

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Дејан Петровић	ванредни професор	Рударство и геологија	Технички факултет у Бору
2.	Др Драган Златановић	доцент	Рударство и геологија	Технички факултет у Бору
3.	Др Бранко Глушчевић	редовни професор	Подземна експлоатација лежишта минералних сировина	Рударско-геолошки факултет Београд

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

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности 13.05.2026.године

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној 18.06.2026. године

Комисија за одбрану докторске дисертације именована на седници одржаној 18.06.2026. године

одлуком факултета под бр. VI/4-11-106, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Дејан Петровић	ванредни професор	Рударство и геологија	Технички факултет у Бору
2.	Др Драган Златановић	доцент	Рударство и геологија	Технички факултет у Бору
3.	Др Бранко Глушчевић	редовни професор	Подземна експлоатација лежишта минералних сировина	Рударско-геолошки факултет Београд

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

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

- Прилози:
- Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације
 - Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
 - Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-11-10а
Бор, 18. 06. 2026. године

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и чл. 44. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 18. 06. 2026. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену докторске дисертације кандидата **Младена Радовановића**, студента докторских академских студија студијског програма Рударско инжењерство, под називом: „Прилог дефинисању геометријских параметара дна откопних блокова при примени блоковских метода откопавања“.

II Универзитет у Београду је дана 13. 02. 2023. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

III Радови из научних часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:

Рад у међународном часопису категорије M23

1. Radovanovic M, Pantovic R, Petrovic D, Stajic M. Determination of the excavation block bottom structure parameters using finite element numerical method stability analysis. Eurasian Mining. 2025;(2):47–53. [ISSN: 2072-0823; IF5(2024)=0.6; Mining & Mineral Processing 30/31] **(M23)**
DOI: 10.17580/em.2025.05.08

IV Одлуку доставити надлежном Већу научних области Универзитета у Београду, ради давања сагласности. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности именованог Већа Универзитета.

Доставити:

- именованом
- Већу научних области Универзитета у Београду
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-11-106
Бор, 18. 06. 2026. године

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и чл. 45. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 18. 06. 2026. године, донело је

ОДЛУКУ

I Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације кандидата **Младена Радовановића**, студента докторских академских студија студијског програма Рударско инжењерство, под називом: „**Прилог дефинисању геометријских параметара дна откопних блокова при примени блоковских метода откопавања**“ у следећем саставу:

1. др Дејан Петровић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору;
2. др Драган Златановић, доцент, Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору;
3. др Бранко Глушчевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет.

II Одлуку доставити надлежном Већу научних области Универзитета у Београду, ради давања сагласности. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности именованог Већа Универзитета.

Доставити:

- именованом
- Већу научних области Универзитета у Београду
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат Комисије о оцени докторске дисертације кандидата Младена Б. Радовановића, мастер инжењера рударства

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, бр. од 30.04.2026. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Младена Б. Радовановића, мастер инжењера рударства, под називом: „**Прилог дефинисању геометријских параметара дна откопних блокова при примени блоковских метода откопавања**“.

Након прегледа достављене докторске дисертације, пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија подноси следећи:

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Хронологија одобравања и израде дисертације одвијала се следећом динамиком:

- **Дана 12.12.2022. године**, кандидат Младен Б. Радовановић, мастер инжењер рударства, након положених испита и испуњених свих обавеза предвиђених планом и програмом докторских академских студија, поднео је пријаву теме докторске дисертације Катедри за површинску експлоатацију лежишта минералних сировина Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду под бројем **VI-1/15-261**. Катедра за површинску експлоатацију лежишта минералних сировина предложила је Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору Комисију за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације.

- **Дана 23.12.2022. године**, Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, прихватило је предлог Катедре и донело одлуку број: **VI/4-3-15** о именовању Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Младена Б. Радовановића, у саставу:

- др Дејан Петровић, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору;
- др Саша Стојадиновић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору;

- др Раде Токалић, редовни професор, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет.

• **Дана 27.01.2023. године**, Након разматрања Извештаја Комисије о научној заснованости теме докторске дисертације, Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, донело је одлуку број: **VI/4-4-12** о прихватању теме докторске дисертације под називом: „Прилог дефинисању геометријских параметара дна откопних блокова при примени блоковских метода откопавања“ и за ментора именовало др Радоја Пантовића, редовног професора Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду.

• **Дана 13.02.2023. године**, Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, одлуком број: **61206-443/2-23**, дало је сагласност на предложену тему докторске дисертације и одобрило рад на теми под менторством проф. др Радоја Пантовића.

• **Дана 29.04.2026. године**, По завршетку израде докторске дисертације, кандидат је Катедри за површинску експлоатацију лежишта минералних сировина Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду поднео захтев под бројем **VII/2-105/4** за формирање Комисије за оцену докторске дисертације.

• **Дана 30.04.2026. године**, Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору донело је одлуку број **VI/4-9-14** о именовању Комисије за оцену докторске дисертације, у саставу:

- др Дејан Петровић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору;
- др Драган Златановић, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору;
- др Бранко Глушчевић, редовни професор, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом „Прилог дефинисању геометријских параметара дна откопних блокова при примени блоковских метода откопавања“ припада области техничко-технолошких наука, односно ужој научној области рударско инжењерство.

Предмет истраживања докторске дисертације односи се на анализу и дефинисање геометријских параметара дна откопних блокова код блоковских метода откопавања, са посебним освртом на стабилност конструкције дна блока, геомеханичке услове радне средине и примену савремених метода нумеричког моделирања.

За ментора докторске дисертације именован је др Радоје Пантовић, редовни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, који је на основу свог научног и стручног рада, као и објављених радова из области рударства, компетентан за руковођење израдом ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Младен Радовановић је рођен 26.08.1984. у Књажевцу. Основну школу Тимочки партизани у Књажевцу завршио је 1999. године. Књажевачку гимназију уписује исте године и завршава 2003. године. Технички факултет у Бору, рударско инжењерство, смер

Експлоатација лежишта минералних сировина, уписује 2003. године и завршава 2012. године са просечном оценом 8,24. Дипломски рад са темом „Анализа постојећег стања, могућности и перспективе подземне експлоатације у Јами Бор“, одбранио је са оценом 10. Мастер академске студије на истом студијском програму уписује 2013. године и завршава 2016. године са просечном оценом 9,75. Мастер рад са темом „Развој површинског копа кварцног пешчара Део Доња Бела Река за период 2016-2021. године“, одбранио је са оценом 10. Докторске академске студије, уписао је школске 2016/2017 године на Техничком факултету у Бору, на студијском програму Рударско инжењерство. Положио је све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 9,89.

Септембра 2014. године заснива радни однос у погону „Белоречки пешчар“ који послује у оквиру компаније Југо-Каолин, која је део немачке Quarzwerke групе, на радном месту главни инжењер службе експлоатације и прераде на дробљењу, да би касније током 2016. године био унапређен у руководиоца службе експлоатације и прераде на дробљењу и на том месту остаје до јануара 2018. године.

Од јануара 2018. године започиње радни однос на Техничком факултету у Бору на месту универзитетског сарадника - асистента за ужу научну област Рударство и геологија – рударска група предмета, са пуним радним временом. Тренутно је ангажован на извођењу вежби из предмета Технологија подземне експлоатације, Методе откопавања, Пројектовање рудника, Израда јамских просторија, Вентилација рудника и Утицај рударства на животну средину, који по важећој акредитацији припадају основним академским студијама, као и на предметима Планирање јамске производње, Израда специјалних подземних објеката, Техно-економска оцена пројеката и Теоријске основе за израду мастер рада, који по важећој акредитацији припадају мастер академским студијама. Стручни испит положио је 24.11.2023. у Савезу инжењера и техничара Србије у Београду.

Активно је учествовао у раду факултета као члан Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета. Такође је био члан организационих одбора International Student Conference on Technical Science - ISC 2018, ISC 2019 и ISC 2023; International October Conference on Mining and Metallurgy – IOC 2018 и IOC 2021; председник организационог одбора International Student Conference on Technical Science - ISC 2021.

Аутор је или коаутор већег броја радова публикованих у међународним часописима, часописима националног значаја, као и саопштења са конференција међународног и националног значаја, а такође је учествовао и у изради неколико студија и пројеката.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Младена Б. Радовановића, мастер инжењера рударства, под називом „Прилог дефинисању геометријских параметара дна откопних блокова при примени блоковских метода откопавања“ написана је на 143 страна, садржи 95 слика, 51 табелу и 171 библиографску јединицу.

Дисертација је организована у осам основних поглавља:

1. Увод
2. Анализа фактора и изазова подземне експлоатације металичних минералних сировина на већим дубинама
3. Припрема дна откопних блокова
4. Геомеханички услови стабилности
5. Истраживачке методе
6. Нумеричко моделирање стабилности дна откопних блокова
7. Анализа резултата нумеричког моделирања конструкције дна откопних блокова
8. Закључак

Поред наведених поглавља, дисертација садржи сажетак на српском и енглеском језику, списак литературе, биографију кандидата, као и остале пратеће елементе дисертације (изјаве аутора на основу Упутства о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду).

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу докторске дисертације дат је увод у проблематику истраживања, при чему су јасно дефинисани и образложени предмет, циљ, као и полазна хипотеза истраживања. Такође је наглашено да савремене тенденције у рударству подразумевају експлоатацију све дубљих и сиромашнијих лежишта минералних сировина, што условљава потребу за применом високопродуктивних блоковских метода откопавања. Осим тога, у уводном делу је истакнуто да су досадашња истраживања углавном била усмерена на процесе истакања руде и оптимизацију искоришћења, док је проблем стабилности дна откопних блокова био недовољно истражен. Посебно је указано на значај дефинисања геометријских параметара дна откопних блокова са аспекта стабилности, безбедности рада и економичности експлоатације.

У другом поглављу анализирани су трендови и изазови подземне експлоатације металичних минералних сировина на већим дубинама, који су условљени исцрпљивањем плићих лежишта и опадањем квалитета руде. Извршена је детаљна систематизација и класификација блоковских метода откопавања, са посебним фокусом на методе са зарушавањем руде и пратећих стена као доминантним решењем за сиромашнија лежишта због њихове високе продуктивности и економске ефикасности. Поред главних карактеристика и ограничења ове групе метода, идентификовани су кључни геомеханички и економски изазови, уз нагласак да су правилан избор конструкције откопа и ефикасно управљање стенским масивом примарни фактори за обезбеђивање сигурног и одрживог рада у условима повећане дубине.

У трећем поглављу разматрана је припрема дна откопних блокова са аспекта конструкције и организације производног процеса. Анализиране су различите конструкције дна блока, начини подсецања и организација утовара руде. Превасходно је указано на чињеницу да конструкција дна откопног блока директно утиче на стабилност откопа, сигурност рада и ефикасност производног процеса.

У четвртном поглављу анализирани су геомеханички услови стабилности стенског масива. Посебна пажња посвећена је анализи примарног и секундарног напонског стања, деформабилности стенских маса и критеријумима лома. Посебан значај има анализа оштећене зоне стенског масива око рударских просторија, која настаје услед извођења

рударских радова и минирања. Кандидат указује да се геомеханичке карактеристике у оштећеној зони значајно разликују од карактеристика интактне стене, што има велики утицај на стабилност читавог система.

У петом поглављу приказане су истраживачке методе примењене у дисертацији. Кандидат је користио комбинацију аналитичких, емпиријских, експерименталних и нумеричких метода. У овом поглављу акценат је стављен на могућност примене нумеричког моделирања и геомеханичких класификација за дефинисање напонско-деформационог стања стенске масе. Детаљно је образложен избор методе коначних елемената као најпогодније методе за анализу сложених тродимензионалних напонско-деформационих стања у дну откопних блокова.

У шестом поглављу приказано је нумеричко моделирање стабилности дна откопних блокова. На основу *in-situ* мерења примарног напонског стања у рудном телу Борска Река и лабораторијских испитивања физичко-механичких карактеристика стенске масе, формиран је тродимензионални нумерички модел. Моделирање је извршено у програмском пакету *Midas GTS NX* применом методе коначних елемената и генерализованог *Hoek-Brown-овог* критеријума лома. У овом поглављу анализиран је избор локације за прикупљање улазних података, дефинисана је поремећена зона стенске масе, извршена је анализа резултата теренских мерења напонског стања, одређен је квалитет стенске масе применом геомеханичке методе класификације и извршено је формирање нумеричког модела. Посебан допринос овог дела истраживања огледа се у коришћењу измерених *in-situ* параметара као улазних података, чиме је значајно повећана поузданост модела и добијених резултата.

Седмо поглавље представља централни део докторске дисертације и односи се на анализу резултата нумеричког моделирања различитих варијанти конструкције дна откопних блокова. У овом делу извршена је анализа више модела конструкције дна блока, при чему су посматрани: фактор сигурности, вертикална померања, укупна померања, расподела напона, зоне пластичних деформација, утицај ширине откопног блока, утицај висине подсецања и утицај растојања и положаја између утоварних комора. Истраживања су спроведена за више варијанти ширине откопних блокова, што је омогућило анализу утицаја геометријских параметара на стабилност система. Нарочито значајан део истраживања односи се на дефинисање универзалног модела стабилности дна откопних блокова. Комбинацијом емпиријских формула, номограма и резултата нумеричког моделирања формиран је модел који омогућава оптимизацију геометријских параметара дна блока у различитим условима експлоатације.

Осмо поглавље, које је заправо закључно поглавље, представља ретроспективу спроведеног истраживања и систематизован приказ кључних резултата. У овом поглављу сумирани су теоријски и практични аспекти рада, истичући практичну вредност развијеног модела. Поред јасно дефинисаних закључака о утицају релевантних параметара на стабилност и безбедност система, у овом делу су сагледана ограничења и доприноси истраживања, чиме су дефинисане смернице за даљи научни развој.

Након претходно наведених осам поглавља дат је списак референтне литературе коришћене у току истраживања.

На крају дисертације дати су биографија кандидата, као и изјава о ауторству, изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата Младена Б. Радовановића, под називом „Прилог дефинисању геометријских параметара дна откопних блокова при примени блоковских метода откопавања”, представља савремено и оригинално научно истраживање из области подземне експлоатације лежишта минералних сировина, са посебним освртом на геомеханичку стабилност конструкције дна откопних блокова при примени блоковских метода откопавања.

Актуелност истраживања произилази из чињенице да се подземна експлоатација све више усмерава ка дубоким и сиромашнијим рудним лежиштима, где блоковске методе откопавања, због високе производности и економичности, постају доминантне. У таквим условима, питање стабилности дна откопних блокова и просторија припреме постаје један од кључних проблема безбедне и економичне експлоатације. Досадашња истраживања у овој области била су претежно усмерена на процесе истакања руде, док је проблематика геометријских параметара и стабилности конструкције дна откопних блокова била недовољно истражена. Управо у том сегменту огледа се научна оправданост и савременост предметне дисертације.

Оригиналност дисертације огледа се у интегралном приступу анализи стабилности дна откопних блокова, који обухвата комбинацију експерименталних, аналитичких и нумеричких метода истраживања. Посебан научни допринос представља чињеница да су у оквиру истраживања извршена *in-situ* мерења примарног напонског стања у рудном телу „Борска Река“, као и лабораторијска испитивања физичко-механичких карактеристика стенског масива у зонама ослабљеним утицајем рударских радова. На тај начин добијени су реални параметри радне средине који су коришћени као улазни подаци при креирању тродимензионалног нумеричког модела стабилности.

Посебну вредност дисертације представља примена тродимензионалног нумеричког моделовања у програмском пакету *Midas GTS NX*, применом методе коначних елемената и генерализованог *Hoek-Brown-овог* критеријума лома. Анализом различитих варијанти конструкције дна откопних блокова, кандидат је утврдио зависност између геометријских параметара конструкције дна блока, напонско-деформационог стања и фактора сигурности система. Добијени резултати омогућили су идентификацију критичних зона напона и померања, као и дефинисање оптималних односа између ширине подсецања, висине подсецања и растојања између утоварних просторија.

Научна оригиналност рада посебно се огледа у формирању универзалног модела за дефинисање геометријских параметара дна откопних блокова за различите конструкције и услове експлоатације. Комбинацијом емпиријских формула, нумеричких анализа и номограма, кандидат је развио модел који омогућава оптимизацију параметара стабилности дна блока и проверу стабилности система у реалним условима експлоатације. Предложени модел има значајну практичну примену, јер омогућава повећање безбедности рада, поузданије пројектовање и економичнију експлоатацију лежишта на великим дубинама.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У току процеса израде ове докторске дисертације коришћена је обимна, релевантна и савремена научна и стручна литература из области подземне експлоатације лежишта минералних сировина, геомеханике, стабилности рударских конструкција, нумеричког моделовања и блоковских метода откопавања. Коришћена литература обухвата научне радове објављене у међународним и домаћим часописима, монографије, уџбенике, техничке стандарде, докторске дисертације, као и релевантне пројектне и техничке документације из области рударства и геотехнике. У теоријском делу дисертације кандидат је извршио детаљну анализу досадашњих истраживања која се односе на блоковске методе откопавања, конструкцију дна откопних блокова, геомеханичке услове стабилности и примену нумеричких метода у анализи напонско-деформационих стања стенског масива. Посебна пажња посвећена је анализи радова који се односе на примену метода коначних елемената, критеријуме лома стенске масе, као и утицај геометријских параметара откопних конструкција на стабилност система. У дисертацији су коришћени резултати и методолошки приступи водећих светских истраживача из области геомеханике и подземне експлоатације, с посебним освртом на примену критеријума лома стенске масе, анализу примарног и секундарног напонског стања, као и нумеричког моделовања стабилности рударских просторија. Коришћена литература омогућила је кандидату да јасно дефинише предмет и циљеве истраживања, и изабере адекватне методе истраживања. У наставку овог извештаја наведени су најзначајнији радови коришћени и цитирани у дисертацији:

1. Milić V. Istraživanje osnovnih parametara novih metoda poluetažnog prinudnog zarušavanja za otkopavanje dubokih delova borskog ležišta [doktorska disertacija]. Bor: Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru; 1996.
2. Milić V, Radovanović M. Determination of the main parameters of semi-level induced caving method with lateral loading. *Journal of Mining Science*. 2021;57(1):76–85.
3. Radovanovic M, Pantovic R, Petrovic D, Stajic M. Determination of the excavation block bottom structure parameters using finite element numerical method stability analysis. *Eurasian Mining*. 2025;(2):47–53.
4. Wagner H. Deep mining: a rock engineering challenge. *Rock Mech Rock Eng*. 2019 May;52(5):1417–46.
5. Ranjith PG, Zhao J, Ju M, De Silva RVS, Rathnaweera TD, Bandara AKMS. Opportunities and challenges in deep mining: a brief review. *Engineering*. 2017 Aug;3(4):546–51.
6. Mirenkov VE. Deformation of rock mass in the vicinity of underground opening at great depth. *J Min Sci*. 2021 May;57(3):380–5.
7. Delentas A, Bernados A, Nomikos P. Analyzing stability conditions and ore dilution in open stope mining. *Minerals*. 2021 Dec;11(12):1404.
8. Zarate EU, Pourrahimian Y, Boisvert J. Optimizing block caving drawpoints over multiple geostatistical models. *Int J Min Reclam Environ*. 2019;33(7):469–89.
9. Zhiyuan X, Zhuoying T, Qingyan P, Junhu W. Ground pressure damage evolution mechanism of extraction level excavations induced by poor undercutting in block caving method. *Geotech Geol Eng*. 2019 Oct;37(5):4461–72.

10. Julin DE, Tobie R. Block caving. SME Mining Engineering Handbook. 2nd ed. Littleton (CO): SME; 1992. p. 1815–1836.
11. Bullock R, Hustrulid W. Planning the underground mine on the basis of mining method. Underground Mining Methods. Littleton (CO): SME; 2001. p. 29–49.
12. Castro RL, Gonzales F, Arancibia E. Development of a gravity flow numerical model for the evaluation of drawpoint spacing for block/panel caving. J South Afr Inst Min Metall. 2009;109(7):393–400.
13. Trueman R, Castro R, Halim A. Study of multiple draw-zone interaction in block caving mines by means of a large 3D physical model. Int J Rock Mech Min Sci. 2008;45(7):1044–1051.
14. Guo M, Tan Y, Chen D, Song W, Cao S. Optimization and stability of the bottom structure parameters of the deep sublevel stope with delayed backfilling. Minerals. 2022;12(6):709.
15. Campbell R, Banda H, Fajar J, Brannon C. Optimising for success at the Grasberg Block Cave. Caving 2018. Vancouver, Canada; 2018. p. 3–16.
16. Cuello D, Newcombe G. Key geotechnical knowledge and practical mine planning guidelines in deep, high-stress, hard rock conditions for block and panel cave mining. Caving 2018. Vancouver, Canada; 2018. p. 17–36.
17. Kaiser P, Kim B, Bewick R, Valley B. Rock mass strength at depth and implications for pillar design. Mining Technology. 2011;120(3):170–179.
18. Martin CD, Maybee WG. The strength of hard-rock pillars. Int J Rock Mech Min Sci. 2000;37(8):1239–1246.
19. Sankhaneel S, Walton G. Integration of three-dimensional continuum model and two-dimensional bonded block model for studying the damage process in a granite pillar at the Creighton Mine, Sudbury, Canada. J Rock Mech Geotech Eng. 2021 Apr;13(2):275–88.
20. Sankhaneel S, Walton G. Numerical analyses of pillar behavior with variation in yield criterion, dilatancy, rock heterogeneity and length to width ratio. J Rock Mech Geotech Eng. 2019 Feb;11(1):46–60.
21. Hoek E, Brown ET. The Hoek–Brown failure criterion and GSI – 2018 edition. J Rock Mech Geotech Eng. 2019;11(3):445–463.
22. Marinos P, Hoek E. GSI: a geologically friendly tool for rock mass strength estimation. GeoEng2000. Melbourne; 2000. p. 1422–1446.
23. Brady B, Brown E. Rock mechanics for underground mining. 3rd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 2004.
24. Jing L. A review of techniques, advances and outstanding issues in numerical modelling for rock mechanics and rock engineering. Int J Rock Mech Min Sci. 2003;40(3):283–353.
25. Nikolić M, Roje-Bonacci T, Ibrahimbegovic A. Overview of the numerical methods for the modelling of rock mechanics problems. Technical Gazette. 2016;23(2):627–637.

26. Sepehri, M., Finite Element Analysis Model for Determination of In-situ and Mining Induced Stresses as a Function of Two Different Mining Methods Used at Diavik Diamond Mine, Doctoral Thesis, University of Alberta, Canada, 2016.
27. Hudson J, Harrison J. Engineering rock mechanics: An introduction to the principles. Oxford: Elsevier Science Ltd; 1997.
28. Bieniawski ZT. Engineering rock mass classifications. New York: John Wiley & Sons; 1989.
29. Celada B, Tardáguila I, Varona P, Rodríguez A, Bieniawski ZT. Innovating tunnel design by an improved experience based RMR system. In: Proceedings of the World Tunnel Congress 2014: Tunnels for a Better Life; 2014 May 9-15; Foz do Iguaçu, Brazil. p. 1–9.
30. Mateus S, Afonso MJ, Fernandes I, Chaminé HI. RMR14 versus RMR89: a methodological approach for rock mass excavations (N Portugal). In: Advances in Geoengineering, Geotechnologies, and Geoenvironment for Earth Systems and Sustainable Georesources Management. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023. p. 187–92.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У изради докторске дисертације кандидат је применио савремене и научно утемељене методе истраживања, које су у потпуности прилагођене предмету, циљевима и постављеној хипотези рада. Истраживања су реализована применом експерименталних, аналитичких и нумеричких метода, чиме је обезбеђен свеобухватан приступ анализи стабилности дна откопних блокова при примени блоковских метода откопавања.

Полазну основу истраживања чинила је анализа постојеће домаће и иностране научне и стручне литературе из области подземне експлоатације, геомеханике, напонско-деформационих анализа и нумеричког моделовања стенских масива. На основу критичког сагледавања доступних литературних података дефинисани су кључни параметри истраживања и формиран методолошки приступ рада.

У оквиру експерименталног дела истраживања извршена су *in-situ* мерења примарног напонског стања у рудном телу „Борска Река“, као и лабораторијска испитивања физичко-механичких карактеристика стенског масива. Испитивани су параметри као што су једноосна чврстоћа на притисак, једноосна затезна чврстоћа, кохезија, угао унутрашњег трења, модул еластичности, Поасонов коефицијент и брзина простирања лонгитудиналних таласа, чиме су добијени релевантни улазни параметри за даље анализе и моделирање.

За анализу стабилности конструкције дна откопних блокова примењена је метода коначних елемената кроз тродимензионално нумеричко моделовање у програмском пакету *Midas GTS NX*. При моделирању су коришћени савремени геомеханички приступи и генерализовани *Hoek–Brown-ov* критеријум лома, који представља један од најшире прихваћених критеријума за анализу понашања стенских маса у рударској пракси.

Нумеричке анализе обухватиле су више варијанти конструкције дна откопних блокова, при чему су анализирани фактор сигурности, вертикална и укупна померања, расподела напона и зоне пластичности у стенском масиву. Посебна пажња посвећена је анализи утицаја

геометријских параметара, као што су ширина и висина подсецања, као и растојање између утоварних просторија, на стабилност система. На основу резултата више серија симулација омогућена је идентификација критичних зона и дефинисање оптималних геометријских параметара конструкције дна блока.

У дисертацији су додатно коришћене аналитичке и емпиријске методе, као и номограми за проверу и оптимизацију добијених резултата, чиме је омогућена верификација нумеричких анализа и формирање универзалног модела за дефинисање параметара дна откопних блокова у различитим условима експлоатације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати истраживања приказани у докторској дисертацији имају значајну научну и практичну применљивост у области подземне експлоатације лежишта минералних сировина, превасходно при пројектовању и експлоатацији рудника који примењују блоковске методе откопавања у сложеним геомеханичким условима и на великим дубинама.

На основу спроведених истраживања и нумеричких анализа кандидат је дефинисао зависност између геометријских параметара конструкције дна откопних блокова и стабилности система, што омогућава оптимизацију основних параметара конструкције дна блока, као што су ширина и висина подсецања, распоред и међусобно растојање утоварних просторија, као и величина сигурносних стубова између утоварних просторија. Добијени резултати омогућавају поузданије пројектовање и рационалније димензионисање откопних конструкција у реалним условима експлоатације.

Посебна вредност дисертације огледа се у развоју универзалног модела за дефинисање геометријских параметара дна откопних блокова за различите конструкције и услове експлоатације. Комбинацијом експерименталних података, аналитичких поступака, емпиријских зависности и резултата нумеричких симулација, кандидат је формирао модел који може имати широку примену при пројектовању будућих рударских система са блоковским откопавањем.

Применом предложеног модела могуће је благовремено идентификовати критичне зоне напона и деформација у стенском масиву, смањити ризик од појаве нестабилности, оштећења откопних просторија и губитка носивости конструкције дна блока. На тај начин остварују се значајни ефекти у погледу повећања безбедности рада, очувања стабилности рударских просторија и смањења трошкова санације и одржавања.

Практична применљивост резултата нарочито долази до изражаја при експлоатацији дубоких делова рудних лежишта, где су утицаји повишених напона и сложених геомеханичких услова израженији. Резултати истраживања могу се непосредно применити у пројектовању и оптимизацији откопних система у лежишту „Борска Река“, али и у другим рудницима са сличним геолошким и геомеханичким условима.

Поред практичне примене у рударској индустрији, резултати дисертације имају и шири научни значај, јер представљају добру основу за даља истраживања у области геомеханике, стабилности подземних просторија и примене нумеричких метода у рударству. Развијени методолошки приступ може се користити и при анализи других типова подземних рударских конструкција и система откопавања.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде дисертације показао способност да самостално дефинише предмет и циљеве истраживања, постави научну хипотезу, изврши избор и примену адекватних научних метода, као и да критички анализира и систематизује резултате истраживања. Надасве се истиче његова вештина да успешно интегрише теоријска знања, теренска мерења, лабораторијска испитивања и савремене методе нумеричког моделовања у јединствен методолошки приступ.

Самосталност кандидата у научно-истраживачком раду потврђена је и кроз реализацију експерименталног дела истраживања, анализу добијених параметара, формирање тродимензионалног нумеричког модела, као и кроз доношење закључака и формирање предлога за оптимизацију геометријских параметара дна откопних блокова. Кандидат је показао способност критичког разматрања резултата и њиховог повезивања са практичним проблемима експлоатације у сложеним геомеханичким условима.

На основу анализе докторске дисертације, остварених резултата истраживања, начина обраде и интерпретације добијених резултата, као и објављених научних радова кандидата, Комисија констатује да је кандидат Младен Б. Радовановић показао висок степен способности за самосталан научно-истраживачки рад у области рударског инжењерства.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Докторска дисертација „Прилог дефинисању геометријских параметара дна откопних блокова при примени блоковских метода откопавања“ представља оригиналан научни допринос у области подземне експлоатације лежишта минералних сировина.

Основни научни допринос дисертације огледа се у развоју методолошког приступа за дефинисање оптималних геометријских параметара конструкције дна откопних блокова у зависности од геомеханичких услова радне средине и стабилности система. Кандидат је утврдио зависност између ширине и висине подсецања, међусобног растојања утоварних просторија, напонско-деформационог стања и фактора сигурности конструкције дна блока.

Научни допринос рада представља и формирање тродимензионалног нумеричког модела стабилности конструкције дна откопних блокова. У модел су укључени параметри радне средине добијени на основу *in-situ* мерења примарног напонског стања и лабораторијских испитивања физичко-механичких карактеристика стенског масива, чиме је обезбеђен висок степен поузданости анализа и добијених резултата.

Научни допринос дисертације огледа се и у развоју универзалног модела за дефинисање параметара дна откопних блокова за различите конструкције и услове експлоатације. Комбинацијом емпиријских формула, аналитичких зависности, номограма и резултата нумеричког моделовања, кандидат је формирао модел који омогућава оптимизацију параметара конструкције дна блока и проверу стабилности система у реалним условима експлоатације.

Остварени резултати имају значајан научни и практични значај, јер представљају основу за унапређење пројектовања и оптимизације блоковских метода откопавања, повећање

стабилности и безбедности рада, као и смањење техничких и економских ризика при експлоатацији дубоких лежишта минералних сировина.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Резултати истраживања приказани у докторској дисертацији представљају значајан допринос анализи стабилности дна откопних блокова при примени блоковских метода откопавања, посебно у условима подземне експлоатације на већим дубинама и сложеним геомеханичким условима.

Кандидат је кроз експериментална истраживања, лабораторијска испитивања и нумеричке анализе успешно показао постојање директне зависности између геометријских параметара конструкције дна откопног блока и стабилности система.

Од изузетног је значаја што су у модел укључени параметри радне средине добијени на основу *in-situ* мерења примарног напонског стања и лабораторијских испитивања физичко-механичких карактеристика стенског масива. На тај начин је обезбеђена већа поузданост улазних параметара и прецизније представљање геомеханичких услова у односу на класичне приступе засноване искључиво на литературним и емпиријским вредностима.

