја 2015. године до октобра 2017. године, био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја, при чему је аутоматски укључен у научноистраживачки пројекат (ТР 33003) под називом „Вишенаменски аутономни систем за даљинско праћење параметара стања у рудницима и окружењу“.

На предлог Катедре за подземну експлоатацију лежишта минералних сировина Рударско – геолошког факултета и одлуком Наставно – научног већа Рударско – геолошког факултета у Београду бр С₁ 190/4 од 20.05.2016. године изабран је у звање истраживач – приправник.

Од 2017. године запослен је на Рударско – геолошком факултету Универзитета у Београду на Катедри за рударске радове и израду подземних просторија у звању асистента за ужу научну област „Рударски радови, израда подземних просторија и рударски материјали“.

Марта 2018. године по Јавном позиву талентованим младим истраживачима студентима докторских академских студија за учешће на научноистраживачким пројектима, који је објављен од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја, конкурисао је и примљен је на Пројекат 33029 под називом „Изучавање могућности валоризације преосталих резерви угља у циљу обезбеђења стабилности енергетског сектора Републике Србије“.

У октобру 2018. године био је учесник Пројекта „Међународна рударска школа за источну и југоисточну Европу“ у Дубровнику који је део међународног пројекта Европске Уније за истраживање и иновације под називом „Хоризонт 2020“.

Ангажован је у настави на основним и мастер академским студијама у извођењу вежби из следећих предмета: „Основи рударства“, „Технологија материјала“, „Техника бушења и минирања“, „Заштита од минирања“, „Експлозиви и системи за иницирање“, „Израда подземних просторија минирањем“, „Израда тунела и комора“, „Подземни инфраструктурни објекти“.

У оквиру научно – стручних активности, као аутор и коаутор, кандидат Милош Глигорић је објавио 15 радова у домаћим и иностраним часописима, од тога 4 рада у часописима са SCI листе.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Милоша Глигорића, мастер инжењера рударства, под називом „Стратешко планирање производње код коморно – стубне методе откопавања у условима неодређености“ написана је на српском језику при чему је коришћено латинично

писто. Укупан број страна које садржи дисертација је 10+75+5 односно 90 страна стандардног формата А4, у оквиру којих је дато и 25 табела и 25 слика. На почетку докторске дисертације дат је резиме на српском и енглеском језику заједно са кључним речима, а затим и садржај дисертације, списак слика, списак табела као и списак скраћеница. Докторска дисертација је структурно подељена у 10 поглавља која су редом наведена:

1. Увод
2. Коморно – стубна метода откопавања
3. Основни концепти троугластих фази бројева и аритметичке операције
4. Основни концепти фази линеарног програмирања
5. Модел планирања производње
6. Фази вишекритеријумски алгоритам полигоналног просторног кластерисања
7. Модел прогнозе цене метала и оперативних трошкова
8. Дисконтована економска вредност ТЕП – а
9. Нумерички пример
10. Закључак

Након наведених поглавља, дисертација има и ненумерисано поглавље Литература која садржи 61 изложен наслов који је коришћен при изради докторске дисертације. На крају се налази Биографија аутора и потписане изјаве о ауторству, изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу докторског рада.

2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље представља увод у проблематику планирања производње рудника са кратким описом предложеног модела. Дат је преглед литературе, дефинисани су предмет истраживања, циљеви и полазне хипотезе као и примењене методе истраживања и очекивани научни доприноси. У оквиру овог поглавља приказана је и структурна организација тезе.

У другом поглављу детаљно је описана примењена метода откопавања лежишта минералних сировина (коморно – стубна метода откопавања). У оквиру тога дат је графички приказ и опис основних карактеристика и појмова ове методе, као и предности и недостаци њене примене.

Треће поглавље обухвата теорију фази скупова, односно дефинисање појма неизвесности тј. неодређености улазних података. У овом поглављу детаљно су описани основни концепти троугластих фази бројева и аритметичке операције са њима.

У четвртном поглављу даје се осврт на основне концепте фази линеарног програмирања. Разматра се примена фази 0 – 1 линеарно програмирање код кога су само коефицијенти функције циља представљени као троугласти фази бројеви. Дефинисање плана производње засновано је на проналажењу максималне вредности функције циља унутар простора оперативних ограничења и у присуству неодређености параметара функције циља. Коефицијенти који стоје уз променљиве представљају садашњу вредност будућег новчаног тока плана производње.

