

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**

**Рударско-геолошки факултет**

## **НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

**Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Миодрага Челебића**

Одлуком Наставно-научног већа, Рударско-геолошког факултета бр. 1/145 од 22.04.2024. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата **Миодрага Челебића**, дипломираног инжењер рударства под насловом

**Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала**

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

## **ИЗВЕШТАЈ**

### **1 УВОД**

#### **1.1 Наслов и обим дисертације**

Докторска дисертација под насловом „Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала“ кандидата Миодрага Челебић написана је на српском језику латиничним писмом на 93 стране формата А4, садржи 32 слике, 27 табела и 156 литературних јединица.

#### **1.2 Хронологија одобравања и израде дисертације**

Кандидат Миодраг Челебић, дипломирани инжењер рударства пријавио је 04.03.2019. године (пријава бр. 1/46) тему докторске дисертације на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, под насловом „Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала“. На седници одржаној 21.03.2019.год, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду донело је Одлуку број 1/70 од 25.3.2019. године којом је именована Комисија у саставу:

- 1 Проф. др Божо Колоња, редовни професор,  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
- 2 Проф. др Динко Кнежевић, редовни професор,  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
- 3 Проф. др Никола Лилић, редовни професор  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

- 4 Проф. др Ранка Станковић, ванредни професор,  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
- 5 Др Живко Секулић, научни саветник  
ИТНМС, Београд

за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације Миодрага Челебића, дипломираног инжењера рударства, под поменутиим насловом.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на седници одржаној 23.05.2019. године донело је Одлуку број 1/132 од 27.05.2019.год којом се усваја извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације Миодрага Челебића, инжењера рударства и одобрава израда докторске дисертације под насловом „Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала”, а за ментора именује Проф. др Божо Колоња, редовни професор.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 3.6.2019. године донело је одлуку број 61206-2328/2-19 од 3.6.2019. године којом се даје сагласност на предлог теме кандидата Миодрага Челебића, под насловом „Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала“ и потврђује менторство редовном професору др Божи Колоњи.

На основу Одлуке Наставно-научног већа, Рударско-геолошког факултета бр. 1/298 од 22. септембра 2023. године, а на захтев студента, одобрено је мировање права и обавеза у школској 2022/2023. години.

Кандидат Миодраг Челебић, дипломирани инжењер рударства је 08.04.2024. године поднео молбу број 1/122 за именовање Комисије за оцену докторске дисертације под насловом „Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала”. Катедра за пројектовање и планирање површинских копова упутила је допис број 1/134 од 08.04.2024. године Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду са предлогом Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- 1 Проф. др Владимир Чебашек, редовни професор  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
- 2 Проф. др Дејан Стевановић, ванредни професор,  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
- 3 Проф. др Саша Стојадиновић, редовни професор,  
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на седници одржаној 18.04.2024. године донело је одлуку број 1/145 од 22.04.2024. године којом се потврђује предлог матичне Катедре и именује Комисија за оцену докторске дисертације, чиме су испуњени услови за писање предметног Извештај о урађеној докторској дисертацији.

### **1.3 Научна област дисертације**

Докторска дисертација "Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног

система производње на површинским коповима неметала” припада области техничких наука, научној области „Рударство“ односно ужој научној области „Пројектовање и планирање површинских копова“ за коју је матичан Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

За ментора ове докторске дисертације именован је Проф. др Божо Колоња, редовни професор Рударско–геолошког факултета. Велико научно искуство које ментор поседује, је валоризовано кроз велики број објављених научних радова из области планирања површинских копова и транспортних система експлоатације на површинским коповима, поред тога значајно искуство у раду са привредом, ментора додатно чини компетентним за вођење кандидата при изради ове докторске дисертације под претходно наведеним називом.

#### **1.4 Биографски подаци о кандидату**

Миодраг Челебић, дипл. инж. рударства рођен је 15. новембра 1981. у Ливну, Босна и Херцеговина. Након завршене средње Машинске школе у Приједору уписао је Технолошки факултет, Рударски одсек у Приједору Универзитета у Бањој Луци где је 2007. године стекао звање дипломирани инжењер рударства, а тема дипломског рада је била „Верификација континуалног система транспорта откривке на површинском копу Бувач“. Други циклус студија на студијском програму Рударско и геолошко инжењерство на Рударском факултету у Приједору Универзитета у Бањој Луци завршио је 2014. године на тему завршног рада „Анализа техно-економске оправданости избора технологије и начина експлоатације јаловине на ПК Бувач“.

Након дипломирања радио је на Рударском институту у Приједору као пројектант (2007-2012), у Слога а.д. Козарска Дубица као технички руководилац површинског копа „Маглајци“ (2009-2012), а од 2010. године ради на Рударском факултету у Приједору Универзитета у Бањој Луци у звању асистента и вишег асистента.

Објавио је, самостално или као коаутор, на домаћим и међународним симпозијумима и часописима више научних радова и учествовао у изради, као аутор или сарадник, више стручних радова који се односе на пројекте и елаборате из области рударства и геологије.

У школској 2018/2019 кандидат је уписао докторске студије на Рударско – геолошком факултету, Универзитета у Београду уз признавање раније положених испита на истом факултету.

## **2 ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### **2.1 Структура и садржај дисертације**

Структуру докторске дисертације чине следећа поглавља са више потпоглавља:

1. Увод
2. Преглед литературе
3. Опис методе развоја модела
4. Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала
5. Пример употребе – студија случаја
6. Закључци и препоруке

Литература

Докторска дисертација садржи Сажетак, Садржај, Списак слика, Списак табела, Биографију, Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

## **2.2 Кратак приказ појединачних поглавља**

Дисертација која је рађена према одабраној методологији је сачињена од шест поглавља. Свако поглавље се састоји, из више потпоглавља у складу са комплексношћу обрађеног дела дисертације.

**Прво поглавље** даје преглед значаја предметне проблематике односно значај интегралне оптимизације система и делова система у рударској производњи. Овде је наведена полазна хипотеза, као и циљ саме дисертације.

**Друго поглавље** даје преглед литературе која се односи на процесе оптимизације појединих процеса у рударству конвенцијалним методама, као и методама вишекритеријумског одлучивања. Представљен је и развој метода вишекритеријумског одлучивања и њихова растућа употреба у рударству током последњих деценија.

**Треће поглавље** описује са технолошког аспекта, сам процес површинске експлоатације са прегледом и поделом система површинске експлоатације. Такође, ово поглавље пружа и преглед основних метода оптимизације коришћених у савременој рударској пракси и науци са посебним освртом на интегрални приступ оптимизацији као и развој и преглед вишекритеријумских метода одлучивања.

**Четврто поглавље** даје опис развијеног модела за оптимизацију уз представљање методологије истраживања, као и опис изабраних експерименталних подручја на којима је примењена функционалност интегралног модела оптимизације. У овом поглављу су детаљно представљени релевантни услови производње на предметним подручјима.

**Пето поглавље** даје преглед студије случаја за два примера, површинског копа Угљевик Исток 1 и лежишта L-29C експлоатационог поља Бешпел, где је примењен интегралан модел оптимизације. У студији случаја површинског копа Угљевик Исток 1 су дефинисани релевантни критеријуми који интегрално сагледавају рударску производњу и дефинисана су алтернативна решења. Преко критеријума “Продуктивност” дефинисано је да сва алтернативна решења задовољавају услове експлоатације и да се може приступити даљој оптимизацији. На студији случаја лежишта L-29C су дефинисани критеријуми за одлучивање и алтернативе. Алтернативе су дефинисане на основу примењивости метода, како према природним условима лежишта, тако и према организационим, јер се ради о малом лежишту у експлоатационом пољу са више развојених рудних тела. У овом поглављу су дати и резултати оптимизације за оба анализирана случаја.

**Шесто поглавље** даје закључке који су произашли из процеса истраживања са практичном употребљивошћу и анализом потребних активности за наставак даљих истраживања за оптимизацију комплетног или дела рударског процеса производње.

**У поглављу Литература** дат је списак коришћене литературе у дисертацији. Литература је побројана абecedним редом.

### 3 ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1 Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација кандидата Миодрага Челебића, дипломираног инжењера рударства под називом „Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала” је савремен и иновативан научни рад у области стратешке оптимизације и развоја процеса производње на површинским коповима, што суштински представља напредак у области оптимизације дисконтинуалних система, пројектовања и планирања површинских копова, али и целокупне површинске експлоатације лежишта неметала.

Процес оптимизације у рударству није везан само за почетак извођења радова на површинском копу, када се дефинише целокупни систем, него је ништа мање важан и током целокупног века трајања процеса експлоатације, јер је обнављање механизације константан процес. Набавка нове механизације се прилагођава технолошком развоју и новим условима пословања. Нпр. мања еколошка освешћеност и нижа цена енергената ће већи значај дати капиталним у односу на оперативне трошкове, док увођење већих еколошких стандарда и повећање цене енергената доводи до повећања оперативних трошкова у односу на капиталне. Недостатак одговарајуће радне снаге, а што је изражајније последњих година, има тенденцију коришћења механизације са већим капацитетом што може резултирати смањењем броја ангажоване радне снаге.

Полазна хипотеза ове дисертације је да се формирањем модела који ће омогућити интегрални приступ, односно обухватити све утицајне факторе чија различита природа не дозвољава просту квантификацију истих, може на свеобухватан и унапређен начин извршити оптимизација дисконтинуалног система експлоатације.

За верификацију наведене хипотезе, односно верификацију функционалности интегралног модела оптимизације дисконтинуалног система изабран је стално присутан и често анализиран проблем избора типа опреме. Наведени проблем се у свом основном облику може свести на багер-камион систем, а што коначно омогућује оптимизацију избора оптималне транспортне јединице као предуслова за унификацију транспортне флоте и даље инвестиционе процесе.

Овим моделом жели се показати да се методе вишекритеријумског одлучивања у комбинацији са фази логиком могу применити за потребе интегралног сагледавања кроз узимање у анализу и фактора који се не могу нумерички изразити али представљају важан утицајни фактор што је и циљ дисертације “Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала”. Модел омогућава, уз континуирано прикупљање утицајних фактора током рударске производње, наставак истраживања и оптимизацију целокупног процеса, како на откопавању, транспорту и одлагању откритке, тако и на експлоатацији корисне минералне сировине.

На основу наведеног може се закључити да су испуњени критеријуми савремености и оригиналности докторске дисертације кандидата Миодрага Челебића, дипломираног инжењера рударства под насловом „Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала”.

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма “iThenticate” којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским

коповима неметала”, кандидата Миодрага Челебића, дипломираног инжењера рударства, **констатујемо да је утврђено подударање текста које износи 3 %.**

### **3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу**

Приликом израде докторске дисертације кориштено је 156 литературних јединица које су директно или индиректно везане за тему докторске дисертације. Спектар коришћених литературних јединица је веома широк и обухватио је публикације које су обрађивале проблеме оптимизације система површинске експлоатације у потпуности или делимично. Значајан део литературних јединица обрађује оптимизацију система експлоатације са посебним освртом на оптимизацију дисконтинуалних система транспорта. Један део литературе ја обрађивао и саму примену метода вишекритеријумског одлучивања при оптимизацији система површинске експлоатације.

Кандидат Миодреаг Челебић, дипломирани инжењер рударства је током свог истраживачког рада и израде докторске дисертације објавио два рада (категорије М20) из предметне научне области рударско инжењерство, као и из области пројектовања и планирања површинских копова, на основу чега се може потврдити да је упознао и проучио значајан део релевантне литературе која се односи на истраживања из области која је тема докторске дисертације.

### **3.3 Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање**

Изабране методе које су кориштене у дисертацији прилагођене су проблематици која је у фокусу дисертације, и у складу су са постављеним циљевима дисертације, односно потреби формирања интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала. Сходно томе у докторској дисертацији су примењене следеће методе:

- Теоријска анализа – Односи се на истраживање и проучавање досадашњих сазнања и нових резултата везаних за оптимизацију система површинске експлоатације, како у целини, тако и појединачних делова система;
- За доношење најбоље одлуке и постављање приоритета, при чему је потребно узети све, и квалитативне и квантитативне, показатеље у обзир кориштена је метода фази АНР, која уједно и представља напреднији аналитички модел, односно комбинацију класичне АНР методе и теорије фази скупова. Ова метода функционише применом троугаоних фази бројева. Један од битних разлога примене оваквих метода у рударству, заснива се на чињеници да за дефинисање решења неког рударског проблема сет раположивих улазних података је често неадекватан (према количини или квалитету) односно сви релевантни подаци нису доступни или нису довољно поуздани. Управо такви недостаци се превазилазе методима које су базиране на фази логици. Самом применом ГАНР методе указано је на квалитативне технике које се заснивају на просуђивању, тј. оцењивању и искуству доносиоца одлука у вредновању како би се одабрала оптимална алтернатива из скупа понуђених решења;
- Математички оптимизациони прорачуни су вршени према методи фази аналитичко хијерархијског процеса (фази АНР) односно поступак математичке оптимизације и доношења одлуке је дефинисан заданим алгоритмом.

### **3.4 Оцена применљивости и верификације остварених резултата**

Могућност примене формираног модела и дефинисане методологије рада приказана је у дисертацији кроз две студије случаја. Модел се показао изузетно ефикасан при избору

типа камиона приликом оптимизације система багер-камион и може наћи одличну примену на многобројним површинским коповима на којима потребно да се изврши избор типа камиона или где се већ примењује систем багер - камион, а у случајевима где је неопходно интегрално сагледавање, односно када је потребно обухватити што већи број утицајних фактора који се не могу изразити нумерички у процесу компарације. На конкретном примеру, где је обрађена студија случаја, модел се може искористити за доказивање оптималне алтернативе при обнови камионске флоте или при планском унифицирању величине камиона на експлоатацији откривке.

Примена добијеног модела има много предности али у великој мери зависи од параметара који се изучавају и прате на површинском копу. Из овог разлога неопходно је континуирано праћење производње и евидентирање информација које се могу користити при формирању критеријума оцене на конкретном површинском копу или применити при оптимизацији система багер-камион код нових површинских копова са сличним радним условима. Развијени модел је универзалан у смислу да се може применити и на свим површинским коповима где се примењује систем багер - камион уз корекцију односа критеријума оцене за конкретан случај.

Добијени модел се показао ефикасан и приликом анализе проблема преласка на експлоатацију новог лежишта где је веома важно, уколико је технички могуће, искористити постојећу механизацију и применити кориштене методе јер се у задње време појављује један ограничавајући фактор, а то је постојање квалификоване радне снаге, као и радне снаге која се уопште може ангажовати на пословима у рударству.

На основу анализе у докторској дисертацији и дефинисаног модела може се закључити да је неопходно вршити континуирана праћења комплетне рударске производње и систематично чување података како би се у наредном периоду могло приступити формулисању нових фактора и њихових односа за будућа истраживања у циљу оптимизације целокупне производње.

### **3.5 Оцена способности кандидата за самостални научни рад**

Кандидат Миодраг Челебић, дипломирани инжењер рударства је током израде докторске дисертације показао да је у стању да самостално решава научне проблеме и да влада научним и истраживачким методама. Тема коју је обрадио с обзиром на актуелност процеса опимизације захтевала је аналитичност и систематичност у раду, али и дозу иновативности приликом решавања проблема. Кандидат је при томе у потпуности искористио своје искуство које је стекао у досадашњем раду у овој научној области. На основу вишегодишњег рада и приказаних резултата кандидат је у потпуности реализовао планирано истраживање од почетне идеје до завршетка докторске дисертације. Верификација научног доприноса и рада кандидата материјализована је објављивањем два рада у часопису категорије M20.

На основу укупно остварених резултата у научно-истраживачком раду, као и праћењем рада кроз цело школовање и израду предметне докторске дисертације закључујемо да је кандидат способан за даљи самосталан научно-истраживачки рад.

## 4 ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

### 4.1 Приказ остварених научних доприноса

Избор оптималне механизације у дисконтинуалном систему транспорта је једна од најважнијих одлука коју треба донети приликом пројектовања површинских копова. При избору оптималне механизације, утицај има велики број фактора, како природних – геолошки и еколошки, тако и техничких, економских и социјалних. Неки од њих се могу изразити нумерички, у одређеним мерним јединицама, а неки описно, лингвистичким варијаблама, сходно условима који владају на лежиштима, а које карактеришу висок степен неизвесности и неодређености како приликом истраживања, тако и током процеса експлоатације руде. Искуства инжењера и експерата, њиховог знања и мишљења, је од кључног значаја за управљање процесима у рударству, сходно проблематици динамичког ширења површинских копова у простору током времена експлоатације.

У докторској дисертацији је креиран интегралан модел којим се преводе сви критеријуми који утичу на избор оптималног решења у лингвистичке варијабле. Избором методе вишекритеријумског одлучивања и њеном комбинацијом са фази логиком, направљен је алгоритам који третира све поменуте непрецизности и нејасноће присутне у различитим рударским процесима.

Узимајући у обзир наведену проблематику рударских процеса, циљ ове докторске дисертације је да се прикажу и успоставе методолошки поступци које је могуће применити приликом развоја модела за избор и пројектовања оптималног система транспорта и дисконтинуалног система експлоатације, коришћењем интегралног приступа тј. у сложеним геолошким, технолошким, економским и еколошким условима карактеристичним за површинске копове.

Данашња експлоатација минералних сировина се најчешће изводи у лежиштима која се карактеришу нижим садржајима, већим присуством штетних компоненти, неповољном и сложеном структуром корисне компоненте, великом дубином експлоатације и често у областима са слабо, или практично без, развијене потребне инфраструктуре. Сви ови услови који генерално карактеришу глобалну рударску индустрију, неповољно утичу на трошкове експлоатације и оправданост пројекта.

Кроз истраживање и рад на дисертацији са великом посвећеношћу је обрађен део који се тиче саме оптимизације, односно примене савремених метода за оптимизацију у циљу унапређења дисконтинуалног система транспорта и метода експлоатације. Поред процеса оптимизације приметан је труд који је уложен у дефинисање целокупне методологије у циљу формирања модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала на бази интегралног приступа.

На основу реализованих истраживања у оквиру дисертације остварен је научни допринос који се огледа кроз следеће:

- Доказана је ефикасна примена методе фази вишекритеријумског одлучивања (ФАНР) при оптимизацији дисконтинуалног система производње (у овом случају система багер-камион и методе експлоатације) у рударству;
- Идентификовани су утицајни фактори од значаја за оптимизацију дисконтинуалног система експлоатације, односно оптимизацију система багер – камион. Ови фактори су детаљно анализирани и квантификовани;
- Спроведено истраживање је у обзир укључило и утицај фактора који се не могу нумерички исказати али имају знатан утицај, а у процесима оптимизације се



обично занемарују. У складу са наведеним, развијен је модел способан да све препознате факторе, оне које је могуће и оне које није могуће нумерички исказати, узме у обзир, анализира их и рангира алтернативе које се међусобно лингвистички пореде;

- Формиран модел има универзалну природу тј. може се користити за сличне проблеме уз дефинисање новог сета критеријума прилагођених новим условима експлоатације.

Овако конципиран научно-истраживачки рад има научну оправданост и може представљати значајан научни и инжењерски допринос.

## **4.2 Критичка анализа резултата истраживања**

Савремени услови пословања рударске индустрије, окарактерисани су сталним опадањем квалитета лежишта (све мањи садржаји минералне компоненте, неповољне структурне карактеристике лежишта, велика дубина експлоатације), прогресивно-рестриктивним еколошким и другим административним нормама, турбулентним социјално-политичким окружењем итд. Савремена рударска индустрија која носи честе промене услова пословања генерише и сталну потребу за новим истраживањем и развојем унапређених метода оптимизације.

У том смислу током будућих истраживања посебну пажњу треба усмерити на правилан одабир и процену утицајних критеријума, који уз помоћ развијених математичких алата (оптимизационих алгоритама) опредељују одабир неког решења из скупа разматраних алтернатива. Из тог разлога параметри рударске производње, који ће утицати на критеријуме оцене, се морају континуирано сакупљати, статистички обрађивати и систематично анализирати. На основу прикупљених информација потребно је формирати базу података која ће помоћи у одабиру релевантних параметара и тачној процени њихове вредности. Оптимизацију неког технолошког процеса треба према потреби поново изводити зависно од промена вредности утицајних параметара. Приказан математички модел, се у том смислу мора унапређивати како би био довољно робусан да обухвати све утицајне параметре и на тај начин обезбеди генерисање оптималног решења.

## **4.3 Очекивана примена резултата у пракси**

Резултати овог рада могу бити примењени за даљи развој и унапређење из домена оптимизације дисконтинуалног система производње и избора метода експлоатације када је неопходно узети у разматрање шири спектар утицајних фактора од којих се неки не могу изразити вредносним јединицама, који су занемаривани али нису безначајни за коначан одабир.

Интегрални приступ је реализован кроз процес анализе, вредновања и валоризације утицајних и потенцијално утицајних фактора који владају у датим околностима (у студијама случаја). За потребе вредновања и валоризације коришћена је метода вишекритеријумског одлучивања у комбинацији са фази логиком FАНР. Резултати овог корака су интегрисани у различите делове модела и представљају значајан корак приликом оптимизације.

Својом способношћу да интегрално узме у обзир факторе различите природе, као што су: геолошки и геомеханички услови радне средине, путна инфраструктура, организација рада, еколошки утицај, могућност имплементације, социјалне и остале факторе, модел има потенцијал да значајно побољша ефекте рударске производње.

У конкретном смислу практични бенефити истраживања, своде се на закључак да ће примена формираног модела омогућити избор оптималног камиона у систему багер-камион као предуслов стандардизације типа камиона. Оптималан тип камиона и коришћење стандардизација опреме ће омогућити већу продуктивност, смањити трошкове производње односно побољшати економске ефекте рударског пројекта, са потенцијалом да у неким случајевима неисплатив пројекат учинити исплативим.

#### **4.4 Верификација научних доприноса**

Научни допринос је верификован са радовима из области истраживања спроведеног у оквиру ове докторске дисертације који су објављени у међународним часописима категорије M20 на којима је кандидат првопотписани аутор.

У наставку је дат приказ радова који верификују рад кандидата у области истраживања докторске дисертације:

##### **Категорија M20**

Čelebić, M.; Bajić, S.; Bajić, D.; Banković, M; Torbica, D.; Milošević, A.; Stevanović, D. (2024), „Development of integrated model for open-pit mine discontinuous haulage system optimization, Sustainability, 16, 3156. DOI: 10.3390/su16083156. (M22) IF=3.9

Čelebić, M.; Bajić, S.; Bajić, D.; Stevanović, D.; Torbica, D.; Malbašić, V., (2023), Development of integrated fuzzy model for mine management optimization. C. R. Acad. Bulg. Sci., 76, 9, 1413-1420. DOI:10.7546/CRABS.2023.09.12. (M23) IF=0.35

## **5 ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

Докторска дисертација кандидата Миодрага Челебића, дипломираног инжењера рударства под називом „Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала” је савремен и иновативан научни рад у области оптимизације дисконтинуалних система и избора метода експлоатације, а првенствено при оптимизацији система багер-камион као најважнијег дела целокупног система експлоатације односно система који има највећи удео у укупним трошковима добијања минералне сировине.

Аутор докторске дисертације је кроз рад на самој дисертацији и на два научна рада, проистекла из ове дисертације, доказао дефинисане полазне хипотезе и постављене циљеве.

Доказана је ефикасна примена формираног интегралног модела при оптимизацији дела система производње у рударству, а што је предуслов оптимизацији целокупног система рударске производње.

Формирању модела је претходило систематично прикупљање података и анализа услова рада у изабраним студијама случаја на основу чега су дефинисани најважнији утицајни фактори и могуће алтернативе, што је кроз примењену методологију и задати алгоритам резултирало формирањем интегралног модела оптимизације.

Комисија је утврдила да је докторска дисертација урађена према свим стандардима о научно-истраживачком раду и да испуњава све услове прописане Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, Статутом Рударско-геолошког факултета и прописаних критеријума Универзитета у Београду. Комисија констатује да докторска дисертација има значајну научну вредност.

На основу горе наведеног Комисија за оцену докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под насловом „Развој интегралног модела за оптимизацију дисконтинуалног система производње на површинским коповима неметала” кандидата Миодрага Челебића, дипломираног инжењера рударства, прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, након чега би се приступило јавној одбрани докторске дисертације.

У Београду 24.04.2024.

Проф. др Владимир Чебашек, редовни професор  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

---

Проф. др Дејан Стевановић, ванредни професор,  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

---

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

---