

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Рударско-геолошки факултет

Наставно-научном већу

Предмет: Извештај о оцени докторске дисертације кандидата Миљана Гомилановића, маг. инж. рударства

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета бр. 1/87 од 22.03.2024. године, именована је Комисија за преглед и оцену докторске дисертације кандидата Миљана Гомилановића, мастер инж. рударства, под насловом:

РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ РАСПОЛОЖИВОСТИ КОНТИНУАЛНИХ СИСТЕМА НА ПОВРШИНСКИМ КОПОВИМА ПРИМЕНОМ НЕУРО-ФАЗИ МОДЕЛА

Комисија у саставу:

1. Проф.др Дејан Ивезић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет,
2. Проф.др Драган Игњатовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет,
3. Доц.др Дејан Петровић, доцент
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору,
на основу прегледа достављене документације, подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1 Обим дисертације

Докторска дисертација садржи 119 страна рачунарски обрађеног текста (од Увода па закључно са Литературним изворима), 14 почетних страна (насловна страна и сажетак на српском и енглеском језику, садржај, списак слика и табела), 71 страна прилога и 4 завршних страна (биографија аутора и изјаве о ауторству). Укупан број страна дисертације је 208 и све су А4 формата. У дисертацији је садржано:

- 92 слике у текстуалном делу дисертације;
- 35 табеле у текстуалном делу дисертације;
- 4 прилога различитог облика (Прилог 1 – Оцене експерата за фази модел, Прилог 2 – Оцене експерата за ANFIS модел, Прилог 3 – код у програмском језику за фази модел, Прилог 4 – код у програмском језику за ANFIS модел);
- 154 литературних извора коришћених у дисертацији.

1.2 Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Миљан Гомилановић, мастер инжењер рударства је пријавио тему докторске дисертације под насловом „Развој модела за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом неуро-фази модела“ на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, 24.06.2020. године (пријава број 1/196).

На основу пријаве теме докторске дисертације, Катедра за опште машинство и термодинамику предложила је Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, покретање поступка за именовање Комисије за оцену научне заснованости докторске дисертације кандидата (пријава број 1/217 од 07.07.2020).

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду број 1/242 од 20.07.2020. године именована је Комисија у саставу: проф. др Милош Танасијевић, дипломирани инжењер рударства, проф. др Предраг Јованчић, дипломирани инжењер рударства, проф. др Драган Игњатовић, дипломирани инжењер рударства, проф. др Дејан Ивезић, дипломирани инжењер машинства сви са Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, проф. др Угљеша Бугарић, дипломирани инжењер машинства са Машинског факултета, Универзитета у Београду.

Кандидат је пред формираном Комисијом, 04.09.2020. године обратио приступни рад под поменутиим насловом (записник број 1/287), након чега је Комисија саставила извештај о научној заснованости теме докторске дисертације (извештај број 1/288 од 04.09.2020).

На основу извештаја који је Комисија саставила, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на седници одржаној 22.09.2020. године, донело је одлуку број 1/359 којом се усваја извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Миљана Гомилановића, мастер инжењера рударства и одобрава израда докторске дисертације по насловом „Развој модела за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом неуро-фази модела“, а за менторе именују др Милош Танасијевић, редовни професор и др Угљеша Бугарић, редовни професор.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 27.10.2020. године донело је одлуку број 61206-3035/2-20 године којом се даје сагласност на предлог теме кандидата Миљана Гомилановића, под насловом „Развој модела за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом неуро-фази модела ” и потврђује менторство проф. др Милошу Танасијевићу и проф. др Угљеша Бугарићу.

Кандидат Миљан Гомилановић је 11.03.2024. године поднео молбу за именовање Комисије за оцену докторске дисертације под насловом „Развој модела за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом неуро-фази модела“. Уз молбу, кандидат је поднео сагласност ментора за предају урађене докторске дисертације. Катедра за опште машинство и термодинамику је упутила допис Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду са предлогом Комисије за оцену докторске дисертације у саставу: проф. др Дејан Ивезић, дипломирани инжењер машинства и проф. др Драган Игњатовић, дипломирани инжењер рударства, обојица са Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и доц. др Дејан Петровић, дипломирани инжењер рударства са Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду.

