

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 одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и о именовању комисије за одбрану**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације:

КАНДИДАТ Стефан (Велисав) Милановић, маг. инж. рударства

(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму Рударско инжењерство

пријавио је докторску дисертацију под називом:

„Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитетпотреса од минирања“из научне области: Рударско инжењерство

Универзитет је дана 23.12.2019. год. својим актом под бр. 61206-5046/2-19 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитетпотреса од минирања“Име и презиме ментора др Лазар Кричак, ред проф.

Комисија за оцену докторске дисертације именована је на седници одржаној 21.03.2024. год. одлуком факултета под бр. 1/88, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1. <u>др Миланка Неговановић, ванр. проф.</u>		Површинска експлоатација лежишта минералних сировина	Рударско-геолошки факултет у Београду
2. <u>др Раде Токалић, ред. проф.</u>		Рударски радови, израда поземних просторија и рударски материјали	Рударско-геолошки факултет у Београду
3. <u>др Дејан Богдановић, ред. проф.</u>		Инжењерски менаџмент	Технички факултет у Бору
4. _____			
5. _____			

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

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности: 29.03.2024. год.

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној дана: 24.05..2024. год.

Комисија за одбрану докторске дисертације именована је на седници одржаној 24.05.2024. год.

одлуком факултета под бр. 1/192 , у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1. др Миланка Неговановић, ванр. проф.		Површинска експлоатација лежишта минералних сировина	Рударско-геолошки факултет у Београду
2. др Раде Токалић, ред. проф.		Рударски радови, израда поземних просторија и рударски материјали	Рударско-геолошки факултет у Београду
3. др Дејан Богдановић, ред. проф.		Инжењерски менаџмент	Технички факултет у Бору
4.			
5.			

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

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Биљана Аболмасов

- Прилози:
- 1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације
 - 2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
 - 3. 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

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 **Стефану Милановићу, маг. инж. рударства**, тема под насловом *"Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања"*, 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 19.10.2023. године, донело је

О Д Л У К У

Одобрава се продужење рока за завршетак докторских студија на лични захтев **Стефану Милановићу, маг. инж. рударства**, тема под насловом *"Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања"*, 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 114. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 39. и 40. Правилника о докторским студијама на Рударско-геолошком факултету, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 24.05.2024. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену докторске дисертације **Стефана Милановића, маг. инж. рударства**, под насловом *„Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања“*, уз образложење да је завршена докторска дисертација у складу са одобреном темом, као и да наводи садржани у извештају потврђују да су се стекли услови за одбрану докторске дисертације.
2. Универзитет у Београду је дана 23.12.2019. 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:
 - S. Milanović, L. Kričak, M. Negovanović, N. Simić, J. Marković and N. Đokić. Analysis of the Influence of Burden Deviation from the Designed One on the Intensity of the Blast Vibration. Applied Science, 2023, ISSN 2076-3417, IF 2,70, Vol. 13, Issue 23, DOI: 10.3390/app132312837 (M22)
4. Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације именованог у саставу: др Миланка Неговановић, ванр. проф.; др Раде Токалић, ред. проф.; др Дејан Богдановић, ред. проф. Универзитета у Београду – Технички факултет у Бору.
5. Комисија за одбрану бира председника из реда својих чланова.
6. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности од Већа научних области техничких наука.
7. О термину одбране благовремено се обавештава стручна служба ради обављања претходних активности.

Д Е К А Н

др Биљана Аболмасов, ред. проф.

Достављено:

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

ПОДАЦИ О ЧЛАНУ КОМИСИЈЕ:

Име и презиме: проф. др Миланка Неговановић

Звање: ванредни професор

Списак радова који квалификују за учешће у Комисији за оцену докторске дисертације:

1. Gligoric Z., Strbac Savic S., Grujic A., **Negovanovic M.**, Music O. (2018): Short-Term Electricity Price Forecasting Model Using Interval-Valued Autoregressive Process. Energies, Vol. 11, Issue 7, MDPI, Basel, Switzerland, ISSN 1996-1073 (IF 2.990), DOI: 10.3390/en11071911, (M22).
2. Polomcic D., Gligoric Z., Bajic D., Gligoric M., **Negovanovic M.** (2019): Multi-Criteria Fuzzy-Stochastic Diffusion Model of Groundwater Control System Selection. Symmetry, Vol. 11, Issue 5, MDPI, Basel, Switzerland, ISSN 2073-8994, (IF 2.645), DOI: 10.3390/sym11050705, (M22).
3. Petrovic D., Kricak L., **Negovanovic M.**, Milanovic S., Markovic J., Simic N., Stamenic Lj. (2019): Valorization of non-balanced coal reserves in Serbia for underground coal gasification. Thermal Science, Vol. 23, Issue 6B, Vinca Institute of Nuclear Sciences, Vinca, Beograd, ISSN 0354-9836, UDC 621, (IF 1.574), pp 4067-4081, DOI: 10.2298/TSCI190725390P, (M22).
4. Gligorić M., Gligorić Z., Lutovac S., **Negovanović M.**, Langović Z.(2022): Novel Hybrid MPSI-MARA Decision-Making Model for Support System Selection in an Underground Mine. Systems, Vol. 10, Issue 6, MDPI, Basel, Switzerland , ISSN 2079-8954, (IF 2.50), DOI: 10.3390/systems10060248, (M22).
5. Milanovic S., Kricak L., **Negovanovic M.**, Simic N., Markovic J., Djokic N.(2023): Analysis of the Influence of Burden Deviation from the Designed One on the Intensity of the Blast Vibration. Applied Sciences, Vol. 13, Issue 23, MDPI, Basel, Switzerland, ISSN 2076-3417, (IF 2.70), DOI: 10.3390/app132312837, (M22).

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Биљана Аболмасов

ПОДАЦИ О ЧЛАНУ КОМИСИЈЕ:

Име и презиме: проф. др Дејан Богдановић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују за учешће у Комисији за оцену докторске дисертације:

1. **Bogdanović Dejan**, Stanković Vladimir, Urošević Snežana, Stojanović Miloš, (2016). Multicriteria ranking of workplaces regarding working conditions in a mining company, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 22(4). P. 479-486, ISSN: 1080-3548 / eISSN: 2376-9130, DOI: <https://doi.org/10.1080/10803548.2016.1165506>, (SCI – IF = 0,469 (2016)).
2. Stojanovic, G., **Bogdanovic, D.**, Nikolic, DJ., Janjic, N. (2016). APPLICATION OF MULTI-CRITERIA DECISION MAKING OF SUPPLIER RANKING IN PRODUCTION SYSTEMS, Journal of the Balkan Tribological Association, 22(4-II), 4182-4197, ISSN 1410–4772, (SCI – IF = 0,737 (2015)).
3. Ljubisa Obradovic, Ruzica Lekovski, Miomir Mikic, **D. Bogdanović**, (2017), Restoration of degraded area by flotation tailings made by flood wave of Bor River, Environmental Engineering and Management Journal, Vol. 16, No. 10, (2017) str 2247-2254, (SCI – IF = 1,334 (2017)).
4. Stojčetočić Bojan, Nikolić Đorđe, Živan Živković, **Bogdanović Dejan**, (2018). SWOT-AHP method application to determine current energy situation and define strategies for energy security improvement, Thermal science, ISSN 1941-7012, (SCI – IF = 1,433 (2017)).
5. Farshad Saki, Hesam Dehghani, Behshad Jodeiri Shokri, **Dejan Bogdanovic**, (2020) Determination of the most appropriate tools of multi-criteria decision analysis for underground mining method selection—a case study, Arabian Journal of Geosciences 13, 1271, ISSN 1866-7511, <https://doi.org/10.1007/s12517-020-06233-6>, (SCI – IF = 1,327 (2019)).

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Биљана Аболмасов

ПОДАЦИ О ЧЛАНУ КОМИСИЈЕ:

Име и презиме: проф др. Раде Токалић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују за учешће у Комисији за оцену докторске дисертације:

1. Crnogorac L, Lutovac S, **Tokalić R**, Gligorić M, Gligorić Z. Steel Arch Support Deformations Forecast Model Based on Grey–Stochastic Simulation and Autoregressive Process. Applied Sciences. 2023; 13(7):4559, (IF 2.70). <https://doi.org/10.3390/app13074559>, M22;
2. Crnogorac L, **Tokalić R**, Gligorić Z, Milutinović A, Lutovac S, Ganić A. Gate Road Support Deformation Forecasting Based on Multivariate Singular Spectrum Analysis and Fuzzy Time Series. Energies. 2021; 14(12):3710, (IF 3.252). <https://doi.org/10.3390/en14123710>, M22
3. Lutovac S, Gluščević B, **Tokalić R**, Majstorović J, Beljić Č. Models of Determining the Parameters of Rock Mass Oscillation Equation with Experimental and Mass Blastings. Minerals. 2018; 8(2):70, (IF 2.250) <https://doi.org/10.3390/min8020070>, M22
4. Lutovac S, Medenica D, Gluščević B, **Tokalić R**, Beljić Č. Some Models for Determination of Parameters of the Soil Oscillation Law during Blasting Operations. Energies. 2016; 9(8):617, (IF 2.6) <https://doi.org/10.3390/en9080617>, M21
5. Milutinovic, A., Ganic, A., Diya, T. R., **Tokalic, R.**, & Ganic, M. (2015). Mine surveying works for the purpose of excavating the remaining reserves of bauxite in the deposit of "Podbracan". Rem: Revista Escola de Minas, 68, 323-330, (IF 0.4), <https://doi.org/10.1590/0370-44672014680100>, M23

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Биљана Аболмасов

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, број 1/88 од 22.03.2024. године донетој на седници одржаној 21.03.2024. године, именована је Комисија за оцену докторске дисертације Стефана В. Милановића, мастер инжењера рударства под насловом:

„Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања“

Комисија у саставу:

др Миланка Неговановић, ванредни професор,
Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет

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

др Дејан Богдановић, редовни професор,
Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору

након прегледа докторске дисертације и приложеног материјала, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Стефан В. Милановић, мастер инжењер рударства, пријавио је тему докторске дисертације „Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања“ на Универзитету у Београду - Рударско-геолошком факултету 15.10.2019. године (пријава бр. 1/316).

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета бр. 1/330 од 28.10.2019. године именована је Комисија у саставу проф. др Лазар Кричак дипл. инж. рударства, редовни професор на Универзитету у Београду - Рударско-геолошком факултету, проф. др Миланка Неговановић дипл. инж. рударства, ванредни професор на Универзитету у Београду - Рударско-геолошком факултету проф. др Радоје Пантовић дипл. инж. рударства, редовни професор на Универзитету у Београду - Техничком факултету у Бору, за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом „Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања“.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета је прихватило извештај Комисије за оцену научне заснованости теме и донело одлуку бр. 1/368 од 02.12.2019. године, којом се прихвата тема докторске дисертације под насловом „Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања“, кандидата Стефана В. Милановић, а за ментора се именује проф. др Лазар Кричак, редовни професор.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници одржаној 23.12.2019. године, донело је одлуку бр. 61206-5046/2-19 којом се даје сагласност на предложену тему докторске дисертације и именује ментора проф. др Лазара Кричака.

Кандидат Стефан В. Милановић, мастер инжењер рударства поднео је молбу 07.03.2024. године за именовање Комисије за оцену докторске дисертације под насловом „Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања“. Катедра за површинску експлоатацију лежишта минералних сировина упутила је 07.03.2024. године допис Наставно-научном већу под бројем 1/58 са предлогом Комисије за оцену докторске дисертације у саставу:

- др Миланка Неговановић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет,
- др Раде Токалић, редовни професор, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет,
- др Дејан Богдановић, редовни професор, Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору.

На основу наведеног дописа Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета на седници одржаној 21.03.2024. године доноси одлуку бр. 1/88 од 22.03.2024. године којом усваја предлог Комисије за оцену докторске дисертације, чиме су услови за писање Извештаја о урађеној докторској дисертацији испуњени.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом „Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања“ припада области техничких наука, научној области „Рударско инжењерство“ односно ужој научној области „Површинска експлоатација лежишта минералних сировина“ за коју је матичан Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет.

Именовани ментор за ову докторску дисертацију је проф. др Лазар Кричак, редовни професор Рударско-геолошког факултета. Ментор је аутор и коаутор више научних радова објављених у међународним и домаћим часописима и саопштења штампаних у целини са међународних конференција, везаних за бушење и минирање на површинским коповима, као и сеизмичких утицаја услед минирања. Значајним искуством у раду са привредом и на терену може се сматрати компетентним за вођење кандидата у току израде докторске дисертације под наведеним насловом.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Стефан Милановић рођен је 23.08.1991. године у Београду. Основну и средњу школу завршио је у Лајковцу са одличним успехом. Основне студије студијски програм - Рударско инжењерство, модул - површинска експлоатација лежишта минералних сировина, уписао је 2010. године. Основне студије завршио је 2014. године и одбранио завршни рад са оценом 10 и просечном оценом свих положених испита 8,61. Мастер студије на Универзитету у Београду - Рударско-геолошком факултету у Београду, модул - површинска експлоатација лежишта минералних сировина, уписао је 2014. године. Године 2015. завршио је мастер студије и одбранио мастер рад са оценом 10 и просечном оценом свих положених испита 9,20.

Током основних и мастер студија одрадио је две стручне праксе (РБ „Колубара“ и Експлозивни РУДЕКС). У току мастер студија запослио се на Рударско-геолошком факултету у Београду (Катедри за површинску експлоатацију лежишта минералних сировина), као истраживач на пројекту технолошког развоја, Министарства просвете, науке и технолошког развоја „Вишенамениски аутономни систем за даљинско праћење параметара стања у рудницима и окружењу, ТР33003“. Као сарадник проф. др Лазара Кричка учествовао је већем броју мерења сеизмичких потреса услед минирања, као и изради елабората, пројеката и техничких решења. Аутор је и коаутор више научних радова са међународних или домаћих часописа и радова са међународних конференција.

Докторске студије на Рударско-геолошком факултету у Београду, студијски програм - Рударско инжењерство, уписао је 2016. године. Обучен је за рад на софтверима (где је учествовао у обукама за рад на софтверима Datamine, O-Pitblast i AgiSoft), управљање беспилотним летелицама (поседује лиценцу за управљање беспилотним летелицама, издату од стране Директората за цивилно ваздухопловство), као и познавање енглеског језика (поседује сертификате о завршеним курсевима). Користи AutoCAD, као и друге специјализоване софтвере из области рударства и софтвера за израду 3D модела терена. У новембру 2017. године, положио је стручни испит из области рударства.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Стефана В. Милановић, мастер инжењер рударства под називом „Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања“ написана је на 77 страна (од Увода до Литературе закључно са тим делом). Поред наведеног, дисертација садржи и 10 почетних страна (насловна страна, списак чланова комисије и ментора, сажетак на српском и енглеском језику, садржај, списак слика и табела), 10 страна прилога и 5 страна документације (биографија и изјаве о ауторству, истовестности штампане и електронске верзије дисертације и изјаву о коришћењу). Дисертација укупно садржи 102 стране А4 формата писане на српском језику, ћириличним писмом, а садржину дисертације чини:

- 9 табела у текстуалном делу,
- 55 слика у текстуалном делу и 7 слика у прилогу дисертације,
- 3 прилога датотеке са кодовима,
- 101 литературни извор који су коришћени у овој дисертацији.

Докторска дисертација је подељена на следећа основна поглавља:

1. Увод
2. Параметри бушења и минирања
3. Сеизмички ефекти услед минирања
4. Оптимизација параметара бушења и минирања применом модерних технологија
5. Методологија лабораторијских и теренских испитивања
6. Анализа утицаја одступања линије најмањег отпора методом раздвојених елемената (DEM)
7. Дискусија
8. Закључак

У оквиру основних поглавља постоји и више подпоглавља.

2.1. Кратак приказ појединачних поглавља

Дисертација је базирана према редоследу која омогућава увид у проблематику, анализу и обраду резултата предметног истраживања.

Прво поглавље представља увод, где је описан предмет, циљ истраживања, полазне хипотезе, као и научне методе које чине основу овог истраживања, са прегледом ранијих истраживања на ову тему.

Друго поглавље даје преглед основних параметара бушења и минирања који могу утицати на резултате приликом минирања. Посебно је дат осврт на линију најмањег отпора која представља један од најбитнијих параметра који може утицати на резултате минирања, где се и кроз ово истраживање врши анализа и моделирање њеног утицаја на потресе услед минирања.

Треће поглавље је теоријски део о сеизмици минирања чији се утицај посматра кроз ово истраживање. Дат је преглед врста таласа, параметара који утичу на јачину потреса услед минирања, начин мерења и методе за смањење интензитета потреса, као и стандарда за оцену њиховог дејства на стамбене објекте.

Четврто поглавље представља процес оптимизације параметра бушења и минирања применом модерних технологија, за израду 3D модела за детаљну анализу параметара преко специјализованих софтвера. Такође, дат је и кратак опис израде модела, који на основу прецизних улазних података омогућава добијање детаљних резултата за даљу анализу.

Пето поглавље је оригинални рад кандидата, где је кроз лабораторијска истраживања дата прегледна статистичка анализа утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса услед минирања на основу мерења на лабораторијском моделу. Резултати су верификовани теренским испитивањем, где је дат прегледан приказ резултата кроз ово поглавље.

Шесто поглавље даје преглед могућности нумеричких анализа применом методе раздвојених елемената која се последњих година веома користи у рударству. Ово поглавље је такође оригиналан рад аутора, где је извршено моделирање утицаја потреса услед одступања линије најмањег отпора од пројектоване, са приказом резултата и изгледа самог модела.

Седмо поглавље чини дискусија у којој је дат детаљан преглед свих истраживања кроз ову дисертацију са образложењима и анализама обављених мерења и резултата.

Осмо поглавље представља закључна разматрања о анализи и утицају потреса при минирању услед одступања линије најмањег отпора од пројектоване, са освртом на могућности даљих истраживања и примене постојећег модела.

Списак коришћене литературе приликом израде ове дисертације приказан је у наставку, а након тога су дати прилози који дају преглед резултата мерења потреса при истраживању, као и програмски код за креирање и калибрацију модела код нумеричке анализе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата Стефана В. Милановић, мастер инжењера рударства, под називом „Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања“ представља савремени приступ анализи и моделирању утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване, уз примену модерних софтверских решења и технологија.

Предмет истраживања везан је за проблематику сеизмичког дејства минирања на површинским коповима, интензитета потреса и његовог утицаја на околне објекте, као и утицаја одступања линије најмањег отпора на интензитет потреса. Кроз увод дат је преглед досадашњих истраживања на тему утицаја линије најмањег отпора на резултате минирања, као и потресе који настају услед минирања. Досадашњим истраживањима обухваћени су различити утицаји повећања или смањења линије најмањег отпора на резултате минирања и потресе услед минирања, али кроз ову дисертацију дат је модеран приступ праћењу одступања линије најмањег отпора од пројектоване дуж минске бушотине и њеном утицају на интензитет потреса услед минирања. Развојем технологије, применом модерних софтвера и њиховом применом, данас је омогућена детаљна анализа параметара бушења и минирања што раније није био случај. Кроз дисертацију је применом актуелних софтвера и технологија, анализирано одступање линије најмањег отпора и њен утицај на интензитет потреса, где раније овај проблем није детаљно истраживан, али су постојале неке врсте истраживања на тему повећања линије најмањег отпора и утицаја на потресе услед минирања. Анализом и лабораторијским испитивањем, као и верификацијом резултата са теренским испитивањем управо кроз дисертацију, дат је увид у ову проблематику и извршена анализа утицаја одступања са изградом модела који може послужити као процена тог утицаја на интензитет потреса услед минирања.

На основу свега наведеног може се закључити да је дисертацијом сагледна проблематика одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса приликом минирања, а уз примену адекватне методологије испитивања испуњава критеријум оригиналности и савремености.

Према „Правилнику о поступку провере оригиналности докторских дисертација“ које се бране на Универзитету у Београду и према Извештају програма iThenticate којим се врши провера оригиналности докторске дисертације, утврђено је подударање текста које износи 5%, за дисертацију кандидата Стефана В. Милановић. Степен подударности од 5% је последица библиографских података коришћене литературе, као и раније публикованих резултата истраживања из ове области, који су проистекли из његове дисертације, што је у складу са чланом 9. Правилника. Оригиналност текста докторске дисертације оцењена је као позитивна у Изјави ментора од 29.02.2024.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кроз израду докторске дисертације коришћен је већи број литературних извора, који се односи на проблематику потреса услед минирања и резултате минирања при утицају линије најмањег отпора, на који је обрађена посебна пажња. Поред ове проблематике посебна пажња је посвећена литератури која се односи на прављење модела терена и нумеричке анализе података, која је послужила за анализу и обраду података у оквиру докторске дисертације.

Кандидат Стефан В. Милановић се већ дуже време бави потресима који настају услед минирања и поседује теренско искуство мерења истих, према томе сматра се да је упознат са проблематиком при минирању и настајању потреса услед минирања, као и да је био у прилици да проучи утицај разних параметара бушења и минирања на потресе који настају приликом минирања на повшинским коповима.

3.3. Анализа, опис и адекватност примењених научних метода

Методологија која је примењена кроз докторску дисертацију адекватна је проблему који је анализиран, где је дата детаљна анализа утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса услед минирања. Користећи научну литературу представљене су методе и алати за анализу и моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектовање.

Линија најмањег отпора има велики утицај на ефекте минирања, али и на сеизмичко дејство које настаје услед минирања. Одступање линије најмањег отпора од пројектоване значајно утиче на резултате минирања. У инжењерској пракси, при производном минирању, често имамо случај да косина етаже која се минира има одређене неравнине на самој косини, нарочито у поду етаже, што значајно утиче на величину линије најмањег отпора. Кључна ствар овог истраживања је модел за процену утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване, како би се на време уочили проблеми који касније могу утицати на интензитет потреса насталих услед минирања и смањено интензитет потреса кориговањем линије најмањег отпора. При истраживању у току израде докторске дисертације, рађена су лабораторијска испитивања, као и верификација истих са теренским испитивањима, где је дат модел предвиђања потреса у зависности од одступања линије најмањег отпора од пројектоване. Анализом добијених података израђен је модел процене и смањења интензитета потреса од минирања кориговањем линије најмањег отпора, чиме би се постојећи проблем решавао новим приступом.

Анализа и обрада лабораторијских и теренских резултата представљена је статистички и графички, као и верификација лабораторијског модела са теренским, која је представљена нумерички. Поред ових испитивања урађен је и нумерички модел применом методе раздвојених елемената, као верификација утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса при минирању.

3.4. Применљивост и верификација остварених резултата

Резултати истраживања приказани кроз докторску дисертацију могу се применити у научном смислу у области истраживања и процене утицаја потреса услед минирања. Поред научног доприноса, такође дисертација даје смернице при практичној примени у процесу бушења минских бушотина, корекцији њиховог угла, како би се умањило утицај одступања линије најмањег отпора и постигли бољи резултати минирања.

Анализом и обрадом резултата лабораторијских и теренских испитивања извршена је верификација лабораторијског модела са теренским и урађена процена утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса. При обради и анализи резултата коришћене су савремене технологије и софтвери који омогућавају једноставнију визуелну анализу проблематике. Овај модел процене има практичну примену како би се негативан ефекат потреса услед минирања умањило. Што се тиче научне примене може послужити као основа за приступ даљим истраживањима ове проблематике и изради модела применом неких нових метода.

3.5. Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је својим досадашњим активностима кроз израду докторске дисертације показао упорност и стручност за научно-истраживачки рад, истрајност и квалитет у раду. Научно-истраживачки рад кандидата у потпуности је повезан са темом предложене докторске дисертације и кандидат је своје досадашње искуство са терена у потпуности искористио како би што боље истражио ову проблематику. Научни допринос и рад кандидата је верификован кроз научни рад са SCI листе објављен у часопису из категорије M22.

Увидом у резултате које је кандидат постигао у досадашњем научном и стручном ангажовању, може се закључити да кандидат Стефан В. Милановић, мастер инжењер рударства у потпуности успео да реализује планиране идеје своје докторске дисертације од самог почетка и да је способан за даљи самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Циљ докторске дисертације је да се прикаже утицај одступања линије најмањег отпора од пројектоване на потресе услед минирања који је значајан, јер од величине линије најмањег отпора зависи и јачина потреса насталих услед минирања. Проблем предвиђања интензитета потреса насталих услед минирања у зависности од линије најмањег отпора је сложен и ова истраживања су резултирала развојем модела предвиђања утицаја потреса услед одступања линије најмањег отпора, где би се услед корекције линије најмањег отпора могао смањити и интензитет потреса.

Методологија у овој дисертацији представља савремен приступ овој проблематици односно предвиђању потреса од минирања узимајући у обзир корекцију линије најмањег отпора. Комбинација различитих модела пружа поуздану анализу и резултате предвиђања интензитета потреса од минирања. Овим истраживањем доказано је да повећање одступања утиче на повећање потреса услед минирања, где је кроз већи број лабораторијских и теренских мерења, као и израде нумеричког модела то постигнуто.

Научни доприноси огледају се у:

- анализи достигнућа и критичком осврту на истраживања у области сеизмичких ефеката минирања и одступања линије најмањег отпора од пројектоване у смислу праћења утицаја на интензитет потреса,
- систематизацији сазнања у наведеној области,
- анализи резултата мерења на лабораторијском моделу и примени добијених података за улазне параметре при верификацији модела са теренским испитивањима,
- моделирању утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања, где се може предвидети тај утицај,
- изради нумеричког модела као верификације утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса при минирању кроз истраживање на лабораторијском моделу.

Поред научног доприноса, очекивани стручни доприноси огледају се у:

- практичном решавању проблема, који се јављају услед потреса од минирања на површинским коповима,
- кориговању линије најмањег отпора, како би се побољшали ефекти минирања и смањио интензитет потреса узрокованих минирањима,
- повећаном степену безбедности приликом минирања и заштити објеката, на основу анализе параметара минирања, пре свега линије најмањег отпора и њеног утицаја на интензитет потреса од минирања.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Основни проблем одступања линије најмањег отпора од пројектоване је што се при пројектовању параметара бушења и минирања, косина посматра као равна површина са уједначеном линијом најмањег отпора целом дужином етаже, што често у пракси није случај. Растојање од центра минског пуњења бушотине до слободне површине није исто дуж минског поља, што значајно утиче на величину линије најмањег отпора, а самим тим и интензитет потреса. У циљу корекције линије најмањег отпора, у свету је развијена опрема на самим бушилицима, како би се ови проблеми решили при самом процесу бушења. Квалитетније бушење минских бушотина доприноси квалитетнијем процесу пуњења минских бушотина, што утиче на добијање бољих резултата минирања и смањење нежељених ефеката минирања, као што су потреси услед минирања, разлетање комада одминираних материјала и сл. Међутим, проблеми у пракси и даље постоје.

Утицај одступања линије најмањег отпора на резултате минирања представља проблематику која је веома актуелна. Разматрањем постојеће литературе и досадашњих сазнања из ове комплексне области, наметнула се идеја да би се могла извршити надоградња постојећих модела у погледу генерализације и проширења применљивости за решавање карактеристичних проблема. Проблем одступања линије отпора није довољно раније истражен, али развојем савремених технологија, применом софтвера омогућено је детаљно анализирати косину етаже на којој се минирање врши. Софтвери су допринели бољој анализи параметара бушења, а самим тим и резултата минирања, где се њиховом применом и израдом модела терена може пратити нагиб минских бушотина и анализирати одступање линије најмањег отпора. Корекцијом угла бушења може се смањити одступање линије најмањег отпора од пројектоване, што може допринети бољим резултатима минирања и спречавању негативних ефеката у погледу потреса који могу настати при минирању.

Модел добијен овим истраживањем може послужити као основа за даљу надоградњу и израду нових модела за процену утицаја јачине потреса услед минирања у зависности од величине одступања линије најмањег отпора од пројектоване. Досадашња истраживања су углавном базирана на истраживању утицаја величине линије најмањег отпора на јачину потреса услед минирања, где треба напоменути да ова проблематика која је рађена кроз дисертацију до сада није приказана и нема постојећих модела за процену утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања.

Истраживањем кроз докторску дисертацију доказано је да утицај одступања постоји, односно да са већим одступањем линије најмањег отпора се повећава и интензитет потреса услед минирања. Поред повећаног интензитета потреса, могу се јавити и други негативни ефекти као што је лоша гранулација одминираних материјала и појава негабарита. На основу резултата испитивања урађен је модел предвиђања потреса приликом одступања линије најмањег отпора, који у пракси може доста допринети спречавању негативних ефеката који настају при минирању.

На основу увида у докторску дисертацију, полазне хипотезе и циљеве истраживања, као и прегледа литературе која је коришћена ради увида у стање истраживања из области докторске дисертације, комисија закључује да је кандидат Стефан В. Милановић у потпуности оправдао очекивања која су била замишљена приликом пријаве теме докторске дисертације. Резултати добијени истраживањем, као и решења су оригинална и применљива у пракси. Развијени модел, примењени софтвери и модерне технологије веома су значајна при изради ове дисертације и представљају основу за даља истраживања на ову тему.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат је свој научни допринос из области истраживања кроз докторску дисертацију верификовао објављивањем рада уско везаног за ово истраживање у међународном научном часопису на SCI листи категорије (M22), на коме је први аутор.

Научни рад у међународном часопису на SCI листи категорије M22:

- **S. Milanović**, L. Kričak, M. Negovanović, N. Simić, J. Marković and N. Đokić. Analysis of the Influence of Burden Deviation from the Designed One on the Intensity of the Blast Vibration. *Applied Science*, 2023, ISSN 2076-3417, IF 2,70, Vol. 13, Issue 23, DOI: 10.3390/app132312837.

Током израде дисертације и истраживања у оквиру исте кандидат је аутор или коатор више научних радова у међународним часописима, часописима националног значаја, зборницима скупова међународног и националног значаја и техничких решења. Кандидат је овим верификовао своје научне доприносе. У наставку су приказани радови.

Научни рад у међународном часопису на SCI листи категорије M22:

- D. Petrović, L. Kričak, M. Negovanović, **S. Milanović**, J. Marković, N. Simić and Lj. Stamenić. Valorization of non-balanced coal reserves in Serbia for underground coal gasification. *Thermal Science*, Vinca Institute of Nuclear Sciences, Vinca, Beograd, 2019, Vol. 23, Issue 6B, ISSN 0354-9836, UDC 621, IF 1,574, pp 4067-4081, DOI: 10.2298/TSCI190725390P.

Рад у врхунском часопису од националног значаја M51:

- M. Negovanović, L. Kričak, **S. Milanović**, N. Đokić and N. Simić. Ammonium nitrate explosion hazards. *Underground Mining Engineering*, Faculty of Mining and Geology, 2015, ISSN 0354-2904, UDC 62, No. 34, pp. 49-63, DOI:10.5937/podrad1527049N.
- **S. Milanović**, L. Kričak, M. Negovanović, N. Simić and J. Marković. Application of Softwares for Drilling and Blasting. *Underground Mining Engineering*, Faculty of Mining and Geology, 2019, ISSN 0354-2904, UDC 62, No. 34, pp. 77-89, DOI:10.5937/PodRad1934077M.

- **S. Milanović**, L. Kričak, M. Negovanović, N. Simić, J. Marković and N. Đokić. Rock Excavation Methods In Urban Area. *Underground Mining Engineering*, Faculty of Mining and Geology, 2023, ISSN 0354-2904, UDC 62, No. 42, pp. 47-64, DOI:10.5937/podrad2342047M.

Рад у истакнутом часопису од националног значаја M52:

- M. Gomilanović, **S. Milanović**, N. Stanić, A. Doderović and N. Simić. Implementation of the modern technologies in order to control the drilling and blasting works. *Copper*, Mining and Metallurgy Institute, Bor, Serbia, 2018, ISSN 0351-0212, UDC 669,3, No. 2, Vol. 43, pp. 31-42.

Саопштење са међународног скупа, штампано у целини M33:

- D. Petrović, L. Kričak, **S. Milanović**, J. Marković and N. Simić. *Status and Tendencies under Development and Application of UCG*. International Conference EEI 2018, Belgrade, Serbia, 2018, ISBN 978-86-7466-751-4, pp. 65-73.
- N. Đokić, L. Kričak, **S. Milanović**, M. Pavlović and S. Krstić. *The Impact of Limestone Fragmentation on Raw Mix Production in Cement Industry*. XIV International Mineral Processing and Recycling Conference, Belgrade, Serbia, 2021, ISBN 978-86-6305-113-3, pp. 66-71.
- M. Negovanović, L. Kričak, S. Ignjatović, **S. Milanović**, J. Marković, N. Simić, and R. Šarac. *Flyrock Induced by Blasting in Surface Mining*. 8th Balkan Mining Congress, Belgrade, Serbia, 2022, ISBN 978-86-8267-321-7, pp. 73-83.
- M. Negovanović, L. Kričak, **S. Milanović**, J. Marković, N. Simić, and S. Ignjatović. *Blasting Mats for the Protection of People, Structures and the environment in Proximity to the Blast Site*. 30th International Conference Ecological Truth and Environmental Research – Ecoter23, Stara Planina, Serbia, 2023, ISBN 978-86-6305-137-9, pp. 147-153.
- M. Negovanović, L. Kričak, **S. Milanović**, J. Marković, N. Simić, and S. Ignjatović. *Split Desktop Software for the Analysis of Fragment Size Disturbance of Blasted Rock Mass*. 9th International Conference Mining and Environmental Protection, Soko Banja, Serbia, 2023, ISBN 978-86-7352-389-7, pp. 98-104.

Техничко решење M82:

- L. Kričak, B. Abolmasov, V. Čebašek, M. Negovanović, M. Marjanović, M. Pejić, J. Marković, **S. Milanović**, N. Simić. *Sanacija i stabilizacija kosina na površinskom kopu Momin kamen u cilju izrade deonice autoputa E75, koridor 10*. Tehničko rešenje, 2017.

Техничко решење M85:

- L. Kričak, M. Negovanović, D. Arsenijević, **S. Milanović**, N. Simić, N. Đokić, M. Stanisavljević. *Primena bespilotnih letećih platformi za monitoring transportera sa trakom u površinskoj eksploataciji ležišta mineralnih sirovina*. Tehničko rešenje, Monitorski instrument M85, 2015.
- L. Kričak, M. Negovanović, S. Perendić, V. Mitrović, **S. Milanović**, N. Simić, N. Đokić, M. Stanisavljević. *Primena endoskopske kamere za procenu stanja u minskoj bušotini*. Tehničko rešenje, Monitorski instrument M85, 2015.
- L. Kričak, M. Negovanović, S. Mitrović, J. Marković, **S. Milanović**, N. Simić, N. Neeksplozivni generatori bušotinskog pritiska kao zamena eksplozivnih punjenja, Tehničko rešenje M85, 2018.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација **„Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања“** кандидата Стефана В. Милановића, мастер инжењера рударства, поседује оригиналан, савремен и научно утемељен приступ у моделирању, анализи и процени утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса услед минирања. Докторском дисертацијом доказане су полазне хипотезе, извршена статистичка анализа лабораторијских и теренских испитивања, верификација резултата и развијен модел за процену утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване, као и анализа резултата применом методе раздвојених елемената.

Прегледом докторске дисертације под називом **„Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања“** кандидата Стефана В. Милановића, мастер инжењера рударства, комисија за оцену докторске дисертације закључује да докторска дисертација испуњава све законске услове за јавну одбрану. Комисија закључује да је докторска дисертација урађена према свим стандардима о научно-истраживачком раду и да испуњава све услове прописане Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, Статутом Рударско-геолошког факултета и прописаним критеријумима на Универзитету у Београду. Комисија констатује да докторска дисертација има значајну научну вредност и практичну примену.

Комисија за оцену докторске дисертације предлаже наставно-научном већу Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета да се докторска дисертација под насловом **„Моделирање утицаја одступања линије најмањег отпора од пројектоване на интензитет потреса од минирања“** кандидата Стефана В. Милановића, прихвати и изложи на увид јавности и даље у складу са процедуром упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 29.03.2024.

Чланови Комисије:

др Миланка Неговановић, ванредни професор,
Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет

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

др Дејан Богдановић, редовни професор,
Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору