

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Јовице Радисављевића, дипломираног инжењера рударства.

Одлуком Наставно-научног већа бр. VI/4-18-10 од 28.03.2024. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата мр Јовице Радисављевића, под називом: **“ПРИЛОГ ВРЕДНОВАЊУ УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ СЕИЗМИЧКИХ ПОТРЕСА ИЗАЗВАНИХ МИНИРАЊЕМ ПРИМЕНОМ ВЕШТАЧКИХ НЕУРОНСКИХ МРЕЖА”**.

Након прегледа достављене докторске дисертације и других пратећих докумената, као и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи:

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Хронологија одобравања у изради докторске дисертације протекла је следећом динамиком:

- **Дана 23.05.2019. године**, кандидат мр Јовица Радисављевић, дипломирани инжењер рударства, поднео је пријаву предлога теме докторске дисертације, заведене под бројем: **VI-1/10-98**, Катедри за површинску ЕЛМС Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду. Даље, Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, предложена је Комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидата мр Јовице Радисављевића.
- **Дана 31.05.2019. године**, Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, донело је одлуку број: **VI/4-28-7.2**, о именовану Комисије за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидата мр Јовице Радисављевића, у саставу:
 - др Лазар Кричак, редовни професор, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет (председник Комисије);
 - др Саша Стојадиновић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору (члан) и
 - др Дејан Таникић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору (члан).

- **Дана 05.07.2019. године**, одлуком број: **VI/4-30-11.2**, Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, прихватило је Извештај Комисије о научној заснованости теме за израду докторске дисертације. При томе, за ментора је именован др Радоје Пантовић, редовни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду.
- Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на седници одржаној дана **26.08.2019. године**, донело је одлуку број: **61206-3021/2-19**, о давању сагласности на предлог теме за израду докторске дисертације кандидата мр Јовице Радисављевића, под називом: **“ПРИЛОГ ВРЕДНОВАЊУ УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ СЕИЗМИЧКИХ ПОТРЕСА ИЗАЗВАНИХ МИНИРАЊЕМ ПРИМЕНОМ ВЕШТАЧКИХ НЕУРОНСКИХ МРЕЖА“**.
- **Дана 28.03.2024. године**, Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду одлуком број **VI/4-18-10** именовало је Комисију за оцену урађене докторске дисертације кандидата мр Јовице радисављевића, у саставу:
 - др Саша Стојадиновић, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, председник Комисије;
 - др Дејан Таникић, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан и
 - др Лазар Кричак, редовни професор, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, члан.

1.2. Научна област дисертације

Предмет истраживања у оквиру докторске дисертације припада техничко-технолошкој научној области, односно ужој научној области рударско инжењерство.

За ментора је одређен др Радоје Пантовић, редовни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, који је на основу до сада објављених радова и на основу наставног и истраживачког искуства компетентан да руководи израдом ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Мр Јовица Радисављевић, дипл. инж. рударства рођен је 8. Јануара 1967. год у Доњој Белој Реци, Општина Бор, Србија. Основне студије рударства завршио је 1991. Године на Техничком факултету у Бору где је и магистрирао 2016. године одбраном магистарске тезе под насловом: **Техно-економски модел избора троконусних бушаћих круна на површинским коповима**.

Од 1992, године запослен је у РББ Бор, РТБ Бор Група и у току свог професионалног рада напредовао је кроз све позиције, од инжењера приправника на Површинском копу

Велики Кривељ, преко позиције техничког руководиоца на коповима Церово и Велики Кривељ, управника погона Велики Кривељ до позиција директора Рудника Бакра Бор и коначно позиције заменика генералног директора РТБ Бор за производњу. Након промене власничке структуре РТБ Бор у Serbia Zijin Copper d.o.o кандидат Јовица Радисављевић прелази на позицију директора производње на којој се и данас налази.

Од 2005. године је и сертифицирани менаџер за увођење ISO 9000 стандарда. Говори Енглески језик.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Јовице Радисављевића, под називом: **“ПРИЛОГ ВРЕДНОВАЊУ УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ СЕИЗМИЧКИХ ПОТРЕСА ИЗАЗВАНИХ МИНИРАЊЕМ ПРИМЕНОМ ВЕШТАЧКИХ НЕУРОНСКИХ МРЕЖА”** написана је на 123 стране и подељена је на 13 функционално повезаних поглавља, од уводних разматрања до литературе. Преостали део дисертације односи се на поглавља у оквиру којих су представљени прилози, списак публикација проистеклих из истраживања у оквиру ове докторске дисертације, биографија кандидата и остали пратећи елементи дисертације (Обрасци 5,6,7 из Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору).

Садржај дисертације:

- Поглавље 1. Увод
- Поглавље 2. Дробеће и сеизмичко дејство минирања на површинским коповима
- Поглавље 3. Емпиријски модели за прогнозу брзине осциловања тла при извођењу минирања
- Поглавље 4. Фактори који утичу на карактеристике сеизмичких потреса узрокованих минирањима
- Поглавље 5. Примена вештачких неуронских мрежа код решавања практичних проблема у рударству
- Поглавље 6. Опис локације и прикупљање података са терена
- Поглавље 7. Утврђивање утицаја појединачних фактора сеизмичких потреса на брзину осциловања тла применом статистичких метода
- Поглавље 8. Основе теорије вештачких неуронских мрежа (АНН)
- Поглавље 9. Обука и валидација АНН у циљу вредновања утицаја фактора интензитета сеизмичких потреса

Поглавље 10. Вредновање утицаја фактора сеизмичких потреса на брзину осциловања тла применом вештачких неуронских мрежа

Поглавље 11. Анализа и дискусија резултата истраживања

Поглавље 12. Закључак

Поглавље 13. Литература

Прилози:

Прилог 1.

Прилог 2.

Публикације које су произашле као резултат истраживања приказаних у дисертацији Биографија кандидата

Изјаве:

Изјава 1 – Изјава о ауторству

Изјава 2 – Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Изјава 3 – Изјава о коришћењу

Дисертација је илустрована са 59 слика и 24 табеле, а литературни преглед садржи податке о 34 литературна навода. Такође, по форми и садржају написана дисертација задовољава све стандарде за израду докторске дисертације Универзитета у Београду.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу (*Увод*) дата су уводна разматрања о теми истраживања. У овом поглављу дефинисани су предмет и циљ истраживања као и полазне поставке истраживања. У оквиру уводног дела указано је проблем вибрација тла као негативног ефекта минирања и на проблем угрожавања грађевинских објеката. Такође је указано и на потребу прогнозе интензитета вибрација тла изазваних минирањима али и на неједнаке утицаје појединих минерских фактора на интензитет сеизмичких таласа. Прво поглавље идентификује вештачке неуронске мреже као алат којим се могу моделирати и квантификовати изоловани утицаји појединачних минерских фактора у циљу изналажења адекватног начина контроле сеизмичких потреса.

У другом поглављу (*Дробеће и сеизмичко дејство минирања на површинским коповима*) дата су теоријска објашњења механизма дробљења стенске масе експлозивом, расподеле енергије експлозива и објашњен је механизам настанка сеизмичких таласа. Ово поглавље објашњава и начин простирања сеизмичких таласа кроз стенску средину као и диверсификацију таласног пакета на поједине типове сеизмичких таласа.

У трећем поглављу (*Емпиријски модели за прогнозу брзине осциловања тла при извођењу минирања*) су предочена досадашња искуства у прогнози интензитета вибрација тла насталих као последица минирања. Кроз опсежан преглед литературе, поглавље три даје својеврстан историјски преглед развоја емпиријског модела за процену интензитета сеизмичких таласа, то јест Закона осциловања тла.

У четвртом поглављу (*Фактори који утичу на карактеристике сеизмичких потреса узрокованих минирањима*) приказани су минерски параметри који могу имати утицаја на интензитет сеизмичких таласа и објашњен је начин на који сваки од ових параметара утиче на интензитет вибрација тла. На крају поглавља дата је иницијална, полазна, квантификација утицаја сваког од ових фактора кроз три нивоа утицаја, значајан, умерен и минималан.

У петом поглављу (*Примена вештачких неуронских мрежа код решавања практичних проблема у рударству*) анализирана је могућност примене вештачких неуронских мрежа у рударству. Кроз литературни преглед показана је могућност приме АНН у различитим сферама рударства. Анализа постојећих радова приказала је различите приступе коришћењу неуронских мрежа за решавање проблема сеизмичких ефеката минирања на површинским коповима са критичким освртом на позитивне и негативне аспекте предложених решења.

У шестом поглављу (*Опис локације и прикупљање података са терена*) приказан је опис површинског копа Велики Кривељ као и технологије експлоатације која се на њему примењује. Посебан акценат је стављен на опис технологије бушења и минирања као и на опис вођења евиденције о параметрима минских серија и изведеним минирањима. Поглавље шест даје и опис стационарног система за детекцију и мерење интензитета сеизмичких таласа у реалном времену који је инсталиран на површинском копу Велики Кривељ.

У седмом поглављу (*Утврђивање утицаја појединачних фактора сеизмичких потреса на брзину осциловања тла применом статистичких метода*) дају се резултати статистичке обраде података о минским серијама и параметрима минирања као квантификација утицаја појединих минерских фактора на интензитет вибрација тла. Квантификација је извршена на основу статистичке анализе података о параметрима минирања и одговарајућих података о интензитету вибрација тла. На овај начин постављен је базни модел за евалуацију ефикасности примене неуронских мрежа.

У осмом поглављу (*Основе теорије вештачких неуронских мрежа (АНН)*) приказана је теоријска основа вештачких неуронских мрежа и њихове примене.

Поглавље девет (*Обука и валидација АНН у циљу вредновања утицаја фактора интензитета сеизмичких потреса*) даје приказ избора оптималне архитектуре неуронске мреже, обраду података и формирање сетова улазно-излазних података, начин обуке неуронске мреже као и поступак валидације перформанси мреже. Посебан део поглавља девет посвећен је начину верификације мреже којом је, на независном скупу података који није коришћен у поступку обуке и валидације перформанси мреже, потврђена поузданост мреже упоређивањем прогнозираних вредности са реално измереним вредностима брзине осциловања тла као мерила интензитета вибрација тла узрокованих минирањима.

У поглављу десет (*Вредновање утицаја фактора сеизмичких потреса на брзину осциловања тла применом вештачких неуронских мрежа*) приказане су основне поставке методологије за вредновање утицаја минерских параметара на интензитет вибрација тла исказан преко брзине осциловања тла. Методологија кроз пет корака (формирање подскупова парова података, одређивање средњих вредности фактора потреса и одговарајућих брзина осциловања тла, прогноза брзина осциловања применом неуронске мреже, успостављање зависности параметар – брзина и квантификација), квантификује утицај сваког од посматраних параметара минирања кроз коефицијент утицаја којим се исказује магнитуда промене интензитета вибрација као последица промене у вредности посматраног параметра.

Једанаесто поглавље (Анализа и дискусија резултата истраживања) даје приказ анализе резултата истраживања где се критички сагледавају предности и недостаци предложеног решења, идентификују минерски фактори који имају највећи утицај на интензитет вибрација тла изазваних минирањима и на које треба благовремено утицати како би се смањили негативни ефекти минирања. Поглавље једанаест указује и на могуће правце даљег развоја предложеног модела и побољшање његових перформанси али и указује на ограничења у његовој примени.

Поглавље дванаест (Закључак) представља ретроспективу дисертације уз таксативно навођење кључних резултата и дистинктно наглашавање недостатака и ограничења предложеног модела.

У оквиру тринаестог поглавља (*Литература*) дат је попис коришћених литературних извора.

У оквиру прилога дате су табеле које садрже сетове улазно изланих података који су коришћени приликом обуке мреже (Прилог 1) као и за потребе верификације мреже (Прилог 2).

На крају су приказане публикације које су произашле као резултат истраживања приказаних у дисертацији и дата је биографија кандидата мр Јовице Радисављевића.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Сеизмички потреси који настају при проласку сеизмичких таласа представљају штетан и неизбежан ефекат минирања. Утицај сеизмичких потреса који настају при минирању на објекте у ближој околини површинских копова представља врло комплексан проблем. Разлог за сложеност проблема лежи у великом броју утицајних фактора од којих су многи ван контроле извођача минирања, као што су геологија терена, топографска ситуација, механизми преноса сеизмичке енергије кроз тло, механизми преноса енергије сеизмичког таласа на објекат, тип, конструкција и квалитет изградње објекта и други фактори су ван могуће контроле извођача.

Традиционални приступ проблему сеизмике минирања дуго је био представљен регресионом анализом података о измереним вредностима брзина осциловања тла и успостављању Закона осциловања тла. Закон осциловања тла је емпиријски модел који

успоставља везу између интензитета вибрација тла израженог преко брзине осциловања тла као излазног параметра и масе експлозивног пуњења и растојања мерног места од минске серије као улазних параметара. Сви остали утицаји, преваходно карактеристике средине кроз коју се сеизмички талас простирају и појединачних параметара минирања квантификовани су кроз два коефицијента.

Новији приступи проблему сеизмике минирања укључују вештачке неуронске мреже, процену ризика, статистичке методе и слично. Предложени модели узимају у обзир појединачне параметре и анализирају њихове појединачне утицаје на интензитет вибрација тла али се ова анализа преваходно односи на анализу осетљивости модела на промене улазних параметара.

Дисертација мр Јовице Радисављевића се озбиљније бави оценом и анализом утицаја појединачних утицајних параметара на интензитет вибрација тла насталих као последица минирања. Оригиналност се огледа у тежњи да се утицаји параметара који се могу мењати у току пројектовања минских серија или у току њихове израде квантификују и рангирају како би се, правовременом акцијом и деловањем на параметре са најизраженијим утицајем, умањили негативни ефекти минирања и интензитет вибрација тла свео на прихватљив и безбедан ниво.

Приказани модел базиран на вештачкој неуронској мрежи у стању је да, за услове површинског копа Велики Кривељ, идентификује оне минерске параметре чија ће измена имати максимални ефекат на смањење интензитета сеизмичких таласа и вибрација тла. На тај начин се смањује штетни утицај на околне објекте и ублажава социјални утицај који вибрације тла имају на локалну заједницу.

Савременост и оригиналност ове докторске дисертације су потврђени и кроз објављивање резултата истраживања у релевантним међународним часописима. Такође, литература која је коришћена у дисертацији додатно указује на савременост и актуелност истраживане области.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У току процеса израде ове докторске дисертације коришћена су 34 литературна извора, претежно чланака из истакнутих часописа са импакт фактором новијег датума из области предмета истраживања. Коришћена литература је одговарајућа и покрива наведену проблематику. С обзиром да је било неопходно указати на развој проблематике прогнозе интензитета сеизмичких таласа, цитиран је и одређени број референци ранијег датума.

Референце које су у највећој мери допринеле реализацији истраживања и дисертације су:

1. S. Stojadinović, Seizmički efekti miniranja na površinskim kopovima i zaštita objekta od njihovog uticaja, Tehnički fakultet u Boru, Bor, (2009).
2. Persson, P., Holmer, R. Lee, J. Rock blasting and explosive engineering, CRC Press, Inc, Distributed by International Society of Explosives Engineering, USA, 1994.
3. Dowding, C. H., Construction Vibrations, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA,

1996.

4. Morris, G., Vibration due to blasting and effects on building structure, Engineer, 1950.
5. Duvall, W. I., Petkof, B., Spherical propagation of explosion-generated strain pulses in rock, USBM RI 5483, 1959.
6. Ambraseys, N. R., Hendron, A. J., Dynamic behaviour of rock mass, (eds. K. G. Stagg and O. C. Zienkiewics), Rock mechanics in engineering practices, London, John Wiley, 1968, 203-207.
7. Dowding, C. H., Response of Buildings to Ground Vibrations from Construction Blasting, Ph. D Thesis, University of Illinois, Urbana - Champaign, 1971.
8. Devine, J. F., Duvall, W. I., Effect of Charge Weight on Vibration Levels for Millisecond Delayed Quarry Blast, Earthquake Notes, Seismological Society of America, Vol.34, No 2., 1963.
9. Siskind, D. E., Vibrations from Blasting, International Society of Explosives
10. Engineers, Cleveland, OH, USA, 2000
11. R. Kumar, D. Choundhury, K. Bhargava, Determination of blast- induced ground vibration equations for rocks using mechanical and geological propertis (2016)
12. Negovanović M., Model predviđanja potresa na površinskim kopovima primenom simulacione metode Monte Karlo Fazi logike, Rudarsko-Geološki fakultet Beograd,(2015)
13. M. Khandelwal, T. N. Singh, Prediction of blast induced ground vibrations and frequency in opencast mine: a neural network approach, Journal of Sound and Vibration (2006).
14. M. Khandelwal, T. N. Singh, Prediction of blast- induced ground vibration using artificial neural network., International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 46(7), (2009).
15. R. Lapčević, S. Kostić, R. Pantović, N. Vasović, Prediction of blast-induced ground motion in a copper mine, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences ,vol 69, (2014)
16. M. Saadat, M. Khandelwal, M. Monjezi, An ANN - based approach to predict blast-induced ground vibration of Gol-E-Gohar iron ore mine, Iran, Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, vol 6, (2014)
17. Z. Zhongya, J. Xiaoguang, Prediction of peak velocity of blasting vibration based on artificial neural network optimized by dimensionality reduction of FA-MIV, Hindawi, (2018)
18. G. Li, D. Kumar, P. Samui, H. N. Rad, B. Roy, M. Hasanipanah, Developing a New Computational Intelligence Approach for Approximating the Blast-Induced Ground Vibration,

19. C. K. Arthur, V. A. Temeng, Y. Y. Ziggah, Soft computing-based technique as a predictive tool to estimate blast-induced ground vibration, (2019)
20. D. J. Armaghani, S. V. Alavi, E. Momeni, M. Khandelwal, Feasibility of ANFIS model for prediction of ground vibrations resulting from quarry blasting, (2015)
21. M. Monjezi, A. Bahrami, A. Y. Varjani, A. R. Sayadi, Forecasting and controlling of rock pieces flying during the blasting process by using the artificial neural network, (2009)
22. S. Stojadinović, Sprega neuronskih mreža i numeričkih modela za definisanje sigurnih rasojanja od razletanja komada pri miniranju., Univerzitet u Beogradu, Tehnički Fakultet Bor, (2013)
23. M. Monjezi, Z. Ahmadi, M. Khandelwal, Application of neural networks for the prediction of rock fragmentation in Chadormalu iron mine, (2012)
DOI:10.247/v10267-012-0051-0
24. M. Monjezi, F. Farzaneh, A. Asadi, Evaluation of blasting patterns using operational research models, (2013)
DOI:10.2478/amsc-2013-0061
25. K. Muhammad, A. Shan, Minimising backbreak at the Dewan cement limestone quarry using an artificial neural network, (2017)
DOI:10.1515/amsc-2017-0055
26. D. Tanikić, Veštačke neuronske mreže, fazi logika i genetski algoritmi, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet Bor, (2016).

3.3. Opis i adekvatnost примењених научних метода

За успешну реализацију циљева истраживања докторске дисертације примењене су бројне научне методе у оквиру неколико фаза и то:

- Прва фаза подразумевала је претраживање, систематизацију и анализу литературних извора, затим дефинисање стратешких циљева који представљају жељено будуће стање и позицију на тржишту коју компанија тежи да оствари у будућем периоду. У оквиру ове фазе дефинисан је експериментални план који је структуриран и обухвата: селектоване процесне параметре, дефинисане одзиве процеса, одређене нивое параметара процеса и адекватан ортогонални низ.

- У другој фази реализовано је дефинисано теренско истраживање у циљу прикупљања података о измереним вредностима брзина осциловања тла као и података о параметрима изведених минирања. Теренско истраживање изведена су на површинском копу Велики Кривељ при чему је коришћен систем мониторинга сеизмичких потреса који омогућава синхронизовано *Real-Time* регистрације и прикупљање података о интензитету сеизмичких потреса на три мерне локације. Поред тога, прикупљени су подаци о позицијама минских серија као и подаци о

параметрима изведених минирања.

- У трећој фази истраживања извршена је статистичка обрада и анализа прикупљених података у циљу припреме података за и) анализу утицаја параметара минирања на интензитет вибрација тла применом статистичке анализе и ии) тренинг и валидацију неуронске мреже.

- У четвртој фази истраживања за потребе ове дисертације оптимизована је архитектура вештачке неуронске мреже и извршена је обука и валидација мреже. Оптимизација и валидација мреже извршене су по критеријуму минимума средње квадратне грешке. Верификација перформанси мреже извршена је на независном сету улазно-излазних података који није био укључен у поступак обуке и валидације мреже. Критеријум верификације био је максимум коефицијента детерминације али и ниво поверења од 95% за прогнозиране вредности брзина осциловања тла.

- У последњој фази истраживања извршена је квантификација утицаја појединачних параметара минирања на интензитет вибрација тла. За потребе квантификације дефинисана је методологија квантификације која кроз пет корака као резултат даје коефицијент утицаја посматраног параметра.

3.4. Применљивост остварених резултата

Проблем сеизмике минирања, иако опште присутан на свим пројектима који укључују минерске активности, не може се генерализовати због постојања утицајних фактора који су ван контроле извођача минирања а уско су локалног карактера. Разлике у стенским срединама у којима се изводе минирања, почевши од врсте стена, структурног склопа, физичко-механичких особина, литологије и топографије терена, практично онемогућавају креирање универзалног прогнозног модела. Из тог разлога се сваки прогнозни модел, без обзира на платформу на којој је креиран, може посматрати само као студија случаја.

Све претходно наведено важи и за истраживање спроведено у оквиру ове дисертације. Резултати истраживања безрезервно су применљиви само на површинском копу Велики Кривељ и примена неуронске мреже генерисане за потребе ове дисертације на другој локацији не би дала поуздане резултате.

Међутим, резултати истраживања спроведеног у оквиру ове дисертације показали су да је методолошки приступ квантификацији утицаја параметара минирања на интензитет вибрација тла исправан и поуздан. Предложена методологија универзално је применљива па је могуће, пратећи кораке дефинисане алгоритмом приказаним у дисертацији, квантификовати утицаје параметара минирања и идентификовати оне параметре чијим се модификацијама умањују сеизмички ефекти минирања. На овај начин умањује се опасност од појаве оштећења на околним објектима, смањује негативни утицај на локалну заједницу. Поред тога, смањењем сеизмичких ефеката минирања побољшава се расподела енергије експлозива, побољшавају ефекти минирања у смислу квалитета одминираних масе и коначно смањују трошкови минерских активности.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат мр Јовица Радисављевић је током израде докторске дисертације испољио самосталност и стручност у претраживању савремене литературе, планирању истраживања, осмишљавању, припреми и реализацији истраживања, као и прикупљању, систематизацији и анализи добијених резултата.

Урађена докторска дисертација, анализа добијених резултата, њихово тумачење, те проистекли и објављени научни радови указују да кандидат мр Јовица Радисављевић поседује потребне способности, вештине и искуства за будући самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Основни научни допринос ове дисертације се односи на развој методологије за квантификацију утицаја појединачних минерских параметара на интензитет вибрација тла изазваних минирањима и изражен преко брзине осциловања тла. Предложена методологија, уз употребу обучене и верификоване неуронске мреже, омогућује успостављање корелативне зависности између фактора сеизмичких потреса и брзине осциловања тла и, последично, квантификацију утицаја тих фактора на брзину осциловања тла.

Научни допринос резултата истраживања односи се и на потврду директних утицаја фактора сеизмичких потреса на брзину осциловања тла, остварену анализом значајног броја података о мереним вредностима како брзина осциловања тла тако и минерских параметара прикупљених током вишегодишњег праћења сеизмичких ефеката минирања. Индиректно, дисертација и резултати приказани у њој дају научну потврду оправданости постојања стационарног система за континуирано праћење сеизмичких ефеката минирања у реалном времену.

Додатни аспект научног доприноса је и аутентичност предложена методологија која се, пре свега, огледа у начину утврђивања корелативних зависности између посматраних параметара минирања и брзине осциловања тла при чему су очувани међусобни односи минерских параметара и начину њиховог садејства.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Узимајући у обзир остварене резултате Комисија сматра да су сви постављени циљеви у оквиру ове докторске дисертације у потпуности остварени, такође, као и да су све претпоставке основне и помоћних хипотеза анализирани и потврђени.

Значај истраживања и практични допринос се огледа у дефинисању методологије која омогућује квантификацију утицаја појединачних параметара минирања на интензитет вибрација тла као и идентификацију и изоловање оних параметара који имају највећи коефицијент или фактор утицаја.

Битно је истаћи чињеницу да резултати истраживања нису опште и универзално применљиви кроз развијени модел за квантификацију базиран на неуронској мрежи и представљају студију случаја за површински коп Велики Кривељ. Разлог овоме је поменута разлика у стенским масама и утицај средине који је локалног карактера. Међутим, наглашава се да су резултати истраживања потврдили применљивост описане методологије квантификације утицаја појединачних параметара како за услове површинског копа Велики Кривељ тако и за услове на другим локацијама.

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 мр Јовица Радисављевић, дипломирани инжењер рударства, је до тренутка предавања дисертације за јавну одбрану објавио један рад као први аутор у часопису са IF у међународном часопису категорије M23 и то:

J. Радисављевић, Application of Artificial Neural Networks For the Prediction of the intensity of Ground Vibration At the Veliki Krivelj Copper Mine, Journal of Mining Science, 2023, 59 (2), pp. 211–22, Mining and mineral processing 20/20, SCIE IF (2022) = 0,8

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Дисертација кандидата мр Јовице Радисављевића садржи више оригиналних резултата који представљају надоградњу досадашњих знања из области сеизмике мињања. Резултати који представљају оригиналност ове дисертације односе се на развој методологије за квантификацију утицаја појединих параметара мињања на интензитет вибрација тла изазваних мињањима. Резултати истраживања и генерисани модел за квантификацију су директно применљиви у условима површинског копа Велики Кривељ док је сама методологија опште применљива. Рад публикован у часопису са ЈЦР листе (M23) на најбољи начин потврђује ниво остварених резултата кандидата у овом раду.

Сагледавајући квалитет, обим и научни допринос постигнутих резултата овог рада Комисија за оцену урађене докторске дисертације закључује да кандидат мр Јовица Радисављевић, дипломирани инжењер рударства, испуњава све законске и остале формалне услове за одбрану урађене докторске дисертације. Комисија закључује да је ова докторска дисертација написана према стандардима научно-истраживачког рада и да испуњава услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, Статутом Техничког факултета у Бору и Критеријумима које је прописао Универзитет у Београду. Имајући у виду наведене чињенице, Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору да прихвати позитиван

извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Јовице Радисављевића под називом: **“ПРИЛОГ ВРЕДНОВАЊУ УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА НА ИНТЕНЗИТЕТ СЕИЗМИЧКИХ ПОТРЕСА ИЗАЗВАНИХ МИНИРАЊЕМ ПРИМЕНОМ ВЕШТАЧКИХ НЕУРОНСКИХ МРЕЖА”** и да исти упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, те да после тога овог кандидата позове на јавну одбрану.

У Бору, Април 2024. године

Проф. др Саша Стојадиновић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Проф. др Дејан Таникић, редовни професор, Универзитет у
Београду, Технички факултет у Бору

Проф. др Лазар Кричак, редовни професор, Универзитет у Београду,
Рударско-геолошки факултет