

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(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:

ВАЛОРИЗАЦИЈА ЦИНКА И ДРУГИХ КОРИСНИХ КОМПОНЕНТИ ИЗ ПРАШИНЕ ЕЛЕКТРОЛУЧНЕ ПЕЋИ

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Технолошко инжењерство**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата: **Вања (Славко) Трифуновић**

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

Технички факултет у Бору, Технолошко инжењерство

3. Година завршетка претходног нивоа студија: **2018.**

4. Година уписа на докторске студије: **2018.**

5. Назив студијског програма докторских студија: **Технолошко инжењерство**

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

За кандидата: **Вања С. Трифуновић**

Име и презиме ментора: **проф. др Снежана Милић**

Звање: **Редовни професор**

Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације (h-indeks=15, цитираност=848 Scopus-база на дан 10.02.2023. године):

1. D.V. Mediћ, M.D. Sokiћ, M.M. Nujkiћ, S.S. Đorđievski, **S.M. Miliћ**, S.Č. Alagiћ, M.M. Antonijević, Cobalt extraction from spent lithium-ion battery cathode material using a sulfuric acid solution containing SO₂, *Journal of Material Cycles and Waste Management* (2023) DOI:[10.1007/s10163-022-01580-w](https://doi.org/10.1007/s10163-022-01580-w) (ISSN: 1438-4957) (IF/2021 = 3,579; **M22**)
2. M. Nujkiћ, Ž. Tasiћ, **S. Miliћ**, D. Mediћ, A. Papludis, V. Stikliћ, Mullein leaf as potential biosorbent for copper(II) ions removal from synthetic solutions: optimization, kinetic and isotherm, *International Journal of Environmental Science and Technology* (2022) DOI:[10.1007/s13762-022-04541-w](https://doi.org/10.1007/s13762-022-04541-w) (ISSN: 1735-1472) (IF/2021 = 3,519; **M22**)
3. Petroviћ J.V., Alagiћ S.Č., **Miliћ S.M.**, Tošiћ S.B., Bugarin M.M., Chemometric characterization of heavy metals in soils and shoots of the two pioneer species sampled near the polluted water bodies in the close vicinity of the copper mining and metallurgical complex in Bor (Serbia): Phytoextraction and biomonitoring contexts, *Chemosphere* 262 (2021) 127808 (ISSN: 0045-6535) (IF/2021 = 8,943, **M21**)
4. M. Pešiћ, **S. Miliћ**, M. Nujkiћ, M. Mariћ, Determination of Heavy Metal Concentration and Correlation Analysis of Turbidity: a Case Study of the Zlot Source (Bor, Serbia), *Water, Air, and Soil Pollution* 231 (3) (2020) 98 (ISSN: 0049-6979) (IF/2019 = 2,180; **M22**)
5. D. Mediћ, **S. Miliћ**, S. Alagiћ, I. Đorđević, S. Dimitrijević, Classification of spent Li-ion batteries based on ICP-OES/X-ray characterization of the cathode materials, *Chemical Industry* 74 (3) (2020) 221-230 (ISSN: 0367-598X) (IF/2020 = 0,627; **M23**)
6. M. Dimitrijević, D. Urošević, **S. Miliћ**, M. Sokiћ, R. Marković, Dissolution of copper from smelting slag by leaching in chloride media, *Journal of Mining and Metallurgy, Section B: Metallurgy* 53 (3) (2017) 407-412 (ISSN:1450-5339) (IF/2017 = 1,4; **M22**)
7. M.D. Dimitrijević, M.M. Nujkić, S.Č. Alagić, **S.M. Miliћ**, S.B. Tošiћ, Heavy metal contamination of topsoil and parts of peach-tree growing at different distances from a smelting complex, *International Journal of Environmental Science and Technology* 13 (2) (2016) 615-630 (ISSN: 1735-1472) (IF/2016 = 1,915; **M22**)

8. M.D. Dimitrijević, D.M. Urošević, Z.D. Janković, **S.M. Milić**, Recovery of copper from smelting slag by sulphation roasting and water leaching, *Physicochemical Problems of Mineral Processing* 52 (1) (2016) 409-421 (ISSN: 1643-1049) (IF/2016 = 0,901; **M22**)
9. A.T. Simonović, M.B. Petrović, M.B. Radovanović, **S.M. Milić**, M.M. Antonijević, Inhibition of copper corrosion in acidic sulphate media by eco-friendly amino acid compound, *Chemical Papers* 68 (3) (2014) 362-371 (ISSN: 0366-6352) (IF/2014 = 1,468; **M22**)
10. M.B. Radovanović, M.B. Petrović, A.T. Simonović, **S.M. Milić**, M.M. Antonijević, Cysteine as a green corrosion inhibitor for Cu₃₇Zn brass in neutral and weakly alkaline sulphate solutions, *Environmental Science and Pollution Research* 20 (7) (2013) 4370-4381 (ISSN: 0944-1344) (IF/2013 = 2,757; **M21**)

Обавештавамо вас да је НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ ТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БОРУ на седници одржаној **30.03.2023.** 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

Проф. др Дејан Таникић

- 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

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-6-4
Бор, 30.03.2023. године

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору ичл. 35. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору, Наставно научно веће Факултета на седници одржаној 30.03.2023. године, донело је

О Д Л У К У

I Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње **Вање Трифуновић**, мастер инж. технологије, студента докторских академских студија студијског програма Технолошко инжењерство.

II Одобрава се именованој израда докторске дисертације под називом: **”Валоризација цинка и других корисних компоненти из прашине електролучне пећи”**.

III За ментора се именује **др Снежана Милић**, редовни професор Универзитета у Београду, Техничког факултета у Бору.

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

Доставити:

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

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

декан

Проф. др Дејан Таникић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Технички факултет у Бору

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај Комисије о научној заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње Вање (Славко) Трифуновић; академско звање: мастер инжењер технологије

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, бр. VI/4-5-5 од 23.02.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме за израду докторске дисертације кандидаткиње Вање С. Трифуновић, под називом: „Валоризација цинка и других корисних компоненти из прашине електролучне пећи“. Предложена тема припада научном пољу техничко-технолошких наука и научној области технолошко инжењерство, за које Технички факултет у Бору, Универзитета у Београду, има акредитоване докторске академске студије. На основу расположивог материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Вања С. Трифуновић, рођена је у Мајданпеку 06.07.1993. год. Основну школу „12. септембар“ и средњу „Техничку школу“, смер економски техничар, завршила је такође у Мајданпеку. Технички факултет у Бору, Универзитета у Београду, на студијском програму Технолошко инжењерство, завршила је 2017. године. Мастер академске студије завршила је 2018. године, на истом Факултету, са просеком 9,88 и стекла звање: мастер инжењер технологије. Докторске академске студије, уписала је школске 2018/2019. године на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду, на студијском програму Технолошко инжењерство. Положила је све испите предвиђене студијским програмом, са просечном оценом 10,00.

У току досадашњих докторских академских студија на студијском програму Технолошко инжењерство, кандидаткиња Вања С. Трифуновић положила је следеће испите:

- 1) Феномени преноса 2 (оцена 10),
- 2) Наука о материјалима (оцена 10),
- 3) Електрохемијска технологија (оцена 10),
- 4) Заштита животне средине (оцена 10),
- 5) Теоријске основе ремедијације земљишта (оцена 10),
- 6) Докторска дисертација – теоријске основе за дефинисање теме (оцена 10),
- 7) Докторска дисертација - студијски истраживачки рад 1 (оцена 10),
- 8) Докторска дисертација - студијски истраживачки рад 2 (оцена 10),
- 9) Докторска дисертација - студијски истраживачки рад 3 (оцена 10),

чиме је стекла услов да пријави тему за израду докторске дисертације. Говори и пише енглески језик.

Маја 2018. год. започела је волонтирање у Институту за рударство и металургију Бор, у Центру за развојне технологије у металургији, у одељењу Рафинација племенитих метала. У периоду волонтирања од пет месеци, показала је значајно интересовање и посвећеност послу који јој је поверен, након чега је склопила Уговор о раду.

Од 01.11.2018. год. до данас, запослена је у Институту за рударство и металургију Бор, у Центру за развојне технологије у металургији, у одељењу Рафинација племенитих метала, тренутно у звању истраживача сарадника. Вања С. Трифуновић је ангажована на пословима хидрометалуршких третмана сировина које садрже племените метале (углавном: Au, Ag, Pt, Pd и Rh), развоја метода процеса издвајања бакра из рударског отпада комбинованом методом лужење - солвентна екстракција - електрохемијско издвајање (L-SX-EW), развоја технологија за издвајање метала из опасних отпада и других отпадних компонената, као и израде истраживачких пројеката.

1.2. Истраживачка интересовања

Учешће на пројектима:

1. 2018-2020: Министарство рударства и енергетике, Министарство пољопривреде и заштите животне средине Републике Србије и Институт за рударство и металургију Бор, реализовали су пројекат “Introduction of an integrated system of environmental analysis and advanced utilization of metal to secure the sustainable use of mineral resources in the Republic of Serbia (E-Cube)” у сарадњи са Japan International Cooperation Agency (JICA) (истраживач);
2. 2018-2020: Национални пројекат финансиран од стране Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије, број TR-37001: Утицај рударског отпада РТБ-а Бор на загађење околних водних система са Предлогом мера и поступака за смањење штетног утицаја на животну средину (истраживач).

Кандидаткиња Вања Трифуновић је имала прилику да буде учесник студентског програма „ICREMER Short Stay Program 2019“, који је организовао Међународни центар за истраживање и образовање о минералним и енергетским ресурсима на Акита Универзитету у Јапану. Програмом краткотрајног боравка у Јапану, кандидаткиња Вања Трифуновић је у периоду од 29.06.2019. год. до 27.07.2019. год. похађала обуку која је имала за циљ оспособљавање талентованих особа које ће својим даљим ангажовањем допринети економском и еколошком развоју минералних ресурса у својим земљама.

Кандидаткиња, Вања Трифуновић, ауторка је или коауторка бројних радова публикованих у међународним часописима (M21: један рад; M23: два рада), врхунским часописима националног значаја (M51: два рада), као и саопштења са конференција међународног и националног значаја (M33: шест радова; M63: један рад), већег броја студија (експертиза) (M103: девет), као и једног техничког решења (M85). Списак наведених референци дат је у приказаној библиографији објављених радова:

Рад у врхунском међународном часопису, M21

1. L. L. Godirilwe, K. Haga, B. Altansukh, Y. Takasaki, D. Ishiyama, **V. Trifunovic**, Lj. Avramovic, R. Jonovic, Z. Stevanovic, A. Shibayama, *Copper Recovery and Reduction of Environmental Loading from Mine Tailings by High-Pressure Leaching and SX-EW Process*, Metals, 11 (9) (2021) 1335; (ISSN: 2075-4701) (IF/2021 = 2,695).

Рад у међународном часопису, M23

1. **V. Trifunović**, S. Milić, Lj. Avramović, R. Jonović, V. Gardić, S. Đordievski, S. Dimitrijević, *Investigation of Hazardous Waste – A Case Study of Electric Arc Furnace Dust Characterization*, Chemical Industry, 76 (4) (2022) 237-249; (ISSN: 0367–598X) (IF/2021 = 0,774);
2. S. Đordievski, H. Yemendzihev, R. Koleva, V. Nenov, D. Medić, **V. Trifunović**, A. Maksimović, *Application of microbial fuel cell for simultaneous treatment of metallurgical and municipal wastewater - A laboratory study*, Journal of the Serbian Chemical Society, 87 (6) (2022) 775-784; (ISSN: 1820-7421) (IF/2021 = 1,100).

Саопштење са међународног скупа, штампано у целини, M33

1. **V. Trifunović**, Lj. Avramović, R. Jonović, S. Milić, S. Đordievski, M. Jonović, *Hydrometallurgical treatment of electric arc furnace dust in aim of zinc separation*, The 52nd International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor, Serbia, November 29th-30th (2021) Proceedings, 209-212 (ISBN: 978-86-6305-119-5);
2. S. Đordievski, D. Ishiyama, Y. Ogawa, Z. Stevanović, O. Osenyeng, D. Adamović, **V. Trifunović**, *Monitoring of pH value and concentration of copper in rivers downstream from Bor mine in period 2015-2021*, The 52nd International Conference on Mining and Metallurgy, November 29th-30th (2021) Proceedings, 189-192 (ISBN: 978-86-6305-119-5);

3. Lj. Avramović, R. Jonović, **V. Trifunović**, V. Gardić, M. Bugarin, M. A. Matica, G. Menghiu, *Metal recovery from sludge obtained during the neutralization processes of AMD water*, XIV International Mineral Processing and Recycling Conference, Belgrade, Serbia, 12-14 May (2021) Proceedings, 322-327 (ISBN: 978-86-6305-113-3);
4. V. Gardić, Z. Stevanović, R. Marković, Lj. Avramović, R. Jonović, D. Božić, J. Petrović, R. Kovačević, Lj. Obradović, **V. Trifunović**, B. Boros, A. Isvoran, V. Ostafe, *Stabilization and characterization of the solid waste generated in neutralization sludge leaching process*, XIV International Mineral Processing and Recycling Conference, Belgrade, Serbia, 12-14 May (2021) Proceedings, 328-333 (ISBN: 978-86-6305-113-3);
5. Lj. Avramović, R. Jonović, **V. Trifunović**, V. Gardić, S. Dimitrijević, M. Jonović, K. Haga, *Treatment of flotation tailing using high pressure leaching and solvent extraction process*, The 51st International Conference on Mining and Metallurgy, 16-19 October, Bor Lake, Bor, Serbia (2019) Proceedings, 175-178 (ISBN: 978- 86- 6305- 101- 0);
6. **V. Trifunović**, M. Petrović Mihajlović, *5-chloro-benzotriazole as a Copper Corrosion Inhibitor in 3% NaCl solution*, The 50th International Conference on Mining and Metallurgy, 30 September - 3 October, Bor Lake, Bor, Serbia (2019) Proceedings, 351-356 (ISBN: 978-86-7827-050-5).

Рад у врхунском часопису националног значаја, M51

1. **V. Trifunović**, *Vitrification as a method of soil remediation*, Zastita Materijala 62 (3) (2021) 166-179; DOI: <https://doi.org/10.5937/zasmat2103166T> (ISSN: 0351-9465);
2. **V. Trifunović**, M. Antonijević, *Impact of TNT explosive and its degradation products on the environment*, Zastita Materijala 60 (2) (2019) 162 – 173; DOI: <https://doi.org/10.5937/zasmat1902162T> (ISSN: 0351-9465).

Саопштење са скупа националног значаја, штампаног у целини, M63

1. **V. Trifunović**, S. Milić, Lj. Avramović, R. Jonović, S. Đordjević, *Electric arc furnace dust – Hazardous waste whose treatment is unavoidable*, 29th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, Sokobanja, Serbia, 21-24 June (2022) Proceedings, 336-342 (ISBN: 978-86-6305-123-2).

Студија, експертиза, M103

1. V. Conić, S. Dragulović, D. Božić, S. Magdalinović, S. Dimitrijević, S. Petrović, R. Jonović, Lj. Avramović, **V. Trifunović**, M. Janošević, *Final report for Laboratory Tests for Waste Materials Treatment*; Klijent: KPME LTD, Ukraine, Bor, April (2022);

2. V. Marinković, M. Maksimović, G. Pačkovski, S. Krstić, M. Jovanović, D. Tašić, I. Svrkota, M. Stojanović, Z. Stojanović, D. Šabaz, S. Magdalinović, S. Petrović, Lj. Avramović, M. Janošević, **V. Trifunović**, L. Bućan, D. Bugarin, *Elaborat o resursima i rezervama bakra i zlata u ležištu Čukaru Peki Gornja zona (rudna tela 1 i 2), stanje: 31.12.2021. godine*, Bor, Jun (2022);
3. R. Jonović, Lj. Avramović, **V. Trifunović**, *Dopunska tehnološka ispitivanja prerade filterske prašine elektrolučne peći iz železare Metalfer Steel Mill*, Bor; Klijent: METALFER STEEL MILL SREMSKA MITROVICA, Srbija (2021);
4. R. Jonović, Lj. Avramović, **V. Trifunović**, *Preliminary report for laboratory tests for waste materials treatment*, Bor; Klijent: Limited liability company „KOSTIANTYNOVSKY PLANT OF METALLURGICAL EQUIPMENT“ (KPME LTD) Ukraine (2021);
5. R. Jonović, Lj. Avramović, **V. Trifunović**, *Preliminary tests for technological testing of lithium recovery by the chloride roasting*, Bor; Klijent: UKRLITHIUMMINING LLC, Kirovohrad oblast, Mala Vyska region Ukraine (2021);
6. R. Jonović, Lj. Avramović, **V. Trifunović**, *Tehnološka ispitivanja tretmana flotacijske jalovine iz Starog flotacijskog jalovišta u Boru*, IRM Bor (2020);
7. R. Jonović, Lj. Avramović, **V. Trifunović**, R. Marković, S. Dimitrijević, V. Gardić, V. Marjanović, *Tehnološka ispitivanja dobijanja elektrolitičkog cinka na uvećanom laboratorijskom nivou*, IRM Bor; Klijent: METALFER STEEL MILL SREMSKA MITROVICA, Srbija (2020);
8. R. Jonović, Lj. Avramović, **V. Trifunović**, *Laboratorijska tehnološka ispitivanja prerade filterske prašine*, IRM Bor; Klijent: METALFER STEEL MILL SREMSKA MITROVICA, Srbija (2019);
9. R. Jonović, Lj. Avramović, **V. Trifunović**, *Tehnološka ispitivanja prerade filterske prašine na uvećanom laboratorijskom nivou*, Bor; Klijent: METALFER STEEL MILL SREMSKA MITROVICA, Srbija (2019).

Техничко решење, М85

1. S. Dimitrijević, R. Marković, Lj. Avramović, M. Bugarin, A. Ivanović, **V. Trifunović**, *Tehničko i razvojno rešenje - Elektrolitičko dobijanje cinka iz otpadne prašine elektrolučne peći*, 21.12.2021.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми докторске дисертације

На основу претходно изложених података о досадашњем раду, оствареним резултатима у току докторских академских студија и научно-истраживачког рада кандидаткиње, Комисија која подноси овај извештај сматра, да кандидаткиња Вања С. Трифуновић поседује научно-стручну усмереност, способност и самосталност за научно-истраживачки рад у области којој припада предложена тема дисертације (технолошко инжењерство) и оцењује је подобном за рад на предложеној теми. Комисија закључује, да кандидаткиња Вања С. Трифуновић поседује све потребне квалификације и испуњава све формалне услове за израду докторске дисертације под називом „Валоризација цинка и других корисних компоненти из прашине електролучне пећи“.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет и циљ истраживања ове докторске дисертације, у ширем смислу, представљаће карактеризацију једног од међупродуката процеса добијања челика топљењем секундарних сировина на бази гвожђа, у електролучној пећи, тј. прашине из електролучне пећи (ЕАФ прашине) пореклом из челичане у Републици Србији. Како су у ЕАФ прашини присутни метали попут Zn, Pb, Cu, Ni, Cr и Cd, она представља претњу за животну средину и људско здравље, а због покретљивости ових токсичних елемената припада категорији опасног индустријског отпада, што је у сагласности са категоризацијом отпада и у другим земљама. Обзиром на висок садржај цинка и других елемената у ЕАФ прашини, у докторској дисертацији ће се испитивати могућност валоризације цинка, као и других корисних компоненти, применом хидрометалуршких процеса. У циљу заштите животне средине испитаће се и могућност превођења овог опасног индустријског отпада у категорију неопасног отпада.

Проблеми настали услед повећаних садржаја тешких метала, као последица рударских и металуршких активности, присутни су на светском нивоу. Количина ЕАФ прашине која настаје у току производње једне тоне сировог челика износи око 10-20 kg. Неодговарајући начин одлагања ЕАФ прашине представља озбиљан проблем, јер услед дејства атмосферичке долази до процеса самоизлужења тешких метала, што доводи до значајног загађења животне средине. Третманом ове врсте опасног отпада истовремено се може постићи и еколошки ефекат у циљу заштите животне средине и здравља људи, и економски ефекат валоризацијом цинка и других компоненти из прашине. Обзиром на висок садржај цинка у ЕАФ прашини, она може представљати секундарни извор за добијање овог метала. Применом различитих поступака за третман ЕАФ прашине, могло би се постићи концентрисање и издвајање и других вредних метала који се у овом отпаду налазе, у докторској дисертацији првенствено цинка, који је у њему најзаступљенији, али и других присутних компонената.

Обзиром на изнете чињенице, циљ ове докторске дисертације у ужем смислу биће испитивање могућности валоризације цинка, као и других корисних компоненти применом хидрометалуршких процеса, као и превођење ове врсте опасног индустријског отпада у неопасни отпад, у циљу заштите животне и радне средине. Процесима лужења ЕАФ прашине

водом и растворима сумпорне киселине, извршиће се селективно издвајање компонената од интереса, као и добијање финалног чврстог отпада који припада категорији неопасног.

Такође, при испитивању хидрометалуршког третмана, биће испитан утицај параметара процеса лужења ЕАФ прашине водом на степен излужења жељених компонената (утицај времена трајања процеса лужења, односа чврсте и течне фазе, температуре, рН вредности суспензије). Утицај параметара процеса лужења ЕАФ прашине растворима сумпорне киселине (утицај времена трајања процеса лужења, односа чврсте и течне фазе, температуре, рН вредности суспензије, концентрација сумпорне киселине) биће такође испитан. Добијање производа комерцијалног квалитета на бази цинка и других елемената, такође ће бити предмет испитивања.

Хемијски састав свих течних и чврстих међупродуката и продуката насталих у току испитивања биће одређен најсавременијим хемијским методама: атомском апсорпционом спектрофотометријом (AAS), волуметријом (V), атомском емисионом спектрометријом са индуктивно куплованом плазмом (ICP-AES), анализатором угљеника и сумпора (ACS), пламеном анализом племенитих метала (купелацијом) (FA), атомском апсорпционом спектрофотометријом и беспламеном атомском апсорпцијом (анализом живе) (AAS-Hg), фотометријом (FOT), спектрофотометријом (SF) и јонском хроматографијом (IC).

Минералoшки састав чврстих међупродуката и продуката насталих у току испитивања, одредиће се применом рендгенске дифрактометрије (XRD), скенирајуће електронске микроскопије са енергетско дисперзивном спектрометријом (SEM-EDS), као и на поларизационом микроскопу.

Величина честица одредиће се применом гранулометријске анализе, на уређају MASTERSIZER 2000 (MALVERN Instruments, UK).

Процена утицаја репрезентативног узорка ЕАФ прашине, као и чврстих остатака насталих након процеса лужења, извршиће се применом тестова токсичности (TCLP) и тестова лужљивости (LP).

Сва лабораторијска испитивања третмана ЕАФ прашине, као и пратеће анализе, биће урађене у Институту за рударство и металургију Бор.

3. Списак најзначајније научно-стручне литературе која ће се користити у дисертацији

Литература коришћена за дефинисање и обраду теме ове докторске дисертације је дата по абecedном редоследу:

- [1] Agnihotri A., Singh P.K., Singh D., Gupta M., Foamy slag practice to enhance the energy efficiency of electric arc furnace: An industrial scale validation, ***Materials Today: Proceedings***, 46 (2021) 1537–1542;
- [2] Al-Harashsheh M., Al-Nu'Airat J., Al-Otoom A., Al-Hammouri I., Al-Jabali H., Al-Zoubi M., Abu Al'Asal S., Treatments of electric arc furnace dust and halogenated plastic wastes, ***Journal of Environmental Chemical Engineering***, 7 (2019) 102856;

- [3] Al-Harashsheh M., Aljarrah M., Rummanah F., Abdel-Latif K., Kingman S., Leaching of valuable metals from electric arc furnace dust-Tetrabromobisphenol A pyrolysis residues, ***Journal of Analytical and Applied Pyrolysis***, 125 (2017) 50-60;
- [4] Al-Harashsheh M., Altarawneh S., Al-Omari M., Selective dissolution of zinc and lead from electric arc furnace dust via oxidative thermolysis with polyvinyl chloride and water-leaching process, ***Hydrometallurgy***, 212 (2022) 105898;
- [5] Alencastro de Araújo J., Schalch V., Recycling of electric arc furnace (EAF) dust for use in steel making process, ***Journal of materials research and technology***, 3 (3) (2014) 274–279;
- [6] Al-harashsheh M., Al-Nu'airat J., Al-Otoom A., Al-hammouri I., Al-jabali H., Al-zoubi M., AbuAl'asal S., Treatments of electric arc furnace dust and halogenated plastic wastes: A review, ***Journal of Environmental Chemical Engineering***, 7 (2019) 102856;
- [7] Antuñano N., Herrero D., Arias P.L., Cambra J.F., Electrowinning studies for metallic zinc production from double leached Waelz oxide, ***Process Safety and Environmental Protection***, 91 (2013) 495–502;
- [8] Antuñano N., Cambra J.F., Arias P.L., Fluoride removal from Double Leached Waelz Oxide leach solutions as alternative feeds to Zinc Calcine leaching liquors in the electrolytic zinc production process, ***Hydrometallurgy***, 161 (2016) 65–70;
- [9] Barreta E., Nenniger E., Dziewinski J., Barret A., Dzievinski E., A hydro metallurgical process to treat carbon steel electric arc furnace dust, ***Hydrometallurgy***, 30 (1992) 59-68;
- [10] Boyanov B.S., Konareva V.V., Kolev N.K., Purification of zinc sulfate solutions from cobalt and nickel through activated cementation, ***Hydrometallurgy***, 73 (2004) 163–168;
- [11] Bruckard W., Davey K., Rodopoulous T., Woodcock J., Italiano J., Water leaching and magnetic separation for decreasing the chloride level and upgrading the zinc content of EAF steelmaking baghouse dusts, ***International Journal of Mineral Processing***, 75 (1-2) (2005) 1-20;
- [12] Carranza F., Romero R., Mazuelos A., Iglesias N., Recovery of Zn from acid mine water and electric arc furnace dust in an integrated process, ***Journal of Environmental Management***, 165 (2016) 175-183;
- [13] Casaroli S.J.G., Cohen B., Tong A.R., Linkson P., Petrie J.G., Cementation for metal removal in zinc electrowinning circuits, ***Minerals Engineering***, 18 (2005) 1282–1288;
- [14] Čerňan M., Müller Z., Tlustý J., Valouch V., An improved SVC control for electric arc furnace voltage flicker mitigation, ***Electrical Power and Energy Systems***, 129 (2021) 106831;
- [15] Chairaksa-Fujimoto R., Maruyama K., Miki T., Nagasaka T., Omran M., Fabritius T., The selective alkaline leaching of zinc oxide from Electric Arc Furnace dust pre-treated with calcium oxide, ***Hydrometallurgy***, 159 (2016) 120–125;
- [16] Chen W., Shen Y., Tsai M., Removal of chloride from electric arc furnace dust, ***Journal of Hazardous Materials***, 190 (2011) 639-644;
- [17] Cholake S.T., Farzana R., Numata T., Sahajwalla V., Transforming electric arc furnace waste into value added building products, ***Journal of Cleaner Production***, 171 (2018) 1128-1139;

- [18] Commission of the European Communities, Guidance on classification of waste according to EWC-Stat categories, Supplement to the Manual for the Implementation of the Regulation (EC) No 2150/2002 on Waste Statistics, version 2 (December 2010);
- [19] Cruells M., Roca A., Núñez C., Electric arc furnace flue dusts: characterization and leaching with sulphuric acid, *Hydrometallurgy*, 31 (1992) 213-231;
- [20] Csicsovszki G., Kékesi T., Török T.I., Selective recovery of Zn and Fe from spent pickling solutions by the combination of anion exchange and membrane electrowinning techniques, *Hydrometallurgy*, 77 (2005) 19–28;
- [21] De Ajaújo J., Schalch V., Recycling of electric arc furnace (EAF) dust for use in steel making process, *Journal of Materials Research and Technology*, 3 (3) (2014) 274-279;
- [22] De Buzin P., Heck N., Vilela A., EAF dust: An overview on the influences of physical, chemical and mineral features in its recycling and waste incorporation routes, *Journal of Materials Research and Technology*, 6,(2) (2017) 194–202;
- [23] Díaz G., Martín D., Modified Zincex Process: the clean, safe and profitable solution to the zinc secondaries treatment, *Conservation and Recycling*, 10 (1-2) (1994) 43-57;
- [24] Dutra A.J.B., Paiva P.R.P., Tavares L.M., Alkaline leaching of zinc from electric arc furnace steel dust, *Minerals Engineering*, 19 (2006) 478–485;
- [25] Dvořák P., Vu H.N., Zinc Recovery from Flue Dust, *Journal of the Polish Mineral Engineering Society* (2017) 195-199;
- [26] Environmental Protection Agency, Land Disposal Restrictions for Electric Arc Furnace Dust (K061) - Federal Register Notice 56 (160) (August 19 1991) 41164;
- [27] Gouvea L.R., Morais C.A., Recovery of zinc and cadmium from industrial waste by leaching/cementation, *Minerals Engineering*, 20 (2007) 956–958;
- [28] Guillaume P., Leclerc N., Lapique F., Boulanger C., Electroleaching and electrodeposition of zinc in a single-cell process for the treatment of solid waste, *Journal of Hazardous Materials*, 152 (2008) 85–92;
- [29] Guèzennec A., Huber J., Patisson F., Sessieq P. Birat J., Ablitzer D., Dust formation in Electric Arc Furnace: Birth of the particles, *Powder Technology*, 157 (2005) 2 – 11;
- [30] Havlík T., Vidor e Souza B., Bernardes A.M., Schneider I., Miškuřová A., Hydrometallurgical processing of carbon steel EAF dust, *Journal of Hazardous Materials*, B135 (2006) 311–318
- [31] Havlík T., Turzakova M., Stopic S., Friedrich B., Atmospheric leaching of EAF dust with diluted sulphuric acid, *Hydrometallurgy*, (2005) 41-50;
- [32] Havlík T., Souza B., Bernardes A., Schneider I., Miškuřová A., Hydrometallurgical processing of carbon steel EAF dust, *Journal of Hazardous Materials*, 135 (1-3) (2006) 311-318;
- [33] Halli P., Hamuyuni J., Leikola M., Lundström M., Developing a sustainable solution for recycling electric arc furnace dust via organic acid leaching, *Minerals Engineering*, 124 (2018) 1–9;

- [34] Halli P., Hamuyuni J., Revitzer H., Lundström M., Selection of leaching media for metal dissolution from electric arc furnace dust, ***Journal of Cleaner Production***, 164 (2017) 265-276;
- [35] Hazaveh P.K., Karimi S., Rashchi F., Sheibani S., Purification of the leaching solution of recycling zinc from the hazardous electric arc furnace dust through an as-bearing jarosite, ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 202 (2020) 110893;
- [36] Hey H., The production of zinc by electrolysis of zinc sulphate solutions, ***Published as Supplement to the Journal of the Royal Society of New South Wales***, LXV (1931);
- [37] Hui L., Yun-yan W., Li-yuan C., Hai-juan X., Fei P., Yu-de S., Effect of impurities in recycling water on Pb-Ag anode passivation in zinc electrowinning process, ***Transactions of Nonferrous Metals Society of China***, 21 (2011) 1665-1672;
- [38] Ivanov I., Increased current efficiency of zinc electrowinning in the presence of metal impurities by addition of organic inhibitors, ***Hydrometallurgy***, 72 (2004) 73–78;
- [39] Jarupisitthorn C., Pimtong T., Lothongkum G., Investigation of kinetics of zinc leaching from electric arc furnace dust by sodium hydroxide, ***Materials Chemistry and Physics***, 77 (2002) 531–535;
- [40] Jha M.K., Kumar V., Singh R.J., Review of hydrometallurgical recovery of zinc from industrial wastes, Resources, ***Conservation and Recycling***, 33 (2001) 1–22;
- [41] Kukurugya F., Vindt T., Havlík T., Behavior of Zinc, Iron and Calcium from Electric Arc Furnace (EAF) Dust in Hydrometallurgical Processing in Sulfuric Acid Solutions: Thermodynamic and Kinetic Aspects, ***Hydrometallurgy***, 154 (2015) 20–32;
- [42] Khanmohammadi H.P., Karimi S., Rashchi F., Sheibani S., Purification of the leaching solution of recycling zinc from the hazardous electric arc furnace dust through an as-bearing jarosite, ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 202 (2020) 110893;
- [43] Khattab R., Seleman M., Zawrah M., Assessment of electric arc furnace dust: Powder characterization and its sinterability as ceramic product, ***Ceramics International***, 43 (15) (2017) 12939-12947;
- [44] Kim J., Azimi G., Valorization of electric arc furnace slag via carbothermic reduction followed by acid baking – water leaching, ***Resources, Conservation & Recycling***, 173 (2021) 105710;
- [45] Kul M., Oksay K., Şimşir M., Sübütaý H., Kirgezen H., Optimization of selective leaching of Zn from electric arc furnace steelmaking dust using response surface methodology, ***Transactions of Nonferrous Metals Society of China***, 25 (8) (2015) 2753-2762;
- [46] Lanzerstorfer C., Electric arc furnace (EAF) dust: Application of air classification for improved zinc enrichment in in-plant recycling, ***Journal of Cleaner Production***, 174 (2018) 1-6;
- [47] Laforest G., Duchesne J., Characterization and leachability of electric arc furnace dust made from remelting of stainless steel, ***Journal of Hazardous Materials***, 135 (1-3) (2006) 156-164;

- [48] Langova Š., Leško J., Matýsek D., Selective leaching of zinc from zinc ferrite with hydrochloric acid, ***Hydrometallurgy***, 95 (3-4) (2009) 179-182;
- [49] Langova Š., Matýsek D., Zinc recovery from steel-making wastes by acid pressure leaching and hematite precipitation, ***Hydrometallurgy***, 101 (2010) 171-173;
- [50] Leclerc N., Meux E., Lecuire J., Hydrometallurgical extraction of zinc from zinc ferrites, ***Hydrometallurgy***, 70 (2003) 175-183;
- [51] Ledesma E., Lozano-Lunar A., Ayuso J., Galvín A., Fernández J., Jiménez J., The role of pH on leaching of heavy metals and chlorides from electric arc furnace dust in cement-based mortars, ***Construction and Building Materials***, 183 (2018) 365-375;
- [52] Lin X., Peng Z., Yan J., Li Z., Hwang J.Y., Zhang Y., Li G., Jiang T., Pyrometallurgical recycling of electric arc furnace dust, ***Journal of Cleaner Production***, 149 (2017) 1079-1100;
- [53] Li Y., Zhuo S., Peng B., Min X., Liu H., Ke Y., Comprehensive recycling of zinc and iron from smelting waste containing zinc ferrite by oriented transformation with SO₂, ***Journal of Cleaner Production***, 263 (2020) 121468;
- [54] Liu Q., Zhao Y., Zhao G., Production of zinc and lead concentrates from lean oxidized zinc ores by alkaline leaching followed by two-step precipitation using sulfides, ***Hydrometallurgy***, 110 (2011) 79–84;
- [55] Li Q., Zhao Y., Jiang J., Zhang C., Optimized hydrometallurgical route to produce ultrafine zinc powder from industrial wastes in alkaline medium, ***Procedia Environmental Sciences***, 16 (2012) 674–682;
- [56] Liu Z., Yu X., Xie G., Lu Y., Hou Y., He E., Influence of nickel on cathode process of zinc electrowinning, ***Hydrometallurgy***, 125–126 (2012) 29–33;
- [57] Loaiza A., Cifuentes S., Colorado H., Asphalt modified with superfine electric arc furnace steel dust (EAF dust) with high zinc oxide content, ***Construction and Building Materials***, 145 (2017) 538–547;
- [58] Ma N., Recycling of basic oxygen furnace steelmaking dust by in-process separation of zinc from the dust, ***Journal of Cleaner Production***, 112 (2016) 4497-4504;
- [59] Martin D., Diaz G., Garcia M. A., Sanchez F., Extending zinc production possibilities through solvent extraction, ***Journal of the South African IMM***, 102 (8) (2002) 463-468;
- [60] Menad N., Ayala J., Garcia-Carcedo F., Ruiz-Ayúcar E., Hernández, Study of the presence of fluorine in the recycled fractions during carbothermal treatment of EAF dust, ***Waste Management***, 23 (2003) 483–491;
- [61] Miki T., Chairaksa-Fujimoto R., Maruyama K., Nagasaka T., Hydrometallurgical extraction of zinc from CaO treated EAF dust in ammonium chloride solution, ***Journal of Hazardous Materials***, 302 (2016) 90–96;
- [62] Montenegro V., Hydrometallurgical treatment of EAF dust. PhD thesis, ***National Technical University of Athens***, (2013);

- [63] Montenegro V., Agatzini-Leonardou S., Oustadakis P. and Tsakiridis P., Hydrometallurgical Treatment of EAF Dust by Direct Sulphuric Acid Leaching at Atmospheric Pressure, **Waste and Biomass Valorization**, 7 (6) (2016) 1531–1548;
- [64] Mohammadzadeh M., Bagheri H., Ghader S., Study on extraction and separation of Ni and Zn using [bmim][PF₆] IL as selective extractant from nitric acid solution obtained from zinc plant residue leaching, **Arabian Journal of Chemistry** (2020) 13, 5821–5831;
- [65] Moghaddam J., Sarraf-Mamoory R., Abdollahy M., Yamini Y., Purification of zinc ammoniacal leaching solution by cementation: Determination of optimum process conditions with experimental design by Taguchi's method, **Separation and Purification Technology**, 51 (2006) 157–164;
- [66] Mureşan L., Maurin G., Oniciu L., Avram S., Effects of additives on zinc electrowinning from industrial waste products, **Hydrometallurgy**, 40 (1996) 335-342;
- [67] Mureşan L., Maurin G., Oniciu L., Gaga D., Influence of metallic impurities on zinc electrowinning from sulphate electrolyte, **Hydrometallurgy**, 43 (1996) 345-354;
- [68] Murua M., Boto F., Anglada E., Cabero J., Fernandez J., A slag prediction model in an electric arc furnace process for special steel production, **Procedia Manufacturing**, 54 (2020) 178-183;
- [69] Ng K.S., Head I., Premier G.C., Scott K., Yu E., Lloyd J., Sadhukhan J., A multilevel sustainability analysis of zinc recovery from wastes, Resources, **Conservation and Recycling**, 113 (2016) 88–105;
- [70] Nicol M., Akilan C., Tjandrawan V., Gonzalez J.A., The effects of halides in the electrowinning of zinc. I. Oxidation of chloride on lead-silver anodes, **Hydrometallurgy**, 173 (2017) 125–133;
- [71] Nicol M., Akilan C., Tjandrawan V., Gonzalez J.A., Effect of halides in the electrowinning of zinc. II. Corrosion of lead-silver anodes, **Hydrometallurgy**, 173 (2017) 178–191;
- [72] Norma Brasileira, ABNT 10004:2004, Solid waste Classification (2004);
- [73] Nazari A., Shafayei A., Saidi A., Recycling of electric arc furnace dust into glass-ceramic, **Material Chemistry and Physics**, 205 (2018) 436-441;
- [74] Nyirenda R.L., The Processing of Steelmaking Flue-Dust: A Review, **Minerals Engineering**, 4 (7-11) (1991) 1003-1025;
- [75] Omran M., Fabritius T., Effect of steelmaking dust characteristics on suitable recycling process determining: Ferrochrome converter (CRC) and electric arc furnace (EAF) dusts, **Powder Technology**, 308 (2017) 47–60;
- [76] Oustadakis P., Tsakiridis P., Katsiapi A., Agatzini-Leonardou S., Hydrometallurgical process for zinc recovery from electric arc furnace dust (EAFD). Part I: Characterization and leaching by diluted sulphuric acid, **Journal of Hazardous Materials**, 179 (2010) 1-7;
- [77] Palimaka P., Pietrzyk S., Stępień M., Ciećko K., Nejman I., Zinc Recovery from Steelmaking Dust by Hydrometallurgical Methods, **Metals**, 8 (2018) 547;

- [78] Pickles C.A., Marzoughi O., Thermodynamic analysis of metal speciation during the chlorosulphation of electric arc furnace dust, *Minerals Engineering*, 140 (2019) 105874;
- [79] Pickles C., Thermodynamic modelling of the multiphase pyrometallurgical processing of electric arc furnace dust, *Minerals Engineering*, 22 (11) (2009) 977-985;
- [80] Pickles C., Thermodynamic analysis of the selective chlorination of electric arc furnace dust, *Journal of Hazardous Materials*, 166 (2009) 1030-1042;
- [81] Ruiz O., Clemente C., Alonso M., Alguacil F. J., Recycling of an electric arc furnace flue dust to obtain high grade ZnO, *Journal of Hazardous Materials*, 141 (2007) 33–36;
- [82] Rutten J., Application of the Waelz technology on resource recycling of steel mill dust. Seminar ValoRes GmbH. Available at www.valo-res.com (2006). Accessed 8 May 2012;
- [83] Rudnik E., Investigation of industrial waste materials for hydrometallurgical recovery of zinc, *Minerals Engineering*, 139 (2019) 105871;
- [84] Rudnik E., Recovery of zinc from zinc ash by leaching in sulphuric acid and electrowinning, *Hydrometallurgy*, 188 (2019) 56-63;
- [85] Sebag M., Korzenowski C., Bernardes A., Vilela A., Evaluation of environmental compatibility of EAFD using different leaching standards, *Journal of Hazardous Materials*, 166 (2009) 670-675;
- [86] Shawabkeh R.A., Hydrometallurgical extraction of zinc from Jordanian electric arc furnace dust, *Hydrometallurgy*, 104 (2010) 61–65;
- [87] Siame M.C., Kaoma J., Hlabangana N., Danha G., An attainable region approach for the recovery of iron and zinc from electric arc furnace dust, *South African Journal of Chemical Engineering*, 27 (2019) 35–42;
- [88] Silva V., Silva J., Costa B., Labes C., Oliveira R., Preparation of glaze using electric-arc furnace dust as raw material, *Journal of Materials Research and Technology*, 8 (6) (2019) 5504-5514;
- [89] Song S., Sun W., Wang L., Liu R., Han H., Hu Y., Yang Y., Recovery of cobalt and zinc from the leaching solution of zinc smelting slag, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7 (2019) 102777;
- [90] Sofilić T. Rastovčan-Mioč A., Cerjan-Stefanović Š., Novosel-Radović V., Jenko M., Characterization of steel mill electric-arc furnace dust, *Journal of Hazardous Materials*, 109 (2004) 59-70;
- [91] Suetens T., Guo M., Van Acker K., Blanpain B., Formation of the ZnFe_2O_4 phase in an electric arc furnace off-gas treatment system, *Journal of Hazardous Materials*, 287 (2015) 180–187;
- [92] Suetens T., Klaasen B., Van acker K., Blanpain B., Comparison of electric arc furnace dust treatment technologies using exergy efficiency, *Journal of Cleaner Production*, 65 (2014) 153-167;

- [93] Stathopoulos V.N., Papandreou A., Kanellopoulou D., Stournaras C.J., Structural ceramics containing electric arc furnace dust, ***Journal of Hazardous Materials***, 262 (2013) 91–99;
- [94] Stefanov Y., Ivanov I., The influence of nickel ions and triethylbenzylammonium chloride on the electrowinning of zinc from sulphate electrolytes containing manganese ions, ***Hydrometallurgy***, 64 (2002) 193–203;
- [95] Thang H., Wang L., Sun W., Hu Y., Han H., Zhai J., Electric arc furnace dust as magnetic carrier particles for removal of micro-fine particles from suspensions, ***Separation and Purification Technology***, 176 (2017) 220–230;
- [96] Trifunović V., Avramović Lj., Jonović R., Milić S., Djoordjievski S., Jonović M., Hydrometallurgical Treatment of EAF Dust in aim of Zinc Separation, Proceedings/52nd International October Conference on Mining and Metallurgy - IOC 2021. In: ***Proceedings of The 52nd International October Conference on Mining and Metallurgy***, Bor, Serbia (2021) 209-212 ISBN:978-86-6305-119-5;
- [97] Trifunović V. Milić S. Avramović Lj., Jonović R., Gardić V., Đorđievski S., Dimitrijević S., Investigation of Hazardous Waste - A case study of electric arc furnace dust characterization, ***Hemijaska industrija***, 76,(4) (2022) 237-249;
- [98] Tsakiridis P.E., Oustadakis P., Katsiapi A., Agatzini-Leona S., Hydrometallurgical process for zinc recovery from electric arc furnace dust (EAFD). Part II: Downstream processing and zinc recovery by electrowinning, ***Journal of Hazardous Materials***, 179 (2010) 8–14;
- [99] Wang J., Zhang Y., Cui K., Fu T., Gao J., Hussain S., AlGarni T., Pyrometallurgical recovery of zinc and valuable metals from electric arc furnace dust – A review, ***Journal of Cleaner Production***, 298 (2021) 126788;
- [100] Wang H., Gao J., Liu W., Zhang M., Guo M., Recovery of metal-doped zinc ferrite from zinc-containing electric arc furnace dust: Process development and examination of elemental migration, ***Hydrometallurgy***, 166 (2016) 1–8;
- [101] Wang H., Li J., Huo X., Yue C., Peng B., Zhang M., Guo M., Magnetic Ni-Zn spinel ferrite nanopowder from toxic Zn-bearing electric arc furnace dust: A promising treatment process, ***Minerals Engineering***, 157 (2020) 106540;
- [102] Wang X., Zhong Y., Kang Y., Gao J., Guo Z., Promoted acid leaching of Zn from hazardous zinc-containing metallurgical dusts: Focusing on transformation of Zn phases in selective reduction roasting, ***Process Safety and Environmental Protection***, 163 (2022) 353-361;
- [103] Wang W., Yuan T., Zou L., Li H., Li L., Li R., Effects of Co²⁺ in diaphragm electrolysis on the electrochemical and corrosion behaviors of Pb-Ag and Pb anodes for zinc electrowinning, ***Hydrometallurgy***, 195 (2020) 105412;
- [104] Williamson A., Folens K., Van Damme K., Olaoye O., Atia T.A., Mees B., Ricci Nicomel N., Verbruggen F., Spooren J., Boon N., Hennebel T., Du Laing G., Promoted acid leaching of Zn from hazardous zinc-containing metallurgical dusts: Focusing on

- transformation of Zn phases in selective reduction roasting, *Hydrometallurgy*, 195 (2020) 105409;
- [105] Wu C., Chang F., Chen W., Tsai M., Wang Y., Reduction behavior of zinc ferrite in EAF-dust recycling with CO gas as a reducing agent, *Journal of Environmental Management*, 143 (2014) 208-213;
- [106] Wu X., Liu Z., Liu X., The effects of additives on the electrowinning of zinc from sulphate solutions with high fluoride concentration, *Hydrometallurgy*, 141 (2014) 31–35;
- [107] Xanthopoulos P., Agatzini-Leonardou S., Oustadakis P., Tsakiridis P.E., Zinc recovery from purified electric arc furnace dust leach liquors by chemical precipitation, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5 (2017) 3550–3559;
- [108] Xia D.K., Recovery of zinc from zinc ferrite and electric arc furnace dust, A thesis submitted to the Department of Materials and Metallurgical Engineering in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (1997);
- [109] Xu X., Li D., Chen L., Liu M., Liu C., Jia J., Improve the energy efficiency: Effects of additives on longtime zinc electrowinning, *Hydrometallurgy*, 193 (2020) 105326;
- [110] Youcai Z., Stanforth R., Integrated hydrometallurgical process for production of zinc from electric arc furnace dust in alkaline medium, *Journal of Hazardous Materials*, B80 (2000) 223–240;
- [111] Yu B.S., Wang Y.R., Chang T.C., Hydrothermal treatment of electric arc furnace dust, *Journal of Hazardous Materials*, 190 (2011) 397–402;
- [112] Zabett A., Lu W., Thermodynamical computations for removal of alkali halides and lead compounds from electric arc furnace dust, *Calphad: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry*, 32 (3) (2008) 535-542;
- [113] Zeydabadi B.A., Mowla D., Shariat M.H., Kalajahi J. F., Zinc recovery from blast furnace flue dust, *Hydrometallurgy*, 47 (1997) 113-125;
- [114] Zhang D., Ling H., Yang T., Liu W., Chen L., Selective leaching of zinc from electric arc furnace dust by a hydrothermal reduction method in a sodium hydroxide system, *Journal of Cleaner Production*, 224 (2019) 536-544.

4. Основне хипотезе

У овој докторској дисертацији поћи ће се од неколико основних хипотеза и то:

- прашина из електролучне пећи пореклом из челичане у Републици Србији представља адекватну сировину за истраживање, обзиром да се јавља као међупродукт процеса производње челика и представља опасан чврсти индустријски отпад;
- применом одговарајућих параметара лужења постићи ће се издвајање цинка и других корисних компонената из ЕАФ прашине;

- након валоризације жељених компонената процесом лужења ЕАФ прашине добиће се чврсти остатак, чије ће одлагање на депонију неопасног отпада бити могуће;
- третманом лужних раствора добиће се производи на бази цинка (ZnO , ZnSO_4 , ZnCO_3 и др.) са карактеристикама комерцијалних производа;
- постићи ће се и допринос заштити животне средине у Републици Србији.

Коначно, претпоставља се да ће одабир метода истраживања омогућити добијање прецизних и поузданих података, који ће даље обезбедити и доношење недвосмислених и поузданих закључака у докторској дисертацији.

5. Научне методе истраживања

Истраживања и примењене методе у овој докторској дисертацији биће следеће:

- теоријски приступ - преглед научне литературе из одговарајућих области на светском нивоу;
- практични приступ – обилазак челичане у Републици Србији, снимање терена и узорковање прашине из електролучне пећи из круга фабрике;
- хомогенизација и формирање репрезентативних узорака прашине из електролучне пећи у лабораторији;
- физичка и хемијска карактеризација репрезентативних узорака;
- одређивање величине честица ЕАФ прашине на уређају MASTERSIZER 2000 (MALVERN Instruments, United Kingdom);
- минералошка карактеризација репрезентативних узорака и добијених чврстих остатака применом поларизационог микроскопа (JENAPOL-U, Carl Zeiss-Jena, Germany), рендгенско дифракционе анализе (XRD PW-1710, PHILIPS, Netherlands и XRD RigakuMiniFlex 600, Japan) и скенирајуће електронске микроскопије (SEM-EDS JSM IT 300LV, JOEL, Japan);
- процена утицаја, оригиналног узорка ЕАФ прашине и добијених чврстих остатака након лужења, на животну средину и здравље људи након одлагања, сагласно Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 93/2019, 39/2021) на основу тестова токсичности (TCLP) и тестова лужљивости (LP);
- хемијска анализа добијених раствора и насталих чврстих међупродуката и продуката методама атомске емисионе спектрометрије са индуктивно куплованом плазмом (ICP-AES), атомске апсорпционе спектрофотометрије (AAS), анализатора угљеника и сумпора (ACS), атомском апсорпционе спектрофотометрије и беспламене атомске апсорпције (анализе живе) (AAS-Hg), спектрофотометрије (SF), јонске хроматографије (IC), фотометрије (FOT), пламене анализе племенитих метала (купелације) (FA) и волуметрије (V);
- табеларно и графичко сређивање резултата хемијских анализа и њихово процесуирање;
- израчунавање степена излужења цинка и осталих испитиваних елемената;
- анализа и дискусија добијених резултата и доношење адекватних закључака.

Све наведене методе за физичку, хемијску и минералошку карактеризацију узорака, као и

хемијске анализа свих чврстих и течних међупродуката насталих у току експерименталних испитивања докторске дисертације биће урађене у лабораторијама Института за рударство и металургију Бор.

6. Очекивани научни допринос

Очекивани научни допринос истраживања огледаће се у следећем:

- биће дефинисана технологија за издвајање цинка и других корисних компонената из прашине електролучне пећи;
- извршиће се хемијска синтеза производа на бази цинка и других елемената комерцијалног квалитета;
- биће формиран предлог за решавање еколошког проблема депоновања ЕАФ прашине која припада категорији опасног индустријског чврстог отпада;
- резултати докторске дисертације имаће вишеструки ефекат, економски - добијање производа комерцијалног квалитета, као и еколошки ефекат – превођење опасног отпада у неопасни отпад (који је безбедан за одлагање на одговарајућу депонију).

7. План истраживања и структура рада

У току истраживања биће урађено следеће:

- Преглед литературе у циљу упознавања сировине која је тема докторске дисертације, као и могућих поступака примењивих за њен третман;
- Карактеризација репрезентативног узорка ЕАФ прашине и одабир одговарајућег поступка за њен третман;
- Експериментална испитивања оптималних параметара процеса лужења ЕАФ прашине;
- Израчунавање степена излужења цинка и пратећих компоненти из ЕАФ прашине;
- Експериментална испитивања добијања производа на бази цинка и других компоненти;
- Дискусија резултата и формирање закључака испитивања.

Очекује се да ће докторска дисертација имати следећа поглавља: *Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак, Литература.*

У поглављу *Увод* биће дефинисани главни циљеви докторске дисертације, предмет истраживања и допринос дисертације.

У оквиру *Теоријског дела* докторске дисертације биће обухваћен преглед литературних истраживања везаних за третман ЕАФ прашине и валоризације корисних компонената које се у њој налазе.

У оквиру *Експерименталног дела* биће обрађене следеће целине: Хомогенизација и формирање репрезентативних узорак; План експеримената, Карактеризација репрезентативног узорка ЕАФ прашине; Коришћене хемикалије; Експерименталне методе.

У поглављу *Резултати и дискусија* биће приказани сви резултати испитивања хидрометалуршких испитивања третмана ЕАФ прашине, као и њихова дискусија.

У поглављу *Закључак* биће сумирани сви најважнији закључци до којих ће се доћи током израде ове докторске дисертације, а на основу извршених експерименталних испитивања примене хидрометалуршких поступака третмана ЕАФ прашине и валоризације цинка и других корисних компоненти из ње.

Сви цитирани наводи, као и радови настали у току истраживања и рада на овој докторској дисертацији, налазиће се у поглављу *Литература*.

7. Закључак и предлог

На основу анализе података датих у пријави кандидаткиње и образложења теме докторске дисертације, Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње Вање С. Трифуновић закључује, да Вања С. Трифуновић, мастер инжењер технологије, испуњава све услове за рад на предложеној теми: „Валоризација цинка и других корисних компоненти из прашине електролучне пећи“, која припада научној области технолошко инжењерство. На основу предмета истраживања, садржаја, циљева и очекиваног научног доприноса, Комисија такође сматра да је предложена тема научно утемељена и адекватна за израду докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, да се кандидаткињи Вањи С. Трифуновић, мастер инжењеру технологије, одобри израда докторске дисертације под називом „Валоризација цинка и других корисних компоненти из прашине електролучне пећи“ и да се за ментора именује проф. др Снежана Милић, редовни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду.

У Бору, марта 2023. године

КОМИСИЈА:

др Милан Антонијевић, редовни професор у пензији
Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору

др Милан Радовановић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору

др Љиљана Аврамовић, научни сарадник
Институт за рударство и металургију Бор