Пето поглавље садржи детаљан опис развијеног модела планирања производње. Са економске тачке гледишта, модел планирања производње дефинисан је функцијом циља и скупом ограничења. Функција циља представља садашњу вредност будућег новчаног тока

плана производње. Модел треба да максимизира садашњу вредност плана производње који се генерише откопавањем технолошких експлоатационих поља (ТЕП) током времена планирања.

У шестом поглављу дат је детаљан опис фази вишекритеријумског алгоритма полигоналног просторног кластерисања. Алгоритам подразумева креирање технолошких експлоатационих поља (ТЕП – ова) који је математички формулисан као вишециљни проблем партиције односно вишекритеријумски процес кластерисања применом двостепене фази *TOPSIS* методе вишекритеријумског одлучивања. У оквиру овог поглавља дат је кратак осврт и на технолошка ограничења која морају бити задовољена приликом креирања ТЕП – ова а то су: просторна хомогеност ТЕП – а, појава „крађе“ и појава „застоја“ у алгоритму кластерисања.

Седмо поглавље обухвата модел прогнозе цене метала и оперативних трошкова. Модел прогнозе цене метала заснован је на симулацији хибрида фази К – средина алгоритма кластерисања и стохастичког дифузног процеса названог процесом повратка на средњу вредност. Модел прогнозе оперативних трошкова се такође заснива на симулацији Itô-Doob стохастичке диференцијалне једначине кроз време. Оба модела садрже детаљан математички прорачун. Применом истовремене симулације ова два параметра извршена је процена очекиване фази вредности сваког технолошког експлоатационог поља за сваку годину у времену планирања.

Осмо поглавље приказује прорачун дисконтоване економске вредности ТЕП – а. Дисконтна стопа представља значајан извор неодређености на коју планери производње немају утицај и зато се она третира као троугласти фази број. Прорачуном фази вредности технолошких експлоатационих поља за сваку годину у времену планирања преко фази дисконтне стопе дефинишу се вредности коефицијената функције циља.

У деветом поглављу дат је нумерички пример тј. детаљан прорачун свих параметара модела планирања производње.

У десетом поглављу изведени су закључци о разматраној теми и истраживањима која су спроведена у оквиру докторске дисертације. Осим тога, назначени су и правци будућег истраживања и проширења развијеног модела планирања производње.

На крају дисертације дат је попис коришћене литературе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата Милоша Глигорића, мастер инжењера рударства, под називом „Стратешко планирање производње код коморно – стубне методе откопавања у условима неодређености“, представља савремен и оригиналан приступ при дефинисању оптималног плана производње код коморно – стубне методе откопавања у условима неодређености улазних података.

У литератури и пракси планирање представља проблем оптимизације где је тражење глобалног оптималног решења врло тежак и временски захтеван задатак. Способност оптимизације производње у условима неодређености је препозната као критична за конкурентност па чак и за преживљавање рударске компаније. Присуство неодређености

чини да модел функционише у динамичком окружењу производећи оптималне резултате и планове. Цена метала, оперативни трошкови као и годишњи капацитет производње идентификовани су као главни извори неодређености и као такви су описани помоћу фази бројева. Сваки рударски пројекат зависи од ових неодређених параметара који имају значајан утицај на коначан финансијски резултат. На овај начин, инкорпорирани су ризици у планирање производње рудника.

Из наведеног може се закључити да је развијени модел математички приказ стварног пословања рудника који омогућава руководству рударске компаније да превазиђе динамичку оптимизацију пословања у условима неодређености. На тај начин, компанија може да преживи у веома ризичном окружењу, чиме дисертација у потпуности испуњава критеријуме савремености и оригиналности.

На основу „Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду“ и Извештаја из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације утврђена је количина подударана текста од 8%. Установљени степен подударности је последица цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, који су проистекли из дисертације, што је у складу са чланом 9. наведеног „Правилника“. Оригиналноост текста дисертације је оцењена као позитивна, изјава Ментора бр. 1/79 од 09.03.2020.

3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу

У току израде ове докторске дисертације дат је опсежан и систематичан преглед литературе. Коришћена је укупно 61 литературна јединица, која обухвата радове из научних часописа међународног значаја, зборнике међународних научних скупова, монографије националног значаја, радове из часописа националног значаја, предавања по позиву на скуповима националног значаја као и докторске дисертације. Посебна пажња посвећена је прегледу литературе која се односи на проблематику оптимизације и планирања производње рудника са подземном експлоатацијом, као и планирања производње у рударској индустрији уопште. Коришћена литература је одговарајућа за наведену проблематику. Кандидат је детаљно претражио и анализирао одговарајућу литературу и на основу урађене анализе, сагледао је савремено и актуелно стање у области која је била предмет дисертације.

С обзиром да се кандидат Милош Глигорић посветио вишегодишњем изучавању симулационих и оптимизационих метода при проналажењу плана производње у условима неодређености, био је у прилици да проучи значајан део релевантне литературе, која се односи на област планирања производње.

3.3 Опис и адекватност примењених научних метода

Примењене научне методе су адекватне постављеном проблему. У том смислу у дисертацији је дат детаљан преглед свих појединачних компонентни модела планирања производње рудника. Кроз преглед референтне научне литературе, дисертација садржи детаљан осврт на широко коришћене методе симулације и оптимизације у условима неодређених улазних података.

Први корак у моделу планирања производње рудника односи се на креирање ТЕП – ова која имају вредности атрибута приближне вредностима технолошких захтева. У сврху креирања таквих ТЕП – ова (кластера) развијен је фази вишекритеријумски алгоритам кластерисања где су неодређености неких улазних података приказане као троугласти фази бројеви. Рударски инжењери користе блок модел лежишта да представе лежиште као тродимензионални низ блокова (3D приказ). У складу са тим, алгоритам кластерисања је примењен на скупу ових блокова. Други корак се бави прорачуном дисконтоване економске вредности ТЕП – ова. То указује на суочавање са динамичким проблемом који је оптерећен неким неодређеностима. Ове неодређености су у првом реду цена метала и флукуација оперативних трошкова током времена планирања. За процену будућег стања цене метала, развијен је алгоритам прогнозе који представља хибрид фази К – средина алгоритма кластерисања и стохастичког дифузног процеса названог процесом повратка на средњу вредност. Овај алгоритам одређује будуће стање цене метала преко фази серија. Оперативни трошкови су моделирани преко Itô-Doob стохастичке диференцијалне једначине. Применом истовремене симулације ова два параметра може се проценити очекивана фази вредност сваког технолошког експлоатационог поља за сваку годину у времену планирања. Након тога прорачунава се ова вредност преко фази дисконтне стопе и дефинишу се вредности коефицијената функције циља. Решење фази функције циља даје поредак откопавања ТЕП – ова.

Сви добијени резултати испитивања су нумерички и графички прегледно приказани, што је омогућило успешно анализирање и поређење са постављеним хипотезама и вредностима добијеним у сличним моделима.

3.4 Применљивост остварених резултата

Резултати докторске дисертације применљиви су у научном смислу, али могу имати и веома значајну практичну примену.

Модел се заснива на максимизацији фази функције циља која представља садашњу или дисконтовану вредност будућег новчаног тока плана производње, узимајући у обзир скуп ограничења. Планирање је проблем оптимизације, где је тражење глобалног оптималног решења врло тежак и временски захтеван задатак. Постоје многи приступи који покушавају да реше овај проблем оптимизације. Предложени модел је математички приказ стварног пословања рудника и омогућава руководству рударске компаније да превазиђе динамичку оптимизацију пословања у условима неодређености. То помаже компанији да преживи у веома ризичном окружењу.

У научном и педагошком смислу развијени модел омогућава студентима који се сусрећу са проблемима везаним за планирање производње на Рударско – геолошком факултету, да се кроз примену модела упознају са методама симулације и оптимизације, на основу којих се могу донети стратешке одлуке у условима неодређености.

3.5 Оцена достигнутих способности кандидата за самостални рад

Кандидат је током израде докторске дисертације показао да је у стању да самостално решава научне проблеме и влада научним и истраживачким методама. Тема коју је обрадио је мултидисциплинарна и захтева изражену аналитичност у раду и систематичност у решавању проблема. Током израде докторске дисертације показао је способност да самостално проучи

релевантну литературу у циљу стицања неопходног теоријског знања и да на основу анализе актуелних решења уочи постојеће недостатке у области планирања производње. Такође је показао способност да спроведе истраживање са циљем превазилажења уочених недостатака и да препозна могуће правце даљег истраживања. Кандидат је при томе у потпуности искористио искуство које је стекао вишегодишњим бављењем области планирања производње у рудницима. Осим тога, у потпуности је реализовао планирано истраживање од почетне идеје до завршетка докторске дисертације. Научни допринос и успешан рад кандидата верификован је објављивањем рада у часопису категорије M22.

На основу укупно остварених резултата у научно истраживачком раду, закључујемо да је Кандидат способан за даљи самосталан научно – истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Приказ остварених научних доприноса

Циљ дисертације под називом „Стратешко планирање производње код коморно – стубне методе откопавања у условима неодређености“, је проналажење оптималног плана производње применом симулација и оптимизационих метода код коморно – стубне методе откопавања за дати распоред сигурносних стубова. Дефинисање плана производње засновано је на проналажењу максималне вредности функције циља унутар простора оперативних ограничења у присуству неодређености параметара функције циља.

Општи научни допринос ове дисертације је допринос стратешком планирању производње активног подземног рудника у условима неодређености улазних параметара. При томе је веома важно нагласити да неки од њих припадају групи екстерних параметара на које доносилац одлуке не може утицати. У зависности од своје способности он може да проналази оптимална решења која ће смањити њихов негативан утицај.

Остварени научни доприноси, настали као резултат истраживања у оквиру докторске дисертације, обухватају:

- модел партиције лежишта предиспонираног за коморно – стубну методу откопавања на основу капацитета производње,
- третирање неодређености улазних података и смањење ризика у процесу планирања производње,
- поуздан динамички модел планирања производње,
- тестирање развијеног приступа и његова валидација, као једног врло ефикасног начина за планирање производње у рудницима са подземном експлоатацијом,
- подршка при проналажењу адекватних решења у процесу пројектовања рудника са подземном експлоатацијом.

Остварени научни допринос докторске дисертације додатно добија на важности ако се узме у обзир да стратешко планирање производње у рударству представља добар пример иреверзибилних одлука. Овакве одлуке захтевају веома пажљиве анализе, јер након њихове реализације тешко је исправити слабости пројектних решења, базираних на њима, без значајног губитка новчаних средстава и времена.

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

Редослед експлоатације технолошких експлоатационих поља подземног рудника можемо посматрати у контексту стратешког планирања производње. Да би овај план био квалитетан неопходно је сагледати окружење у којем се он креира, односно дефинисати све утицајне параметре. Узимајући у обзир да се услови пословања у рударству све више усложњавају (честе и интензивне промене цена минералних сировина, концентрација производње, варијација трошкова производње као и варијација садржаја корисне минералне сировине у руди, пооштрена законска регулатива у погледу заштите животне средине, итд.) важност креирања редоследа експлоатације технолошких експлоатационих поља се вишеструко повећава.

Осим тога, практична примена стручних резултата се односи и на повећање сигурности у пословању рудника, у смислу заштите од неочекиваних штетних утицаја.

Теорија одлучивања разликује одлуке које се доносе у присуству неизвесности и одлуке које се доносе при ризику. Код одлука које се доносе у присуству неизвесности, стања различитих исхода су непозната. Код одлука које се доносе при ризику неизвесности се могу проценити, односно квантификовати. Први случај се ретко среће при практичним стратешким одлукама у рударству.

Остварени резултати истраживања помажу да се избор стратешког плана производње активног подземног рудника сагледа тако да се стања улазних параметара могу проценити како у статичком, тако и у динамичком смислу. Динамичким симулацијама будућих стања улазних параметара, у првом реду цене метала и оперативних трошкова, створено је окружење које приказује како се могући сценарији у будућности одражавају на стратешке планове који се креирају у садашњости. Представљање процеса креирања технолошких експлоатационих поља као и редоследа откопавања тих поља применом вишекритеријумске стохастичке диференцијалне једначине омогућава планерима да процес планирања сагледају скоро као физички модел. Планеру производње је омогућено да прати трансформацију вредности оперативне ефикасности предложених планова при симултаној промени улазних параметара, што олакшава доношење стратешких одлука од којих зависи успех производње.

Ограниченост предложеног модела као и могућност његовог проширења огледа се у чињеници да су у процесу креирања технолошких експлоатационих поља коришћене једнозначне вредности садржаја корисне минералне сировине. Овај проблем се може превазићи коришћењем интервалних или фази бројева у циљу смањења несигурности ових променљивих. Важно је напоменути да прорачун стандардне девијације садржаја корисне минералне сировине применом фази бројева представља изузетно тежак и комплексан задатак.

Треба нагласити да овај модел планирања производње представља макроплан експлоатације лежишта где постоји могућност проширења развијеног модела. То проширење се односи на креирање модела који се заснива на микроплану експлоатације лежишта. Микроплан би подразумевао неколико приступа при планирању производње. Један од приступа односио би се на партиципу већ креираних ТЕП – ова где би се на кварталном и месечном нивоу вршило планирање производње и експлоатација. Други приступ микроплана представљао би даље поједностављење и упрошћавање развијеног модела које би се засновало на планирању производње и експлоатације на недељном, а у неким случајевима и на дневном нивоу.

4.3 Верификација научних доприноса

Научни допринос верификован је радом који је објављен у међународном часопису (категорије M22) на коме је докторанд првопотписани аутор, а који је директно везан за истраживање које је спроведено у докторској дисертацији.

Упоредо са израдом дисертације кандидат је резултате добијене током израде дисертације презентовао кроз више радова излаганих на саветовањима у земљи и иностранству, као и у неколико часописа. Као аутор или коаутор укупно је објавио 15 научних и стручних радова у домаћим и иностраним часописима.

Остварени научни доприноси у оквиру ове докторске дисертације верификовани су објављивањем 3 рада из области планирања производње у рудницима са подземном експлоатацијом. Сва три рада објављена су у истакнутим међународним часописима категорије M22.

Категорија M20 – Радови објављени у научним часописима међународног значаја

Рад у истакнутом међународном часопису M22

- Глигорић М., Глигорић З., Бељић Ч., Лутовац С., Дамњановић В.; Long-Term Room and Pillar Mine Production Planning Based on Fuzzy 0-1 Linear Programing and Multicriteria Clustering Algorithm with Uncertainty, Hindawi, Mathematical Problems in Engineering, Volume 2019, Article ID 3078234, 26 pages, <https://doi.org/10.1155/2019/3078234>

Импакт фактор за 2018. је 1,179; а за прошло петогође – 1,104.

- Глигорић З., Глигорић М., Димитријевић Б., Гроздановић И., Милутиновић А., Ганић А., Гојковић З., 2018, Model of room and pillar production planning in small scale underground mines with metal price and operating cost uncertainty. Resources Policy. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.07.011>

Импакт фактор за 2018. је 3,185; а за прошло петогође – 3,828.

- Глигорић М., Глигорић З., Бељић Ч., Торбица С., Штрбац Савић С., Недељковић Остојић Ј., Multi-Attribute Technological Modeling of Coal Deposits Based on the Fuzzy TOPSIS and C-Mean Clustering Algorithms. Energies 2016, Volume 9, Issue 12, 1059, doi:10.3390/en9121059, EISSN: 1996-1073, MDPI AG, Basel, Switzerland

Импакт фактор за 2016. је 2,262; а за прошло петогође – 2,707.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Анализирајући научне доприносе, примењене научне методе, обим и квалитет истраживања, развијене моделе и добијене резултате, Комисија закључује да докторска дисертација под називом „Стратешко планирање производње код коморно – стубне методе откопавања у условима неодређености“ кандидата Милоша Глигорића, мастер инжењера рударства, испуњава све критеријуме, стандарде и услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Београду и Статутом Рударско – геолошког факултета.

Докторска дисертација представља значајан и практично применљив научни допринос у области планирања производње у условима неодређености. Предложени модели и резултати у овој докторској дисертацији верификовани су објављивањем три рада из области планирања производње у рудницима са подземном експлоатацијом. Сва три рада објављена су у истакнутим међународним часописима категорије М22. Комисија са задовољством констатује да је дисертација од велике научне вредности у смислу унапређења и разумевања у области планирања производње при експлоатацији лежишта минералних сировина у условима неодређености.

Комисија, на основу свега наведеног, предлаже Наставно – научном већу Рударско – геолошког факултета у Београду, да се докторска дисертација под називом „Стратешко планирање производње код коморно – стубне методе откопавања у условима неодређености“ кандидата Милоша Глигорића, мастер инжењера рударства, прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 20.05.2020. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Чедомир Бељић
Универзитет у Београду, Рударско – Геолошки факултет

Проф. др Сузана Лутовац
Универзитет у Београду, Рударско – Геолошки факултет

Проф. др. Небојша Бојовић
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет