

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 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 Драгана (Лазар) Савић, дипл. инж. геологије
(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму Рударско инжењерство

пријавио је докторску дисертацију под називом: „Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко“

из научне области: Рударско инжењерство

Универзитет је дана 31.10.2016. године својим актом под бр. 61206-5161/2-16 дао сагласност на предлог теме

докторске дисертације која је гласила: „Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко“

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

одлуком факултета под бр. 1/100, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	др Војин Чокорило, ред. проф. у пензији од 30.09.2018. год.		Механизација у рударству и енергетици	Рударско-геолошки факултет у Београду
2.	др Владимир Чебашек, ван. проф.		Механика стена	Рударско-геолошки факултет у Београду
3.	др Владимир Милисављевић, ван. проф.		Механизација у рударству и енергетици	Рударско-геолошки факултет у Београду
4.	др Драган Златановић, научни сарадник		Техничке и технолошке науке енергетике, рударства и енергетске ефикасности	Иновациони центар, Машински факултет у Београду
5.	др Златко Драгосављевић, доц.		Систем заштите животне средине	Универзитет Метрополитен, Факултет за примењену екологију Футура

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 ФАКУЛТЕТАПроф. 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 93. став 4. Статута Универзитета у Београду (Гласник Универзитета у Београду – пречишћен текст, број 186/15) и члана 49. Статута Рударско-геолошког факултета, декан Факултета доноси

ОДЛУКУ

Студентима Рударско-геолошког факултета може се на лични захтев, поднет пре истека рока предвиђеног за завршетак студија (члан 93. став 1. и 2. Статута Универзитета у Београду) одобрити продужење рока за завршетак студија за два семестра, под условима утврђеним општим актом Универзитета, односно Факултета.

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Др Душан Полочичић, ред. проф.

Доставити:

- Продекану за наставу
- Одељењу за студентска и наставна питања
- А/а

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 20.09.2018. године, донело је

О Д Л У К У

Одобрава се продужење рока за израду докторске дисертације **Драгане Савић**, дипл. инж. геологије, под насловом *"Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко"*, највише до троструког броја школских година потребних за реализацију студијског програма.

Д Е К А Н

др Душан Полочић, ред. проф.

Достављено:

- Ментору
- Именованој
- 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 19.09.2019. године, донело је

О Д Л У К У

Одобрава се продужење рока за завршетак докторских студија на лични захтев **Драгани Савић**, дипл. инж. геологије, тема под насловом *"Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко"*, највише до троструког броја школских година потребних за реализацију студијског програма.

Д Е К А Н

др Зоран Глигорић, ред. проф.

Достављено:

- Ментору
- Именованој
- Одељењу за студентска питања

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 **Драгане Савић, дипл. инж. геологије**, под насловом *„Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко“*, на који није било примедба.
2. Универзитет у Београду је дана 31.10.2016. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.
3. Рад из научног часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:
 - D. Savić, D. Nešić, N. Malić, Z. Dragosavljević, D. Medenica "Research on Power Plant Ash Impact on the Quality of Soil in Kostolac and Gacko Coal Basins", Minerals 8 (2)(54), pp.1-16. MDPI AG Basel, Switzerland 2018 ISSN:2075-163X DOI:doi:10.3390/min8020054; Импакт фактор за 2018. је 2,250, а за прошло петогође – 2,453; M22.
4. Именована ће бранити докторску дисертацију пред комисијом у саставу: др Војин Чокорило, ред. проф. у пензији; др Владимир Чебашек, ванр. проф.; др Владимир Милисављевић, ванр. проф.; др Драган Златановић, научни сарадник Иновационог центра Машинског факултета; др Златко Драгосављевић, доц. Универзитета Метрополитен, Факултет за примењену екологију Футура.
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
- Именованој
- Одељењу за студентска и наставна питања

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско-геолошки факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидаткиње Драгане Савић, дипл. инж. геологије