На седници Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду донета је одлука број 1/87 од 22.03.2024. године којом се потврђује предлог матичне Катедре и именује Комисија за оцену докторске дисертације, чиме су испуњени услови за писање предметног Извештаја о урађеној докторској дисертацији.

1.3 Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација кандидата Миљана Гомилановића, мастер инжењера рударства, припада научној области ``Рударско инжењерство``, односно ужој научној области ``Елементи машинских и енергетских система`` за коју је матичан Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

Именована су два ментора за вођење кандидата при изради докторске дисертације:

- Проф. др Милош Танасијевић, редовни професор Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, аутор великог броја радова из области системског приступа одржавања рударских машина, сигурности функционисања техничких система и развоја математичких и концепцијских модела из области експертних система, пре свега, фази логичког закључивања. Према референтном извору *Scopus* аутор или коаутор је на 36 радова од којих је 27 радова на референтној *SCI* листи, *h-index*: 11, при чему је цитираност радова 389.
- Проф. др Угљеша Бугарић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду, аутор великог броја научних радова из области управљања одржавања техничких система, индустријске логистике и операционих истраживања. Посебно се бави развојем симулационих модела, оптимизацијом и прогнозирањем у индустријском инжењерству. Према референтном извору *Scopus* аутор или коаутор је на 3 радова од којих је 20 радова на референтној *SCI* листи, *h-index*: 9, при чему је цитираност радова 217.

Компетентност именованих ментора за вођење кандидата, оправдана је ауторством великог броја научних радова из одговарајуће научне области, објављених у референтним међународним и домаћим часописима, као и у зборницима међународних и националних конференција и саветовања, високом цитираношћу, као и досадашњим менторством на докторским дисертацијама.

1.4 Биографски подаци о кандидату

Миљан С. Гомилановић, мастер инжењер рударства рођен је 05.04.1990. године у Сарајеву. Основну школу завршио је у Лајковцу, а потом је завршио гимназију у Лазаревцу.

Основне студије Студијски програм - рударско инжењерство, модул - површинска експлоатација лежишта минералних сировина, уписао 2009. године. Основне студије завршио је 2013. године и одбранио завршни рад под називом „Технологија рада роторног багера SchRs 1600 на II БТО систему површинског копа Тамнава-Западно поље Колубара“ са оценом 10 и просечном оценом свих положених испита 8.77. Током основних студија одрадио је стручну праксу у РБ „Колубара“. Дугогодишњи је члан студентског парламента Рударско-геолошког факултета.

Мастер студије на Рударско-геолошком факултету у Београду, модул – површинска експлоатација лежишта минералних сировина, уписао је 2013. године. Године 2014. завршио је мастер студије и одбранио мастер рад под називом „Селективно откопавање угља роторним багером SchRs 630 25/6 II БТД система површинског копа Тамнава-Западно

поље“ са оценом 10 и просечном оценом свих положених испита 8.80. Током студирања био је стипендиста општине Лајковац. Школску 2013/2014 изабран је за студента продекана Рударско-геолошког факултета у Београду.

Од 2015. године запослен је у Институту за рударство и металургију Бор у Одељењу угаљ инжењеринг Београд као пројектант инжењер. Ангажован је на пословима софтверског пројектовања пакетима Minex и Gemcom и другим компатибилним софтверима површинских копова и на пословима рударске анализе и израде техничке документације. Учествовао је у изради великог броја пројеката, студија и анализа.

Поред овога Миљан Гомиловић је ангажован на Пројектима технолошког развоја, Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Одлуком научног већа Института за рударство и металургију Бор изабран је у истраживачко звање – Истраживач сарадник.

Докторске студије на Рударско-геолошком факултету у Београду, студијски програм - рударско инжењерство, уписао је 2016. године. Положио 16 испита, просек 9.88. Објавио је укупно 7 радова који су у директној вези са темом дисертације, 4 ауторска рада на SCI-е листи и још 3 рада у нижим категоријама. На основу чега је остварио потребан услов да брани докторску дисертацију.

У јуну 2018. године, положио је стручни испит из области рударства, прописан Законом о рударству и геолошким истраживањима.

Бави се научно–истраживачким радом и до сада је као аутор или коаутор објавио 31 научни рад (<https://orcid.org/0000-0002-1209-7423>). Према референтном извору *Scopus* аутор или коаутор је на 8 радова од којих је 3 рада у часописима на референтној *SCI* листи, *h-index*: 2, при чему је цитираност радова 8.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Миљана Гомиловића, написана је на српском језику ћириличним писмом и садржи следећа основна поглавља:

1. Увод
2. План истраживања и структура дисертације
3. Преглед истраживања из предметне области и области повезаних са темом у Србији и свету
4. Континуални системи површинске експлоатације
5. Континуални систем (I БТД систем) на површинском копу Дрмно, Костолац
6. Распоживост
7. Машинско учење, експертни системи и симулација
8. Модел за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом фази логике
9. Модел за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом неуро-фази система закључивања
10. Симулациони модел за одређивање расположивости континуалних система површинске експлоатације
11. Закључак
12. Литература
13. Прилози

Докторску дисертацију поред поменутих поглавља чине још Сажетак на српском и енглеском језику, Садржај, Списак слика, Списак табела, Литература, Прилози, Биографија, Изјава о ауторству, Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу. Поглавља у докторској дисертацији садрже више подпоглавља.

2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

Докторска дисертација је структурирана сходно предмету и циљевима истраживања и примењеној методологији истраживања.

Прво поглавље: У уводном поглављу дат је предмет истраживања и основни циљ истраживања. Поред овога дата је дефиниција континуалних система на површинским коповима и њихова основна функција.

Друго поглавље: У поглављу 2. приказан је план истраживања, дат је алгоритам истраживања и садржај докторске дисертације са кратким описом сваког поглавља.

У трећем поглављу: У овом поглављу дат је преглед истраживања из предметне области и области повезаних са темом. Приказана је анализа научних радова, дисертација везаних за системски приступ у инжењерству техничких система и анализа везана за експертне системе засноване на фази логици и неуронским мрежама.

Четврто поглавље: У овом поглављу дат је детаљнији опис континуалних система и детаљнији опис самих делова система површинске експлоатације, уз адекватне фотографије које је докторанд начинио током овог истраживања. Посебно су истакнуте специфичности рударске механизације на површинским коповима лигнита која несумњиво спада у капиталну опрему.

Пето поглавље: У овом поглављу приказан је I БТД систем површинског копа Дрмно за који је урађена студија случаја у докторату. Циљ овог поглавља је формирање улазних података за моделе оцене расположивости који су касније развијени. У том смислу докторанд је прикупио, архивирао, изврши контролу и систематизацију прикупљених података. Критички је сагледао рад службе одржавања у функцији евиденције, поделе на врсте застоја и технику и технологију отклањања застоја. У овом поглављу приказан је алгоритам формирања базе податка која је даље коришћена у моделима. Прикупљени подаци приказани су у прилогу.

Шесто поглавље: У овом поглављу дат је теоретски део везан за појам расположивост. Описани су индикатори који утичу на расположивост. Дате су дефиниције за расположивост, поузданост и погодност одржавања. Приказана је хијерархијска структура расположивости као феномена употребног квалитета техничких система.

Седмо поглавље: У овом поглављу приказане су теоријске основе везане за машинско учење; конкретно за фази алгебру и технику фази логичког закључивања; вештачке неуронске мреже, пре свега неуро-фази системе; и симулације.

Осмо поглавље: Ово и наредна два поглавља представљају есенцијални део доктората. Приказан је ново развијени модел за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом фази логике. Примењени модел је формиран синтезом независних парцијалних индикатора расположивости. Модел је заснован на експертском систему за процену расположивости континуалних рударских система. Расположивост

система, као комплексни параметар стања, декомпонован је на парцијалне индикаторе, поузданост и погодност одржавања, који су даље декомпоновани на нове парцијалне индикаторе, чиме је добијена хијерархијска структура расположивости. Фази композиције које су коришћене за интеграцију парцијалних индикатора су $\max\text{-min}$ и $\min\text{-max}$ композиције. У раду је даље урађена компарација резултата на бази дисперзије фази оцене расположивости, и дата је сугестија за даљу примену одговарајуће композиције.

