

Образац 3.

Факултет Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев  
упућује)

(Датум)

## ЗАХТЕВ

### за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„Испитивање могућности поновне употребе индустријског отпада у производњи

одрживих грађевинских материјала“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Рударско инжењерство

#### ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Миодраг (Ивица) Ристовић, маг. инж. заштите животне средине

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Инж. зашт. жив. средине

Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет

3. Година завршетка

претходног нивоа студија: 2022.

4. Година уписа на докторске студије:

2022/23. год.

5. Назив студијског програма  
докторских студија:

Рударско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Александар Цвјетић

Звање: Редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Boško Josimović, Aleksandar Cvjetić, Danilo Furundžić. "Strategic Environmental Assessment and the precautionary principle in the spatial planning of wind farms – European experience in Serbia" in Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier BV (2021). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110459> **M21a IF=16.799**
2. Uros Pantelic, Petar Lilic, Aleksandar Cvjetic, Nikola Lilic. "Environmental Noise Impact Assessment for Large-Scale Surface Mining Operations in Serbia" in Sustainability, MDPI AG (2023). <https://doi.org/10.3390/su15031798> **M22 IF=3.3**
3. Dragana Nišić, Dinko Knežević, Aleksandar Cvjetić, Neda Nišić, Vladimir Jovanović. "Applicability of the risk ranking methodology designed for water reservoirs to tailings storage facilities" in Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy (2022). <https://doi.org/10.17159/2411-9717/1492/2022> **M23 IF=0.9**
4. Boško D. Josimović, Aleksandar Cvjetić, Božidar Manić. "Strategic Environmental Assessment in the Application of Preventive Protection for Wind Farm Noise—Case Study: Maestrle Ring Wind Farm" in Energies, MDPI AG (2021). <https://doi.org/10.3390/en14196174> **M23 IF=3.252**
5. Marija Ilić, Franz-Hubert Haegel, Vesna Pavelkić, Snežana Zlatanović, Zoran Marković, Aleksandar Cvjetić. "Unusually sluggish microemulsion system with water, toluene and a technical branched alkyl polyethoxylate" in Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly (2015). <https://doi.org/10.2298/CICEQ141012045I> **M23 IF=0.617**

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета  
(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној \_\_\_\_\_ размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

**ДЕКАН ФАКУЛТЕТА**

---

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
  2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

**Напомена:** Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Марија Стојменовић

Звање

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Marija Stojmenović, Jelena Gulicovski, Neda Nišić, Nenad Ristić, Shanke Liu, Jorge Loredó, Milan Kragović, Sustainable application of waste sludges from the wastewater treatment plant generated during the production of heating devices in the construction industry, Materials 17 (2024) 1089. **M22 IF=3.1**
2. Jelena Gulicovski, Marija Stojmenović, Milena Rosić, Andrijana Vasić, Ivica Ristović, Ivona Janković-Častvan, Milan Kragović, Mineralogical Characterization of the Grot Lead and Zinc Mine Tailings from Aspects of Their Further Use as Raw Material, Appl. Sci., 14 (2024) 1167. **M23 IF=2.5**
3. Neda Nišić, Milan Kragović, Jelena Gulicovski, Milan Žunić, Francesco Basoli, Milan Gordić, Marija Stojmenović, The Incorporation of Waste Sludge into the Production of High-Temperature-Resistant Adhesive Ceramic Materials, Appl. Sci., 13 (2023) 9044. **M23 IF=2.5**
4. Jelena Gulicovski, Ivona Janković-Častvan, Milan Kragović, Katarina Nikolić, Milena Rosić, Nenad Ristić, Marija Stojmenović, Possibility of Using Vitreous Enamel Waste in the Construction Industry as the Concept of Cleaner Production, Appl. Sci., 13 (2023) 8215. **M23 IF=2.5**
5. Milan Kragović, Marija Stojmenović, Nenad Ristić, Sonja Milićević, Sanja Živković, Shanke Liu, Jelena Gulicovski, Application of the Hazardous Waste Vitreous Enamel Generated in the Production Process of Heating Devices as a Partial Replacement for Cement, Buildings 12 (2022) 1287. **M22 IF=3.8**

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној \_\_\_\_\_ размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

**ДЕКАН ФАКУЛТЕТА**

---

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
  2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

**Напомена:** Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

На основу члана 67. и 114. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 30. Правилника о докторским студијама на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 24.04.2025. године, донело је

## О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације **Миодрага Ристовића, маг. инж. заштите животне средине.**
2. Одобрава се именованом израда докторске дисертације под насловом *„Испитивање могућности поновне употребе индустријског отпада у производњи одрживих грађевинских материјала“.*
3. Тема докторске дисертација је оригинална идеја, од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.
4. За менторе се именују др Александар Цвјетић, ред. проф. и др Марија Стојменовић, научни саветник у Институту за нуклеарне науке „Винча“ Универзитета у Београду.
5. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Александар Цвјетић, ред. проф.

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Ментору
- Именованом
- Одељењу за студентска питања

**НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ**

Предмет: Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Миодрага Ристовића, мастер инжењера заштите животне средине.

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, број 1/72 од 01.04.2025. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације Миодрага Ристовића, мастер инжењера заштите животне средине, под називом ***“Испитивање могућности поновне употребе индустријског отпада у производњи одрживих грађевинских материјала”***. На основу приложеног материјала, уз захтев кандидата, и на основу спроведене одбране предложене теме, Комисија подноси следећи

**ИЗВЕШТАЈ**

**1 ОСНОВНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ И ДИСЕРТАЦИЈИ**

**1.1 Биографија кандидата**

Миодраг Ристовић, мастер инжењер заштите животне средине и дипл. инж. рударства, рођен је 27. јануара 1999. године у Београду, Република Србија. Основну школу „Алекса Шантић“ у Београду завршио је 2013. године, а 2017. године завршио Осму београдску гимназију. Основне академске студије завршио је 2021. године са просечном оценом 9,32 на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, Република Србија. Мастер академске студије уписао је 2021. године и завршио 2022. године, такође на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду.

На Факултету техничких наука, Универзитета у Приштини, Косовска Митровица, 2023. године стекао звање рударског инжењера.

Докторске студије уписао је академске 2022/2023. на студијском програму Рударско инжењерство на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду. Закључно са школском 2023/2024. положио је испите предвиђене планом и програмом студија са просечном оценом 10,00 и остварио укупно 120 ЕСПБ бодова.

Од јануара 2023. године запослен је у Лабораторији за материјале (170) Института за нуклеарне науке „Винча“, Института од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду, у звању истраживач приправник.

## **1.2 Предлог теме докторске дисертације**

Кандидат Миодраг Ристовић, мастер инж. Заштите животне средине у својој пријави (бр. 1/44 од 10.03.2025. године) предложио је тему докторске дисертације под називом: *“Испитивање могућности поновне употребе индустријског отпада у производњи одрживих грађевинских материјала”*. На седници Катедре за Заштиту на раду и заштиту живоне средине, одржаној 10.03.2025. године, на којој је разматрана иста пријава, предложена тема је усвојена и покренут је поступак за именовање Комисије за оцену научне заснованости предложене теме. Предлогом од стране Катедре за Заштиту на раду и заштиту живоне средине (бр. 1/48 од 10.03.2024. године), предложена је Комисија у следећем саставу: др Александар Цвјетић, редовни професор, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, др Драгана Нишић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, др Марија Стојменовић, Научни саветник, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду, др Милан Краговић, Виши научни сарадник, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду и др Јелена Гулицовски, Виши научни сарадник, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду. На седници Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, која је одржана 27.03.2025. године, одлуком (бр. 1/72 од 01.04.2025. године) именована је Комисија за оцену научне заснованости предложене теме.

## **1.3 Подаци о претходном школовању кандидата и о оствареним ЕСПБ бодовима на докторским студијама**

Кандидат Миодраг Ристовић уписао је Основне академске студије на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду 2017. године, а завршио је 2021. године са просечном оценом 9,32 на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, Република Србија,

студијски програм Инжењерство заштите животне средине са одбраном завршног рада на тему „Израда геобазе података о налазиштима секундарних сировина у Србији“.

Мастер академске студије уписао је 2021. године и завршио 2022. године, такође на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, са просечном оценом 9,70, одбраном мастер рада под називом „Израда геобазе критичних сировина у рударском отпаду и пратећа веб апликација за анализу и приказ резултата“ и тиме стекао звање мастер инжењер заштите животне средине. У току студија на Рударско-геолошком факултету, добио је награду за најбољег студента своје генерације на Рударско-геолошком факултету.

На Факултету техничких наука, Косовска Митровица, 2023. године је одбраном дипломског рада „Депоноване пепела и остатака чврстог сагоревања у Термоелектрани Станари на откопаном простору површинског копа Драгаловци“ стекао звање рударског инжењера.

Докторске студије уписао је академске 2022/2023. на студијском програму Рударско инжењерство, Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду. Закључно са школском 2023/2024. положио је испите предвиђене планом и програмом студија са просечном оценом 10,00 и остварио укупно 120 ЕСПБ бодова.

На докторским академским студијама положио је следеће испите:

| Ознака   | Назив                                                                           | Оцена |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 20-ЗГГИС | Геостатистика и географски информациони системи                                 | 10    |
| 20-ЗЕСМЕ | Енергетски системи и моделирање у енергетици                                    | 10    |
| 20-ЗИДД1 | Израда докторске дисертације 1                                                  | 10    |
| 20-ЗИДД2 | Израда докторске дисертације 2                                                  | 10    |
| 20-ЗИДД3 | Израда докторске дисертације 3                                                  | 10    |
| 20-ЗИДД4 | Израда докторске дисертације 4                                                  | 10    |
| 20-ЗИНФС | Информациони системи                                                            | 10    |
| 20-ЗМНОП | Мониторинг опреме                                                               | 10    |
| 20-ЗПРВ2 | Прерада вода 2                                                                  | 10    |
| 20-ЗСЗРС | Сигурност и заштита у рударским технолошким системима                           | 10    |
| 20-ЗУОПР | Управљање и оптимизација процеса рекултивације површинских копова и одлагалишта | 10    |
| 20-ЗФХПІ | Физичка хемија површинских процеса и заштита животне средине                    | 10    |
| 20-ЗГГИС | Геостатистика и географски информациони системи                                 | 10    |

Од јануара 2023. године запослен је у Лабораторији за материјале (170) Института за нуклеарне науке „Винча“, Института од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду, у звању истраживач приправник. Током свог научно-истраживачког рада у Лабораторији за материјале Института за нуклеарне науке „Винча“ бавио се истраживањима која обухватају синтезу и карактеризацију иновативних, еколошки прихватљивих и економичних материјала, који у свом саставу имају одређени удео отпадних сировина. Поред наведеног део истраживања је обухватао и

проналажење употребне вредности и примене добијених материјала у различитим индустријским гранама, као што су грађевинарство. Током досадашњег рада у организационој јединици 170 - Лабораторији за материјале, овладао је бројним неопходним експерименталним и различитим инструменталним техникама које се примењују у циљу карактеризације материјала. Упознат је са бројним научним методама, као што су: скенирајућа електронска микроскопија (SEM), инфрацрвена спектроскопија (FTIR), UV/VIS спектрофотометрија, оптичка емисиона спектроскопија (ICP-OES), као и са радом на уређајима који се у наведеним истраживањима примењују.

Током докторских студија, Миодраг Ристовић учествовао је у реализацији истраживачких тема у оквиру Института „Винча“, бр., 1702303: „Примена керамичких, угљеничних и чврстих композитних материјала у области енергетике и електронике“ (2023), које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја; 1702405: „Нови материјали на бази алуминосиликата, отпадне биомасе и угљеничних материјала у функцији заштите животне средине“ (2024); 1702403: „Примена керамичких, угљеничних и чврстих композитних материјала у области енергетике и електронике“ (2024), које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја; 1702505: „Нови материјали на бази алуминосиликата, отпадне биомасе и угљеничних материјала у функцији заштите животне средине“ (2025) и 1702503: „Примена керамичких, угљеничних и чврстих композитних материјала у области енергетике и електронике“ (2025), које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја.

#### **1.4 Списак објављених научних и стручних радова**

Од почетка докторских студија, Миодраг Ристовић је коаутор укупно на једном раду категорије М23, два рада категорије М33, а био је и члан Организационог одбора Девете међународне конференције Рударство и заштита животне средине - МЕР 23.

- **Међународне конференције:**

Миодраг Ристовић био је члан Организационог одбора Девете међународне конференције Рударство и заштита животне средине - МЕР 23 који је одржан од 24. до 27. маја 2023. године у Сокобањи, Србија.

- 1. Рад у међународном часопису (М23):**

- Madžarević, A., Jovančić, P., Đenadić, S., Miletić, F., Ristović, M., & Crnogorac, M. (2025): Anticipated sulfur dioxide emissions from coal-fired power plants. Thermal Science 2025 Volume 29, Issue 1 Part A, Pages: 145-158, <https://doi.org/10.2298/TSCI240308167M>, (M23) IF=1,1.

- 2. Саопштење са међународног скупа штампано у целини (М33):**

- Madžarević A. Jovančić P., Đenadić S., Miletić F., Ristović M., Crnogorac M. (2023). Projection of SO<sub>2</sub> Emissions in Coal Power Plants in Serbia. Proceedings of 9<sup>th</sup>

International Conference Mining and Environmental Protection, pp 165-169, ISBN 978-86-7352-389-7, Sokobanja, Srbija.

- Vasić A., Stojmenović M., Nikolić K., Kandić I., Gulicovski J., Ristović M., Kragović M. (2023). Removal of Xanthate From Aqueous Solutions Using Modified Waste Slag as Adsorbent. Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference Mining and Environmental Protection, pp 321-324, ISBN 978-86-7352-389-7, Sokobanja, Srbija.

## **1.5 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми**

Миодраг Ристовић, мастер инжењер заштите животне средине, положио је испите предвиђене акредитованим докторским академским студијама на студијском програму Рударско инжењерство.

Кандидат је стекао значајно искуство у области испитивања и примене индустријског отпада у грађевинску и путну инфраструктуру, посебно у развоју одрживих материјала који испуњавају техничке и еколошке стандарде. Његова истраживања су фокусирана на оптимизацију својстава материјала, повећање њихове механичке и хемијске стабилности, као и на смањење негативног утицаја индустријског отпада на животну средину.

Током ангажовања на различитим истраживачким темама, кандидат је активно сарађивао са стручњацима из грађевинарства, наука о материјалима и заштите животне средине. Његов рад је укључивао карактеризацију индустријских отпадних емајла и експериментално тестирање индустријских отпада као алтернативних пунила у асфалтним смешама уз испитивање њихових механичких својстава.

Кроз научни ангажман кандидат је показао посвећеност развоју одрживих решења у складу са принципима циркуларне економије. Његова стручност и искуство га квалификују за наставак научног истраживања у оквиру докторских студија, са потенцијалом да допринесе одрживом развоју грађевинске и путне инфраструктуре.

## **2 ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА**

### **2.1 Предмет истраживања**

Новије доба донело је човечанству бројне технолошке и економске напредке, али уз њих су дошли и бројни еколошки изазови који данас прете глобалном одрживом развоју. Савремени свет се суочава са озбиљним еколошким проблемима насталим као последица интензивне индустријализације, неконтролисаног раста популације и прекомерне експлоатације природних ресурса. Убрзана урбанизација, развој инфраструктуре и све већа потрошња енергије довели су до повећане емисије штетних гасова, загађења ваздуха, воде и земљишта, као и енормног настанка различитих врста

отпада. Климатске промене, ерозија земљишта, угрожавање биодиверзитета и проблеми са управљањем отпадом данас нам јасно указују да постојећи модели индустријског развоја нису одрживи и да је неопходно предузети кораке у правцу промена. Традиционални линеарни економски модел, базиран на концепту „узми – искористи – одбаци“, више није довољан нити прихватљив у еколошком и економском смислу. Овај приступ довео је до прекомерне потрошње природних ресурса, огромне количине отпада и трајног загађења животне средине. Као одговор на те изазове, развијен је концепт циркуларне економије, која има за циљ затварање материјалних токова, продужавање животног века производа и оптимизацију коришћења ресурса кроз поновну употребу, рециклажу и смањење отпада на извору. Овај приступ не само да помаже у очувању ресурса, већ доприноси и смањењу негативних утицаја на животну средину, истовремено подстицајући иновације у производњи и материјалима.

Посебно значајан извор загађења представљају индустрије као што су металургија и грађевинска индустрија. Ове гране индустрије не само да троше велике количине сировина и енергије, већ користе и опасне хемикалије које могу контаминирати ваздух, воду и земљиште са дуготрајним негативним последицама. Ипак, управо у овим областима лежи и велики потенцијал за примену принципа циркуларне економије, кроз рециклажу индустријског отпада и употребу секундарних сировина. У тренутку када је експлоатације примарних сировина ограничена, неопходно је развијати алтернативне приступе као што су „Zero Waste“ технологије и усвајати принципе циркуларне економије, које промовишу оптимизацију производних процеса, коришћење еколошки прихватљивих материјала и развој ефикасних система за поновно искоришћење.

Грађевинска индустрија је један од највећих глобалних потрошача природних ресурса и значајан емитер угљен-диоксида. Производња асфалта, која представља основу развоја путне инфраструктуре, захтева велике количине агрегата и битумена, чиме се додатно оптерећују природни ресурси и повећавају емисије штетних гасова. Све чешће се као решење разматра употреба индустријског отпада као замена за део примарних сировина, чиме се не само смањује загађење, већ и депоновани отпад. Европска унија је у том контексту усвојила низ директива и стандарда којима се подстичу одрживи процеси у привреди. Директива о отпаду (2008/98/ЕС) и Протокол о отпаду из грађевинских и радова на рушењу ("Службени гласник РС", бр. 93/2023 и 94/2023 – испр.) представљају основне регулативе која промовише смањење отпада, поновно искоришћење и увођење секундарних сировина у производне токове. Такође,

„European Green Deal“ поставља амбициозни циљ климатске неутралности до 2050. године, захтевајући дубоке реформе и у грађевинском сектору.

Последњих година све више се истражује могућност употребе индустријског отпада у производњи асфалтних мешавина. Овај приступ има за циљ не само смањење негативног утицаја производње асфалта на животну средину, већ и повећање трајности и економичности самих асфалтних коловоза. Отпадни емајли представљају индустријски отпад са значајним потенцијалом за поновну употребу. Емајлне превлаке представљају вишеслојне премазе који обезбеђују одличну заштиту металних подлога од корозије и других спољашњих утицаја. Због својих јединствених својстава, високе отпорности на хемијску деградацију, абразивно хабање и термичке стабилности, емајли се користе у производњи разноврсних производа као што су посуђе, бојлери, грејна тела и друге производе изложене агресивним условима. Састав емајла је комплексна мешавина од више десетина компоненти, од којих свака игра одређену улогу у постизању жељених карактеристика.

Међутим, производња емајла праћена је настанком значајних количина опасног индустријског отпада. Током процеса производње и премазивања настају нуспроизводи који садрже токсичне материје и представљају велики еколошки ризик ако се не збрињавају на одговарајући начин. Посебно велике количине овог отпада јављају се у производњи грејних тела. Зато се све више истражују могућности поновне употребе емајлног отпада као секундарне сировине. Отпадни емајл, када се користи као пунило или као додатак различитим материјалима, може побољшати механичка својства производа, повећати трајност, отпорност на хабање и смањити потребу за експлоатацијом примарних сировина. На тај начин не само да се смањује количина отпада који би завршио на депонијама, већ се повећава укупна ефикасност производње и остварују уштеде у сировинама, енергији и води. Поред тога, овакви приступи стимулишу развој иновативних технолошких решења, доприносе принципима циркуларен економије и јачају одрживост индустријских процеса. Увођењем оваквих стратегија, индустријски отпад се претвара у вредан ресурс, а материјали који би иначе били одбачени добијају нову употребну вредност. Овакав приступ не само да доприноси заштити животне средине и смањењу депонованог отпада, већ утиче на целокупну трансформацију производних процеса ка ефикасном, одговорном и одрживом пословању.

## **2.2 Циљ истраживања**

Општи циљ истраживања у оквиру ове докторске дисертације представља очување животне средине и решавање еколошких питања применом савременог приступа

циркуларности материјала, односно враћањем отпадних материја у ланац употребе кроз проналажење начина за њихову поновну примену у грађевинској индустрији.

Основна иницијатива заснива се на проналажењу добрих и практичних решења за адекватно управљање отпадом у складу са важећим законским захтевима, што би ублажило негативне еколошке утицаје и обезбедило финансијске бенефите повезане са смањењем потрошње енергије, потребе за депоновањем отпада и умањењем еколошких такси.

У том контексту, главни предмет истраживања предложене докторске дисертације представља проналажење употребне вредности индустријских отпадних емајла насталих у процесу производње грејних тела, уз развој унапређених, еколошки прихватљивих и економски исплативих грађевинских материјала дефинисаног квалитета са додатком поменутих отпадних емајла.

Сходно томе, ток истраживања биће усмерен на утврђивање могућности и услова примене поменутих отпадних емајла у оквиру напредних технолошких решења у различитим грађевинским областима, са посебним нагласком на еколошке и економске бенефите.

Конкретно, научни рад биће базиран на истраживању две врсте нових грађевинских материјала различитих намена:

1. Испитивање могућности искоришћења отпадних емајла из процеса производње грејних тела и њихових мешавина у различитом односу у грађевинској индустрији у производњи асфалтних мешавина (као замена за пунило) за примену у путној инфраструктури;
2. Испитивање могућности искоришћења отпадних емајла из процеса производње грејних тела и њихових мешавина у различитом односу у грађевинској индустрији у производњи бетонских производа (као замена за цемент) за поплочавање површина.

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације ће допринети развоју одрживих инфраструктурних решења пружањем свеобухватне оцене отпадних емајла као алтернативног материјала у производњи асфалтних мешавина и бетонских производа. Очекује се да ће открића понудити вредне увиде за инжењере, креаторе политике и заинтересоване стране у индустрији, усмеравајући будуће напоре да се отпадни материјали користе у грађевинској пракси. Премошћивањем недостатка између управљања отпадом и одрживог инжењеринга, ова истраживања могу претстављати глобални помак ка еколошки одговорнијим и ресурсно ефикаснијим методама изградње различите инфраструктуре.

У складу са наведеним, главни предмет истраживања предложене докторске дисертације представља проналажење употребне вредности индустријских отпадних емајла и развој унапређених, еколошки прихватљивих и јефтиних гређевинских материјала дефинисаног квалитета, који ће у свом саставу имати имплементиран одређен удео поменутих отпадних емајла.

### **3 ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ОД КОЈИХ ЋЕ СЕ ПОЛАЗИТИ У ИСТРАЖИВАЊУ**

Докторска дисертација ће се заснивати на следећим хипотезама:

- Решавање еколошких проблема који настају као последица одлагања велике количине чврстог отпада из индустријских процеса производње (отпадни емајли) путем њихове поновне употребе као полазних сировина за различите намене уз истовремено остваривање вишеструке економске користи.
- Отпадни емајли који настају у индустријским производним процесима поседују одговарајућа физичко-хемијска и физичко-механичка својства, уз изузетан потенцијал искористљивости као замена пунила за производњу грађевинских материјала, попут различитих асфалтних мешавина за примену у путној инфраструктури.
- Отпадни емајли који настају у индустријским производним процесима поседују одговарајућа физичко-хемијска и физичко-механичка својства, уз изузетан потенцијал искористљивости као замена цемента за производњу грађевинских материјала, попут различитих бетонских производа за поплочавање површина.
- Успешном имплементацијом отпадних емајла као замена за одговарајуће компоненете у грађевинској индустрији може бити унапређен производни процес, чиме би се штедели природни ресурси и умањио негативан утицај екстракције природних сировина уз ефикасније управљање ресурсима.
- Успешном имплементацијом отпадних емајла као замена за одговарајуће компоненете у грађевинској индустрији може се повећати укупна ефикасност и продуктивност производње, смањити трошкови рада и одржавања система за пречишћавање отпадних вода, уз смањење количина одложеног отпада, што би допринело значајном смањењу загађења животне средине.

#### **4 МЕТОДЕ КОЈЕ ЋЕ СЕ У ИСТРАЖИВАЊУ ПРИМЕНИТИ**

Приликом израде докторске дисертације биће коришћене различите методе за физичко - хемијску карактеризацију чврстих узорака: одређивање хемијског састава и садржаја тешких метала, рендгенске дифракционе анализе (XRD), Фуријеове трансформисане инфрацрвене спектроскопије (FTIR), одређивање специфичне површине и порозности, скенирајуће електронске микроскопије (SEM) и др.

Хемијски састав и садржај тешких метала у отпадном емајлу биће одређени применом методе индуктивно спрегнуте плазме са оптичком емисионом спектрометријом (ICP - OES). Ова анализа ће омогућити детаљан увид у концентрацију елемената присутних у узорцима. Структурна својства и састав кристалне фазе узорака биће испитани рендгенском дифракционом анализом (XRD), која ће пружити информације о присуству различитих минералних фаза. За идентификацију функционалних група на површини узорака примењиваће се Инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом (FTIR спектроскопија). Ова анализа ће омогућити одређивање присуства органских и неорганских група, које могу утицати на везивање и стабилност материјала за примену у грађевинарству. Текстурална својства узорака, укључујући специфичну површину и расподелу пора применом Brunauer – Emmett – Teller (BET) методе. Морфолошка и микроструктурна својства биће анализирана употребом скенирајуће електронске микроскопије (SEM). Ова техника ће омогућити детаљан преглед површинске структуре и величине честица, што је од кључног значаја за разумевање њихове интеракције у асфалтним мешавинама.

У оквиру израде докторске дисертације биће примењене физичко-механичке методе које су кључне за процену својстава асфалтних мешавина и бетонских производа са садржајем отпадних емајла. Физичко-механичке методе ће омогућити добијање података у циљу анализе њихова погодност за примену у путној инфраструктури и процесу попљочавања различитих површина, као и утицај отпадних емајла на коначне перформансе наведених производа.

Испитивања ће обухватити одређивање запреминске масе асфалтних узорака (SRPS EN 12697-6:2020, процедура „В“), стабилности на 60 °C (SRPS EN 12697-34:2013), течења на 60°C, укључујући тангенцијално и тотално течење (SRPS EN 12697-34:2013), као и Marshall-ов коефицијент (SRPS EN 12697-34:2013). Додатно, анализираће се модул укочености на 60 °C, удео шупљина у узорку (SRPS EN 12697-8:2019), испуњене шупљине (SRPS EN 12697-8:2019), као и шупљине у каменој смеси узорка (SRPS EN

12697-8:2019). Биће одређена и максимална запреминска маса асфалтне мешавине (SRPS EN 12697-5:2019, процедура „А“, растварач). Испитивање параметара бетонских производа биће урађена у складу са стандардом SRPS EN 1338:2012. Овим испитивањима биће добијени свеобухватни подаци о механичким својствима и структури асфалтних мешавина и бетонских производа, чиме ће се проценити њихова издржљивост, стабилност и могућа примена у савременој инфраструктури.

## **5 ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС**

У предложеној докторској дисертацији биће истражена и анализирана проблематика добијања еколошки прихватљивог, економски исплативог и ефикасног материјала одређене намене, валоризацијом отпадних емајла генерисаних у поступцима производње грејних тела. Дакле, главни фокус у датој дисертацији биће стављен на развој револуционарних, савремених, а притом одрживих и јефтиних материјала добијених на бази отпада који је лако доступан у великим количинама с вишеструком употребном вредношћу у различитим областима грађевинске индустрије. Притом спровешће се бројне анализе и извести одређени закључци који говоре о могућностима и условима примене датих отпадних емајла у производњи различитих грађевинских материјала. Као очекивани научни доприноси ове докторске дисертације истиче се:

- Проналажење употребне вредности отпадних емајла која настаје у процесу производње грејних тела;
- Развој различитих методологија и техника у циљу оптимизације саме производње и примене материјала са додатком оваквог типа отпадних емајла сличног порекла и састава, као и постизања оптималних перформанси датих материјала у зависности од њихове конкретне сврхе;
- Развој савремених, одрживих, еколошки прихватљивих и економичних грађевинских материјала, попут различитих асфалтних мешавина и бетонских производа, који у себи садрже отпад, а показују задовољавајуће карактеристике у складу са критеријумима за њихову примену у индустријским размерама у области грађевине;
- Примена иновативних, поузданих и ефикасних материјала на бази додатка отпадних сировина у индустријим размерама, а потпуности у складу са принципима ЦЕ (циркуларне економије) и „Zero waste“ принципа у функцији одрживог развоја.

Дакле, истраживања предложена у оквиру ове докторске дисертације ће настојити да допринесу развоју одрживих инфраструктурних решења пружањем свеобухватне оцене отпадних емајла као алтернативног материјала у производњи асфалтних мешавина и бетонских производа. Очекује се да ће открића понудити вредне увиде за инжењере, креаторе политике и заинтересоване стране у

индустрији, усмеравајући будуће напоре да се отпадни материјали из индустрије користе у грађевинској пракси. Премошћивањем недостатка између управљања отпадом и одрживог инжењеринга, истраживања у оквиру ове докторске дисертације могу представљати глобални помак ка еколошки одговорнијим и ресурсно ефикаснијим методама изградње различитих инфраструктура.

## 6. ОКВИРНИ СПИСАК ЛИТЕРАТУРЕ

За потребу израде докторске дисертације биће коришћена наведена релевантна публикована литература:

1. Alharbi, F., Alshubrumi, F., Almoshaogeh, M., Haider, H., Elragi, A., & Elkholy, S. (2022). Sustainability Evaluation of Cold In-Place Recycling and Hot Mix Asphalt Pavements: A Case of Qassim, Saudi Arabia. *Coatings*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/COATINGS12010050>
2. Alkins, A. E., Lane, B., & Kazmierowski, T. (2008). Sustainable pavements environmental, economic, and social benefits of in situ pavement recycling. *Transportation Research Record*, 2084, 100–103. <https://doi.org/10.3141/2084-11>
3. Alvarez, A. E., Ovalles, E., & Caro, S. (2012). Assessment of the effect of mineral filler on asphalt-aggregate interfaces based on thermodynamic properties. *Construction and Building Materials*, 28(1), 599–606. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2011.08.089>
4. *Asphalt Waste Recycling Technology Using Hot Mix Recycled Asphalt Plants United Nations Industrial Development Organization*. (n.d.). Retrieved February 10, 2025, from [https://itp-otokyo.unido.org/en/technology\\_db/6313/?utm\\_source=chatgpt.com](https://itp-otokyo.unido.org/en/technology_db/6313/?utm_source=chatgpt.com)
5. Babashamsi, P., Md Yusoff, N. I., Ceylan, H., Md Nor, N. G., & Salarzadeh Jenatabadi, H. (2016). Evaluation of pavement life cycle cost analysis: Review and analysis. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 9(4), 241–254. <https://doi.org/10.1016/J.IJPRT.2016.08.004>
6. Benachio, G. L. F., Freitas, M. do C. D., & Tavares, S. F. (2020). Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 260. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.121046>
7. Bolden, J., Abu-Lebdeh, T., & Fini, E. (2013). Utilization of recycled and waste materials in various construction applications. *American Journal of Environmental Sciences*, 9(1), 14–24. <https://doi.org/10.3844/AJESSP.2013.14.24>
8. BRAJESH MISHRA, R. S. M. (2015). A Study on Use of Industrial Wastes in Rural Road Construction. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4(11), 10387–10398. <https://doi.org/10.15680/IJIRSET.2015.0411009>
9. Calandra, P., Quaranta, S., Apolo Miranda Figueira, B., Caputo, P., Porto, M., & Oliviero Rossi, C. (2022). Mining wastes to improve bitumen performances: An example of circular economy. *Journal of Colloid and Interface Science*, 614, 277–287. <https://doi.org/10.1016/J.JCIS.2022.01.106>
10. Cao, W., Wang, A., Yu, D., Liu, S., & Hou, W. (2019). Establishment and implementation of an asphalt pavement recycling decision system based on the analytic hierarchy process. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 738–749. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2019.06.028>
11. Charef, R., Lu, W., & Hall, D. (2022). The transition to the circular economy of the construction industry: Insights into sustainable approaches to improve the understanding. *Journal of Cleaner Producton*, 364, 132421. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.132421>

12. Chen, X., & Wang, H. (2018). Life cycle assessment of asphalt pavement recycling for greenhouse gas emission with temporal aspect. *Journal of Cleaner Production*, 187, 148–157. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.03.207>
13. Cheng, Y., Tao, J., Jiao, Y., Tan, G., Guo, Q., Wang, S., & Ni, P. (2016). Influence of the properties of filler on high and medium temperature performances of asphalt mastic. *Construction and Building Materials*, 118, 268–275. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2016.05.041>
14. Cremiato, R., Mastellone, M. L., Tagliaferri, C., Zaccariello, L., & Lettieri, P. (2018). Environmental impact of municipal solid waste management using Life Cycle Assessment: The effect of anaerobic digestion, materials recovery and secondary fuels production. *Renewable Energy*, 124, 180–188. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2017.06.033>
15. D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lhtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B. D., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716–734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
16. Davis, C., & Castorena, C. (2015). Implications of physico-chemical interactions in asphalt mastics on asphalt microstructure. *Construction and Building Materials*, 94, 83–89. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2015.06.026>
17. Dimulescu, C., & Burlacu, A. (2021). Industrial Waste Materials as Alternative Fillers in Asphalt Mixtures. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 8068, 13(14), 8068. <https://doi.org/10.3390/SU13148068>
18. Farina, A., Zanetti, M. C., Santagata, E., & Blengini, G. A. (2017). Life cycle assessment applied to bituminous mixtures containing recycled materials: Crumb rubber and reclaimed asphalt pavement. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 204–212. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2016.10.015>
19. Gao, L., Ni, F., Charmot, S., & Li, Q. (2014). High-temperature performance of multilayer pavement with cold in-place recycling mixtures. *Road Materials and Pavement Design*, 15(4), 804–819. <https://doi.org/10.1080/14680629.2014.924427>
20. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.12.048>
21. Grabowski, W., & Wilanowicz, J. (2008). The structure of mineral fillers and their stiffening properties in filler-bitumen mastics. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, 41(4), 793–804. <https://doi.org/10.1617/S11527-007-9283-4>
22. Guinee, J. B. (2002). Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 7(5). <https://doi.org/10.1007/BF02978897>
23. Harris, S., Martin, M., & Diener, D. (2021). Circularity for circularity's sake? Scoping review of assessment methods for environmental performance in the circular economy. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 172–186. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2020.09.018>
24. Huang, B., Shu, X., & Chen, X. (2007). Effects of mineral fillers on hot-mix asphalt laboratory-measured properties. *International Journal of Pavement Engineering*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1080/10298430600819170>
25. *Introduction - User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction - FHWA-RD-97-148*. (n.d.). Retrieved February 10, 2025, from [https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/97148/004.cfm?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/97148/004.cfm?utm_source=chatgpt.com)
26. Kuttah, D. (2024). Recycling of industrial and construction waste materials in roads construction. *International Journal of Geotechnical Engineering*, 18(4), 346–359. <https://doi.org/10.1080/19386362.2023.2239684>

27. Liu, Z., & Kringos, N. (2024). Transition from linear to circular economy in pavement engineering: A historical review. *Journal of Cleaner Production*, 449, 141809. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2024.141809>
28. Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., de Meester, S., & Dewulf, J. (2019). Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation, and Recycling*, 146, 452. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2019.03.045>
29. Pasandín, A. R., & Pérez, I. (2015). The influence of the mineral filler on the adhesion between aggregates and bitumen. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 58, 53–58. <https://doi.org/10.1016/J.IJADHADH.2015.01.005>
30. Rahman, M. T., Mohajerani, A., & Giustozzi, F. (2020). Recycling of Waste Materials for Asphalt Concrete and Bitumen: A Review. *Materials*, 13(7), 1495. <https://doi.org/10.3390/MA13071495>.
31. Zulkati, A., Diew, W. Y., & Delai, D. S. (2012). Effects of fillers on properties of asphalt-concrete mixture. *Journal of Transportation Engineering*, 138(7), 902–910. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000395](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000395).

## 7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу увида у документацију за пријаву теме докторске дисертације кандидата **Миодрага Ристовића**, мастер инжењера заштите животне средине, као и анализе наведене литературе која је подржава, Комисија сматра да кандидат испуњава све Законом предвиђене услове за пријаву теме докторске дисертације.

Кандидат је успешно положио све испите предвиђене досадашњим планом и програмом докторских студија, на студијском програму „Рударско инжењерство“. Такође, кандидат располаже са високим нивоом истраживачког и научног искуства и потенцијала који је неопходан за изучавање и решавање предложене проблематике у оквиру докторске дисертације.

Комисија сматра да је предложена тема под насловом „**Испитивање могућности поновне употребе индустријског отпада у пороизводњи одрживих грађевинских материјала**“ научно заснована и да иде у корак са актуелним истраживањима на глобалном нивоу. Такође, сматрамо да ће резултати планираних истраживања значајно допринети бољем познавању проблематике из области заштите животне средине у смислу примене отпадних материјала у различитим индустријским гранама, попут енергетике и грађевине, те да је у потпуности научно оправдано и да наведена тема буде предмет предложене докторске тезе.

За менторе дате докторске дисертације предлажу се проф. др Александар Цвјетић, редовни професор на Катедри за заштиту на раду и заштиту животне средине Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и др Марија Стојменовић, научни саветник у Институту за нуклеарне науке „Винча“– Институту од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду.

Комисија предлаже Наставно научно већу Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду да одобри израду докторске дисертације под називом „**Испитивање могућности поновне употребе индустријског отпада у пороизводњи одрживих грађевинских материјала**“ кандидата **Миодрага Ристовића**, мастер инжењера заштите животне средине.

У Београду, 02.04.2025. године

#### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Александар Цвјетић, редовни професор  
Рударско-геолошки факултет  
Универзитета у Београду

---

др Драгана Нишић, Ванредни професор  
Рударско-геолошки факултет  
Универзитета у Београду

---

др Марија Стојменовић, научни саветник,  
Институт за нуклеарне науке „Винча“  
Институт од националног значаја за Републику Србију  
Универзитета у Београду

---

др Милан Краговић, виши научни сарадник,  
Институт за нуклеарне науке „Винча“  
Институт од националног значаја за Републику Србију  
Универзитета у Београду

---

др Јелена Гулицовски, виши научни сарадник,  
Институт за нуклеарне науке „Винча“  
Институт од националног значаја за Републику Србију  
Универзитета у Београд

---