Одлуком Наставно - научног већа, Рударско-геолошког факултета бр. 1/100 од 06.05.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације под насловом

РАЗВОЈ МОДЕЛА МЕХАНИЗОВАНОГ ОТКОПАВАЊА ПРЕОСТАЛИХ РЕЗЕРВИ УГЉА ИСПОД НАСЕЉЕНОГ МЕСТА ГАЦКО

кандидаткиње **Драгане Савић, дипл. инж. геологије**

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

Кандидаткиња Драгана Савић, дипл. инж. геологије је своју докторску дисертацију пријавила на Рударско - геолошком факултету Универзитета у Београду 13.06.2016. године (пријава број 1/308).

Одлуком Наставно-научног већа Рударско - геолошког факултета у Београду бр. 1/344 од 23.06.2016. године именована је Комисија у саставу проф. др Војин Чокорило, дипл. инж. руд., проф. др Владимир Милисављевић, дипл. инж. руд., доцент. др Владимир Чебашек, дипл. инж. руд., сви са Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и проф. др Миодраг Денић, дипл. инж. руд. са Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, за давање мишљења о научној заснованости докторске дисертације под насловом „Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко“ кандидаткиње Драгане Савић.

Наставно-научно веће Рударско – геолошког факултета у Београду прихвата извештај Комисије за давање мишљења о научној заснованости теме и доноси одлуку бр. 1/476 од 04.10.2016. године, којом се прихвата тема докторске дисертације под насловом „Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко“ кандидаткиње Драгане Савић и за ментора именује др Војина Чокорила, редовног професора.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници која је одржана 31.10.2016. године, донело је одлуку 02 бр. 61206-5161/2-16 којом се даје сагласност на предложеној тему докторске дисертације.

Кандидаткиња Драгана Савић, дипл. инж. геологије 03.03.2020. године поднела је молбу за именовање комисије за оцену и одбрану урађене докторске дисертације под насловом „Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко“. Катедра за механизацију рудника упутила је допис Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета број 05.03.2020. године са предлогом чланова Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: др Војин Чокорило, ред. проф. у пензији, ментор, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, др Владимир Чебашек, ванредни професор, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, др Владимир Милисављевић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, др Драган Златановић, научни сарадник у области техничких и технолошких наука, енергетике, рударства и енергетске ефикасности Иновационог центра, Универзитет у Београду, Машински факултет и др Златко Драгосављевић, доцент, Универзитет „Метрополитен“ Београд, Факултет за примењену екологију „Футура“.

На основу наведеног дописа Наставно-научно веће је на седници од 26.03.2020. године донело одлуку бр. 1/100 од 06.05.2020. године којом је усвојило предлог Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, чиме су стекли услови за писање овог реферата.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација „Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко“ припада области техничких наука, научној области **рударско инжењерство**, односно ужој научној области **механизација у рударству и енергетици** за коју је матичан Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

За ментора ове докторске дисертације именован је др Војин Чокорило, редовни професор у пензији Рударско-геолошког факултета. Ментор је аутор више научних радова објављених у међународним и домаћим часописима, од којих девет у часописима са SCI листе (категорији М20) као и велики број саопштења у зборницима на међународним и домаћим скуповима, који су везани за проблематику рударства и рударске механизације, до сада је био ментор при изради шест докторских дисертација, те се може сматрати компетентним за вођење докторанда у току израде докторске дисертације са горе наведеним насловом.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидаткиња Драгана Савић, дипл. инж. геологије, рођена је 10.08.1967. године у Зрењанину. Основну школу и гимназију завршила је у Зрењанину са одличним успехом (носилац две Вукове дипломе). Основне академске студије завршила је 1993. године на Рударско-геолошком факултету, на смеру геотехника, одбраном завршног рада са називом „Геотехнички услови изградње вишенаменског шахта на подземном железничком стајалишту Вуков споменик“ са оценом 10 (десет) и просечном оценом током студија 8,14.

Од 2011. године је студент докторских студија на Рударско-геолошком факултету, студијског програма рударско инжењерство, као студент који се финансира од стране „Geoing Group“ предузећа у којем је запослена дуги низ година. У току докторских студија, остварила је 155 ЕСПБ бодова са просечном оценом 9,93.

У току досадашње каријере бавила се различитим проблемима инжењерске геологије и геотехнике, као и стручним радом из области рударства. Учествовала је у изради и реализацији више пројеката, студија и елабората о инжењерскогеолошким условима терена и фондирања инжењерских објеката, инжењерскогеолошким условима измештања водотокова, бавила се анализама стабилности косина површинских копова, флотацијских брана, депонија пепела и шљаке. Учесник је у више еколошких пројеката од којих највећи значај имају пројекти везани за

изградњу регионалне депоније и одређивање геоеколошке карактеризације угља и пратећих седимената. Потписник је преко 150 елабората и пројеката.

У оквиру научно-стручних активности, кандидаткиња Драгана Савић је публиковала 37 радова у домаћим и иностраним часописима и међународним саветовањима, од тога 1 рад у часопису са SCI листе.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Драгане Савић, дипл. инж. геологије, под називом „Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко“ написана је према Упутству за облик и садржај докторске дисертације на 17+160+5, укупно 182 стране стандардног формата А4, на српском језику, латиницом, а садржи 160 слика и дијаграма, 50 табела и 135 литературне јединице.

Докторска дисертација је подељена на осам функционално повезаних поглавља:

1. Увод
2. Механизовано откопавање угља
3. Теоријске основе механике стена за прорачун стабилности подземних рударских радова и њихов утицај на површину терена
4. Лежиште угља „Гацко“
5. Моделирање механизованог откопавања применом методе коначних елемената
6. Дискусија и валидација развијеног модела
7. Закључна разматрања
8. Правци даљег истраживања.

Поред тога дисертација има Сажетак на српском и енглеском језику, нумерисано поглавље Литература, а потом Биографију и стандардне изјаве о ауторству, истовестности штампане и електронске верзије и коришћењу.

Изузев поглавља 7, остала поглавља имају више потпоглавља.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У структурном смислу дисертација је прилагођена постављеним циљевима и примењеној методологији.

Поред општих делова, као што су насловна страна, стране са информацијама о ментору и члановима комисије, извода са кључним речима, садржаја, списка слика и табела, докторска дисертација садржи осам структурних целина.

Прво поглавље представља уводна разматрања проблематике која се обрађује са кратким освртом на циљеве, основне хипотезе и научне методе истраживања, сам научни допринос дисертације и применљивост резултата истраживања.

Друго поглавље даје анализу и синтезу досадашњих истраживања у области механизованог откопавања угља подземном експлоатацијом. Објашњено је механизовано широкочелно откопавање, стубно-коморно механизовано откопавање и механизована израда и подграђивање подземне просторије.

Треће поглавље обухвата теоријске основе за прорачун стабилности подземних просторија, кроз детаљан преглед литературе. Објашњена је чврстоћа стенске масе и њено понашање при лому, приказани су одабрани критеријуми лома, методе прорачуна слегања, промене стања напона и деформација услед изградње подземне просторије и слегање површине терена услед изградње исте.

Четврто поглавље даје приказ лежишта угља „Гацко“, његове геолошке грађе, положај и распотравање продуктивне угљене зоне, са акцентом на квалитативне и квантитативне карактеристике Другог подинског угљеног слоја у оквиру Централног поља лежишта „Гацко“. Извршена је идентификација могућих узрочника загађења и деградације животне средине и дата могућност одлагања пепела и шљаке из термоелектране у откопани простор, чиме би се њихов негативан утицај на животну средину смањио.

Пето поглавље обухвата детаљан опис развијеног модела механизованог откопавања применом методе коначних елемената. Дат је општи приказ методе коначних елемената уз разматрање нелинеарне анализе и критеријума конвергенције. У посебном подпоглављу објашњени су иницијални напони у тлу. Усвојени су геотехнички модели терена, након чега су анализирани детаљи моделирања подземних рударских радова (прорачунска област и гранични услови) и симулација механизованог откопавања.

Шесто поглавље представља дискусију добијених резултата применом модела, као и валидацију модела. Извршена је процена утицаја откопавања на слегање површине терена и провера стабилности косина површинског копа у односу на изразу подземне просторије.

Седмо поглавље даје закључна разматрања о развоју модела механизованог откопавања преосталих рудних резерви испод насељеног места Гацко, уз нагласак на допринос дисертације.

Осмо поглавље обухвата предложене мере за даља истраживања у циљу унапређења модела механизованог откопавања за повећање технолошке поузданости, оперативне сигурности и веће ефикасности и економичности при експлоатацији других лежишта.

На крају дисертације дат је попис коришћене литературе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Могућност повећања коришћења ресурса чврстог енергетског горива у процесу решавања енергетске кризе која је све присутнија у ширем региону, јесте прави изазов рударске науке.

Докторска дисертација кандидаткиње Драгане Савић, дипл.инж. геологије, под називом „Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко“, представља савремен и оригиналан приступ решавању енергетске кризе, а резултати проистекли из формираних рачунских модела указују на оправданост увођења подземне експлоатације преосталих резерви лигнита у лежишту „Гацко“.

С обзиром да у лежишту постоје задовољавајући геолошки услови (дебљина и нагиб другог подинског угљеног слоја, просторије отварања директно улазе у угљени слој и све просторије припреме се раде у угљеном слоју), предмет истраживања у докторској дисертацији је утврђивање могућности и услова примене нових технологија експлоатације неискоришћених рудних резерви развојем модела механизованог откопавања и нумеричко моделирање интеракције рударске механизације и стенског масива, при преласку са површинске на подземну експлоатацију другог подинског угљеног слоја.

Полазећи од хипотезе да ће се применом савремених метода откопавања и технологија израде подземних просторија, остварити већи степен искоришћења рудних резерви у делу лежишта испод насељеног места и инфраструктурних објеката, коришћене су методе избора параметара који се односе на процес откопавања, стабилност рударских радова, као и могућност искоришћења откопаног простора за депоновање пепела и шљаке из термоелектране.

Из наведеног се може закључити да се спроведене анализе огледају у постигнутом високом степену сигурности код избора методе механизованог откопавања и стварању услова за подземну експлоатацију преосталих резерви угља уз висок степен сигурности технолошког процеса, заштите запослених и објеката на површини терена, чиме дисертација обезбеђује 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 12%. 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“. Оригиналног текста дисертације је оцењена као позитивна. Изјава Ментора је достављена студентској служби РГФ-а 16.03.2020. године.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији коришћено је 135 литературних јединица. Већина литератирних јединица су радови публиковани у водећим међународним часописима. Наведене референце су новијег датума и садрже резултате истраживања еминентних истраживача из области дисертације, која третира механизовано откопавање угља и проблематику преласка са површинску на подземну експлоатацију. Посебна пажња посвећена је прегледу литературе базиране на научном изучавању процеса слегања површине терена као последицу примене механизованог откопавања и утицај примењене технологије на косине површинског копа. Ова литература је кандидату послужила као полазна основа за сагледавање тренутног стања у вези са постојећим истраживањима из области на које се дисертација односи. При томе, коришћена литература представља избор савремене и актуелне литературе. Кандидат је детаљно претражио и анализирао одговарајућу литературу и на основу урађене анализе, могуће је сагледати актуелно стање у областима које су биле предмет дисертације.

Имајући у виду да је број извора, елабората и радова који је кандидаткиња прегледала знатно већи од броја цитираних радова, као и чињеницу да је преглед литературе обухватио различите области (рударство, геологију, механику стена, екологију, методе нумеричке анализе) кандидаткиња је показала завидно познавање области и истраживања у њој.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Примењене научне методе су адекватне постављеном проблему. Током истраживања при изради докторске дисертације коришћене су следеће научне методе:

- **Методологија теоријске анализе** која је обухватила анализу, синтезу досадашњих истраживања у области механизованог откопавања у рударству и енергетици и сагледавање сазнања и резултата везаних за ову тематику код нас и у свету.
- **Методологија прикупљања, анализе и синтезе података** којом је извршено прикупљање података и објављених резултата досадашњих истраживања код нас и у свету. У посебно оформљеним базама података омогућено је чување, анализа и синтеза података.
- **Метода израде модела.** Након завршене обраде података приступило се изради модела. Развојем нумеричког модела отварања рудника са подземном експлоатацијом створени су услови да се у фази пројектовања изврши оптималан избор параметара просторија и методе откопавања угља, не угрожавајући објекте и инфраструктуру на површини терена.
- **Метода коначних елемената (МКЕ).** Моделирање стенског масива у околини зоне рударских радова методом коначних елемената је извршено рачунарским софтвером RS2 за моделирање анализе стабилности подземних просторија, као и за просторне проблеме.

Примена наведених прорачуна данас је неизоставна код пројектовања и моделирања сложених подземних радова. Моделирање механизованог откопавања подразумевало је одређивање почетног стања напрезања (in situ) у стени/тлу на основу лабораторијских испитивања узорака

и инжењерскогеолошких података и симулацију рударских активности, односно симулацију механизованог откопавања угља, уз процену новонасталог стања напрезања и деформација. Нумеричке симулације у одређеним ситуацијама могу смањити геотехнички ризик, чиме се повећава сигурност извођења радова, а развој модела применом модерних нумеричких метода, нарочито методе коначних елемената (МКЕ), уз примену рачунара, представља темељну претпоставку за савремену анализу инжењерских конструкција због своје способности да обухвати хетерогеност средине, нелинеарно понашање тла, сложену геометрију проблема, интеракцију конструкције и тла, као и метод израде. За нумеричко моделирање изабран је део лежишта на мањим дубинама и где се на површини налазе стамбени и други грађевински и инфраструктурни објекти. Приликом анализе је процењено слегање терена, као последица подземних рударских радова.

Наведене научне методе су омогућиле да се током израде докторске дисертације у обзир узму савремена сазнања и препоруке у смислу побољшања прорачуна и усавршавања нумеричког модела (моделирање анизотропије и хетерогености, што захтева познавање већег броја геотехничких карактеристика), како би се комплексним конститутивним моделом стенског масива што боље симулирао рад рударске механизације током целог циклуса напредовања/откопавања, односно током појединих активности циклуса.

Сви добијени резултати испитивања су бројчано и графички приказани што је омогућило прегледно анализирање и поређење са постављеним хипотезама. Развојем модела механизованог откопавања јасно су дефинисане границе утицаја сигурне, рационалне и безбедне методе механизованог откопавања и сагледане могућности управљања стенским масивом у интеракцији са променом напонског стања и применом различитих метода механизованог откопавања, што је приказано на блок дијаграму фаза рада код нумеричког моделирања механизованог откопавања.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати докторске дисертације применљиви су у научном смислу, али имају и значајну практичну примену.

На основу досадашњих, текућих и планираних истраживања, поред опште анализе проблема, научни доприноси који су добијени израдом дисертације су:

- Развој динамичког модела на основу ког се вршити прелазак са површинске на подземну експлоатацију;
- Тестирање и валидација приступа за избор облика подземне просторије;
- Тестирање и валидација приступа за избор методе механизованог откопавања;
- Подршка при стратешком одлучивању и пројектовању рудника са подземном експлоатацијом;
- Развој нумеричког модела подземне експлоатације, којим ће се створити услови да се у фази пројектовања изврши оптималан избор параметара просторија и методе откопавања угља, на такав начин да се не угрозе објекти и инфраструктура на површини; и
- Повећање технолошке поузданости, оперативне сигурности и веће ефикасности и економичности при експлоатацији других лежишта, коришћењем резултата овог истраживања.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидаткиња је током израде докторске дисертације показала да је у стању да самостално решава научне проблеме и да влада научним и истраживачким методама. Тема коју је обрадила, с обзиром на своју мултидисциплинарност, захтева изражену аналитичност у раду и систематичност у решавању проблема. Кандидаткиња је при томе у потпуности искористила искуство које је стекла вишегодишњим бављењем и решавањем различитих проблема у

области рударства. Такође, кандидаткиња је у потпуности реализовала планирано истраживање од почетне идеје до завршетка докторске дисертације. Верификација научног доприноса и рада кандидаткиње материјализована је објављивањем рада у часопису категорије M22.

На основу укупно остварених резултата у научно истраживачком раду, закључујемо да је кандидаткиња способна за самосталан даљи научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Циљ дисертације под називом „Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко“ је дефинисање јединствене методологије за процену могућности примене механизованог откопавања корисне минералне сировине. Наведеном методологијом је обухваћено: дефинисање инжењерскогеолошких карактеристика кровинских седимената и слојева угља, утврђивање рударских фактора утицаја на избор опреме и технологије откопавања, развијање нумеричких модела за процену утицаја технолошких система подземне експлоатације угља на околне стенске масе, анализа интеракције подземних рударских радова и околне стенске масе и утврђивање механизма поступака за процену слегања површине терена.

Нумеричком анализом симулирано је напредовање рударских радова и напонске промене и деформације у околини подземних рударских радова, као и величина слегања на површини терена у зависности од одабране методе механизованог откопавања. Добијене вредности слегања на површини терена утицала су и на коначни просторни однос механизованих технологија откопавања. Извршена је провера стабилности косина површинског копа у односу на одабрану методу механизованог откопавања.

Допринос ове докторске дисертације је потврда научних хипотеза које су постављене на почетку њене израде. Потврђено је да ће се остварити већи степен искоришћења рудних резерви у делу лежишта који није обухваћен површинском експлоатацијом. У анализи је обухваћена експлоатација резерви испод насељеног места и инфраструктурних објеката, применом савремених механизованих метода откопавања и технологија израде подземних просторија, при чему се мисли на примену машина за израду подземних просторија и за откопавање, познатих под називом *Continuous Miner*, специјалних јамских транспортних возила, познатих под називом *Shuttle Car*, комбајна и друге јамске механизације, као и на примену АТ (*Advanced Technology*) висеће подграде са везивањем дуж целог сидра (анкера). У делу лежишта разматрана је могућност увођења вископродуктивне технологије откопавања широким челом.

Коришћене су вишекритеријумске методе избора параметара који се односе на процес откопавања, начин израде просторија, стабилност просторија током њиховог животног века, утицај реолошких параметра, као и могућност искоришћења откопаног простора за депоновање јаловине са површинске експлоатације односно пепела и шљаке из термоелектране.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сви развијени модели механизованог откопавања (механизовано широкочелно или механизовано стубно-коморно) представљају полазну основу за изградњу савременог индустријског капацитета (рудник са подземном експлоатацијом), који може пружити ширу и дужу перспективу када је у питању експлоатација лигнита у овом лежишту. Анализирани услови радне средине омогућавају примену нових технологија и савремене опреме за подземну експлоатацију, чиме се обезбеђују високи учинци, сигурна и рационална производња и безбедност запослених.

Подземна експлоатација угља има и евидентне предности са аспекта заштите животне средине (смањени негативан утицај на квалитет ваздуха, ниво буке у животној средини, утицај деградације земљишта, заузимање простора) јер откопан простор даје могућност да се пепео и шљака из термоелектране „Гацко” у њему одлаже.

Моделирањем је разматрано решење одлагања овог материјала у подземном рударском откопаном простору, чиме се постижу побољшања физичко-механичких параметара радне средине, што се посебно манифестује код смањења слегања површине терена услед откопавања применом механизованог ширококочелног комплекса са зарушавањем надкопног дела угљеног слоја (ТСС метода – Top Coal Caving).

На основу слојних прилика у другом подинском угљеном слоју у близини и испод насељеног места Гацка механизованом стубно-коморном методом би се могло откопати око 1,2 милиона тона угља, а механизованом ширококочелном методом око 1,8 милиона тона угља, што је од значаја, јер би у супротном ове количине угља остале неискоришћене. Набављена опрема би се затим преселила у део слоја намењен за наставак подземне експлоатације.

Предвиђен капацитет од 2,2 мил.т/год. равнoг угља је реална могућност одабране опреме. Процењена инвестициона улагања су око 10% вредности експлоатације. Ако се узме у обзир да се подземна експлоатација лигнита може реализовати и у другом делу Гатачког угљоносног басена, извесно је да се век подземне експлоатације другог подинског угљеног слоја може одвијати у дужем временском периоду.

Комисија констатује да би приказани методолошки поступак могао да се успешно примени код оптимизације механизованих метода откопавања и на другим површинским коповима код којих постоје задовољавајући инжењерскогеолошки услови за примену механизованог откопавања подземном експлоатацијом, а што је потврђено на примеру лежишта угља „Гацко”.

4.3. Верификација научних доприноса

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

Упоредо са израдом дисертације Кандидаткиња је резултате добијене током израде дисертације презентовала кроз више радова излаганих на саветовањима у земљи и иностранству. Управо на овај начин Кандидаткиња је у непосредном контакту и у дискусијама са колегама који се интересују за ову област била у прилици да провери и верификује своје научне ставове, методологију и добијене резултате.

1. Група радова М20

Рад у истакнутом међународном часопису – М22 (5 бодова)

1. **D. Savić**, D. Nešić, N.Malić, Z.Dragosavljević, D.Medenica “Research on Power Plant Ash Impact on the Quality of Soil in Kostolac and Gacko Coal Basins”, *Minerals* 8 (2)(54), pp.1-16. MDPI AG Basel, Switzerland 2018 ISSN:2075-163X DOI:doi:10.3390/min8020054.

Импакт фактор за 2018. је 2,250, а за прошло петогође – 2,453.

2. Група радова М30

1. **D.Savić**, J. Majstorović, D. Nikolić „Stability analysis in function of geometric parameters slopes changes and diskontinuities position of working slopes on open pit Gacko”, **11th International Opencast Mining Conference**, Zlatibor, 15-18 October 2014, 367-374 pg, ISSN/ISBN 978-86-83497-21-8.

2. J.Majstorović, M.Korać, **D.Savić**, S.Savković „The effects of shear strength parameters moraine materials on enviromental protection”, **XXIII International Conference "Ecological truth" Eco-Ist' 15**, 17-20 June 2015, Kopaonik, 382-390 pg, ISBN 978-86-919169-0-9.
3. **D.Savić**, J.Majstorović, D.Nikolić, D.Živković „The influence of modern geological processes on stability of slopes of the open-pit mine dump and enviromental on "Gračanica" Gacko”, **7th Symposium "On ash, slag and waste landfills in power plants and mines"**, 22-24 September 2015, Zrenjanin, 199-208 pg., ISBN 978-86-919169-0-9.
4. **D.Savić**, S.Beatović, J.Majstorović, D.Nikolić, D.Živković „The importance of monitoring technological, hidro-geological, geomechanical and geotechnical stability parameters body landfill slag and ash in the cassette 2 open pit "Gračanica" Gacko”, **1th Symposium Information Technology Development And Applications In Enviromental Improvement**, 7-8 December 2015, Belgrade, 64 pg, ISBN 978-86-80464-00-8.
5. **D.Savić**, J.Majstorović, D.Nikolić „Lithostratigraphic member ⁸Ng zoning of open pit mine "Gacko" on the basis of geotechnical parameters”, **13th International symposium continuous surface mining Belgrade**, 11-14 September 2016, 517 pg. ISBN 978-86-83497-23-2.
6. **D.Savić**, D.Živković, D.Milošević, D.Nikolić „Prikaz laboratorijskih istraživanja sadržaja ekoloških hemijskih elemenata I i II grupe zagađivača životne sredine u uglju, pepelu i pratećim sedimentima na površinskom kopu Drmno u 2016 godini”, **VIII Međunarodna konferencija Ugalj 2017**, Zlatibor, Hotel Palisad, 11.-14. Oktobar 2017. god., 375-387 str. ISBN 978-86-83497-24-9.
7. **D.Savić**, D.Živković, D.Milošević, D.Kundačina „Prikaz rezultata laboratorijskih ispitivanja karakteristika mineralnih sirovina za zaštitu životne sredine i obradivog zemljišta na pk Drmno u 2016 godini i njihov značaj”, **6th International Symposium Mining and Enviromental Protection**, 21-24 June 2017, Vrdnik, 241 str. ISBN 978-86-7352-298-2.
8. **D.Savić**, J.Majstorović, D.Nikolić „ Analiza i procena inženjerskogeoloških uslova rekonstrukcije i izmeštanja puta i korita Gojkovića potoka izvan nestabilne zone pk "Gračnica" Gacko”, **XVII Kongres geologa Srbije, Vrnjačka Banja**, 17-20. maj 2018., 647 str. ISBN 978-86-86053-20-6.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација „Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко“ кандидаткиње **Драгане Савић, дипл. инж. геологије**, поседује савремен, оригиналан и научно утемељен приступ методологији за процену могућности примене механизованог откопавања корисне минералне сировине, како теоријски, тако и практично. Наведеном методологијом је разматрана могућност преласка са површинске на подземну експлоатацију преосталих рудних резерви другог подинског угљеног слоја испод насељеног места Гацко. На наведеном примеру је утврђено да постоји потпуно оправдање примене механизованог откопавања угља при чему су задовољени технолошки, технички, економски, организациони, еколошки и социјални аспекти оваквог начина експлоатације.

На основу прегледане докторске дисертације, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације, закључује да урађена докторска дисертација кандидаткиње **Драгане Савић, дипл. инж. геологије** испуњава све законске и остале услове за јавну одбрану. Комисија закључује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима о научно-истраживачком раду као и да испуњава све услове предвиђене „Законом о високом образовању“, „Стандардима за акредитацију“, „Статутом Рударско-геолошког факултета“ и критеријумима које је прописао Универзитет у Београду. Комисија са задовољством констатује да је дисертација велике научне

вредности у смислу унапређења и разумевања процеса преласка са површинске на подземну експлоатацију корисне минералне сировине.

Комисија, на основу горе наведеног, предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета у Београду да се докторска дисертација под називом „Развој модела механизованог откопавања преосталих резерви угља испод насељеног места Гацко“ кандидаткиње **Драгане Савић, дипл. инж. геологије** прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, те да након завршетка ове процедуре позове кандидаткињу на усмену одбрану дисертације, пред комисијом у истом саставу.

У Београду,
15.05.2020. године

Комисија:

Проф. др Војин Чокорило, редовни професор у пензији, ментор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Проф. др Владимир Чебашек, ванредни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Проф. др Владимир Милисављевић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Драган Златановић, научни сарадник
Иновациони центар, Универзитет у Београду,
Машински факултет

др Златко Драгосављевић, доцент
Универзитет „Метрополитен“ Београд,
Факултет за примењену екологију „Футура“.