Девето поглавље: У деветом поглављу приказује се модел за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима угља применом неуро-фази система закључивања. У оквиру овог модела расположивост се разлаже на исте парцијалне подиндикаторе као у фази моделу (поглавље 8) који се процењују експертском проценом, упитником. Подаци из периода од 2016. до 2018. године су се користили за тренирање ANFIS модела (480 података - тренинг скуп података), док су подаци из 2019. године (160 података - тест скуп података) служили за тестирање добијеног модела. Експертима су у упитнику понуђене оцене у распону од F (најгора оцена) до A (најбоља оцена). Опис оцена парцијалних подиндикатора је исти као у претходном фази моделу, с тим што је у овом упитнику од експерта захтевано да процене врше на кварталном нивоу у унапред одређеном временском периоду за сваки део I БТД система, за разлику од претходног модела где оцена нема временску категорију, временску зависност. Тако добијене оцене су коришћене као улазни подаци овог модела.

Пре израде модела формирана је база података (детаљно описана у дисертацији, поглављу 5.1.) везана за времена трајања машинских, електро и осталих отказа I БТД система у периоду од 4 године (2016., 2017., 2018., 2019. година). Подаци из ове базе су се користили за одређивање историјских расположивости на кварталном нивоу, а као такви представљали су излазне податке ANFIS модела. На основу приказаних вредности RMSE статистика долази се до закључка да модел који користи Гаусову функцију, има бољу могућност предикције у односу на друге приказане моделе који користе Сигмоидну и Звонасту функцију.

Десето поглавље: У десетом поглављу приказан је симулациони модел. Овај модел користи симулациони приступ за одређивање расположивости континуалних система површинске експлоатације користећи теоријске и емпиријске расподеле времена трајања различитих врста отказа, времена рада између отказа као и расподеле врсте отказа добијених на основу експерименталних података верификованих К-С тестом. Апроксимација је урађена методом Монте-Карло.

Једанаесто поглавље: У овом поглављу дат је закључак докторске дисертације. Приказане су основе сва три модела и приказани су резултати добијени на основу сва три модела. Закључује се да су три приказана модела кохерентна и комплементарна и да дају приближно исту слику стања расположивости континуалних система. Такође су у овом поглављу дате препоруке за даља усавршавања модела.

Након закључних разматрања, наведени су литературни извори и прилози који садрже оцене експерата за фази и ANFIS модел, кодове за поменуте моделе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација кандидата Миљана Гомилановића, мастер инжењера рударства под насловом *``Развој модела за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом неуро-фази модела``* представља савремен и оригиналан истраживачки рад на формирању модела за одређивање расположивости континуалних система површинске експлоатације. Модели обухватају три методолошка приступа. Првим се уз помоћ фази логике одређује расположивост континуалних система. Другим се комбинацијом фази логике и неуронских мрежа одређује расположивост континуалних система. Трећим се уз помоћ симулације одређује расположивост. Улазни и излазни подаци у моделима добијени су на основу експертске процене и историјских података везаних за конкретан система на површинском копу Дрмно.

Савременост дисертације се пре свега огледа у специфичној примени неуро-фази система закључивања, као једне од тренутно најактуеленијих области вештачке интелигенције у техници.

Оригиналност дисертације је у декомпозицији расположивости на парцијалне индикаторе у два нивоа, њиховој номинацији, пропозицији и композицији и идентификацији, и формирању њене хијерархијске структуре. Наведена структура се даље користи у фази и ANFIS моделу. Оригиналност се огледа и у специфичној примени већег броја научних метода анализе иницијалних података о понашању техничког система са израженом хибридном структуром.

Добијени резултати указују на то да су адаптивни и интелигентни приступи, попут ANFIS модела, заједно са моделима заснованим на фази логици, моћни алати за предвиђање расположивости континуалних система у рударству.

Значај добијених резултата се огледа: (1) на могућност другачијег, иновативног сагледавања расположивости као феномена који се до сада одређивао као временски коефицијент, (2) на могућност повећања расположивости кључних рударских система у Републици Србији.

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и резултата у извештају из програма „iThenticate“ којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „*Развој модела за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом неуро-фази модела*“ кандидата Миљана Гомилановића, мастер инжењера рударства, констатује се да је према првобитно добијеном извештају укупно подударање текста износило 5 %. Приступом у софтверску платформу *``iThenticate``* након филтрирања препознатих преклапања текста који су већи или једнаки 1 %, добијено је референтно преклапање које укупно износи 3 %. Наведена преклапање се односе на претходно објављене радове кандидата који су проистекли из рада на дисертацији, као и подударања са често коришћеним стручним терминима и фразама из предметне теме дисертације, односно случајних подударања које садрже називе институција, називе метода на енглеском језику и њихових скраћеница, случајних подударања нумеричких

података, библиографских података о коришћеној литератури, и слично, што је у складу са чланом 9. Правилника.

Имајући у виду да је кандидат током писања докторске дисертације узео у обзир све академске норме у погледу навођења и цитирања литерарних извора, Комисија сматра да докторска дисертација представља у потпуности резултат оригиналног научно-истраживачког рада кандидата.

3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу

При изради докторске дисертације, коришћена литература обухвата 154 литературних јединица које се односе на: системске приступе у инжењерству одржавања техничких система, експертне системе засноване на примени фази логике и неуронских мрежа. Коришћена литература претежно се односи на радове из референтних часописа, као и на одговарајуће универзитетске публикације. На основу начина на који је урадио докторску дисертацију, као и из пописа литературе коју је користио, може се закључити да кандидат добро познаје предметну област истраживања и актуелно стање и будуће тенденције у свету.

3.3 Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Научне методе примењене у докторској дисертацији су адекватне проблематици која се истражује и анализира, као и постављеном предмету и циљевима истраживања. Истраживање је било усмерено на анализу феномена расположивости техничких система са становишта теорије и са становишта актуелних проблема на површинским коповима логике; структурирању и композицији расположивости; симулација расположивости према временској слици стања техничког система.

Сходно томе, у докторској дисертацији су примењене следеће научне и истраживачке методе:

- Метода теоријске анализе, која је коришћена за потребе проучавања литературе из предметне области, досадашњих сазнања и најновијих резултата везаних за предметну тему дисертације
- Метода прикупљања, статистичке обраде и анализе података који дефинишу временску слику стања, односно података о застојима I БТД система на П.К. Дрмно - Костолац
- Метода примењене фази логике за одређивање расположивости, односно пропозиција парцијалних индикатора, двостепена фаза композиција, дефинисање фази исхода и идентификација.
- Адаптивни неуро-фази модел за одређивање и предикцију расположивости .
- Симулациони модел за одређивање расположивости, уз коришћење метода тестирања хипотезе о расподели улазних података и метода апроксимације.
- Метода компаративне анализе за поређење добијених резултата приказаним методама.

Методе истраживања су савремене, комплементарне и заједно формирају модел за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима. Примена метода у дисертацији заснована је и на примени савремених програмских језика (Python) за развој и примену фази и ANFIS модела третирања расположивости.

3.4 Оцена примењивости и верификација остварених резултата

Резултати истраживачког рада у оквиру докторске дисертације *“Развој модела за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом неуро-фази модела”* кандидата Миљана Гомилановића могу се пре свега применити у области инжењерства одржавања техничких система. Анализа и дефинисање расположивости кроз хијерархијску структуру примењиво је у свим областима технике где је познавање актуелног и предикција будућег односа времена у застоју и времена у раду, од великог значаја. Кандидат је на овај начин значајно проширио дефиницију расположивости и отворио могућност за детаљнију анализу слабих места на посматраним машинама.

Докторска дисертација кандидата Миљана Гомилановића има алгоритамску структуру у смислу развоја модела анализе, синтезе, затим модела симулације и предикције расположивости на бази скупа улазних података хибридног карактера. Наведени модели су флексибилни и адаптивни. Примењиви су у свим областима праћења сигурности функционисања капиталне рударске и друге опреме.

Резултати истраживања верификовани су кроз студију случаја применом сва три модела од којих су два иновативна а један је конвенционалан. Добијени резултати су међусобно сагласни.

3.5 Оцена способности кандидата за самосталан научни рад

Кандидат Миљан Гомилановић, мастер инжењер рударства је током израде докторске дисертације показао да поседује потребне способности и вештине за самосталан научно-истраживачки рад. У раду је показао: аналитичност и систематичност, завидни ниво примене рачунарских програма за подршку научном раду, способност за рад на терену.

Кандидат је на основу вишегодишњег рада и искуства у овој и сличним областима, стекао способност да при изради докторске дисертације у потпуности реализује планирано истраживање, од почетне идеје до испуњавања постављених циљева дисертације.

Кандидат је докторску дисертацију концизно и садржајно приказао кроз све сегменте истраживања. Према оствареним резултатима у научно-истраживачком раду, може се констатовати да је кандидат Миљан Гомилановић испунио услове који га квалификују за даљи самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Приказ остварених научних доприноса

У докторској дисертацији *“Развој модела за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом неуро-фази модела”* приказан је потпуно нови приступ за дефинисање и рачунску интерпретацију расположивости као врло значајног показатеља употребног квалитета техничких система. У дисертацији се по први пут у литератури расположивост хијерархијски декомпонује на синтезне и парцијалне индикаторе.

Развојем математичких и концепцијских модела за дефинисање расположивости, постигнуто је следеће:

- дефинисани су утицајни параметри на расположивост и приказан је њихов значај на исход;
- смањена је неодређеност при идентификацији слабих места код анализе расположивости;
- дефинисан је алгоритам за одређивање нивоа расположивости и тенденције у будућности.

Научни допринос докторске дисертације присутан је у следећим научним областима:

- системске науке и одржавање техничких система – повећање расположивости, ефикасности и сигурности функционисања техничких система,
- примењене методе фази логике,
- вештачка интелигенција – дефинисање ANFIS модела за предикцију расположивости континуалних система површинске експлоатације;

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

Расположивост система континуалне експлоатације лигнита је увек актуелна тема. Непланирани застоји представљају велики проблем и изазов за инжењере који раде у оперативи и у одговарајућим истраживачким организацијама. Циљ истраживања био је развој нових модела за одређивање расположивости система како би се унапредила ефикасност одржавања и смањили потенцијални застоји у раду, односно како би се унапредило управљање системом експлоатације угља.

Истраживање у оквиру докторске дисертације заснивало се на неколико хипотеза које су биле сконцентрисане на ставовима: време настанка и трајања застоја као и време обнављања су случајне величине; расположивост техничких система је комплексна величина са више утицајних параметара; коришћењем фази логике могуће је дефинисање поменутих параметара и њиховог утицаја; предикцију расположивости могуће је одредити применом вештачких неуронских мрежа на бази историје понашања посматраног система; и одговарајућим симулационим моделом могуће је одредити актуелну вредност расположивости на основу временске слике стања. Увидом у поменуте хипотезе, постављени циљ истраживања, сагледавањем стања релевантних научних истраживања, и анализирајући добијене резултате истраживања, комисија констатује да су резултати постигнути овом дисертацијом у потпуности оправдали очекивања. Резултати су потпуно научно утемељени, оригинални, значајни и применљиви у научној и стручној пракси.

Комисија констатује да би примена добијених модела анализе и евалуације расположивости значајно унапредила одржавање и уопште пословање површинских копова угља, са друге стране значајно унапредила начин посматрања расположивости као показатеља сигурности функционисања техничких система. Развијени примењени модели несумњиво представљају значајан пример у области експертних система и метода симулације.

4.3 Верификација научних доприноса

Научни допринос из области истраживања спроведеног у оквиру докторске дисертације је верификован објављивањем три рада у научним часописима међународног значаја (M23) на коме је кандидат прво потписани аутор. Поред наведеног, резултати истраживања спроведеног у дисертацији, публиковани су у још три рада категорије M53.

Категорија M23 – Рад у међународном часопису

1. **Gomilanic M.**, Tanasijevic M, Stepanovic S. Determining the Availability of Continuous Systems at Open Pits Applying Fuzzy Logic. *Energies*. 2022; 15(18):6786. <https://doi.org/10.3390/en15186786>, (M23 IF3,2)
2. **Gomilanic M.**, Tanasijevic M, Stepanovic S, Miletic F. A Model for Determining Fuzzy Evaluations of Partial Indicators of Availability for High-Capacity Continuous Systems at Coal Open Pits Using a Neuro-Fuzzy Inference System. *Energies*. 2023; 16(7):2958. <https://doi.org/10.3390/en16072958>, (M23 IF3,2)
3. **Gomilanic M.**, Bugaric, U., Bankovic, M., Stanic, N., & Stepanovic, S. (2024). Determining the Availability of Continuous Systems in Open – Pits Using ANFIS and a Simulation Model. *Energies* <https://doi.org/10.20944/> (M23 IF3,2)

Категорија M53 - Рад у научном часопису

1. Bugaric, U., Tanasijevic, M., **Gomilanović, M.**, Petrović, A., Ilić, M., Analytic determination of the availability of a rotary excavator as a part of coal mining system-Case study: Rotary excavator SchRs 800.15/1,5 of the Drmno open pit, *Mining and Metallurgy Engineering Bor*, 3-4, 2020, Bor (2020), ISSN 2406-1395, UDC 622.
2. **Gomilanović, M.**, Doderović, A., Stanić, N., Milijanović, Analytical model for determining the availability of continuous surface exploitation systems, case study: I BTD system of the open pit Drmno, *Mining and Metallurgy Engineering Bor*, 1/2023, Bor (2023), ISSN 2406-1395, UDC 622.
3. **Gomilanović, M.**, Stanić, N., Stepanović, S., Doderović, A., Studies on availability of the mining equipment - an overview, *Mining and Metallurgy Engineering Bor*, 1/2023, Bor (2023), ISSN 2406-1395, UDC 622.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација ``Развој модела за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом неуро-фази модела`` кандидата Миљана Гомилановића, мастер инжењера рударства, представља савремен, оригиналан, иновативан и научно утемељен рад, са посебним доприносом у области развоја модела за анализу, симулацију и предикцију расположивости континуалних система за експлоатацију угља. Докторском дисертацијом су: доказане полазне хипотезе; у потпуности су развијени модели за одређивање расположивости техничких система; коришћени су експертна анализа, симулације и фази логичко закључивање; модели су имплементирани на случају рударске механизације која ради у реалним условима површинског копа Дрмно - Костолац; улазни подаци су хибридног карактера. Комисија констатује да докторска дисертација има значајну научну вредност, те да ће привући пажњу у научним и стручним круговима са аспекта рударске механизације, инжењерства одржавања техничких система и уопште системских наука.

На основу прегледа докторске дисертације, Комисија за оцену докторске дисертације закључује да докторска дисертација ``Развој модела за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом неуро-фази модела`` испуњава све законске услове за јавну одбрану. Урађена је према свим стандардима о научно-истраживачком раду и испуњава све услове прописане Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, Статутом Рударско-геолошког факултета и прописаних критеријума Универзитета у Београду.

На основу свега наведеног у Извештају, Комисија за оцену докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под насловом ``**Развој модела за одређивање расположивости континуалних система на површинским коповима применом неуро-фази модела**`` кандидата Миљана Гомилановића, прихвати, изложи на увид јавности и даље у складу са процедуром упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, након чега би се приступило јавној одбрани докторске дисертације пред комисијом у истом саставу.

У Београду, 26.03.2024.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

**др Дејан Ивезић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет**

**др Драган Игњатовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет**

**др Дејан Петровић, доцент
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору**