

Одлуком Научно-наставног вијећа Технолошког факултета, Универзитета у Источном Сарајеву, број: 342/2025 од 18.03.2025, именована је Комисија за оцјену и одбрану урађене докторске дисертације кандидата Душка Костића под насловом "Иновативни приступи производњи нано прахова титанијум(IV) оксида из секундарних сировина" (у даљем тексту: Комисија¹) у сљедећем саставу:

1. др Срећко Стопић, Private Dozent (Ванредни Професор) Факултет за Георесурсе и Инжењерство материјала, Институт за процесну металургију и рециклажу метала, Технички Универзитет Сјеверне Рајне Вестфалије у Ахену (Rheinische Westfälische Technische Hochschule RWTH), RWTH Aachen University/Научни саветник, Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду, Ужа научна област: Металургија и рециклирање метала/ Друга инжењерства и технологије, председник комисије;
2. др Жељко Камберовић, редовни професор, Технолошко металуршки факултет у Београду, Ужа научна област: Металургија/ Друга инжењерства и технологије, члан
3. др Антоније Оњиа, редовни професор, Технолошко металуршки факултет у Београду, Ужа научна област: Хемија/ Аналитичка хемија, члан
4. др Горан Тадић, редовни професор, Технолошки факултет Зворник, Ужа научна област: Процесно инжењерство, члан
5. др Радислав Филиповић, редовни професор, Технолошки факултет Зворник, Ужа научна област: Процесно инжењерство, члан

Комисија прегледала је и оцијенила докторску дисертацију и о томе подноси Наставно-научном вијећу Технолошког факултета, Универзитета у Источном Сарајеву, сљедећи

ИЗВЈЕШТАЈ о оцјени урађене докторске дисертације

<p>1. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области</p> <p>Истраживање представљено у овој докторској дисертацији значајно доприноси технологији обраде секундарних сировина, са посебним фокусом на иновативне методе производње нано прахова титанијум(IV) оксида. У свјетлу растућих еколошких и економских изазова повезаних са управљањем индустријским отпадом, ова дисертација нуди нове приступе који омогућавају искоришћење секундарних сировина, као што су црвени муљ и тионит. Савремени трендови у истраживању материјала указују на потребу за одрживим и економски исплативим методама добијања наноматеријала, нарочито оних базираних на титанијум(IV) оксиду, који налази широку примјену у фотокатализи, енергетским апликацијама и заштити животне средине. У односу на постојећа истраживања, ова дисертација представља оригиналан приступ у коме се комбиновањем различитих метода редукције, лужења и ултразвучне спреј пиролизе постиже синтеза нано прахова са побољшаним својствима.</p>
--

¹ Комисија мора бити именована у складу са чланом 40. Правилника о студирању на трећем циклусу студија на Универзитету у Источном Сарајеву

Допринос овог истраживања огледа се у неколико аспеката:

- Развој и оптимизација метода редукције црвеног муља са циљем издвајања жељеза и обогаћивања шљаке другим елементима, посебно титанијумом.
- Истраживање параметара лужења ради постизања максималне ефикасности издвајања титанијума, уз минималну потрошњу енергије и реактанта.
- Оптимизација процеса синтезе нано-прахова титанијум(IV) оксида путем ултразвучне спреј пироллизе, укључујући анализу утицаја температуре, концентрације прекурсора и односа протока гасова.
- Приједлог одрживог модела управљања индустријским отпадом кроз принципе циркуларне економије и потпуно искоришћење секундарних сировина без стварања нових отпадних токова.

Оригиналношћ и значај овог рада огледају се у чињеници да досадашња истраживања нису обухватала овакав интегрисан приступ који истовремено нуди рјешења за ефикасно управљање индустријским отпадом и синтезом нано-материјала. Резултати истраживања могу имати широку примјену у металургији, хемијској индустрији, као и у екологији.

2. Оцјена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Докторска дисертација кандидата **ма Душка Костића** представља резултат оригиналног научног рада у области металургије, хемијског инжењерства и нанотехнологије. Истраживање је осмишљено и реализовано прераде секундарних сировина и синтезу нано-материјала.

Научна оригиналношћ дисертације огледа се у примјени и поређењу три различите методе редукције црвеног муља ради издвајања жељеза и обогаћивања шљаке титанијумом, оптимизацији параметара лужења са циљем постизања максималне ефикасности издвајања титанијума, развоју новог приступа синтези нано-прахова титанијум(IV) оксида путем ултразвучне спреј пироллизе, уз контролу кристалне структуре, морфологије и чистоће производа.

Кандидат је кроз експериментални и аналитички приступ, уз примјену савремених инструменталних аналитичких техника (XRD, SEM, EDS, ICP), показао способност самосталног рјешавања научних проблема и представио значајне научне резултате. Дисертација кандидата стога представља оригиналан допринос науци и испуњава све критеријуме за стицање академског звања доктора наука.

3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одређеној научној области

Кандидат је од уписивања трећег циклуса студија 2020. године објавио као аутор или коаутор више научних радова из научне области инжењерства и технологије, областима истраживања металургије, хемијског инжењерства и технологије и уже научне области процесно инжењерство, од којих је већина референцирана у престижним базама са ИФ. Такође је учествовао на више научних конференција.

Радови објављени у научним часописима:

1. **Kostić, D.**; Stopic, S.; Keutmann, M.; Emil-Kaya, E.; Husovic, T.V.; Perušić, M.; Friedrich, B. Synthesis of Titanium-Based Powders from Titanium Oxy-Sulfate Using Ultrasonic Spray Pyrolysis Method. *Materials* 2024, 17, doi:10.3390/ma17194779.
2. Stojkić, O., Filipović, R., Janković, M., **Kostić, D.**, Perusic, M., Stopić, S., & Damjanović, V. (2024). Influence of process parameters on the adsorption properties of zeolite 13X. *Journal of Chemists, Technologists and Environmentalists*, 5(1), 20–31. <https://doi.org/10.59919/JCTE05202401005>
3. Stopic, S.; **Kostić, D.**; Emil-Kaya, E.; Uysal, E.; Gürmen, S.; Mitrašinović, A.; Perušić, M.; Friedrich, B. High-Pressure and High-Temperature Dissolution of

- Titanium from Titanium and Aluminum Residues: A Comparative Study. *Surfaces* **2024**, 7, 1096-1108. <https://doi.org/10.3390/surfaces7040072>.
4. Stopić, S., **Kostić, D.**, Schneider, R., Sievers, M., Wegmann, F., Emil Kaya, E., Perušić, M., & Friedrich, B. (2024). Recovery of Titanium from Red Mud Using Carbothermic Reduction and High Pressure Leaching of the Slag in an Autoclave. *Minerals*, 14(11), 1151. <https://doi.org/10.3390/MIN14111151>
 5. Vuković, J., Perušić, M., Stopić, S., **Kostić, D.**, Smiljanić, S., Filipović, R., & Damjanović, V. (2024). A review of the red mud utilization possibilities. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 35(2), 165–173. <https://doi.org/10.2478/auoc-2024-0021>
 6. Vasiljević, N.; Mičić, V.; Perušić, M.; Mitrović, M.; **Kostić, D.** Optimization of Ultrasound-assisted Extraction of (Poly)phenolic Compounds from Blueberry (*Vaccinium Myrtillus*) Leaves. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly* 2024, 28–28, doi.org/10.2298/CICEQ240207028V.
 7. Damjanovic, V.; Filipovic, R.; Obrenovic, Z.; Perusic, M.; **Kostic, D.**; Smiljanic, S.; Stopić, S. Influence of Process Parameters in Three-Stage Purification of Aluminate Solution and Aluminum Hydroxide. *Metals (Basel)* 2023, 13, [doi:10.3390/met13111816](https://doi.org/10.3390/met13111816).
 8. Janković, M.B.; Perušić, M.D.; Damjanović, V.M.; Filipović, R.L.; Obrenović, Z.B.; Tadić, G.S.; **Kostić, D.D.**; Janković, M.B.; Perušić, M.D.; Damjanović, V.M.; et al. Influence of Suspension Heating Rate on Properties of Zeolite 13X. *Hem Ind* 2023, 77, 275–282, [doi:10.2298/HEMIND230418023J](https://doi.org/10.2298/HEMIND230418023J).
 9. Petričević, S.; Došić, A.; Filipović, R.; Damjanović, V.; Obrenović, Z.; Perušić, M.; Sekulić, V.; Mičić, V.; **Kostić, D.** The Influence of Process Parameters on the Morphological Characteristics of Fine Precipitated Hydrate. *Journal of Engineering & Processing Management* 2023, 15, 30–37, [doi:10.61458/jepm2301030p](https://doi.org/10.61458/jepm2301030p).
 10. Vasiljević, N.; Mičić, V.; Vasiljević, L.; Lazić, D.; Tomić, M.; **Kostić, D.** Influence of Process Parameters on Hawthorn (*Crataegus Monogyna* Jack.) Extraction. *Technologica Acta* 2023, 16, 29–37, [doi:10.51558/2232-7568.2023.16.1.29](https://doi.org/10.51558/2232-7568.2023.16.1.29).
 11. Paprica, N.; Filipović, R.; Perušić, M.; **Kostić, D.**; Pantić, S.; Damjanović, V. Influence of the SiO₂/Al₂O₃ Molar Ratio on the Specific Properties of NaA Zeolite. *Chemical Papers* 2022, 76, 5421–5428, [doi:10.1007/s11696-022-02255-4](https://doi.org/10.1007/s11696-022-02255-4).

Радови објављени на научним конференцијама:

1. Kostić, D.; Perušić, M.; Balanović, Lj.; Stopić, S.; **Kostić, D.**; Damjanović, V.; Kešelj, D.; Smiljanić, S.; Filipović, R. Analysis and initial qualitative assessment of Red Mud in the Bayer process, U zborniku radova Savremeni materijali; Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske: Banja Luka, September 2024.
2. Novičić, V.; Filipović, R.; Perušić, M.; Obrenović, Z.; **Kostić, D.**; Damjanović, V.; Sekulić, V.; Vasiljević, N. Influence of Process Parameters on the Sorption Characteristics of Aluminum Hydroxide, U zborniku radova Savremeni materijali; Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske: Banja Luka, September 2024.
3. Vasiljević, N.; Mičić, V.; **Kostić, D.**; Jovanović, Z.; Lazić, D.; Perušić, M.; Tadić, G. Influence of Process Parameters on the Extraction of Phenolic Compounds from Black Elderberry Flowers (*Sambucus Nigra* L.). In Proceedings of the VIII International Congress “Engineering, Environment and Materials in Process Industry“; 2023.
4. Vasiljević, N.; Mičić, V.; Vasiljević, Lj.; **Kostić, D.**; Perić, J.; Radić, M. Extraction of (poly)phenolic compound from hawthorn (*Crataegus Monogyna* Jack.) U zborniku radova Savremeni materijali; Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske: Banja Luka, September 2023; pp. 131–141.

5. Rikić, V.; **Kostić, D.**; Mičić, V. Unapređenje energetske efikasnosti izolacionih materijala dodatkom produkata reciklaže polimernog otpada. U zborniku radova Savremeni materijali; Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske: Banja Luka, September 2022; pp. 117–129.

4. Оцјена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему (по поглављима)²

1. Предмет научног истраживања

Истраживање темељно обухвата све аспекте развоја и оптимизације процеса добијања нано прахова титанијум диоксида из индустријских отпадних материјала. Тема је детаљно разрађена кроз анализу кључних технолошких корака: редукације, лужења и ултасоничне спреј пиролизе. Обухватање цијелокупног технолошког процеса, од управљања отпадним материјалима до финалног добијања нано прахова, указује на висок ниво испуњености обима и квалитета истраживања у односу на пријављену тему.

2. Циљеви истраживања

Циљеви су прецизно дефинисани и у потпуности покривају све фазе истраживања. Почевши од примарне редукације црвеног муља, преко лужења и пречишћавања титанијумових једињења, до коначне синтезе нано прахова. Додатно, акценат је стављен на могућу примјену добијених материјала у различитим индустријама. Обим и квалитет истраживања у потпуности одговарају постављеним циљевима постављеним приликом пријаве теме.

3. Радне хипотезе

Формулисане хипотезе су јасне, логичне и директно повезане са постављеним циљевима. Оне обухватају сваку фазу процеса – од редукације црвеног муља, преко лужења, до синтезе нано прахова. Научни приступ у дефинисању хипотеза је оправдан, а њихова провјера кроз експерименталне методе осигурава високу валидност истраживања. Упоредна термохемијска анализа процеса редукације са водоником и угљеником је била од великог значаја за провјеру неких хипотеза са циљем да се провјере могућности смањивања садржаја угљендиоксида и формирања титанијум-карбида у једном новом процесу.

4. План рада и методе истраживања

План истраживања је систематичан, са јасно дефинисаним фазама и експерименталним методама. Одабране методе (карбо-термичка редукација, редукација водоником и водоничном плазмом, лужење сумпорном киселином, ултразвучна спреј пиролиза) су савремене и релевантне за коришћење у експерименталним условима. Такође, примјеном напредних аналитичких техника (EDS, XRD, SEM, ICP) осигурава се прецизна карактеризација добијених материјала. Обим и квалитет истраживања у овој области потпуно задовољава постављене стандарде.

Редукација црвеног муља. Испитане су три методе редукације црвеног муља – редукација водоником, редукација водоничном плазмом и карботермичка редукација. У процесу редукације водоником, са порастом температуре од 700°C до 1000°C, дошло је до значајне трансформације у саставу црвеног муља. Повећан је садржај металног гвожђа, док је садржај магнетита опао, што је потврђено XRD анализом. Појавиле су се нове фазе, попут перовскита и нефелина, док је канкринит у потпуности прешао у нефелин. Редукација водоничном плазмом показала је високу ефикасност, са губитком масе до 57%, углавном због редукације оксида у метале и ослобађања кисеоника. Оптимално вријеме редукације је 10 минута, након чега је садржај металне фазе највећи. XRD анализа је потврдила присуство елементарног гвожђа, илменита, кристобалита,

² Испуњеност обима и квалитета у односу на пријављену тему, нарочито, треба да садржи: аналитички и системски прилаз у оцјењивању истраживачког постављеног предмета, циља и задатака у истраживању; испуњеност научног прилаз у доказивања тврдњи или претпоставки у хипотезама, са обрадом података.

вустита и магнетита, док су неки елементи, откривени ICP-OES методом, били у аморфном облику и нису били видљиви на XRD снимку. Карботермичка редукција, коришћењем графита и CaO као флуksног средства, била је веома ефикасна у редукцији гвожђа. Додавање CaO одиграло је кључну улогу у спречавању реакције FeO са силицијумом. XRD анализа је потврдила да је хематит потпуно нестао, а доминирале су фазе металног гвожђа, перовскита и геленита.

Процес лужења. Други дио истраживања усмјерен је на оптимизацију лужења карботермално редуковане шљаке и тионита ради издвајања титанијума. Параметри као што су концентрација киселине, температура, вријеме реакције и притисак кисеоника прилагођавани су ради постизања најбоље ефикасности уз најмању потрошњу енергије. Испитивања под блажим условима нису дала задовољавајуће резултате, али повећање температуре на 180°C показало је да је титанијум слабије растворљив при вишим температурама. Даљом оптимизацијом процеса, повећањем притиска кисеоника на 9 бара, постигнута је стопа лужења титанијума од 97,5% уз високу ефикасност за гвожђе и алуминијум. Значајно је да је лужење силицијума остало на ниском нивоу, чиме је избјегнут проблем тзв. гелације силицијума који значајно отежава процес филтрације. Лужење тионита показало је ниску ефикасност за титанијум, док су алуминијум и гвожђе били ефикасно излужени. Испитивано је и повећање температуре и притиска, али су резултати сугерисали да је рутилна фаза титанијум диоксида сувише стабилна. Као могуће рјешење предложено је печење са алкалијама како би се титанијум претворио у лако растворљиве титанате.

Ултразвучна спреј пиролиза са редукцијом водоником. Трећи дио истраживања бави се синтезом нано прахова TiO₂ примјеном ултразвучне спреј пиролизе (USP) уз трансформацију водоником. Анализиран је утицај температуре, концентрације прекурсора и гасног односа на својства добијених прахова.

EDS анализа је показала да се са повећањем температуре смањује садржај сумпора и добија чистији TiO₂. SEM анализа је открила да више температуре доводе до формирања мањих, униформнијих, сферичних нано честица, а XRD је показао да температура утиче на кристалну структуру – ниже температуре фаворизују анатас, док веће погодују настајању рутила.

Испитиван је и утицај концентрације прекурсора, при чему су ниже концентрације довеле до мањих честица, али су прениске концентрације резултовале непотпуном трансформацијом TiOSO₄. Анализом гасног односа утврђено је да је водоник неопходан за успјешну редукцију, а нижи гасни односи резултују продужењем времена задржавања, што је довело до побољшане редукције и мањих честица.

5. Очекивани резултати истраживања и њихов значај

Очекује се да ће истраживање допринијети развоју технологија за рециклажу индустријског отпада и производњу нано материјала. Потенцијална примјена добијених нано прахова у различитим индустријама (енергетика, хемијска индустрија или чак медицина) указује на велики практични значај истраживања. Истраживање такође пружа значајан допринос у области одрживог развоја и циркуларне економије, што додатно потврђује његов научни и друштвени значај.

Општи подаци о докторском раду

Докторска дисертација ма Душка Костића је технички дорађена, веома прегледно и јасно изложена:

Увод (стр. 9),

Теоретски дио (стр. 10-66),

Експериментални дио (стр. 67-86),

Резултати и дискусија (стр. 87-124),

Закључак (стр. 125-130),

Литература (стр. 131-146),
Листа скраћеница (стр. 148),
Попис слика и табела (стр. 159-152) и
Биографија аутора (стр. 153-154).

Дисертација је написана на енглеском језику на 154 страна А4 формата, садржи 70 слика, 8 табела, и 148 литературних навода. На почетку дисертације дата је кључна документација са изводом рада на српском и енглеском језику.

5. Научни резултати докторске дисертације

Истраживање спроведено у оквиру ове докторске дисертације довело је до побољшања научних резултата у области металургије, прераде индустријских отпадних материјала и синтезе нано прахова титанијум диоксида. Развијене су и оптимизоване методе редукције црвеног муља, лужења добијене шљаке и ултразвучне спреј пиролизе раствора титанијум оксисулфата, чиме је омогућено добијање TiO_2 високе чистоће и контролисане морфологије.

Експерименталним истраживањем редукције црвеног муља показано је да редукција водоничном плазмом доводи до најефикаснијег издвајања металног гвожђа, уз значајне промјене у минералном саставу. Карботермичка редукција је потврђена као поуздан метод за издвајање гвожђа и трансформацију титанијумових једињења у форми која је погодна за даљу прераду.

Процес лужења је систематски оптимизован, при чему је утврђено да се највећа ефикасност издвајања титанијума постиже примјеном повећаног притиска кисеоника. Откривено је да је рутилна фаза титанијума присутна у тиониту је изузетно стабилна, што је указало на потребу за додатним термичким третманом прије лужења.

Ултразвучна спреј пиролиза као финална фаза синтезе нано прахова омогућила је добијање честица униформне морфологије, при чему је утврђена директна веза између температуре процеса, кристалне структуре и чистоће добијених наночестица. Показано је да услови УСП процеса значајно утичу на кристалну структуру добијених нано прахова, при чему ниже температуре фаворизују настајање анатаса, а више температуре настајање стабилније форме (рутил).

6. Примјењивост и корисност резултата у теорији и пракси³

Резултати истраживања представљени у докторској дисертацији кандидата ма Душка Костића имају значајну примјењивост и корисност како у теорији, тако и у пракси, посебно у контексту рециклирања индустријског отпада и производње нано материјала. Ови резултати не само да представљају нове технолошке приступе у области добијања титанијум(IV) оксида из секундарних сировина, већ такође пружају значајан напредак у теоријским основама процеса редукције, лужења.

У теоријском контексту ово истраживање доприноси бољем разумијевању процеса трансформације и смањења индустријских отпадних материјала. Као и добијању нових фаза се јављају при редукцији водоником и угљеником. Такође, истраживање проширује теоријска знања о интеракцији између различитих фазних промена титанијумових једињења и њиховом понашању у процесима као што су лужење и ултразвучна спреј пиролиза. Ови теоријски доприноси представљају основу за даље истраживање и унапређење технологија за добијање нано материјала и даљем истраживању добијања прахова металног титанијума и његових легура из титанијум оксида. Посебно се издваја примјена нано прахова титанијум(IV) оксида у катализи, енергетским процесима и евентуално медицинским имплантатима.

У односу на постојећа рјешења у теорији и пракси, ово истраживање нуди нове, иновативне приступе који се базирају на употреби секундарних сировина за

³ Истаћи посебно примјењивост и корисност у односу на постојећа рјешења теорије и праксе.

производњу висококвалитетних нано материјала. Тиме се превазилазе ограничења и недостаци постојећих метода, као што су високи трошкови добијања нано материјала из примарних сировина и негативан утицај на животну средину.

7. Презентирање резултата научној јавности⁴

Кандидат је испунио услове предвиђене Правилником о студирању на трећем циклусу студија, положио све испите и има као први аутор најмање један рад објављен у часопису са SCI листе. Објављени радови у научним часописима везани за тему докторске дисертације:

1. **Kostić, D.**; Stopic, S.; Keutmann, M.; Emil-Kaya, E.; Husovic, T.V.; Perušić, M.; Friedrich, B. Synthesis of Titanium-Based Powders from Titanium Oxy-Sulfate Using Ultrasonic Spray Pyrolysis Method. *Materials* 2024, 17, doi:10.3390/ma17194779.
2. Stopic, S.; **Kostić, D.**; Emil-Kaya, E.; Uysal, E.; Gürmen, S.; Mitrašinović, A.; Perušić, M.; Friedrich, B. High-Pressure and High-Temperature Dissolution of Titanium from Titanium and Aluminum Residues: A Comparative Study. *Surfaces* 2024, 7, 1096-1108. <https://doi.org/10.3390/surfaces7040072>.
3. Stopic, S., **Kostić, D.**, Schneider, R., Sievers, M., Wegmann, F., Emil Kaya, E., Perušić, M., & Friedrich, B. (2024). Recovery of Titanium from Red Mud Using Carbothermic Reduction and High Pressure Leaching of the Slag in an Autoclave. *Minerals*, 14(11), 1151. <https://doi.org/10.3390/MIN14111151>

8. ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ⁵

Докторска дисертација кандидата ма Душка Костића под називом "**Иновативни приступи производњи нано прахова титанијум(IV) оксида из секундарних сировина**" представља изузетно оригинално истраживање у области металургије, хемијског инжењерства, рециклаже индустријског отпада и производње нано материјала. Дисертација се темељно бави развојем и оптимизацијом процеса добијања нано прахова титанијум диоксида из индустријских отпадних материјала, као главног производа, и жељеза, као споредног производа, погодног за металургију гвожђа и челика.

Кандидат је јасно дефинисао циљеве истраживања и истим се свеобухватно посветио у свим фазама процеса, од управљања отпадним материјалима до добијања нано прахова. Хипотезе су логичне и директно повезане са циљевима истраживања, а експерименталне методе су валидне, чиме је обезбеђен висок квалитет истраживања.

План истраживања је систематичан, а примјењене методе као што су карботермичка редукција, редукција водоником и водоничном плазмом, лужење при високом притиску у затвореном реактору (аутоклаву) и ултразвучна спреј пиролиза, представљају поступке који доприносе успјешној синтези и анализи нано материјала. Интеграција напредних аналитичких техника као што су EDS, XRD, SEM и ICP обезбједила је прецизну карактеризацију добијених материјала. Предвиђање одвијања хемијског процеса редукције је извођено термо-хемијском анализом коришћењем софтвера *FactSage*. Резултати истраживања показују висок потенцијал за примјену добијених нано прахова у различитим индустријама. Дисертација такође пружа значајан допринос области одрживог развоја и циркуларне економије, што је од великог значаја како у научном, тако и у друштвеном контексту.

Докторска дисертација је написана на енглеском језику, са прегледним приказом свих дијелова рада, укључујући експериментални дио, резултате и дискусију. Литература је обимна и пружа дубоку научну позадину за све коришћене методе и теоријске концепте.

⁴ У складу са чланом 37. Правилника о студирању на трећем циклусу студија на Универзитету у Источном Сарајеву.

⁵ У закључку се, поред осталог, наводи и назив квалификације коју докторанд стиче одбраном тезе.

На основу резултата истраживања и свеобухватног приступа који је кандидат примјенио у изради, комисија позитивно оцјењује докторску дисертацију и са задовољством предлаже Научно-наставном вијећу Технолошког факултета, Универзитета у Источном Сарајеву да докторска дисертација “Иновативни приступи производњи нано прахова титанијум(IV) оксида из секундарних сировина” кандидата ма Душка Костића буде одобрена и да се рад прихвати.

Мјесто: Ахен (Њемачка), Београд (Србија), Зворник

Датум: 11.04.2025. године

Комисија:

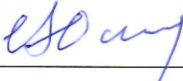
1. **Др Срећко Стопић**, у звању ванредни професор (Private Dozent) (НО Инжењерство и технологија, УНО Металургија и рециклирање метала/Друга инжењерства и технологије, Технички Универзитет Сјеверне Рајне Вестфалије у Ахену (Rheinische Westfälische Technische Hochschule RWTH), Факултет за Георесурсе и Инжењерство материјала у Ахену (Њемачка), Научни саветник, Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду, **предсједник** Комисије;



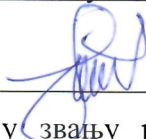
2. **Др Жељко Камберовић**, у звању редовни професор (НО Инжењерство и технологија, УНО Металургија/Друга инжењерства и технологије, Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет у Београду, **члан** Комисије;



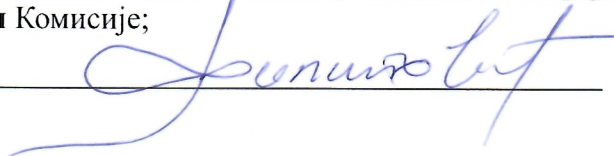
3. **Др Антоније Оњиа**, у звању редовни професор (НО Природне науке, УНО Хемија/Аналитичка хемија, Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет у Београду, **члан** Комисије;



4. **Др Горан Тадић**, у звању редовни професор (НО Инжењерство и технологија, УНО Процесно инжењерство, Универзитет у Источном Сарајеву, Технолошки факултет у Зворнику, **члан** Комисије;



5. **Др Радислав Филиповић**, у звању редовни професор (НО Инжењерство и технологија, УНО Процесно инжењерство, Универзитет у Источном Сарајеву, Технолошки факултет у Зворнику, **члан** Комисије;



Издвојено мишљење⁶:

1. _____, у звању _____ (НО _____, УНО
_____,
Факултет _____ у _____, члан Комисије;
Универзитет _____,

Образложење:

⁶ Чланови комисије који се не слажу са мишљењем већине чланова комисије, обавезни су да у извештај унесу издвојено мишљење са образложењем разлога због се не слажу са мишљењем већине чланова комисије (члан комисије који је издвојио мишљење потписује се испод навода о издвојеном мишљењу)