

Факултет Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

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

(Датум)**ЗАХТЕВ****за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације за кандидата на докторским студијама**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 162/11-пречишћени текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Развој хибридног модела за оптимизацију завршне контуре одлагалишта у површинској

експлоатацији лежишта минералних сировина“

НАУЧНА ОБЛАСТ

Рударско инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Александар (Миљан) Додеровић, маг. инж. рударства

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Рударско инжењерствоУниверзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет

3. Година дипломирања:

2015.

4. Година уписа на докторске студије:

2015/16.

5. Назив студијског програма докторских студија:

Рударско инжењерство

Обавештавамо вас да је

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 22.9.2022. год. размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Проф.др Биљана Аболмасов

Прилог

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.
3. Електронска верзија

На основу члана 181. став 6. Статута Универзитета у Београду и члана 175. став 6. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на својој седници одржаној 21.10.2021. године, донело је

О Д Л У К У

Одобрава се продужење рока за завршетак докторских студија на лични захтев **Александру Додеровићу, маг. инж. рударства**, на студијском програму Рударско инжењерство, највише до троструког броја школских година потребних за реализацију студијског програма.

Д Е К А Н

др Биљана Аболмасов, ред. проф.

Достављено:

- Ментору
- Именованом
- Одељењу за студентска питања

На основу члана 181. став 6. Статута Универзитета у Београду и члана 175. став 6. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на својој седници одржаној 22.09.2022. године, донело је

О Д Л У К У

Одобрава се продужење рока за завршетак докторских студија на лични захтев **Александру Додеровићу, маг. инж. рударства**, тема под насловом *"Развој хибридног модела за оптимизацију завршне контуре одлагалишта у површинској експлоатацији лежишта минералних сировина"*, највише до троструког броја школских година потребних за реализацију студијског програма.

Д Е К А Н

др Биљана Аболмасов, ред. проф.

Достављено:

- Ментору
- Именованом
- Одељењу за студентска питања

На основу члана 40. Закона о високом образовању, члана 181. Статута Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 22.09.2022. 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 **Александра Додеровића, магистар, инж. рударства.**
2. Одобрава се именовањем израда докторске дисертације под насловом *"Развој хибридног модела за оптимизацију завршне контуре одлагалишта у површинској експлоатацији лежишта минералних сировина"*.
3. За ментора се именује др Дејан Стевановић, ванр. проф.
4. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Биљана Аболмасов, ред. проф.

Достављено:

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

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата Александра Додеровића, мастер инжењера рударства

Име и презиме ментора: **Дејан Стевановић**

Звање: **Ванредни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Dejan Stevanović, Božo Kolonja, Ranka Stanković, Dinko Knežević, Mirjana Banković, 2014, *Application of stochastic models for mine planning and coal quality control*, Thermal Science, Vol. 18, No. 4, pp. 1361-1372, , (IF 1.222, M22) <http://thermalscience.vinca.rs/pdfs/papers-2013/TSCI130201031S.pdf>
2. Daniel Kržanović, Božo Kolonja, Dejan Stevanović, 2015, Maximizing the net present value by applying an optimal cut-off grade for long-term planning of the copper open pits, Acta Montanistica Slovaca, Volume 20 (2015), number 1, pp.49-61, (IF 0.329, M23), <http://actamont.tuke.sk/pdf/2015/n1/7krzanovic.pdf>
3. Banković Mirjana, Stevanović Dejan, Pešić Milica, Tomašević Aleksandra, Kolonja Ljiljana 2018, *Improving efficiency of thermal power plants through mine coal quality planning and control*, Thermal Science 22(1), pp.721-733 ISSN:0354-9836 DOI:10.2298/TSCI170605209B. (IF 1.541, M22) <http://thermalscience.vinca.rs/pdfs/papers-2017/TSCI170605209B.pdf>
4. Daniel Kržanović, Vesna Conić, Dejan Stevanović, Božo Kolonja, Jovan Vaduvesković, 2017, *Long-term planning for open pits for mining sulphide-oxide ores in order to achieve maximum profit*, Archives of Mining Sciences, vol. 62, No. 4, pp, 807-824, ISSN: 0860-7001 DOI 10.1515/amsc-2017-0056,(IF-0.629,M23) <https://journals.pan.pl/dlibra/publication/121216/edition/105609/content>
5. Rupar Veljko, Čebašek Vladimir, Milisavljević Vloadimir, Stevanović Dejan, Živanović Nikola, 2021, *Determination of Mechanical Properties of Altered Dacite by Laboratory Methods*, Minerals 2021, 11, 813 . (IF 2.818, M22), <https://doi.org/10.3390/min11080813>

У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање пет радова са SCI, SSCI, AHCI или SCle листе као и Math-Net. Ru листе.

Декан
Рударско-геолошки факултет

Проф. др Биљана Аболмасов

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Рударско-геолошки факултет

НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ

Предмет:	Извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора, предложене теме докторске дисертације Александра Додеровића, мастер инжењера рударства, под насловом „Развој хибридног модела за оптимизацију завршне контуре одлагалишта у површинској експлоатацији лежишта минералних сировина“.
----------	--

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, број 1/131 од 30.06.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације Александра Додеровића, мастер инжењера рударства, под насловом „Развој хибридног модела за оптимизацију завршне контуре одлагалишта у површинској експлоатацији лежишта минералних сировина“. Сходно томе, Комисија у саставу:

- 1 др Дејан Стевановић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
- 2 др Томислав Шубарановић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
- 3 др Владимир Чебашек, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
- 4 др Мирјана Банковић, доцент
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
- 5 др Даниел Кржановић, виши научни сарадник
Институт за рударство и металургију Бор

подноси следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1 ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1 Биографски подаци

Александар Додеровић је рођен 03. октобра 1991. године у Требињу. Основну школу завршио је 2006. године после чега уписује средњу стручну школу смер рударски техничар у Гацку. Након завршене средње школе 2010. године уписује Рударско – геолошки факултет, Универзитета у Београду, смер Рударско инжењерство, модул Површинска експлоатација лежишта минералних сировина.

Основне студије је завршио 2014. године одбраном завршног рада на тему „Развој унутрашњег одлагалишта ПК Дрмно“. Студије завршио са просечном оценом 8.98. Исте године је уписао мастер академске студије на Рударско – геолошком факултету, Универзитета у Београду, на смеру Рударско инжењерство, модул Површинска

експлоатација лежишта минералних сировина. Одбраном мастер рада на тему „Верификација комбинованог транспортног система на ПК Бувач“ завршио је мастер студије 2015. године са просечном оценом 10.0. За успех на мастер студијама добио је награду за најбољег студента у генерацији 2014/2015.

Од 2015. године запослен је у Институту за рударство и металургију Бор у одељењу Угаљ инжењеринг. У том периоду учествовао је у изради више студијских решења и рударских пројеката као сарадник и био ангажован на примени савремених софтверских пакета из области рударства и геологије.

У школској 2015/2016 кандидат је уписао докторске студије на Рударско – геолошком факултету, Универзитета у Београду. Досад је положио све испите са просечном оценом 10.0.

Александар Додеровић, у својству истраживача, учествује од 2016. до 2019. године у реализацији научно истраживачког пројекта TR-34005 под називом Развој напредних материјала и технологија за мултифункционалну примену заснованих на еколошком знању, који се финансира од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја, у оквиру програма истраживања у области технолошког развоја.

1.2 Стечено научно-истраживачко искуство

Кандидат Александар Додеровић положио је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија студијског програма Рударско инжењерство. Списак положених испита са оценама и оствареним ЕСП бодовима приказан је у следећој табели:

Бр.	Назив	ЕСПБ	Оцена
1	Геостатистика и геоинформациони системи	10	10
2	Вишекритеријумско одлучивање у рударском инжењерству	10	10
3	Израда докторске дисертације	10	10
4	Одабрана поглавља из вероватноће и статистике	10	10
5	Информациони системи	10	10
6	Израда докторске дисертације	10	10
7	Техноекономска оцена пројеката у рударству 2	10	10
8	Израда докторске дисертације	10	10
9	Израда докторске дисертације	10	10
10	Планирање и оптимизација површинских копова	10	10
11	Оптимизација система површинске експлоатације	10	10
12	Оптимизација транспортних система у рудницима	10	10
13	Научно-истраживачки рад	5	10
14	Израда докторске дисертације	25	10
15	Израда докторске дисертације	20	10
16	Научно-истраживачки рад	5	10

Укупно 16 предмета, у обиму од 175 ЕСПБ са просечном оценом 10,00.

1.3 Списак објављених научних и стручних радова

Кандидат Александар Додеровић је објавио 3 ауторска рада и 10 коауторских радова. У својим радовима кандидат се фокусирао на проблематику везану за оптимизацију процеса експлоатације, методе одлагања откопаних маса, као и заштиту површинских копова од вода.

У наставку је дат списак свих референци кандидата.

Категорија M24:

1. **Aleksandar Doderović**, Nikola Stanić, Miljan Gomilanović, PROTECTION SYSTEM AGAINST WATER AT THE OPEN PIT GACKO WITH COLLECTIVE WATER COLLECTOR AS THE CAPITAL STRUCTURE, Mining and Metallurgy Engineering Bor 4 (2016), 19-28, DOI бпој: **10.5937/mmeh1604019D**
2. Nikola Stanić, Saša Stepanović, **Aleksandar Doderović**, Miljan Gomilanović, DETERMINING THE STRUCTURAL PARAMETERS OF SLOPES AT THE OPEN PIT POTRLICA IN THE ZONE OF SEPARATION DOGANJE, Mining and Metallurgy Engineering Bor 4 (2016), 1-10, DOI бпој: **10.5937/mmeh1604001S**
3. Nikola Stanić, **Aleksandar Doderović**, Saša Stepanović, Miljan Gomilanović, DYNAMICS OF DEVELOPMENT THE WORKS OF ROOF COAL SERIES OF THE OPEN PIT GACKO BY THE SOFTWARE GEMCOM GEMS - MODULE CUT EVALUATION, Mining and Metallurgy Engineering Bor 4 (2016), 41-52, DOI бпој: **10.5937/mmeh1604041S**
4. **Aleksandar Doderović**, Nikola Stanić, Miljan Gomilanović, Saša Stepanović, REDISTRIBUTION OF EXCAVATION EQUIPMENT FOR THE PURPOSE OF ACHIEVING THE DESIRED CAPACITY AND IMPROVEMENT THE UTILIZATION TIME OF EQUIPMENT, Mining and Metallurgy Engineering Bor 3-4 (2017) 11-20, DOI бпој: **10.5937/mmeh1704011D**
5. Nikola Stanić, Saša Stepanović, Milan Nikolić, **Aleksandar Doderović**, BENEFITS OF APPLICATION THE MODERN TECHNOLOGY OF MECHANIZED CHARGING THE BOREHOLES AT THE OP POTRLICA PLJEVLJA, Mining and Metallurgy Engineering Bor 1-2 (2017), 93-102, DOI бпој: **10.5937/mmeh1702093S**
6. Nikola Stanić, Saša Stepanović, Dejan Govedarica, **Aleksandar Doderović**, APPLICATION THE SOFTWARE SOLUTION FOR CALCULATION THE CAPACITY OF BUCKET WHEEL EXCAVATORS IN THE COMPLEX CONDITIONS FROM THE ASPECT OF RESISTANCE TO EXCAVATION, Mining and Metallurgy Engineering Bor 3-4 (2017), 75-84, DOI бпој: **10.5937/mmeh1704075S**

Категорија M52:

7. Saša Stepanović, Nikola Stanić, **Aleksandar Doderović**, Nada Marković, Selection the variant technical solution of the transport and service road to the eastern external landfill and collective water collector, Mining and Metallurgy Engineering Bor 1-2 (2019), 19-30 DOI бпој: **10.5937/mmeh1902019S**
8. Miljan Gomilanović, Stefan Milanović, Nikola Stanić, **Aleksandar Doderović**, Nikola Simić, Никола Симић, IMPLEMENTACIJA SAVREMENIH TEHNOLOGIJA U

CILJU KONTROLE RADOVA NA BUŠENJU I MINIRANJU, Copper 2 (2018),31-42,

9. Nikola Stanić, Saša Stepanović, Marko Mitrović, **Aleksandar Doderović**, ANALIZA STABILNOSTI KOSINA UNUTRAŠNJEG ODLAGALIŠTA KUTLOVAČA U FUNKCIJI REKONFIGURACIJE DTO SISTEMA NA POVRŠINSKOM KOPU POTRLICA, Copper 2 (2018) 43-58,

Конференције и скупови

10. **Aleksandar Doderović**, Saša Stepanović, Nikola Stanić, Miljan Gomilanović, ANALYSIS OF THE TANDEM WORK OF SPREADER AND DRAGLINE ON THE LANDFILL OF THE OPEN PIT, The 50th International October Conference on Mining and Metallurgy-Bor 30th September – 3rd October, 2018, Bor Lake, Serbia, ISBN 978-86-7827-050-5 pp. 77–80,
11. Miljan Gomilanović, Saša Stepanović, Dejan Stevanović, **Aleksandar Doderović**, Nikola Stanić, ANALYSIS OF THE OPTIMIZATION CONTOURS OF THE OPEN PIT IN THE ZONE OF ROOF COAL SERIES GACKO-CENTRAL FIELD WITH THE WHITTLE SOFTWARE PACKAGE IN THE FUNCTION SIZE OF A BLOCK, The 50th International October Conference on Mining and Metallurgy-Bor 30th September – 3rd October, 2018, Bor Lake, Serbia, ISBN 978-86-7827-050-5 pp. 67–70,
12. Saša Stepanović, Nikola Stanić, **Aleksandar Doderović**, Miljan Gomilanović, Željana Sekulić, ANALYSIS OF LOSSES IN A FUNCTION OF SELECTION THE LEVEL OF ROOF COAL SERIES - COAL DEPOSIT GACKO, The 50th International October Conference on Mining and Metallurgy-Bor 30th September – 3rd October, 2018, Bor Lake, Serbia, ISBN 978-86-7827-050-5 pp. 95–100,
13. Никола Станић, Саша Степановић, **Александар Додеровић**, Жељана Секулић, Миљан Гомилановић, Calculation analysis of the constructive parameters of the internal landfill Kutlovača and included in the design state, The 50th International October Conference on Mining and Metallurgy-Bor 30th September – 3rd October, 2018, Bor Lake, Serbia, ISBN 978-86-7827-050-5 pp. 63–66.

1.4 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходно приказаних биографских података о кандидату, који се односе на његов рад на докторским студијама и научном истраживању, као и испољеним квалитетима, заинтересованости и стручности закључује се да кандидат Александар Додеровић у сваком погледу испуњава услове који га квалификују да приступи изради докторске дисертације под наведеним насловом.

2 ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

2.1 Предмет истраживања

Одлагање јаловине на површинским коповима представља неизоставну технолошку операцију у процесу експлоатације минералних сировина. Основна карактеристика ове технолошке операције је манипулација великим количинама јаловинског материјала које могу да износе и неколико стотина милиона m^3 . Рад са овом количином материјала подразумева заузимање велике површине терена, а транспорт значајних (милионских) количина материјала се одвија на растојањима која се по правилу мере са више километара. Транспорт јаловине до места одлагања, као и сам процес манипулисања јаловином одабраном технологијом одлагања, представљају по правилу највећи део укупних трошкова у површинској експлоатацији. У стручној јавности широко је прихваћена чињеница да је највреднији објекат површинске експлоатације сам површински коп, међутим често се занемарује вредност одлагалишта. Разлог за ово лежи у чињеници да се одлагањем јаловине не генерише профит већ само неизоставан трошак рударског пројекта. Имајући у виду да се одлагањем третирају стотине милиона кубних метара материјала, јасно је да се успешним управљањем овом технолошком операцијом, у значајној мери могу унапредити економске перформансе целокупног рударског пројекта.

Поред наведеног, еколошки утицај овог технолошког процеса је таквог карактера и обима да често изазива критику јавности и често је најизраженији негативни аспект целокупне експлоатације.

На основу наведеног, али и примера из праксе, може се рећи да технолошки процес одлагања представља један од кључних делова у процесу експлоатације на површинским коповима са технолошког, економског и еколошког аспекта.

Самим тим оптимизација технологије одлагања, геометрије одлагалишта и минимизација негативних економских и еколошких фактора јесте начин да се на читав систем експлоатације оствари највећи позитиван утицај. О потреби да се одлагање јаловине оптимизује највише говори чињеница да су два најважнија аспекта данашњег рударства економски и еколошки. Тржишна утакмица све више заоштрава економске услове у којима се експлоатација на површинским коповима одвија, док су еколошке последице експлоатације често на удару организација за заштиту животне средине. У постојећој законској регулативи која се примењује у Републици Србији, а слична решења су примењана у региону, дате су основе и ограничења за решавање проблема одлагања јаловине и рударског отпада у целини. Осим националне законске регулативе данас постоји обавеза да се овај процес одвија и у складу са директивама Европске уније.

2.2 Циљ истраживања

Темом одлагања и одлагалишта у теорији и пракси бавио се мали број аутора. Приликом истраживања домаће и стране литературе уочено је да се углавном обрађују теме везане за поједине технолошке процесе, као што су транспорт, технологија одлагања и анализа геометријских параметара одлагалишта, а да проблемом израде или разраде посебног модела или алгоритма који се бави дефинисањем завршне контуре одлагалишта практично није обрађиван. Ово је изненађујуће када се зна да је одлагалиште, поред површинског копа, незамењив објекат површинске експлоатације, а да се проблемом оптимизација завршне контуре површинских копова, бави знатан број аутора.

Дефинисање завршне контуре одлагалишта у стварности се врши према општим препорукама и на основу субјективних одлука, проистеклих из стручног искуства пројектанта. Одлуке донешене на овај начин, су најчешће засноване на једном (или пар) водећих критеријума (најчешће минимизација трошкова), а ретко уз узимање у обзир свих релевантних фактора, који у стварности дефинишу оптималну завршну контуру одлагалишта. Чак и када се разматра више фактора, рангирање истих је најчешће субјективно, због чега ће подједнако искусни пројектанти, доћи до мање или више различитих решења (никад истих). Оваква ситуација негативно утиче на потенцијал рударског пројекта, односно онемогућава му да оствари максимално могуће економске и технолошке перформансе, а у случају посебно значајних грешака, може довести и до фаталног исхода за читав пројекат.

Читав процес дефинисања оптималног положаја и геометрије одлагалишта, без неког оптимизационог алгоритма, је комплексан и временски захтеван процес, чији се резултат у значајној мери заснива на искуству. Ово се нарочито одражава на потребу сагледавања свих утицајних фактора, као и међусобних интеракција истих. Наведено посебно добија на значају ако се узме у обзир да се све ово ради у почетним фазама експлоатације када је доступност и поузданост информација о простору на коме је предвиђена реализација пројекта веома мала. Све упућује на закључак да се генерисање оптималних решења (блиским оптималном) не може обезбедити без постојања комплексног оптимизационог алгоритма.

Да би се у почетним фазама експлоатације, фазама планирања и пројектовања, могле донети оптималне и исправне одлуке погодно је у сам процес увести више метода. Оне служе као подршка при доношењу одлуке у процесу планирања и пројектовању будућих активности, а примена више метода обезбеђује да се недостаци једне методе неутралишу применом других.

Основни циљ истраживања предметне докторске дисертације је развој хибридног модела оптимизације завршне контуре одлагалишта. Ово подразумева оптимизацију према задатим критеријумима (технолошким, економским, еколошким, итд.) и аутоматско или семиаутоматско дефинисање оптималне локације и геометрије одлагалишта. Развијени модел, засниваће се на савременим научним методама, а бенефити приступа пластично ће бити приказани на примерима из праксе.

Сврха модела је:

- Идентификација и квантификација битних параметара при конструкцији оптималне контуре одлагалишта површинског копа,
- Да за задате критеријуме обезбеди генерисање оптималне (или блиске оптималној) завршне контуре одлагалишта,
- Да смањи ниво субјективних одлука, а тиме и нивоа грешака, у процесу стратешког и инвестиционог планирања површинске експлоатације,
- Да смањи број потребних инжењерских сати рада и тиме олакша процес пројектовања,

Уколико би се овај модел показао као успешан, његова примена може бити проширена и за одабир прелиминарне локације не-рударског отпада, као и депонија минералних сировина.

2.3 Релевантни библиографски извори

Оквирна листа библиографских извора која ће се користити приликом израде докторске дисертације:

1. Н. Гојковић, Р. Обрадовић, В. Чебашек, Стабилност косина одлагалишта површинских копова, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, 2008,
2. W. Hustrulid, M. Kuchta and P. Martin, OPENPITMINE PLANNING & DESIGN, CRC Press Taylor & Francis Group, 2013,
3. Д.Стевановић, Оптимизација и планирање површинских копова стохастичким моделима, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет Београд, 2014, Докторска дисертација,
4. Андрија Лазих, Пројектовање површинских копова са моделирањем система експлоатације, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, 1998,
5. P Mark Hawley, John Cuning, Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design, CSIRO Publishing, 2017
6. Н. Гојковић, Р. Обрадовић, В. Чебашек, Стабилност косина површинских копова, Рударско-геолошки факултет, 2004,
7. Вујић С., Пројектовање рекултивације и уређење предела површинских копова, Научна монографија, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду и Академија инжењерских наука Србије, Београд, 2009,
8. М.Неговановић, Модел предвиђања потреса од минирања на површинским коповима применом симулационе методе Монте Карло и фази логике, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет Београд, 2015, Докторска дисертација,
9. Б. Димитријевић, Оптимизација управљања процесима рекултивације површинских копова угља, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет Београд, 2014, Докторска дисертација,
10. Jorge Puell Ortiz1, Methodology for a dump design optimization in large-scale open pit mines, Cogent Engineering, 2017,
11. С. Илић, Оптимизација параметара одлагалишта површинских копова лигнита у функцији техничке рекултивације, Рударско-геолошки факултет Београд, 1996, Докторска дисертација,
12. С.А. Ozturk, S.G.Ercelebi, M. Özkan, Open Pit Mine Waste Dump Area Design based on Stability Principles, 24th International Mining Congress and Exhibition of Turkey-IMCET 15 Antalya, Turkey, 2015,
13. Вујић С., Селективно откопавање и одлагање откритке у функцији рекултивације површинских копова угља, Научна Монографија, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Академија инжењерских наука Србије и ЕПС, Београд, 2006,
14. Blair, D.P., Statistical model for ground vibration and airblast, Fragblast - Int. Journ. of Blasting and Fragmentation 3, 1999, 335-364.
15. Pablo Martin, Juan J. Gaitero , Jorge S. Dolado and Hegoi Manzano, KIMERA: A Kinetic Montecarlo Code for Mineral Dissolution – Minerals, 2000

16. Кричак Л., Степановић С., Димитријевић Б.: Идејно решење рекултивације површинских копова и одлагалишта костолачког угљеног басена у функцији дугорочног развоја, VII Међународна конференција о површинској експлоатацији ОМС 2007, Зборник радова, стр. 119-126., ISBN 86-7352-157-2, Рударско-геолошки факултет у Београду и Југословенски Комитет за површинску експлоатацију Савеза инжењера рударства и геологије Србије, Бања Врујци, 2007,
17. I. C. Pessoa, F. Trojan, G. Adamczuk, O. D. Setti, The statistical sampling about levels of utilization of multi-criteria methods to solve problems in POM, Conference: POMS 26th Annual Conference - Production and Operations Management Society, At Washington DC -USA,
18. Вујић С. и др., Вишекритеријумски оптимизациони модел просторног планирања система површинских копова техничког камена - увод у проблем, XXV Symopis, стр. 581585, Херцег Нови, 1998,
19. Милошевић Д., Шубарановић Т., Димитријевић Б.: Верификација дисконтинуалног система на угљу Рудника Угљевик, Прегледни рад, Национални часопис ТЕХНИКА, YU ISSN 0040-2176, UDC: 62(062.2) (497.1) Vol. 1/2007, Београд, 2007;
20. K. Moffitt, Mine waste dump instability, The University of British Columbia, 2000,
21. Vujić, S., Ivić, A., Matematičke metode u rudarstvu i geologiji, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, 1991.
22. Jovanović, M., Logističke simulacije, Mašinski fakultet, Niš, 2011.
23. G. Srour, Mine waste failure: an analysis of empirical and graphical runout prediction methods, The University of British Columbia, 2011,
24. Павловић В, Рекултивација површинских копова и одлагалишта, Научна монографија, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Југословенски Комитет за површинску експлоатацију, стр. 1 и Табела 1.1, Београд, 2000;
25. С. Ђенадић, П. Јованчић, Д. Игњатовић, Ф. Милетић, и. Јанковић, Анализа примене вишекритеријумских метода у оптимизацији избора хидруличних багера на површинским коповима угља, ТЕХНИКА – РУДАРСТВО, ГЕОЛОГИЈА И МЕТАЛУРГИЈА 70 (2019) 3,
26. Оприцовиц, С., (1986) Вишекритеријумска оптимизација, Научна књига, Београд.
27. Б. Колоња, Д. Стевановић, Рударска економика минералних ресурса - оцена инвестиционих пројеката, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет Београд, 2014,
28. Wittwer, J.W., Monte Carlo Simulation: Sales Forecast Example, From Vertex42.com, June 1, 2004, <http://vertex42.com/ExcelArticles/mc/SalesForecast.html>
29. Miller, J.N., Miller, J.C., Statistics and chemometrics for analytical chemistry, 6th ed, Pearson Education Limited, Harlow, England, 2010.
30. S. Vujić, M. Hudej, I. Miljanović, Results of the PROMETHEE method application in selecting the technological system at the Majdan III open pit mine, Archives of Mining Sciences, Polish Academy of Sciences, Committee of Mining, Krakow, Vol. 58, No. 4, 2013,

31. Jay N. Meegoda, Hiroshan Hettiarachchi, Joseph P A Hettiaratchi, Landfill Design and Operation, Sustainable Solid Waste Management, American Society of Civil Engineers, 2016,
32. Jonathan W. C. Wong; Rao Y. Surampalli; Tian C. Zhang; Rajeshwar D. Tyagi; and Ammaiyappan Selvam, Sustainable Solid Waste Management, American Society of Civil Engineers, 2016,
33. Шубарановић Т., Петровић Б., Димитријевић Б., Рекултивација Западног спољашњег одлагаишта на површинском копу угља Грачаница-Гацко, Зборник радова са Интегрисаног међународног симпозијума TIORIR 11, Књига 1, стр. 493-499, ISBN: 978-867352-257-9, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Златибор, 2011;
34. Чупић М., Тумала Рао, В.М., Савремено одлучивање: методе и примена, Научна књига, стр. 421;71; 421, Београд, 1991;
35. Dimitrijević, B., Miljanović I.: A selection of land reclamation solution at the "Bogutovo selo"Ugljevik open pit mine by multi-attribute analysis, Bulletin of Mines, Mining Institute, Belgrade, ISSN 0035-9637, UDK 622, 2013, (1-5). Прихваћен, јунски број 2014,В
36. Бранко М. Петровић, Оптимизација дужине стреле роторних багера у функцији стабилности косина и ефективности рада на површинским коповима лигнита Србије, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет Београд, 2016, Докторска дисертација,
37. Чебашек В., Гојковић Н., Миладиновић М.; Рачунарски програми за пројектовање и моделирање у рударству, Подземни радови 19, Београд, 2011.,
38. Гојковић Н., Обрадовић Р., Чебашек В.; Геомеханичка својства материјала одлагаишта површинских копова, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Београд, 2008.
39. Vidal Félix Navarro Torres, Beck Nader, Carlos Enrique Arroyo Ortiz, Felipe Ribeiro Souza, Hudson Rodrigues Burgarelli, Leonardo Soares Chaves, Luiz Alberto Carvalho, Taís Renata Câmara, Eunírio Zanetti, Roberto Galery, Classical and stochastic mine planning techniques, state of the art and trends, REM, Int. Eng. J., Ouro Preto, 71(2), 289-297, apr. jun. | 2018.
40. Павловић В. ; Системи површинске експлоатације, Рударско-геолошки факултет у Београду, 1998.
41. Павловић В., Колоња Б., Лилић Н., и др. ; Избор откопно-транспортно-одлагаишне опреме при селективном откопавању угљених серија, Студија, Рударско-геолошки факултет у Београду, 2010.
42. Поповић Н. ; Научне основе пројектовања површинских копова, Уџбеник, Сарајево, 1984.
43. Albor, F., Dimitrakopoulos R., 2009, Stochastic mine design optimisation based on simulated annealing: pit limits, production schedules, multiple orebody scenarios and sensitivity analysis, Mining Technology, vol. 118, str. 80-91
44. R. Dimitrakopoulos and S. Ramazan: 'Stochastic integer programming for optimizing long term production schedules of open pit mines: methods, application and value of stochastic solutions', Trans. Inst. Min. Metall. A, 2008, 117A, (4), 155–167

45. Stevanović Dejan, Banković Mirjana, Rupar Veljko, Milisavljević Vladimir, Cvjetić Aleksandar, Kržanović Daniel, "Waste Dump Design Optimization, Case Study Open Pit Drmno", Mining and Environmental Protection, 6th International Symposium, MEP 17, Vrdnik, 21-24 June 2017 , pp.282-286. University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology Beograd 2017.

3 ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Основна хипотеза је да се развојем и применом хибридног модела може дефинисати оптимална контура спољашњег одлагалишта јаловине и тиме значајно оптимизовати неизбежна, технолошка операција одлагања, а са њом и целокупан процес површинске експлоатације. На идејном нивоу хибридни модел функционише на следећи начин. Стохастичким одабиром (Монте Карло метода) основних геометријских параметара одлагалишта, могу се генерисати вишеструка изводљива решења одлагалишта, која се даље применом оптимизационог алгорита (Генетски алгорита, Симулирано каљење) могу унапредити до нивоа оптималног или решења блиског оптималном. Вредновање, оцењивање и рангирање решења (унутар генетског алгорита) вршиће се на основу критеријума чији се тежински утицај одређује вишекритеријумским методама (АХП или сличне).

Крајњи производ хибридног модела биће генерисана оптимална контура одлагалишта са генералном геометријом, представљена на начин који омогућава детаљно приказивање и манипулацију у САД софтверима. Модел је хибридан јер у различитим фазама анализе укључује и повезује различите оптимизационе методе.

4 НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Развој хибридног модела као кључног елемента дисертације планиран је применом више метода:

- Метода Монте Карло – Применом ове методе генерисаће већи број случајних прелиминарних решења контуре одлагалишта у форми грида.
- Стохастички оптимизациони алгорита (Генетски алгорита или Симулирано каљење) – Применом ових алгорита извршиће се одабир перспективних случајно генерисаних, прелиминарних решења. На тај начин се формира знатно већи скуп решења у оквиру кога ће одређени број бити унапређен до нивоа оптималног или приближно оптималног решења.
- Вишекритеријумско одлучивање (применом АХП или других из ове групе метода) извршиће се рангирање мутираних прелиминарних решења у складу са задатим техничким, еколошким, економским и другим критеријумима. Овај поступак омогућава издвајање групе најбољих решења која ће се даље обрађивати.
- Хеуристичка дорада решења (Стручна интерпретација, верификација и дорада заснована на искуству).

Свака од ових метода примењиваће се у различитим фазама израде дисертације и биће коришћене сагласно конкретної проблематци.

У процесу изучавања и одређивања критеријума тј. параметара на основу којих ће се вршити оптимизација решења, кориштене стандардне логичке методе:

- Дескрипција - са циљем описа процеса у производном рудничком систему и детерминисања ограничења процеса одлучивања и помоћних алата;
- Анализа - са циљем декомпозиције сложених система у одговарајуће подсистеме и модуле, погодне за даља теоријска и практична истраживања;
- Синтеза - како би се обезбедило логичко и функционално повезивање и праћење узрочно-последичних релација у вези са диферентним пројектним решењима у рудничком производном систему;
- Компарација - са циљем упоредне анализе пројектних решења и примењених математичко-моделских алата и процедура;
- Апстракција - са циљем издвајања општих карактеристика уочених оптимизационих модела, односно класификације и формализације стечених сазнања;
- Дедукција – са циљем доношења закључака на основу логичког следа догађаја.

5 ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Израда хибридног модела који би као производ генерисао оптималну контуру одлагалишта, на основу које је могуће конструисати детаљну завршну контуру, само по себи чини значајан искорак за област рударске науке с обзиром на релативно малу заступљеност проблема оптимизације одлагалишта у стручној литератури. Потенцијалност модела огледа се у његовој могућности да унапреди технолошке, економске и еколошке аспекте процеса одлагања, чиме ће значајно да утиче на побољшање укупних перформанси рударских пројеката.

Допринос дисертације не треба гледати само кроз крајњи резултат, а то је оптимална завршна контура спољашњег одлагалишта. Свакако он је најзначајнији, али поступак који је довео до крајњег резултата и развоја хибридног модела, је сам по себи значајан и огледа се у препознавању, анализи и рангирању утицајних фактора. Закључци и поступци из овога дела ће сами по себи бити применљиви у широј рударској пракси. Такође, доказом основне хипотезе доказује се и могућност примене коришћених метода на решавању конкретних проблема у области површинске експлоатације али и у областима управљања отпадом, масама и материјалима.

У практичној примени у великој мери би се смањио субјективни утицај приликом доношења одлуке и у великој мери убрзао процес. Нарочито када се узме у обзир да један овакав модел може да обради велики број итерација оптимизације за релативно кратак период. Интеграцијом метода вишекритеријумског одлучивања у хибридни модел уједно би се омогућило ефикасно поређење и рангирање великог броја решења у складу са задатим критеријумима. Упоређивањем појединачних решења из скупа решења са највећим рангом (највећом оценом за задати сет критеријума) потенцијално се може отворити простор за додатне критеријуме и детаљније сагледавање оптимизације одлагалишта.

У научном смислу описано истраживање омогућило би:

- **Развој хибридног модела способног да на нов, јединствени и свеобухватан начин, омогући генерисање оптималне (или блиске оптималној) завршне контуре одлагалишта.** Према постојећим и доступним радовима може се закључити да овакав приступ и планирани циљ представљају новину у научном смислу.

- **Формирањем сета критеријума за одабир оптималног решења, детаљније ће се упознати и описати релевантни параметри (везани за технолошку операцију одлагања) као и њихова међусобна интеракција. У научном смислу, наведено може представљати корисну базу података и подлогу за даља истраживања конкретне (одлагање) али и шире области (рударство).**

У практичном смислу, успешан исход истраживања ће омогућити значајно смањење трошкова експлоатације минералних сировина и потенцијално актуелизује одређене рударске пројекте који су у старту одбачени јер нису успели да на економски, технолошки или еколошки начин обезбеде успешну, технолошку операцију одлагања јаловине (што је релативно чест случај у рударској пракси).

Описани научни и практични бенефити оствариће се кроз:

- Смањење субјективности приликом доношења одлуке,
- Интеграцију више различитих критеријума у један модел,
- Генерисање значајног броја могућих решења, и компаративну анализу прелиминарних локација и геометрија одлагалишта,
- Рангирање модела одалгалишта у функцији задатих фактора и избор оптималне контуре.

6 ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

6.1 План истраживања

Процес истраживања приликом израде дисертацији реализоваће се у неколико фаза, и то:

1. Истраживање и проучавање постојећих научних и стручних литературних извора и сакупљање података са терена (површинских копова),
2. Анализа и систематизација прикупљених података,
3. Формирање сета и рангирање утицајних критеријума,
4. Израда хибридног модела,
5. Примена и верификација хибридног модела на студији случаја.

6.2 Структура (садржај) рада

Структура рада пратиће план истраживања, уз примену основних принципа и правила за писање докторске дисертације:

1. УВОД
2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ
3. ОПИС ПРОБЛЕМАТИКЕ И
4. ФОРМИРАЊЕ СЕТА И РАНГИРАЊЕ УТИЦАЈНИХ КРИТЕРИЈУМА
5. ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ПРИМЕЊЕНИХ МЕТОДА
6. ИЗРАДА ХИБРИДНОГ МОДЕЛА
7. ПРИМЕНА ХИБРИДНОГ МОДЕЛА НА КОНКРЕТНОМ ПРОБЛЕМУ
8. ЗАКЉУЧАК
9. ЛИТЕРАТУРА

7 ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу података приказаних у овом Реферату, Комисија закључује следеће:

1. Кандидат Александар Додеровић, мастер инжењер рударства испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању за одобрење израде предметне докторске дисертације.
2. Пријављена тема под називом „Развој хибридног модела за оптимизацију завршне контуре одлагалишта у површинској експлоатацији лежишта минералних сировина“, је научно заснована, иновативна и погодна за израду докторске дисертације. Резултати који се очекију приликом израде дисертације имали би значајан научни и практични допринос и велики искорак у процесу планирања и пројектовања одлагалишта у површинској експлоатацији. Предложена тема припада научној области Рударско инжењерство, односно ужој научној области Пројектовање и планирање површинских копова.
3. За ментора се предлаже ванредни професор др Дејан Стевановић, дипл. инж. рударства.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Дејан Стевановић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Томислав Шубарановић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Владимир Чебашек, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Мирјана Банковић, доцент
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Даниел Кржановић, виши научни сарадник
Институт за рударство и металургију Бор