Критичком анализом резултата може се закључити да предложени модел има висок степен применљивости и омогућава оптимизацију параметара конструкције дна блока у циљу повећања стабилности и безбедности рада. Истовремено, кандидат правилно указује да понашање стенског масива зависи од великог броја геолошких, геотехничких и технолошких параметара, због чега се добијени резултати морају посматрати у контексту конкретних услова лежишта и експлоатације.

Комисија сматра да кандидат критички и објективно анализира добијене резултате, правилно тумачи њихов значај и ограничења, као и да успешно повезује теоријске поставке, резултате нумеричких анализа и практичне аспекте подземне експлоатације. Дисертација представља добро методолошки постављено и научно утемељено истраживање, чији резултати могу представљати основу за даља научна истраживања и практичну примену у области пројектовања и оптимизације блоковских метода откопавања

4.3. Верификација научних доприноса

Верификација докторске дисертације је у складу са позитивним законским одредбама у Републици Србији и критеријумима Универзитета у Београду, међу којима се предвиђа и објављивање најмање једог рада из дисертације у часописима са импакт фактором (IF) где би Кандидат требало да буде први аутор.

Кандидат Младен Б. Радовановић, мастер инжењер рударства, је до тренутка предавања дисертације за јавну одбрану објавио један рад као први аутор у међународном часопису са IF и то:

Рад у међународном часопису категорије M23

1. Radovanovic M, Pantovic R, Petrovic D, Stajic M. Determination of the excavation block bottom structure parameters using finite element numerical method stability analysis. Eurasian Mining. 2025;(2):47–53. [ISSN: 2072-0823; IF5(2024)=0.6; Mining & Mineral Processing 30/31] **(M23)** DOI: 10.17580/em.2025.05.08

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата **Младена Б. Радовановића**, мастер инжењера рударства, под називом: „Прилог дефинисању геометријских параметара дна откопних блокова при примени блоковских метода откопавања“, представља савремен, оригиналан и значајан научни допринос у области рударског инжењерства, као и у областима геомеханике, стабилности подземних просторија и примене нумеричких метода у рударству.

Комисија за оцену урађене докторске дисертације закључује да је докторска дисертација написана према стандардима научно–истраживачког рада, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, као и Статутом и Правилником о докторским студијама Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду и критеријумима Универзитета у Београду. У дисертацији су предмет и циљеви истраживања јасно дефинисани и успешно реализовани, а добијени резултати имају значајну научну и практичну примену у области пројектовања и оптимизације подземне експлоатације лежишта минералних сировина.

На основу наведеног, Комисија за оцену урађене докторске дисертације закључује да кандидат **Младен Б. Радовановић**, мастер инжењер рударства, испуњава све законске и остале услове за одбрану докторске дисертације. У том смислу, Комисија предлаже Наставно–научном већу Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду да се Реферат и докторска дисертација прихвате и упуте на усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да се након тога кандидат позове на јавну, усмену одбрану докторске дисертације.

У Бору, мај 2026. године

КОМИСИЈА:

Др Дејан Петровић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Др Драган Златановић, доцент
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Др Бранко Глушчевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/1-8/39
Бор, 30.09.2025. године

На основу чл. 107. Закона о високом образовању, чл. 100. Статута Универзитета у Београду и чл. 73. Статута Техничког факултета, декан доноси

РЕШЕЊЕ

о мировању права и обавеза студента

I. РАДОВАНОВИЋ МЛАДЕНУ, дипл. инж. рударства за експлоатацију лежишта минералних сировина, бр. индекса 27/2016, студенту на докторским академским студијама на Техничком факултету у Бору, одобрава се мировање права и обавеза у школској 2024/25. години, због недостатка материјалних средстава (чл. 80. став 2. Статута Техничког факултета у Бору).

Образложење

Именовани је дана 18.08.2025. године, број: VI/1-8/27, поднео захтев за мировање права и обавеза у школској 2024/25. години на Техничком факултету у Бору.

Разматрајући поднети захтев, и на основу записника Наставне комисије III степена, број: VI/1-8/35 од 29.09.2025. године, одлучено је као у изреци.



Проф. др Дејан Таникић

Универзитет у Београду
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ
Број: VI/1-812/3
Бор, 25.11.2025.

На основу члана 109. Закона о високом образовању и члана 101. Статута
Универзитета у Београду, доносим

РЕШЕЊЕ

Радовановић Младену, бр. индекса 27/2016, студенту на докторским академским студијама, студијски програм: **Рударско инжењерство**, продужује се рок за завршетак студија до истека рока у троструком броју школских година потребних за реализацију студијског програма, односно до краја школске 2025/26. године.

Доставити:

- именованој
- студентској служби



ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић