

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 45. став 5. тачка 3. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

МОДЕЛИРАЊЕ УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА И ПРЕДИКЦИЈА ПОЈАВЕ ПОВРЕДА НА РАДУ У РУДАРСТВУ

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Рударско инжењерство**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата: **Јелена (Сретен) Иваз**
2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: **Технички факултет у Бору**
3. Година дипломирања: **2010.**
4. Назив магистарске тезе кандидата:
5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена:
6. Година одбране магистарске тезе:

Обавештавамо вас да је НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ ТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БОРУ електронским изјашњавањем до **15.03.2021.** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Нада Штрбац

Прилог:

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

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-20-5
Бор, 16. 03. 2021. године

На основу члана 49. Статута Техничког факултета у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета електронским изјашњавањем до 15. 03. 2021. године, донело је

О Д Л У К У

I Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата **Јелене Ивас**, дипл. инж. рударства, студента докторских студија на студијском програму Рударско инжењерство.

II Именованој се одобрава израда докторске дисертације под називом: **„Моделирање утицајних фактора и предикција појаве повреда на раду у рударству“**.

III За ментора се именује др **Дејан Петровић**, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору.

IV Одлуку доставити надлежном Већу научне области Универзитета у Београду, ради давања сагласности на одлуку о прихватању теме и одређивању ментора.

Доставити:

- ВНО Универзитет у Београду
- именованој
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

декан

Проф. др Нада Штрбац

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Технички факултет у Бору

Наставно-научном већу

ПРЕДМЕТ: Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме и подобности кандидата за израду докторске дисертације.

Одлуком Научно–наставног већа Техничког факултета у Бору, бр. VI/4-19-7 од 18.02.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Јелене Иваз, дипл.инж. рударства под називом:

**„Моделирање утицајних фактора и предикција појаве повреда на раду
у рударству“.**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Биографски подаци

Кандидат Јелена Иваз рођена је 07.03.1982. године у Бору.

Основну школу завршила је у Бољевцу 1997. године, а средњу Саобраћајну школу, смер: технички техничар завршила је 2001. године у Новом Саду. Дипломирала је на Техничком факултету у Бору, на смеру: Експлоатација лежишта минералних сировина са просечном оценом 8,33. Дипломски рад под називом: „Идејно решење површинске експлоатације гранодиорита на локалитету Дубоки поток код Бољевца“, одбранила је 30.03.2010. године са оценом 10 (десет).

Стручни испит положила је 24.02.2012. године у Савезу инжењера и техничара Србије у Београду (Уверење бр. 5816/Р издато 27.06.2012.). Стручни испит из области заштите од пожара за лица са високим образовањем, положила је 27.06.2015. године (Уверење бр. 152-1-1841/15, 03.07.2015.). Стручни испит о практичној оспособљености за обављање послова безбедности и здравља на раду, положила је 10.12.2017. (Уверење бр. 152-02-00269/2017-01, 10.12.2017.). Положила је испит за члана Чете за спасавање у рудницима (Дел. Бр. 4848/2, 25.10.2013.). Оспособљена је за организацију и пружање прве помоћи.

У периоду 2007-2010. радила је у привредном друштву „Футура плус“ – Београд, на радном месту продавац – рачунополагач, од 2010. до 2012. радила је у „ЈП ПЕУ РЕСАВИЦА“ - РЛ „Лубница“ у Техничком сектору на радном месту инжењера у производњи, а од 2012. до 2013. на радном месту инжењера за инвестиције и развој. Јануара 2013. прешла је у „ЈП ПЕУ РЕСАВИЦА“ - РМУ „Боговина“, где је радила на радним местима руководиоца службе безбедности и здравља на раду и технички руководиоца рудника до 2016. године.

Од октобра 2016. запослена је на Техничком факултету у Бору, као сарадник у настави у звању асистента, за ужу научну област Рударство и геологија – рударска група предмета, са пуним радним временом.

Именована је за Одговорно лице за безбедност и здравље на раду на Техничком факултету у Бору, одлука бр. И/6-682, (2017. - данас), сертификовани је интерни проверивач за стандард: Системи менаџмента безбедношћу и здрављем на раду ISO 45001:2018 (сертификат бр. 006-О14-А/ 2019 - 4195), такође је учествовала у изради више аката о процени ризика, као стручно лице.

У периоду 2016. – 2018., држала је вежбе из предмета Транспорт на основним академским студијама.

Кандидат Јелена Иваз је од 2016. ангажована на извођењу вежби на следећим предметима основних академских студија:

- Котирана пројекција,
- Технологија израде подземних објеката,
- Вентилација рудника,
- Техничка заштита.

Поред тога, од 2016. године држи и вежбе на мастер академским студијама из следећих предмета:

- Геоинформатика и геобазе података,
- Израда специјалних подземних објеката.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Докторске академске студије на Техничком факултету у Бору уписала је школске 2014/2015. године и положила је све испите предвиђене програмом са просечном оценом 9,11.

У току докторских студија на студијском програму Рударско инжењерство, кандидаткиња Јелена Иваз положила је следеће испите:

1. Методологија НИР-а у рударству (оцена 8)
2. Нумеричке методе у геомеханици (оцена 10)
3. Пројектовање геоинформационих система (оцена 8)
4. Специфичне технологије површинске и подводне експлоатације (оцена 9)
5. Нетрадиционалне технологије подземне експлоатације (оцена 8)
6. Докторска дисертација – дефинисање теме (оцена 10)
7. Докторска дисертација - СИР 1 (оцена 9)
8. Докторска дисертација - СИР2 (оцена 10)
9. Докторска дисертација - СИР3 (оцена 10)

Теме семинарских радова које је кандидат радио током полагања наведених испита су:

- Експлоатација угља применом "Highwall" технологије,
- Анализа стања напона и деформација у стенском масиву применом програма „Phase2“, при експлоатацији угља бушотинама великог пречника у јами "Источно поље" РМУ "Боговина",
- Анализа могућности експлоатације угља бушотинама великог пречника у јами "Источно поље" РМУ "Боговина",
- Пројектовање ГИС система у рудницима подземне експлоатације угља, применом ArcGIS софтвера на моделу РЛ "Лубница", са посебним освртом на мониторинг повреда на раду,
- Предикција повреда на раду у подземној експлоатацији угља,
- Анализа утицајних фактора на повреде на раду и повређивање у рударству.
- Теоријска анализа безбедности и здравља на раду, повреда и ризика у вези са радом у подземној експлоатацији угља

На тај начин стекла је право да поднесе Захтев за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације.

У оквиру програма CEEPUS боравила је на стручном усавршавању „2nd Interdisciplinary CEEPUS Summer School 2018. године Interdisciplinary Approach in Shaping Sustainable Public Space –project based learning“ 01-12. 07. 2018. Gliwice, Poland.

У оквиру програма CEEPUS RAMSIS - Raw Materials Smart Innovation Strategies in the ESEE Region учествовала је у летњој школи Dubrovnik International ESEE Mining school, 14 – 19. 2019 Дубровник, Хрватска.

У оквиру програма CEEPUS RAMSIS - Raw Materials Smart Innovation Strategies in the ESEE Region учествовала је у виртуелној летњој школи Dubrovnik International ESEE Mining school, 12 – 16. 2020. Дубровник, Хрватска.

Била је члан организационих одбора међународних стручних скупова: International October Conference on Mining and Metallurgy – IOC 2017, IOC 2019; International Conference Ecological Truth and Environmental Research - EcoTer 2018; International Student Conference on Technical Science ISC 2017, ISC 2018 и ISC 2019.

Поред тога, учествовала је и на изради пројеката које финансира привреда.

Кандидат је у протеклом периоду, као аутор и коаутор, објавила 23 рада, од којих 3 у часописима са SCI листе, 2 рада у часопису категорије M24, 1 рад у домаћем часопису из категорије M51, 15 радова на међународним и 2 рада на националним стручним скуповима.

Монографије, монографске студије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације међународног значаја, M10

I. Рад у тематском зборнику водећег међународног значаја, M13

- I.1 **J. Ivaz**, R. Nikolić, J. Đoković, D. Petrović. 2020. Analysis of Work-Related Injuries in Mining Industry in Serbia, System Safety. Editors: R. Ulewicz and R. Nikolić, Publisher: Sciendo, Printed by De Gruyter Poland, d.o.o., Warsaw Poland, ISBN 978-83-957204-2-0, pp. 158 – 165.

Радови објављени у научним часописима међународног значаја M20

II. Рад у међународном часопису изузетних вредности M21a

- II.1 Petrović, D.V., Tanasijević M., S. Stojadinović, **Ivaz, J.**, Stojković, P., 2020. Fuzzy expert analysis of the severity of mining machinery failure. Applied soft computing 94, 106459. [ISSN: 0020-1383; IF 5,472/2019].

III. Рад у истакнутом међународном часопису, M22

- III.1 Petrović, D.V., Tanasijević M., S. Stojadinović, **Ivaz, J.**, Stojković, P., 2020. Fuzzy Model for Risk Assessment of Machinery Failures. Symmetry 4 (12), 525. [ISSN 2073-8994; IF 2,645/2019].

IV. Рад у међународном часопису, M23

- IV.1 **J. Ivaz**, S. Stojadinović, D. Petrović, P. Stojković, 2020. Analysis of fatal injuries in Serbian underground coal mines – 50 years review. International Journal of Injury Control and Safety Promotion, 27 (3), pp. 362-377. [ISSN 1745-7300, IF 1,342/2019].

V. Радови у националном часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком (M24)

- V.1 **J. Ivaz**, Dragan Ignjatović, Milenko Ljubojev, Sead Softić., 2015. Stress and strain analysis in the rock massif during coal exploitation with large diameter boreholes in East field pit RMU Bogovina. Mining and Metallurgy Engineering Bor 4 (2), pp. 1 – 24. [ISSN 2334-8836].
- V.2 **J. Ivaz**, P. Stojković, D. Petrović, V. Milić., 2017. The use of database on injury at work records in Serbia. Mining and Metallurgy Engineering Bor, 16 (1-2), pp. 53 – 62. [ISSN 2334-8836].

Зборници међународних научних скупова, М30

VI. Саопштења са међународног скупа штампано у целини, М33

- VI.1.1 **J. Ivaz**, M. Radovanović, D. Petrović, V. Milić, S. Stojadinović, P. Stojković. Prediction of SO₂ emission in city of Bor, based on artificial neural network. Proceedings of 51st International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 2019. pp. 253-256. ISBN 978-86-6305-101-0.
- VI.1.2 **J. Ivaz**, P. Stojković M. Radovanović, R. Pantović, D. Petrović, V. Milić, S. Stojadinović. Peak particle velocity prediction of blasting vibration based on ANN. Proceedings of 51st International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 2019. pp. 295-298. ISBN 978-86-6305-101-0.
- VI.1.3 M. Radovanović, J. Sokolović, V. Milić, **J. Ivaz**. Optimization and automation of production process at the Belorecki pescar processing plant, 51th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 2019, pp. 242-244. ISBN 978-86-6305-101-0.
- VI.1.4 V. Milić, M. Radovanović, **J. Ivaz**, D. Pešić. Selection of the mining method for excavation in mining field Blagodat of lead and zinc mine Grot, 51th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 2019, pp. 245-249. ISBN 978-86-6305-101-0.
- VI.1.5 **J. Ivaz**, M. Radovanović, P. Stojković, D. Petrović, V. Milić, S. Stojadinović, M. Žikić. Analysis of CO emissions in Bor and Zaječar, Proceedings of 27th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, June 2019., Bor Lake, Bor, Serbia, pp. 135-141 ISBN. 978-86-6305-097-6.
- VI.1.6 M. Radovanović, **J. Ivaz**, P. Stojković, D. Petrović, V. Milić, S. Stojadinović, M. Žikić. Analysis of environmental pollution with dust from non-metallic open pits. Proceedings of 27th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, June 2019., Bor Lake, Bor, Serbia, pp. 142-147. ISBN 978-86-6305-097-6.
- VI.1.7 **J. Ivaz**, D. Petrović, S. Kalinović, D. Tanikić, P. Stojković. Analysis of the workers age influence on the injury rates in the underground coal mining in Serbia, Proceedings of 50th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 2018., pp. 87-90. ISBN 978-86-7827-050-5.
- VI.1.8 D. Petrović, V. Milić, **J. Ivaz**, I. Jovanović, P. Stojković. Analysis of application a sublevel stopping method with the pasta backfill in the Bor mine, Proceedings of 50th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 2018., pp.165-168. ISBN 978-86-7827-050-5.
- VI.1.9 S. Kalinović, D. Tanikić, J. Đoković, **J. Ivaz**, M. Žikić, Heat losses optimisation and energy efficiency analysis of the ELMS department building - Technical faculty in Bor, 6th International Conference on Renewable Electrical Power Sources, Beograd, Serbia, 11.10.2018 - 12.10.2018, pp. 129 – 135, ISBN: 978-86-81505-87-8.
- VI.1.10 P. Stojković, **J. Ivaz**, N. Vušović, GIS solution for the “Strmosten” pit in the Coal mine “Vodna” , 50th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 30.09.2018 - 03.10.2018, pp. 145 – 150. ISBN: 978-86-7827-050-5.

- VI.1.11 **J. Ivaz**, S. Kalinović, D. Petrović, D. Tanikić. Energy efficiency analysis of the mining department building-Technical faculty in Bor, Proceedings of 26th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, June 2018., Bor Lake, Bor, Serbia, pp. 415-421. ISBN 978-86-6305-076-1.
- VI.1.12 **J. Ivaz**, D. Petrović, V. Milić, S. Stojadinović, P. Stojković, R. Pantović, M. Radovanović. Procedure for management of self-contained self-rescuer as a waste in underground coal mining, Proceedings of 26th International Conference Ecological Truth & Environmental Research, Bor Lake, Bor, Serbia, 2018., pp. 355-360. ISBN 978-86-6305-076-1.
- VI.1.13 **J. Ivaz**, P. Stojković, N. Vušović, D. Kržanović, D. Petrović, S. Stojadinović, V. Milić. GIS design of the underground coal mines, 49th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 18.10.2017 - 21.10.2017, pp. 514 – 517. ISBN: 978-86-6305-066-2.
- VI.1.14 **J. Ivaz**, P. Stojković, N. Vušović, D. Petrović, S. Stojadinović, V. Milić. Presentation and analysis of injuries in lignite mine Lubnica on a GIS model, 49th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, 18.10.2017 - 21.10.2017, pp. 518 – 521. ISBN: 978-86-6305-066-2.
- VI.1.15 **J. Ivaz**, P. Stojković, D. Petrović, V. Milić, S. Stojadinović. Asbestos waste management procedures at the Technical faculty in Bor, XXV International Conference "Ecological Truth" EkoIst'17, Vrnjačka Banja, Serbia, 12.06.2017 - 15.06.2017, pp. 614 – 620. ISBN: 978-86-6305-062-4.

VII. Саопштења са међународног скупа штампано у изводу, М34

- VII.1 **J. Ivaz**, P. Stojković: Overview of mineral non-metallic occurrences of architectural building stone in the surroundings of Boljevac, 4th International Student Conference on Technical Sciences, Bor Lake, Serbia, 20.10.2017 - 21.10.2017, pp. 14 – 14. ISBN: 978-86-6305-067-9.

Радови у часописима националног значаја, М50

VIII. Рад у врхунском часопису националног значаја М51

- VIII.1 **J. Ivaz**, D. Petrović, A. Fedajev, V. Milić, S. Stojadinović, P. Stojković., 2018. Economic aspects of occupational injuries in mining. Underground Mining Engineering – Podzemni radovi (33), pp. 41-51.

Саопштења на скуповима националног значаја, М60

IX. Саопштења са скупа националног значаја штампано у целини, М63

- IX.1 D. Tošić, M. Savić, **J. Ivaz**. Perspektive eksploatacije uglja u Zvezdansko - Lubničkom basenu, Nacionalna konferencija o podzemnoj eksploataciji uglja, Resavica, Srbija, 2011., pp. 61 – 73. ISBN: 978-86-915329-0-1.

Научна сарадња и сарадња са привредом

X. Учешће у пројектима, студијама, елабор. и сл. са привредом; учешће у пројектима финансираних од стране надлежног Министарства

- X.1 Elaborat o analizi rezultata monitoringa seizmičkih efekata pri izvođenju miniranja

na površinskom kopu Veliki Krivelj za 2020. i 2021. godinu, sa mesečnim i kvartalnim izveštajima. R. Pantović, **J. Ivaz**, P. Stojković. Tehnički fakultet u Boru, Bor 2020.

- X.2 Elaborat o proceni rizika buduće eksploatacije flotacijskog jalovišta Valja Fundata Rudnika bakra Majdanpek. R. Pantović, S. Stojadinović, **J. Ivaz**. Tehnički fakultet u Boru, Bor 2020.
- X.3 Studija geomehaničkih ispitivanja na prostoru Potaj Čuka. R. Pantović, S. Stojadinović, N. Gojković, N. Vušović, M. Žikić, D. Petrović, P. Stojković, **J. Ivaz**, M. Radovanović, M. Voza. Tehnički fakultet u Boru, Bor 2019.
- X.4 Elaborat o nultom stanju objekata u okolini radilišta na portalu istražnih niskopa prema Rudarskom projektu na istraživanju čvstih mineralnih sirovina u hidrotermalnom Cu-Ag sistemu Čukaru Peki. S. Stojadinović, D. Petrović, M. Žikić, **J. Ivaz**, M. Radovanović, P. Stojković, M. Voza, Tehnički fakultet u Boru, Bor 2018.
- X.5 Projekat seizmičkog monitoringa miniranja na izradi istražnih niskopa prema Rudarskom projektu na istraživanju čvstih mineralnih sirovina u hidrotermalnom Cu-Ag sistemu Čukaru Peki. S. Stojadinović, D. Petrović, **J. Ivaz**, M. Radovanović, P. Stojković, M. Voza. Tehnički fakultet u Boru, Bor 2018.
- X.6 Studija analize rezultata monitoringa seizmičkih efekata pri izvođenju miniranja na površinskom kopu "Veliki Krivelj", R. Pantović, **J. Ivaz**. Tehnički fakultet u Boru, Bor, 2018.
- X.7 Studija o rezultatima monitoringa seizmičkih efekata pri izvođenju miniranja na površinskom kopu "Južni Revir", Pantović, **J. Ivaz**. Tehnički fakultet u Boru, Bor, 2018.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу увида у биографске податке, изнетих података о досадашњем раду, објављеним радовима и оствареног искуства кандидата, Комисија је установила да, кандидат Јелена Ивaz, дипл.инж рударства, има научно–стручну усмереност у области којој припада предложена тема дисертације те се оцењује подобном за рад на датој теми. Комисија закључује да, кандидат Јелена Ивaz, поседује све потребне квалификације и испуњава формалне услове за одобравање израде докторске дисертације и да може да приступи обради предложене теме на захтеваном нивоу.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Предмет истраживања

Рударство се у Србији, као и свуда у свету, декларише као једна од најопаснијих и најтежих делатности, имајући у виду велики број повреда и несрећа које се у овој привредној грани дешавају. Овако великом броју повреда доприносе тешки услови за рад, који су посебно изражени у рудницима подземне експлоатације угља. Неповољни услови радне околине огледају се у значајном учешћу напорног физичког односно мануелног рада као и физиолошки неповољном положају тела радника током рада, имајући у виду врло ограничен простор у коме се радне операције изводе. Свему овоме доприноси и присуство транспортних машина, са великим бројем ротирајућих делова, које у условима слабе видљивости и ограниченог простора могу да угрозе

рударе приликом кретања, манипулације или одржавања. Још једна специфичност подземне експлоатације јесте и могућност изненадног обрушавања стенске масе и појаве горских удара, продора воде и житких материјала. Оно по чему се рударство свакако издваја у односу на друге делатности јесте појава колективних несрећа, повећан број повреда на раду као и појава великог броја повреда са смртним исходом.

Поред изразито негативних финансијских ефеката, повреде на раду имају и многе друге бројне негативне ефекте који се одражавају на пословање рударских компанија. Финансијски губици могу бити директни тј. они који су везани за саму повреду, и индиректни који се јављају услед застоја и прекида производње, санације хаварија итд. Наиме, свака незгода поред повреде радника повлачи за собом и низ других последица, као што су застоји у производњи услед оштећења машине, губитак радне снаге, немогућност ефикасног организовања радног процеса и др. Живот радника као највреднији и необновљив ресурс је трајни губитак како за предузеће тако и за породицу повређеног и у овим ситуацијама брига о повређеном као и брига о породици повређеног преноси се и на послодавца, друштво, као и на државу.

Познавање природе узрока повређивања и врста опасности којима су радници изложени у својој радној околини битно је са становишта побољшања безбедности и здравља на раду (БЗР). На основу анализа услова под којима се повреде дешавају мењају се стратегије безбедности, доносе нови закони и развијају нови модели за процену ризика. Зато је веома битно детаљно проучити околности, разлоге и узроке због којих се повреде дешавају. Анализе повреда могу се радити са више становишта и посматрати из великог броја перспектива. Међутим, све оне имају исти задатак, а то је утврђивање најзначајнијих фактора који могу боље дефинисати природу повређивања радника. Преиспитивање ефикасности већ примењених мера безбедности, њихово побољшање или увођење нових процедура из области безбедности и здравља на раду доприноси побољшању система безбедности и здравља на раду као и смањењу броја повреда.

Предметом истраживања дисертације *Моделирање утицајних фактора и предикција појаве повреда на раду у рударству* теоријски ће бити дефинисан поступак анализе утицајних фактора који доводе до појаве повређивања радника у рударству. Идеја је да се применом и комбинацијом постојећих статистичких и аналитичких метода и поступака за анализу узрока и вероватноће појављивања направи модел који би указао на радна места са најучесталијим повредама. За моделирање ће бити коришћене технике засноване на вештачкој интелигенцији, односно вештачким неуронским мрежама и теоријом фази логике. Применом неуронских мрежа и теорије фази логике могуће је да се обраде подаци о утицајним факторима на повреде на раду, предвиде овакви догађаји, анализирају тежине повреда, као и утицајни фактори на појаву повреда.

2.2. Циљ истраживања

Ако се предикција посматра са аспекта предвиђања догађаја који угрожавају безбедност и здравље радника, она добија посебну важност јер је спречавање повреда на раду приоритет у пословању сваке фирме. Већина послодаваца се при анализи повреда на раду ослања на експертска мишљења лица задужених за безбедност на раду и анализу статистичких података. Експертска мишљења свакако имају битну улогу у оцени безбедности на раду али су она готово увек субјективна и условљена

претходним искуствима. Објективнији приступ у анализи повреда на раду и предвиђању омогућавају технике машинског учења.

У првој фази потребно је развити методологију на основу које се могу препознати радна места са највећом вероватноћом дешавања повреда. Најпре је потребно дефинисати узроке повређивања и издвојити најзначајније факторе како би се формулисали улазни подаци модела за предикцију повреда на раду. Проблем се јавља при дефинисању меродавног скупа улазних података. Ово је вишеструко сложен проблем. На појаву повреде на раду у великој мери утичу неки опште познати фактори као што су: године старости, пол, радно искуство, организација, радно окружење, дужина изложености некој ризичној ситуацији, али и они мање транспарентни као што су социјални, ментални, па и културошки параметри, који до сада нису били обухваћени при процени ризика. Демографске карактеристике радника, као и њихова мишљења и ставови такође морају бити узети у обзир приликом дефинисања утицајних фактора на повређивање радника у рударској индустрији.

Следећа фаза подразумева развој модела који би обухватио претходно дефинисане главне узроке појаве повреда на раду, односно вероватноћу настанка одређеног типа повреде код одређене групе радника, као и начин њихове имплементације у модел за предикцију повреда на раду. Предикциони модел био би заснован на вештачким неуронским мрежама и теорији фази логике које су се издвојиле као најзначајнији алати за коришћење при моделирању комплексних проблема, када експлицитна зависност излазних и улазних променљивих није позната. Израдом модела за предикцију повреда на раду на основу дефинисаних утицајних фактора могуће је одредити и појединачни утицај сваког од ових фактора на повреде на раду у будућем периоду. Коначно, креирани модел треба да омогући и дефинисање најризичнијих група радника, када су у питању повреде на раду.

Циљ истраживања јесте креирање универзалног модела за предикцију појаве повреда на раду на основу најутицајнијих фактора, који омогућава препознавање и издвајање критичних група радника, на основу чега се могу предузети корективне безбедносне мере у циљу смањења броја повреда на раду и подизања нивоа безбедности запослених у рударству.

Резултати који буду добијени у току израде ове докторске дисертације биће публиковани у форми научних радова у међународним часописима са СЦИ листе, домаћим часописима и саопштени на домаћим и међународним скуповима.

2.3. Осврт на релевантне библиографске изворе

У доступној литератури повреде су анализиране посредно и непосредно у зависности од тога да ли се једна или више променљивих користе у анализи. Променљиве могу бити индивидуалне или демографске карактеристике радника, или оне које описују радно окружење, предузеће, опрему са којом се ради, профитабилност компаније итд.

Рударска индустрија са собом носи многе опасности које су специфичне за ову врсту делатности (изненадно обрушавање стенског материјала, ескалације гаса под притиском, експлозије метана и угљене прашине, изненадни пробоји воде и материјала, горски удари итд.). Свакако да геолошко/механичко/физичке особине лежишта имају велики утицај на повређивање, па су неки аутори несреће анализирали сагледавајући управо ове факторе. Као најчешће проучаване карактеристике везане за

само лежиште издвајају се гасоносност лежишта, експлозивност угљене прашине, стабилност стенског масива итд. На основу ових анализа издвојена су три водећа узрока повреда у рудницима: одрони материјала (изненадно обрушавање), ручна манипулација (прикљештење) и ударац објекта у покрету (контакт са ротирајућим деловима).

Технологија откопавања угља у великој мери утиче на број повреда на раду. С обзиром на то да се велики број повреда догоди на челу радилишта, метода откопавања издваја се као најутицајнији фактор, у односу на допрему репроматеријала, транспорт и друге операције. Рудници, који угаљ откопавају механизовано, имају далеко мањи број повреда у односу на руднике где се већина послова обавља мануелно или полу-механизовано. Међутим у свим категоријама издвајају се подгрупе са истим факторима: старост повређеног радника и повређени део тела (најзаступљенији су горњи и доњи екстремитети). Рударска опрема је такође од стране истраживача препозната као фактор који утиче на повређивања радника. Истраживачи су дошли до закључка да се у рударском сектору највише смртних повреда догоди у категорији „опрема“ или тамо где је узрок рударска механизација. Највише рудара смртно страда од камиона, тракастих транспортера и у контакту са дозаторима. Истраживања везана за подземну експлоатацију налазе да је опрема без погона узрок највећем броју повреда. Уочена је изражена зависност година радног искуства и повреда узрокованих одређеном опремом. Године радног искуства имају утицај на тежину повреде радника, па тако радници са мање од 5 година искуства чешће доживљавају лаке повреде чији је узрок опрема, а за тешке повреде се такође везује мање од 5 година радног искуства и као узрок повређивања издвојила се механизација на сопствени погон.

Досадашња истраживања у области повреда на раду јасно указују да су неки фактори који утичу на појаву повреда утицајнији од других, па се на основу учесталости могу разликовати одређене групе повреда. При креирању модела за анализу и предикцију повреда на раду треба пронаћи праву комбинацију утицајних фактора и узрока који доприносе повређивању. Предикција повреда има комплексну структуру јер на исход ризичног догађаја може утицати и сасвим субјективна ситуација која се догодила раднику на путу до посла и због које он није био довољно концентрисан тог дана. При проучавању повреда на раду у рударству морају се узети у обзир сви доступни подаци, из што више извора, и открити скривени узрочници као што су: социјални, психички, друштвени итд.

На основу досадашње анализе доступне литературе, везане за предикцију повреда на раду, издвојени су фактори који утичу на појаву повреда, међу којима су најутицајнији: пол радника, године старости радника, квалификација или степен образовања, радно искуство, сменски рад, познавање мера безбедности и безбедносних процедура од стране радника, природа посла, локација места рада, опрема за рад, лична заштитна средства, приступ менаџмента рудника безбедности и здрављу на раду и сл.

Релевантна литература која ће се користити за потребе истраживања у овој докторској дисертацији је:

- Abbott M. L., 2017. Using Statistics in the Social and Health Sciences with SPSS® and Excel®, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Ajith M. M., Ghosh A. K., Jansz J., 2020. Risk Factors for the Number of Sustained Injuries in Artisanal and Small-Scale Mining Operation. Safety and Health at Work 11, pp. 50-60.

- Campo G., Cegolon L., Merich D., Fedeli U., Pellicci M., Heymann W. C., Pavanello S., Guglielmi A., Mastrangelo G., 2020. The Italian National Surveillance System for Occupational Injuries: Conceptual Framework and Fatal Outcomes, 2002–2016. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, pp. 7631-7652.
- Deublein M., Schubert M., Adey B. T., Kohler J., Faber, M. H., 2013. Prediction of road accidents: A Bayesian hierarchical approach. *Accident Analysis and Prevention* 51, pp. 274–291.
- Duarte J., Baptista J.S., Marques A.T., 2019. Occupational accidents in the mining industry—a short review. *Occupational and Environmental Safety and Health*, pp. 61–69.
- Freeman J. A., Skapura D. M., 1991. *Neural Networks Algorithms, Applications, and Programming Techniques*, Addison- Wesley Publishing Company.
- Gerassis S., Saavedra A., Taboada J, Alonso E., Bastante F., 2019. Differentiating between fatal and non-fatal mining accidents using artificial intelligence techniques. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment* 34, pp. 687-699.
- Gurney K., 2001. *Computers and Symbols versus Nets and Neurons*. Department of Human Sciences, Brunet University, Uxbridge, Middlesex.
- Kakhkia F. D., Freemanb S. A., Mosher G.A., 2019. Evaluating machine learning performance in predicting injury severity in agribusiness industries. *Safety Science* 117, pp. 257–262.
- Kakhkia F. D., Freemanb S. A., Mosher G.A., 2019a. Use of Logistic Regression to Identify Factors Influencing the Post-Incident State of Occupational Injuries in Agribusiness Operations. *Applied Science* 9, pp. 3449-3463.
- Kakhkia F. D., Freemanb S. A., Mosher G.A., 2019b. Use of Neural Networks to Identify Safety Prevention Priorities in Agro-Manufacturing Operations within Commercial Grain Elevators. *Applied Science* 9, pp. 4690-4706.
- Loow J., Nygren M, 2019. Initiatives for increased safety in the Swedish mining industry: Studying 30 years of improved accident rates. *Safety Science* 117, pp. 437–446.
- Mahdevari S., Shahriar K., Esfahanipour A., 2014. Human health and safety risks management in underground coal mines using fuzzy TOPSIS. *Science of the Total Environment* 488, pp. 85–99.
- Maiti J, Bhattacharjee A., 1999 Evaluation of risk of occupational injuries among underground coal mine workers through multinomial logit analysis. *Journal of Safety Res* 30(2), pp. 93–101
- Paul S., 2009. Predictors of work injury in underground mines – An application of a logistic regression modal. *Mining Science and Technology (China)* 19 (3), pp. 282–289.
- Rivas T., Paz M., Martin J., Matias J. M., Garcia J. F., Taboada J., 2011. Explaining and predicting workplace accidents using data-mining techniques. *Reliability Engineering and System Safety* 96 (7), pp. 739–747.
- Ross, T. J, 2004. *Fuzzy logic with engineering applications*. Second Edition, John Wiley & Sons, Ltd.
- Sanmiquel L., Freijo M., Edo J., Rossell J. M., 2010. Analysis of work related accidents in the Spanish mining sector from 1982–2006. *Journal of Safety Research* 41(1), pp. 1–7.

- Sanmiquel L., Rossell J. M., Vintro C., 2015. Study of Spanish mining accidents using data mining techniques. *Safety Science* 75, pp. 49–55.
- Sari M., Duzgun H. S. B., Karpuz C., Selcuk A. S., 2004. Accident analysis of two Turkish underground coal mines. *Safety Science* 42 (8), pp. 675–690.
- Sarkar S., Vinay S., Raj R., Maiti J., Mitra P., 2019. Application of optimized machine learning techniques for prediction of occupational accidents. *Computers and Operations Research* 106, pp. 210–224.
- Smith N., Ali S., Bofinger C., Collins N., 2016. Human health and safety in artisanal and small-scale mining: an integrated approach to risk mitigation. *Journal of Cleaner Production* 129, 43-52.
- Spada M., Burgherr P., 2016. An aftermath analysis of the 2014 coal mine accident in Soma, Turkey: Use of risk performance indicators based on historical experience. *Accident Analysis and Prevention* 87, pp. 134–140.
- Stojadinović S., Svrkota I., Petrović D., Denić M., Pantović R., Milić V., 2012. Mining injuries in Serbian underground coal mines –A 10-year study. *Injury* 43 (12) pp. 2001 – 2005.
- Verma S., Chaudhari S., 2017. Safety of Workers in Indian Mines: Study, Analysis, and Prediction *Safety and Health at Work* 8, 267-275.
- Vieira E., Silva L., Silva J., 2015. Analysis of occupational risks: A systematic review from “Bayesian networks” tools. *Occupational Safety and Hygiene III*, pp. 39.
- Yedla A., Kakhki F., Jannesari A., 2020. Predictive Modeling for Occupational Safety Outcomes and Days Away from Work Analysis in Mining Operations. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17(19), pp. 7054.
- Yu H., Chen H., Long R., 2017. Mental fatigue, cognitive bias and safety paradox in chinese coal mines *Resources Policy* 52, pp. 165–172.
- Zadeh L. A., 1965. Fuzzy sets. *Information and control* 8 (3), pp. 338–353.

Поред наведене литературе користиће се и остале референце, доступне електронске базе и платформе које су у вези са испитиваном проблематиком

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

У оквиру докторске дисертације *Моделирање утицајних фактора и предикција појаве повреда на раду у рударству* биће испитана општа хипотеза истраживања:

Применом статистичких метода, неуронских мрежа и теорије фази логике могуће је да се обраде подаци о утицајним факторима на повреде на раду, предвиде овакви догађаји, анализирају тежине повреда, као и одреди допринос утицајних фактора на појаву повреда.

Поред опште, испитаће се и посебне хипотезе истраживања:

Став запослених према БЗР утиче на исход акцидентне ситуације, у смислу дешавања повреда;

Приступ менаџмента рудника према БЗР директно утиче на број повреда;

Детаљном анализом сваког појединачног случаја могуће је индефиковати утацајне факторе и подфакторе појаве повреде на раду;

Могуће је хијерарски дефинисати значај сваког фактора на појаву повреда;

На основу издвојених утицајних фактора може се дефинисати универзални модел за предикцију повреда на раду применом теорије фази логике и неуронски мрежа.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

У почетној фази истраживања са циљем израде докторске дисертације *Моделирање утицајних фактора и предикција појаве повреда на раду у рударству*, након прикупљања, обраде и класификације података добијених анкетирањем радника, применом дескриптивне статистике биће извршено израчунавање основних статистичких показатеља, на основу којих су утврђене зависности између испитаника (фреквенце и проценти, аритметичка средина, стандардна девијација итд.). Применом основних статистичких метода анализе, као што је анализа варијансе (ANOVA) утврдиће се разлике међу анкетираним радницима у односу на демографске карактеристике. За испитивање поузданости скале користиће се Cronbach alfa којефицијент чија ће корекција тј. повећање бити извршено уз помоћ анализе основних компоненти (PCA-Principal Component Analysis). Методама вишекритеријумског одлучивања и ентропијском методом биће дефинисани релевантни показатељи на основну мишљења радника.

У другом делу дисертације се применом метода машинског учења приступа развоју модела за предикцију повреда на раду, где се као улазни параметри користе најутицајније групе фактора издвојене претходно описаним методама. У циљу моделирања података користе се вештачке неуронске мреже и фази логика. Различите комбинације улазних параметара и њихових вредности доводе до различитих излазних вредности. У овом делу биће дата анализа коришћених модела са посебним освртом на тачност њихове предикције. Такође је потребно извршити и верификацију креираног модела, при чему ће се за ту сврху користити подаци који нису били коришћени у фази израде модела. На овај начин потврдиће се и способност креираних модела да изврше генерализацију, односно да врше предикцију чак и у случајевима када користе податке који нису коришћени при креирању модела

Циљна популација у спроведеном истраживању ове докторске дисертације су радници запослени у подземној експлоатацији угља у Србији. Ова популација радно је ангажована у оквиру Јавног предузећа за подземну експлоатацију угља Ресавица (ЈП ПЕУ). У поменутој компанији ради укупно 4211 радника, што подразумева и радну снагу која није директно ангажована у производњи угља и која због тога није од интереса за спроведено истраживање. Након елиминације ове групе радника, истраживање ће бити спроведено међу 2800 ангажованих директно у производном процесу.

Анкета ће бити спроведена међу запосленима у подземној експлоатацији угља у Србији. Рудници угља подземне експлоатације у Србији раде под централизованим управљањем ЈП ПЕУ. У оквиру ове компаније постоји девет подземних рудника угља са једанаест подземних производних јединица.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Повреде на раду непожељне су као догађаји на свим радним местима, зато се повредама на раду баве првенствено они који су директно угрожени тј. радници, затим њихови надлежни као одговорни, а затим лица за безбедност и здравље на раду, лекари, научници, држава, агенције итд. Рударство се издвојило као посебно ризична привредна грана због великог броја повреда које се у њој дешавају, поготово колективних повреда као и оних са смртним исходом. Велики број повреда које се дешавају, и поред предузетих мера безбедности и здравља на раду, намећу потребу да се овој проблематици детаљније приступи, узимајући у обзир статистичке податке али и специфичности услова радне средине у рударству као и став радника према безбедности и здрављу на раду.

Законска регулатива дефинише обавезу послодавца да процени ниво ризика од повређивања и болести у вези са радом тј. ниво угрожености сваког радника. У рудницима угља у Србији ризици којима су радници у току свог рада изложени дефинисани су на основу Акта о процени ризика на радном месту и у радној околини. Овим Актом је већина радних места у подземној експлоатацији угља дефинисана као високоризична. Приликом увођења поменутог Акта и пратећих мера дошло је до смањења повреда на раду али ова привредна грана још увек предњачи у смислу укупног броја повреда у односу на број запослених. Акт о процени ризика на радном месту и у радној околини, приликом процене узима у обзир оне утицајне параметре који оцењују штетности и опасности на радном месту, представљене кроз услове радне околине и радно окружење, а везани су за процесе које радник обавља дотичући и организационе факторе. Међутим, у литератури се све већи значај даје утицајним факторима као што су: демографски услови, године старости, пол, фактори везани за године радног искуства, ергономске услове, свест радника, субјективне карактеристике радника итд.

Основна питања која се намећу приликом проучавања повреда на раду се могу дефинисати следећим редоследом:

- Које се групе радника најчешће повређују?
- Који су најутицајнији фактори на повреде на раду у оквиру тих група?
- Да ли се повреде на раду могу предвидети?
- Како ефикасно спречити повреде на раду?

На основу анализе постојеће литературе везано за повреде, предикцију повреда и ризика од повређивања, утврђено је да постоји простор за истраживање и развој новог методолошког оквира за предикцију појаве повреда на раду у рударству. Формирањем и валидацијом оригиналног модела за предикцију повреда на раду у рударству, поред теоријског доприноса, добијени резултати могу значајно утицати на побољшање безбедности и здравља на раду у виду смерница за циљано деловање и смањење броја повређених радника.

Реализацијом истраживања у оквиру ове дисертације очекује се остваривање следећих научних доприноса:

- Теоријски ће бити дефинисан поступак анализе утицајних фактора који доводе до појаве повређивања радника у рударству.

- Формирање оригиналног и универзалног модела за предикцију повреда на раду применом теорије фази логике и неуронски мрежа на основу анализе утицајних фактора.
- Унапређење система БЗР у рударству на основу резултата добијених применом развијеног модела.
- Креирани модел може се ефикасно користити за предвиђање повреда и унапређење система БЗР и у осталим гранама индустрије.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

6.1. План истраживања

Истраживање за потребе израде докторске дисертације обухвата следеће фазе:

- Литературни преглед досадашњих истраживања из посматране области, као и других релевантних извора;
- Теоријска анализа повређивања радника у рударској индустрији, утицајни фактори;
- Дефинисање циља истраживања;
- Експериментални део, развијање упитника, прикупљање и обрада података добијених спровођењем упитника, даља статистичка обрада података, селекција и одабир улазних параметара;
- Анализа могућности примене неуронских мрежа и теорије фази логике у развоју модела за предикцију повреда на раду;
- Развој и валидација модела;
- Анализа и дискусија добијених резултата, верификација резултата и закључни коментари.

6.2. Структура рада

Оквирна структура докторске дисертације састојаће се од следећих поглавља:

1. Уводни део
2. Преглед досадашњих истраживања
3. Приказ истраживачке методе
4. Истраживачки део
5. Развој модела за предикцију повреда на раду
6. Резултати и дискусија
7. Закључна разматрања

Литература

Биографија кандидата и списак научних радова проистеклих током израде докторске дисертације

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе пријаве предложене теме докторске дисертације, Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, закључује да кандидат Јелена Ивас испуњава све законске и суштинске услове за израду предложене докторске дисертације.

Такође, на основу садржине до сада саопштених и публикованих радова, кандидат је доказала да је оспособљена да самостално ради на овако дефинисаној теми. Предложена тема, по предмету истраживања, циљевима, садржају и очекиваним научним доприносима, представља значајно подручје истраживања и као таква може бити предмет докторске дисертације. Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору да се кандидату Јелени Иваз одобри израда докторске дисертације под називом: „Моделирање утицајних фактора и предикција појаве повреда на раду у рударству“.

Такође, Комисија предлаже да се за ментора именује др Дејан Петровић, доцент Техничког факултета у Бору који испуњава све Законом предвиђене услове (већи број радова у часописима са СЦИ листе).

У Бору, марта 2021.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Дејан Петровић, доцент,

Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

др Витомир Милић, редовни професор,

Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

др Саша Стојадиновић, ванредни професор,

Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

др Дејан Таникић, редовни професор,

Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

др Александар Цвјетић, ванредни професор,

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата: Јелену Иваз

Име и презиме ментора: Дејан Петровић

Звање: доцент

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

-
1. J. Ivaz, S. Stojadinović, **D. Petrović**, P. Stojković. Analysis of fatal injuries in Serbian underground coal mines – 50 years review. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, Vol. 27 (3)2020, pp. 362 - 377, [ISSN: 1745-7300; IF (2019)=1,342; Public, Environmental & Occupational Health 203/285], **M23**;
 2. S. Stojadinović, I. Svrkota, **D. Petrović**, M. Denić, R. Pantović, V. Milić. Mining injuries in Serbian underground coal mines – A 10-year study. *Injury: International Journal of the Care of the Injured*, Vol. 43 (12) 2012, pp. 2001 – 5 [ISSN: 0020-1383; IF (2012) = 2,174; Emergency medicine 5/25], **M21**;
 3. J. Ivaz, R. Nikolić, J. Đoković, **D. Petrović**. Analysis of Work-Related Injuries in Mining Industry in Serbia, *System Safety*, Editors: R. Ulewicz and R. Nikolić, Publisher: Sciendo, Printed by De Gruyter Poland, d.o.o., Warsaw Poland, 2020 ISBN 978-83-957204-2-0, pp. 158 - 165, **M13**;
 4. **Petrović, D.V.**, Tanasijević M., S. Stojadinović, Ivaz, J., Stojković, P. Fuzzy expert analysis of the severity of mining machinery failure. *Applied soft computing*, Vol 94 2020, 106459 [ISSN: 0020-1383; IF(2019)=5,472; Computer science, Interdisciplinary application 9/109], **M21a**;
 5. **Petrović, D.V.**, Tanasijević M., S. Stojadinović, Ivaz, J., Stojković, P. Fuzzy Model for Risk Assessment of Machinery Failures. *Symmetry*, Vol 12 (4) 2020, 525. [ISSN 2073-8994; IF(2019)=2,645: Multidisciplinary sciences 29/71], **M22**;
 6. **Petrović, D.V.**, Tanasijević, M., Milić, V., Lilić, N., Stojadinović, S., Svrkota, I. Risk assessment model of mining equipment failure based on fuzzy logic. *Expert Systems with Application*, Vol. 41 (18)2014, pp. 8157 – 8164 [ISSN: 0957 – 4174; IF (2014) = 2.240; Engineering, Electrical & Electronic 48/249], **M21**;
 7. Jelena Ivaz, **Dejan Petrović**, Aleksandra Fedajev, Vitomir Milić, Saša Stojadinović, Pavle Stojković. Economic aspects of occupational injuries in mining. *Underground Mining Engineering – Podzemni radovi* 33 2018, pp. 41-51 [ISSN 0354-2904], **M51**;
 8. Vladimir Todorović, **Dejan Petrović**, Jelena Trivan. Injuries frequency of employees in underground coal mines in Serbia. *Underground Mining Engineering – Podzemni radovi* 31 2017, pp. 67-76 [ISSN 0354-2904] **M51**.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. Др Нада Штрбац