

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ  
ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКОГ ФАКУЛТЕТА  
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, одржаној 19.09.2019. године, Одлуком бр. 35/292 од 19.09.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за подношење извештаја о испуњености услова за стицање научног звања НАУЧНИ САРАДНИК кандидата др Марије Д. Штуловић. После прегледа и анализе достављеног материјала, као и увида у рад др Марије Д. Штуловић подносимо следећи

**ИЗВЕШТАЈ**

**I Биографски подаци о кандидату**

Марија Д. Штуловић, рођено Кнежевић, рођена је 25. септембра 1977. године у Ужицу где је завршила основну школу и гимназију „Миодраг Миловановић Луне“. Студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду уписује 1996. године. Дипломирала је 2004. године на смеру за органску хемијску технологију и полимерно инжењерство. Магистарске студије уписује 2005. године на смеру за инжењерство заштите животне средине. Магистарску тезу под називом „Испитивање могућности стабилизације и солидификације отпадне шљаке из металургије олова“ одбранила је 2010. године. Докторску дисертацију под називом „Оловна алкална шљака у иновативном процесу рециклаже са предтретманом, стабилизацијом и солидификацијом“ одбранила је на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду 2019. године.

Радно искуство почела је да стиче у Научно-истраживачком центру у Ужицу 2006. године. Од 2011. године ради у Иновационом Центру Технолошко-металуршког факултета у Београду д.о.о.

У звање истраживач сарадник је изабрана 2015. године.

Учествовала је у реализацији 6 пројеката финансираних од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја РС (4 пројеката из области технолошког развоја и 2 иновациона пројекта).

Аутор и коаутор је 14 научних радова објављених у међународним и часописима од националног значаја и саопштења на конференцијама од међународног значаја. У научним часописима је објављено 8 радова, од којих су 4 у часописима међународног значаја (категирија М20) и 4 у часописима националног значаја (категирија М50). На међународним скуповима је објављено 6 саопштења (категирија М30). Као примењени резултати истраживања др Марије Штуловић проистекло је 14 техничких решења М82. Према до сада евидентираним цитатима из више извора (база података Web of Science – Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ у Београду, база података Google Scholar,...), публиковани радови др Марије Штуловић цитирани су у радовима других аутора 18 пута. Према Google Scholar бази података, Хиршов индекс износи 3.

Учествовала је и на више пројеката сарадње са привредом (2 пројекта за иностране партнере и 18 пројекта за домаће индустријске партнере).

Чита, пише и говори енглески језик.

## II Библиографија

### Радови објављени у научним часописима међународног значаја; научна критика; уређивање часописа (M20)

#### *1. Рад у врхунском међународном часопису (M21)*

- 1.1. **Marija Štulović**, Dragana Radovanović, Željko Kamberović, Marija Korać, Zoran Anđić, Assessment of Leaching Characteristics of Solidified Products Containing Secondary Alkaline Lead Slag, International Journal of Environmental Research and Public Health, ISSN 1660-4601, 16 (2005), 2019, DOI:10.3390/ijerph16112005, IF (2018) 2,468 (82/274)

#### *2. Рад у истакнутом међународном часопису (M22)*

- 2.1. **Marija Štulović**, Dragana Radovanović, Željko Kamberović, Marija Korać, Zoran Anđić, Milisav Ranitović, , Leaching of toxic elements from secondary alkaline lead slag and stabilized/solidified products, Journal of Material Cycles and Waste Management, ISSN 1438-4957, 2019, <https://doi.org/10.1007/s10163-019-00892-8>, IF (2018) 2,004 (139/250)

#### *3. Рад у међународном часопису (M23)*

- 3.1. **Marija Štulović**, Dragana Ivšić-Bajčeta, Mirjana Ristić, Željko Kamberović, Marija Korać, Zoran Anđić, Leaching properties of secondary lead slag stabilized/solidified with cement and selected additives, Environment Protection Engineering, ISSN 0324-8828, 39(2013)3, 149-163, IF 0,439 (43/46)

#### *4. Рад у националном часопису међународног значаја (M24)*

- 4.1. **Marija Štulović**, Zoran Anđić, Marija Korać, Željko Kamberović, Positive synergistic effect of the hazardous waste use for secondary lead metallurgy, energy efficiency and waste minimization, Metallurgical & Materials Engineering 20(3), 2014, 171-181

### Зборници међународних научних скупова (M30)

#### *5. Саопштење са међународног скупа штампано у целини – M33*

- 5.1. Dušica Filipović, Karlo Raić, **Marija Knežević**, Miloš Tasić, Aleksandar Vujović, Reduction of tungsten oxide in vertical tube reactor. Mathematical model for estimate time of reduction, 4<sup>th</sup> Balkan Conference on Metallurgy, Proceedings, Zlatibor, Serbia, 2006, 311-316
- 5.2. Aleksandar Vujović, **Marija Knežević**, Gorica Radović, Zoran Anđić, Miloš Tasić, The contribution on improving the energetic balance at the processing of the communal waste in highly adiabatic conditions, Regionalna konferencija: Industrijska energetika i zaštita životne sredine, Proceedings, Serbia, Zlatibor, Jun, 24-27, 2008, 4/2-4/10

- 5.3. Zoran Anđić, Aleksandar Vujović, **Marija Knežević**, Rade Vasiljević, Miloš Tasić, Nanotechnologies as the cause of new approach to preserve and improve the working environment conditions, 41st IOC on Mining and Metallurgi, Proceedings ISBN 86-7827-033-8, Kladovo, October, 04-06, 2009, 583-590
- 5.4. **Marija Knežević**, Marija Korać, Željko Kamberović, Milorad Gavrilovski, Zoran Anđić, Dependence of concrete properties on secondary lead slag share and additive type selection, XIX International Scientific and Professional Meeting, "Ecological Truth" ECO-IST'11, Bor, Serbia, 1-4 june, 2011, 127-133
- 5.5. **Marija Štulović**, Aleksandar Mihajlović, Milisav Ranitović, The assesment of Environmetal and Health Risks from the Secondary lead slag, - IX Simpozijum reciklažne tehnologije i održivi razvoj, SRTOR 10-12 Septembar 2014, Zaječar, Srbija, Zbornik radova 185-189, ISBN 978-86-6305-025-9

#### **6. Саопштење са међународног скупа штампано у изводу – M34**

- 6.1. Dragana Radovanović, **Marija Štulović**, Nela Petronijević, Vesna Nikolić, Željko Kamberović, Leaching of solidified/stabilized metallurgical waste under environmental conditions, Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe, ISBN 978-86-87183-30-8, Book of Abstract, Belgrade, Serbia, 2019, June, 5<sup>th</sup> – 7<sup>th</sup>, 78

#### **Радови у часописима националног значаја (M50)**

#### **7. Рад у врхунском часопису националног значаја – M51**

- 7.1. Željko Kamberović, Marija Korać, Zoran Anđić, **Marija Štulović**, Tihomir Kovačević, Aleksandar Vujović, Ilija Ilić, Conceptual design for treatment of mining and metallurgical wastewaters which contains arsenic and antimony, Metallurgical and Materials Engineering 18 (4), ISSN 2217-8961, 2012, 321-331

#### **8. Рад у истакнутом националном часопису – M52**

- 8.1. Miloš Tasić, Srđan Marković, Zoran Anđić, Milorad Gavrilovski, **Marija Knežević**, Rade Vasiljević, Acoustic emission - non-destructive on-line method for quality control of materials, Livarstvo - Foundry, ISSN 0456-2933, 48(4), 2009, 4-13
- 8.2. Zoran Anđić, Aleksandar Vujović, **Marija Knežević**, Rade Vasiljević, Miloš Tasić, Nano-technologies from the aspect of human environment and safety and health at work, Metalurgija – Journal of Metallurgy MJoM, ISSN 0345-6306, 2009, 15 (4), 219-229
- 8.3. **Marija Knežević**, Marija Korać, Željko Kamberović, Mirjana Ristić, Possibility of secondary lead slag stabilization in concrete with presence of selected additives, Journal of Metallurgy, Association of metallurgical engineers of Serbia, 16 (3), 2010, 195-204

## Одбрањена докторска дисертација (M70)

### *9. Одбрањена докторска дисертација – M70*

- 9.1. **Марија Штуловић**, Оловна алкална шљака у иновативном процесу рециклаже са предтретманом, стабилизацијом и солидификацијом, докторска дисертација, Технолошко-металуршки факултет, Београд, 2019.

## Техничка решења (M80)

### *10.1. Ново техничко решење (метода) примењено на националном нивоу – M82*

- 10.1. М. Тасић, Ж. Камберовић, З. Анђић, М. Гавриловски, М. Кораћ, А. Вујовић, **М. Кнежевић**, Р. Васиљевић, Нови производ - субмикронски композитни прах на бази бакра и глинице, "Синтер" а.д. Ужице, резултат пројекта МНТР бр. 451-01-02960/2006-05, 2008.
- 10.2. М. Гавриловски, М. Тасић, Ж. Камберовић, З. Анђић, М. Филиповић, М. Кораћ, А. Вујовић, **М. Кнежевић**, Р. Васиљевић, Ново техничко решење добијања FeMo ванпећним металотермијским поступком, "Pyrkonit" д.о.о. Смедерево, резултат пројекта МНТР бр. 6731, 2007.
- 10.3. М. Гавриловски, М. Тасић, Ж. Камберовић, З. Анђић, М. Филиповић, М. Кораћ, А. Вујовић, **М. Кнежевић**, Р. Васиљевић, Ново техничко решење добијања FeTi ванпећним металотермијским поступком, "Pyrkonit" д.о.о. Смедерево, резултат пројекта МНТР бр. 6731, 2007.
- 10.4. М. Гавриловски, М. Тасић, Ж. Камберовић, З. Анђић, М. Филиповић, М. Кораћ, А. Вујовић, **М. Кнежевић**, Р. Васиљевић, Ново техничко решење добијања FeV ванпећним металотермијским поступком, "Pyrkonit" д.о.о. Смедерево, резултат пројекта МНТР бр. 6731, 2007.
- 10.5. М. Гавриловски, М. Тасић, Ж. Камберовић, З. Анђић, М. Филиповић, М. Кораћ, А. Вујовић, **М. Кнежевић**, Р. Васиљевић, Ново техничко решење добијања FeW ванпећним металотермијским поступком, "Pyrkonit" д.о.о. Смедерево, резултат пројекта МНТР бр. 6731, 2007.
- 10.6. М. Гавриловски, М. Тасић, Ж. Камберовић, З. Анђић, М. Филиповић, М. Кораћ, Вујовић, **М. Кнежевић**, Р. Васиљевић, Ново техничко решење добијања FeW ванпећним металотермијским поступком, "Pyrkonit" д.о.о. Смедерево, резултат пројекта МНТР бр. 6731, 2007.
- 10.7. М. Тасић, Ж. Камберовић, З. Анђић, М. Гавриловски, М. Кораћ, А. Вујовић, **М. Кнежевић**, Р. Васиљевић, Нови технолошки поступак производње субмикронских композитних прахова на бази бакра и глинице термохемијским поступком, "Синтер" а.д. Ужице, резултат пројекта МНТР бр. 451-01-02960/2006-05, 2008.
- 10.8. М. Тасић, Ж. Камберовић, З. Анђић, М. Гавриловски, М. Кораћ, А. Вујовић, **М. Кнежевић**, Р. Васиљевић, Ново лабораторијско постројење за производњу субмикронских композитних прахова на бази бакра и глинице термохемијским поступком, таложењем из раствора соли метала, "Синтер" а.д. Ужице, резултат пројекта МНТР бр. 451-01-02960/2006-05, 2008.

- 10.09. Ж. Камберовић, М. Тасић, М. Гавриловски, З. Анђић, М. Кораћ, **М. Кнежевић**, Нови технолошки поступак синтезе неагломерисаног наноструктурног праха  $\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$  термохемијским поступком, "Синтер" а.д. Ужице, резултат пројекта МНТР бр. 19032, 2010.
- 10.10. Ж. Камберовић, М. Тасић, З. Анђић, М. Филиповић, М. Кораћ, **М. Кнежевић**, Р. Васиљевић, Ново лабораторијско постројење за синтезу неагломерисаног наноструктурног праха  $\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$  термохемијским поступком, "Синтер" а.д. Ужице, резултат пројекта МНТР бр. 19032, 2010.
- 10.11. Ж. Камберовић, М. Тасић, М. Гавриловски, З. Анђић, М. Кораћ, А. Вујовић, **М. Кнежевић**, Нови технолошки поступак синтезе неагломерисаног наноструктурног праха  $\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$  механичким легирањем праха бакра добијеног поступком атомизације и нанокомпозитног праха  $\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$  добијеног термохемијским поступком, "Синтер" а.д. Ужице, резултат пројекта МНТР бр. 19032, 2010.
- 10.12. Ж. Камберовић, М. Тасић, З. Анђић, М. Филиповић, М. Кораћ, А. Вујовић, **М. Кнежевић**, Р. Васиљевић, И. Јанковић Частван, Ново лабораторијско постројење за синтезу неагломерисаног наноструктурног праха  $\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$  механичким легирањем праха бакра добијеног поступком атомизације и нанокомпозитног праха  $\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$  добијеног термохемијским поступком, "Синтер" а.д. Ужице, резултат пројекта МНТР бр. 19032, 2010.
- 10.13. Ж. Камберовић, М. Кораћ, З. Анђић, А. Вујовић, **М. Кнежевић**, Ново лабораторијско постројење за синтезу неагломерисаног наноструктурног  $\text{Ag-Cu-Al}_2\text{O}_3$  праха механичким легирањем  $\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Cu-Ag}$  система добијених термохемијским поступком, "Макс унион метали" д.о.о. Београд, резултат пројекта МНТР бр. 19032, 2010.
- 10.14. Ж. Камберовић, М. Кораћ, З. Анђић, **М. Кнежевић-Штуловић**, А. Вујовић, В. Цветковић, „Нови технолошки поступак третмана отпадне алкалне шљаке из секундарне металургије олова“, Домаћи прерађивачи секундарног олова, МПНТР бр. 34033, 2012.

### Квантитативни приказ резултата

Назив групе резултата	Ознака групе резултата	Врста резултата	Број остварених резултата	К - Вредност резултата*	Укупна вредност резултата
<b>Радови објављени у научним часописима међународног значаја; научна критика; уређивање часописа</b>	<b>M20</b>				
Рад у врхунском међународном часопису		M21	1	8	8
Рад у истакнутом међународном часопису		M22	1	5	5
Рад у међународном часопису)		M23	1	3	3
Рад у националном часопису међународног значаја		M24	1	3	3
<b>Зборници међународних научних скупова</b>	<b>M30</b>				
Саопштење са међународног скупа штампано у целини		M33	5	1	5
Саопштење са међународног скупа штампано у изводу		M34	1	0,5	0,5
<b>Радови у часописима националног значаја</b>	<b>M50</b>				
Рад у врхунском часопису националног значаја		M51	1	2	2
Рад у истакнутом националном часопису		M52	3	1,5	4,5
<b>Одбрањена докторска дисертација</b>	<b>M70</b>				
Одбрањена докторска дисертација		M70	1	6	6
<b>Техничка решења</b>	<b>M80</b>				
Ново техничко решење (метода) примењено на националном нивоу		M82	14	6	84
<b>Укупно:</b>					<b>121</b>

\*област науке – техничко-технолошке и биотехничке

### III Анализа радова

Радови др Марије Штуловић се према областима истраживања могу разврстати у неколико тематских области.

Прву групу радова, уједно и најзначајнију, чине радови везани за магистарску тезу и докторску дисертацију (9.1.), а то су: 1.1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.4, 8.3, као и техничко решење 10.14. Резултати испитивања оловне алкалне шљаке, као опасне врсте отпада из секундарне металургије олова, генерисане у иновативном процесу рециклаже, са предтретманом, стабилизацијом и солидификацијом су приказани у поменутиим радовима. Најбоље доступне технике (БАТ) за секундарну металургију олова, могућности уштеде енергије при рециклажи оловних акумулатора, као и карактеризација чврстог отпада, шљаке, која настаје у току редукционог топљења и могућност њене прераде разматрани су у радовима 3.1, 4.1, 5.4 и техничком решењу 10.14. Као најбоља доступна техника за прераду, а самим тим и инертизацију настале шљаке предложен је процес солидификације/стабилизације (C/C) у присуству цемента. Могућност C/C оловне алкалне шљаке у цементној матрици бетона и у присуству одабране врсте адитива (магнезијум(II)-оксид, калцијум(II)-оксид, баријум(II)-хидроксид, гипс) описна је у раду 8.3. У току истраживања оптимизован је састав мешавине за стабилизацију са и без додатка адитива, испитивана је кинетика процеса лужења токсичних и корисних компоненти из солидификата (1.2, 3.1). На основу добијених резултата истраживања предложена је метода хидрометалушког предтретмана шљаке, како би се процес стабилизације додатно побољшао. Процес лужења загађујућих материја из солидификата који су садржали оловну алкалну шљаку без фазе предтретмана и после фазе предтретмана испитиван је са посебном пажњом, а добијени резултати су публиковани у радовима 1.1 и 2.1. Оловна алкална шљака карактерисана је применом различитих метода, а то су атомска апсорпциона спектроскопија (ААС), оптичка емисиона спектроскопија са индуковано спрегнутом плазмом (ICP-OES), оптичка микроскопија (ОМ), рентгенска дифрактометријска анализа (XRD). Лужење шљаке испитано је по стандардним тестовима лужења који су прихваћени у националном законодавству: EN 12457-4 и TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure). Анализа раствора од лужења и садржај појединих елемената (Na, S, As, Pb, Fe, Ca), одређени су ICP-OES, као и вредности pH и Eh раствора (pH-метар). Присуство примарних и секундарних фаза у шљаци након предтретмана анализирани су XRD и сканирајућом електронском микроскопијом- енергетски дисперзном спектроскопијом (SEM-EDS), као и симулацијом у PHREEQC програмском пакету. Ефикасност процеса C/C оцењена је мерењем притисне чврстоће добијених солидификата и миграторности елемената применом стандардног теста лужења TCLP, и дуготрајним тестом лужењем (12 месеци), у реалним условима околине. Концентрације одабраних елемената, олова и арсена, у растворима од лужења одређене су оптичком емисионом спектроскопијом са индуктивно куплованом плазмом (ICP-OES). Такође, одређена је pH и Eh вредност свих раствора.

Процес лужења загађујућих материја из солидификата који су садржали муљ из третмана отпадне воде из примарне топионице бакра испитан је у у реалним условима околине, са посебним акцентом на анализу метода стабилизације арсена и олова у солидификатима. Резултати поменутих испитивања су публиковани у раду 6.1.

Један од извора загађења животне средине од металуршких процеса, поред емисије прашине и гасова и неадекватног поступања и одлагања чврстог отпада, представља испуштање отпадних вода са повећаним садржајем метала, без претходног третмана. У циљу смањења могућег негативног утицаја са еколошког аспекта, у раду

11.1 је дато идејно решење третмана топионичарско-рудничких отпадних вода из басена антимона „Зајача“, које су имале висок садржај арсена и антимона.

Металотермијски поступци добијања метала и легура приказани су у техничким решењима 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6.

Математички модел за иситивање могућности скраћења времена редукције волфрам(IV)-оксида у вертикалном цевном реактору је приказан у раду 5.1.

У радовима 5.3 и 8.2 анализиран је утицај нанотехнологија на животну средину и унутрашње окружење, односно радну средину, са аспекта безбедности и здравља на раду, уз анализу биолошких ефеката наночестица различитих материјала. Поред тога, посебна пажња посвећена је спречавању ослобађања наночестица, при чему је дат приказ развијених техника сепарације наночестица.

Двостепени технолошки процес прераде комуналног отпада у високо-адијабатским условима приказан је у ради 5.2. У првом стадијуму процеса, сировине за прераду подвргавају се парно-ваздушној гасификацији у високо-адијабатским условима сагоревања. При томе, добијени енергетски продукт - гас, садржи  $H_2$ ,  $CO$ , као и, у већини случајева, угљоводонике или друга органска једињења, која сагоревају у другом стадијуму у једноставним уређајима (нпр. парни котлови), уз добијање топлотне и електричне енергије. Употреба високо-адијабатског режима за вођење процеса гасификације пружа могућност третирања разних врста отпада, уз високу енергетску ефикасност, еколошку чистоћу и релативно ниске трошкове.

У раду 8.1. су приказана истраживања из области изналажења погодне on-line методе за контролу квалитета полуфабриката добијених континуираним ливењем, при чему је изабрана метода акустичне емисије, која, за разлику од досадашњих метода код којих је потребно одређено време за утврђивање грешака, детектује грешке у реалном времену. На основу развијене методе извршена је оптимизација процеса и пројектовање адаптивног система за регулацију процеса континуираног ливења.

У оквиру радова 5.3, 8.2 и техничких решења 10.1, 10.7, 10.8, 10.9, 10.10, 10.11, 10.12, 10.13, дат је приказ резултата изучавања нанокмпозитних синтерованих система са хомогеном расподелом дисперзоида у матрици основног метала или легуре, на бази ултра финих и нано прахова тешких метала (бакра и сребра) и глинице, синтетисаних у функцији добијања добре комбинације електрична својства-механичка својства. Синтеза композитних  $Cu-Al_2O_3$  материјала термохемијским поступком, таложењем из течне фазе, описана је у техничким решењима 10.1, 10.7, 10.8, 10.9, 10.10. Синтеза нанокмпозитног  $Cu-Ag-Al_2O_3$  система добијеног механичким легирањем претходно синтетисаног нанокмпозитног  $Cu-Al_2O_3$  праха термохемијским поступком и праха сребра добијеног хемијским путем, односно  $Cu-Ag$  праха добијеног термохемијским поступком објашњена је у техничком решењу 10.13. Током даљих истраживања извршена је синтеза  $Cu-Al_2O_3$  праха комбинацијом термохемијског метода и механичког легирање, као новог начин синтезе композитних материјала, који је детаљно обрађен у техничким решењима 10.11, 10.12. Синтеза прахова новом методом поседује велики потенцијал за индустријску производњу и добијање значајних количина прахова по релативно ниској цени, због једноставности процеса и коришћења сировина са ниском ценом за добијање материјала са унапређеним особинама.



#### IV Цитираност објављених радова

Укупан број цитата за 4 објављена рада др Марије Штуловић, без аутоцитата, евидентираних из више извора (база података Web of Science – Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ у Београду, база података Google Scholar,...), износи 18. Према Google Scholar бази података, Хиршов индекс износи 3.

Преглед свих цитираних радова др Марије Штуловић (обележавање радова је преузето из библиографије) дат је у наставку:

- 3.1. **Marija Štulović**, Dragana Ivšić-Bajčeta, Mirjana Ristić, Željko Kamberović, Marija Korać, Zoran Anđić, Leaching properties of secondary lead slag stabilized/solidified with cement and selected additives, Environment Protection Engineering, ISSN 0324-8828, 39(2013)3, 149-163, IF 0,439 (43/46)
  1. M. Aminul Haque, A Statistical Comparison of Mathematical Models for Heavy Metal Leaching Phenomena from Solidified Landfill Waste Mortar, Chemical Product and Process Modeling, 11(2), June 2016, DOI:10.1515/cppm-2015-0046
  2. De'anPan, LiliLi, XiTian, YufengWu, NaCheng, HailiangYu, A review on lead slag generation, characteristics, and utilization, Resources, Conservation and Recycling, Volume 146, July 2019, Pages 140-155, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.036>
  3. Kamila Mizerna, Anna Król, Leaching of heavy metals from monolithic waste, Environment Protection Engineering, Vol. 44 2018 no. 4 doi: 10.5277/epe180410
- 5.1. Dušica Filipović, Karlo Raić, **Marija Knežević**, Miloš Tasić, Aleksandar Vujović, Reduction of tungsten oxide in vertical tube reactor. Mathematical model for estimate time of reduction, 4<sup>th</sup> Balkan Conference on Metallurgy, Proceedings, Zlatibor, Serbia, 2006, 311-316
  1. Zeljko Kamberovic, Dusica Filipovic, Karlo Raic, Milos Tasic, Zoran Andjic, Milorad Gavrilovski, Reduction Of Ultra-Fine Tungsten Powder With Tungsten (Vi)-Oxide In A Vertical Tube Reactor, UDK 669.27 ISSN 1580-2949 Original scientific article/Izvirni znanstveni Clanek MTAEC9, 45(1)27(2011)
  2. Ž. Kamberović, Z. Anđić, M. Korać, N. Gajić, B. Tomović, Ntegrated Procedurefor Recycling And Valorization Of Useful Components From Secondary Raw Materials Based On Hard Metals, Metallurgical and Materials Engineering Association of Metallurgical Engineers of Serbia AMES, chives / Vol 23 No 2 (2017)
  3. Kamberovic, Zeljko; Raic, Karlo; Filipovic, Mirjana;Andic, Zoran;Korac, Marija, The Mechanism And Kinetics Of The Tungsten (Vi)-Oxide Reduction In The Vertical Tube Reactor, .Metalurgia International; Bucharest Vol.16, Iss.12,(2011): 52-57.

- 7.1. Željko Kamberović, Marija Korać, Zoran Anđić, **Marija Štulović**, Tihomir Kovačević, Aleksandar Vujović, Ilija Ilić, Conceptual design for treatment of mining and metallurgical wastewaters which contains arsenic and antimony, *Metallurgical and Materials Engineering* 18 (4), ISSN 2217-8961, 2012, 321-331
1. Hussani Mubarak, Li-Yuan Chai, Nosheen Mirza, Zhi-Hui Yang, Arshid Pervez, Madiha Tariq, Antimony (Sb) – pollution and removal techniques – critical assessment of technologies, *Toxicological and Environmental Chemistry*, Pages 1296-1318
  2. Ren-Jian Deng, Chang-Sheng Jin, Bo-Zhi Ren, Bao-Lin Hou, Andrew S. Hursthouse, The Potential for the Treatment of Antimony-Containing Wastewater by Iron-Based Adsorbents, *Water* 2017, 9(10), 794; <https://doi.org/10.3390/w9100794>
  3. Matić Branislava I., Rakić Uroš D., Dejanović Snežana M., Jovanović Verica S., Jevtić Marija R., Đonović Nela Ž., Industrijski kontaminirani lokaliteti u Srbiji kao potencijalna javno-zdravstvena pretnja za izloženu populaciju, *Tehnika*, 2017, vol. 72, br. 3, str. 441-447, doi:10.5937/tehnika1703441M
  4. Biljana Jovanović, Milana Popović, Arsenic in industrial waste water from copper production technological process, *Metallurgical and Materials Engineering*, Vol 19 No 4 (2013)
  5. S. Pramanik et al., "Arsenic Removal from Spent Liquor Generated during Processing of Vanadium Sludge", *Advanced Materials Research*, Vol. 828, pp. 55-63, 2014
  6. Matić Branislava I., Dejanović Snežana M., Đonović Nela Ž., Koncentracija olova u krvi kod dece koja žive u blizini topionice olova i rudnika antimona u Srbiji, *Tehnika*, 2018, vol. 73, br. 3, str. 435-443
- 8.3. **Marija Knežević**, Marija Korać, Željko Kamberović, Mirjana Ristić, Possibility of secondary lead slag stabilization in concrete with presence of selected additives, *Journal of Metallurgy*, Association of metallurgical engineers of Serbia, 16 (3), 2010, 195-204
1. Vojtěch Ettl, Zdeněk Johan, 12 years of leaching of contaminants from Pb smelter slags: Geochemical/mineralogical controls and slag recycling potential, *Applied Geochemistry*, Volume 40, January 2014, Pages 97-103
  2. Sander Arnout, Els Nagels, Bart Blanpain, Thermodynamics of lead recycling *Proceedings of EMC 2011* 1
  3. De'an Pan, Lili Li, Xi Tian, Yufeng Wu, Na Cheng, Hailiang Yu, A review on lead slag generation, characteristics, and utilization, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 146, July 2019, Pages 140-155, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.036>
  4. Santacruz Torres, J., & Torres Agredo, J. (2019). Aprovechamiento de escorias de fundición secundaria de plomo en ladrillos cerámicos. *Ciencia E Ingeniería Neogranadina*, 29(1), 7-18. <https://doi.org/10.18359/rcin.3495>
  5. Aleksandra Stanojković-Sebić, Srboљjub Maksimović, Dragana Jošić, Radmila Pivić, The use of metallurgical slag as a by-product of the steel industry in chemical melioration of acid soils, *Metallurgical and Materials Engineering*, Vol 20 No 3 (2014)

6. Yusuf Tibet, Semra Çoruh, Utilisation and leaching behaviour of lead smelting slag as an additive in cement mortars, International Journal of Global Warming, Volume 18, Issue 3-4, DOI: 10.1504/IJGW.2019.101091

Најзначајни часописи у којима су цитирани радови кандидата (са категоријом, импакт факторима и бројем цитираних радова) су:

<i>Часопис</i>	<i>Категорија</i>	<i>IF</i>	<i>Број цитата</i>
Resources, Conservation and Recycling	M21a/M21	7,044	2
Water	M22	2,524	1
Applied Geochemistry	M22	2,894	1
Toxicology and Environmental Chemistry	M23	0,971	1
International Journal of Global Warming	M23	0,779	1
Environment Protection Engineering	M23	0,616	1

Од часописа у којима су цитирани радови др Марије Штуловић најзначајнији је часопис из категорије M21a/M21 (међународни часопис изузетне вредности и врхунски међународни часопис), Resources, Conservation and Recycling (IF 7,044), са укупно 2 цитата. Такође, могу се издвојити и часописи из категорије M22 (истакнути међународни часопис) - Water (IF 2,524) и Applied Geochemistry (IF 2,894), са укупно 2 цитата.

Највећи број цитата имају радови проистекли из магистарске тезе и докторске дисертације, који се односе на третман опасног отпада и отпадних вода који се генеришу у металуршким процесима прераде олова, са проценом потенцијалног утицаја на животну средину.

## **V Оцена самосталности кандидата**

Приликом осмишљавања поступка истраживања и реализације експеримената на основу којих су објављани радови, др Марија Штуловић је показала висок степен самосталности и одговорности како при експерименталном раду, тако и при анализи и обради добијених резултата.

## **VI Ангажовање у руковођењу научним радом, квалитативни показатељи научног ангажовања, допринос унапређењу научног и образовног рада**

Др Марија Штуловић је учествовала у реализацији 6 пројеката националног значаја (4 пројеката из области технолошког развоја и 2 иновациона пројекта) финансираних од стране ресорног Министарства:

- Освајање технологије металотермијских поступака добијања феролегура тешкотопивих метала, Министарство науке и заштите животне средине РС; евиденциони број 6731, 2005-2007

- Производња субмикронских композитних прахова на бази бакра и глинице термохемијским поступком, Министарство науке и заштите животне средине РС, евиденциони број 401-00-218/2007-01/49-IP, 2007-2008
- Добијање наноструктурних прахова у циљу производње нових дисперзно ојачаних материјала у систему Cu-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Министарство науке и заштите животне средине РС; евиденциони број 19032, 2008-2010
- Освајање технологије добијања производа за широку индустријску примену на бази техногених сировина из металургије гвожђа и челика, Министарство науке и заштите животне средине РС; евиденциони број 19045, 2008-2010
- Иновативна синергија нус-продуката, минимизације отпада и чистије производње у металургији, Министарство науке и заштите животне средине РС, евиденциони број 34033, 2011-;
- Нови технолошки поступак предтретмана алкалне шљаке секундарне металургије олова, Министарство науке и заштите животне средине РС; евиденциони број 451-03-2372, 2012

Током досадашњег научно-истраживачког рада, др Марија Штуловић је своју научну активност усмерила на област металургије, највише на процес рециклаже оловних сировина и третман опасног отпада који се генерише у тим процесима, са посебним акцентом на очување животне средине. У складу са наведеним, др Марија Штуловић је кроз истраживања спроведена у оквиру магистарске тезе и докторске дисертације дала свој допринос у реализацији текућег пројекта технолошког развоја: Иновативна синергије нус-продуката, минимизације отпада и чистије производње у металургији, Министарство науке и заштите животне средине РС, евиденциони број 34033 (2011- ). У оквиру предметног пројекта др Марија Штуловић је активно учествовала у експерименталном раду и анализи експерименталних резултата и изради технолошких шема које задвољавају захтеве крајњих корисника резултата, али и све строжије захтеве за очување животне средине.

Поред рада на научним пројектима кандидат је учествовао у реализацији пројеката за иностране и домаће индустријске партнере на изради техничко-технолошких решења:

- Fregat Ltd., Voskresensk, Russia, Technological design of waste lead slag treatment without and with pre-treatment, 2015.,
- Geomet d.o.o., Olovo, Bosnia and Herzegovina, Technological design for process modification in rotation furnace for treatment of carbonate primary lead raw materials, 2015.,
- Metalfer Steel Mill d.o.o., Sremska Mitrovica, Srbija, Stabilizacija i solidifikacija prašine elektrolučne peći, 2019.,
- EcoMet Reciklaža d.o.o. Loznica, Srbija, Третман отпадних вода генерисаних у производном комплексу „EcoMet Reciklaža“ d.o.o. u Zajači, 2019.

За индустријске партнере из иностранства др Марија Штуловић је учествовала у изради техничко-технолошких решења прераде производног отпада и модификације рада постојећих производних технологија у лабораторијским и увећаним лабораторијским условима са циљем дефинисања неопходних процесних параметара за индустријску примену. Истраживања су праћена и израдом математичких модела за лакшу контролу предложених процеса.

За индустријске партнере у Републици Србији кандидат је учествовао у изради техничко-технолошког решења третмана металуршког отпада из електролучне пећи са

избором стабилизације/солидификације као најбоље доступне технике. Учешће у изради решења третмана отпадних вода са комплекса за прераду оловних сировина и производњу рафинисаног олова и легура, огледа се у квалитативној и квантитативној идентификацији токова отпадних вода и избору адекватног физичко-хемијског третмана генерисаних отпадних вода до квалитета техничке воде која се може поново користити у раду производног комплекса.

Поред наведеног, др Марија Штуловић је, за потребе привреде, учествовала у изради одређеног броја Главних технолошких пројеката, Студија о процени утицаја на животну средину и Елабората за потребе индустријских партнера из земље:

- Главни технолошки пројекат третмана отпадних вода привремене санитарне депоније „Клашнић“ у Мионици, 2007, Општина Мионица
- Главни технолошки пројекат постројења за складиштење нафте предузећа „Имон“ д.о.о. из Винче, 2007, „Имон“ д.о.о. из Винче
- Главни технолошки и главни пројекат саобраћајних површина и опреме трансферне депоније у Мионици, 2007, Општина Мионица
- Главни технолошки и главни пројекат саобраћајних површина и опреме трансфер депоније у Ћуприји, 2006, Општина Ћуприја
- Главни технолошки пројекат постројења за демонтажу оловних акумулатора у предузећу „Кондор-инос“ у Пожеги, 2006, „Кондор-инос“ Ужице
- Главни технолошки пројекат постројења за демонтажу оловних акумулатора у предузећу „Олекс“ у Пожеги, 2006, „Олекс“ Ужице
- Студија о процени утицаја производног погона за демонтажу оловних акумулатора „Кондор-инос“ у Пожеги на животну средину, 2006, „Кондор-инос“ Ужице
- Студија о процени утицаја производног погона за демонтажу оловних акумулатора „Олекс“ у Пожеги на животну средину, 2006, „Олекс“ Ужице
- Студија о процени утицаја затаченог стања објекта за складиштење нафте на животну средину предузећа „Имон“ д.о.о. из Винче, 2007, „Имон“ д.о.о. из Винче
- Елаборат о процени утицаја на животну средину фабрике цемента предвиђене за изградњу на локацији Отиловићи, Општина Пљевља, 2009.
- Студија о процени утицаја санитарне депоније у Мионици на животну средину“, Општина Мионица, 2006.
- Студија о процени утицаја на животну средину трансферне депоније чврстог комуналног отпада у Ћуприји, Општина Ћуприја, 2006.
- Стратешка процена утицаја Просторног плана општине Чачак на животну средину, Општина Чачак, 2006.
- Стратешка процена утицаја Плана детаљне регулације Градски бедем на животну средину, Општина Чачак, 2006.
- Стратешка процена утицаја Плана детаљне регулације Љубић кеј на животну средину, Општина Чачак, 2006.
- Стратешка процена утицаја Плана детаљне регулације бања Горња Трепча на животну средину, Општина Чачак, 2006.

Током израде Идејних и Главних технолошких пројеката различитих постројења за више инвеститора кандидат се бавио прорачунима капацитета постројења, израдом материјалног биланса и одређивањем потребне количине енергије и енергената за одвијање процеса. Други задатак у току израде Идејних и Главних

пројеката је било одређивање врсте, количине и карактеристика отпадних материја које се јављају у току процеса, као и одређивање начина њиховог третмана.

Др Марија Штуловић је учествовала у изради Студија о процени утицаја на животну средину, са посебним ангажовањем у поглављу Студије које обухвата Опис технолошког процеса у коме се даје преглед основних карактеристика пројекта и одређује материјални биланс и нормативи потрошње енергије и енергената. Задаци су такође обухватили и одређивање отпадних материја према врстама, количинама и месту настанка, као и одређивање њиховог могућег утицаја на животну средину.

## **VII Оцена успешности руковођења научним радом**

У свом досадашњем научно-истраживачком раду, научни опус др Марије Штуловић, према Врсти и квантификацији индивидуалних научно-истраживачких резултата - Прилог 3. Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача („Службени гласник РС“ бр. 24/2016, 21/2017 и 38/2017), обухвата: 1 рад у врхунском међународном часопису (M21), 1 рад у истакнутом међународном часопису (M22), 1 рад у међународном часопису (M23), 1 рад у националном часопису међународног значаја (M24), 5 саопштења са међународног скупа штампана у целини (M33), 1 саопштење са међународног скупа штампана у изводу (M34), 1 рад у врхунском часопису националног значаја (M51), 3 рада у истакнутом националном часопису (M52), одбрањен магистарски рад, одбрањена докторска дисертација (M70), 14 техничких решења из категорије M82 - ново техничко решење (метода) примењено на националном нивоу.

Укупан број цитата објављених радова др Марије Штуловић за целокупни научни опус без аутоцитата, евидентираних из више извора (база података Web of Science – Универзитетска библиотека „Светозар Марковић“ у Београду, база података Google Scholar,...), износи 18. Према Google Scholar бази података, Хиршов индекс износи 3.

Највећи број цитата имају радови проистекли из магистарске тезе и докторске дисертације, који се односе на третман опасног отпада и отпадних вода који се генеришу у металуршким процесима прераде олова, са проценом потенцијалног утицаја на животну средину.

Углед и утицајност публикација, увидом у њихов ранг у Кобсон бази, огледа се кроз вредност импакт фактора, који код часописа у којима су радови др Марије Штуловић објављени обезбеђује њихово константно дугогодишње задржавање у одговарајућој категорији.

Објављени радови др Марије Штуловић припадају категорији експерименталних радова, при чему је највећи део валоризован кроз реализацију пројеката и имплементацију резултата истраживања у земљи и иностранству.

Број коаутора у објављеним радовима др Марије Штуловић је између један и седам, што је у потпуности у складу са Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача („Службени гласник РС“ бр. 24/2016, 21/2017 и 38/2017), према коме се експериментални радови са пуном тежином признају са до седам коаутора. Закључује се да радови у приказаној библиографији не подлежу нормирању и да се признају пуном тежином.

Истраживачки рад кандидата огледа се и у учешћу у развоју иновативних процеса, при чему је реализован и, у индустријским условима примењен, одређен број

техничких решења. Техничка решења која су проистекла из истраживачког рада рађена за крајње кориснике, укупно: M82×14, и представљају резултат заједничког рада више аутора током реализације иновационих пројеката и потпројеката у оквиру пројеката технолошког развоја, при чему је кандидат дао значајан допринос у оквиру заједничког рада.

Такође, раније поменути иновациони пројекти и потпројекти у оквиру пројеката технолошког развоја, у чијој реализацији је учествовала др Марија Штуловић су оријентисани ка привреди Србије, тако да се истовремено са развојем науке у земљи постижу и резултати од значаја за привреду Србије у погледу оптимизације производње, решавања проблема отпада и очувања животне средине.

На основу наведеног, досадашња истраживања др Марије Штуловић се односе на развој рециклажних технологија у металургији и технолошких трансформација отпада у производу применом принципа чистије производње.

Кроз реализацију како пројеката финансираних од стране Министарства, тако и пројеката за потребе привреде, кандидат је остварио активну сарадњу са домаћим институтима и компанијама.

### **VIII Квантитативна оцена научних резултата**

Кандидат испуњава услове за избор у звање научни сарадник за техничко-технолошке и биотехничке науке, који су прописани Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача („Службени гласник РС“ бр. 24/2016, 21/2017 и 38/2017), што се види из следеће табеле:

Минимални квантитативни захтеви за стицање звања	Минимално потребно	Остварено
<b>Научни сарадник</b>		
Укупно	16	121
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+ +M51+M80+M90+M100	9	110
M21+M22+M23	5	16

За избор у научно звање научни сарадник, кандидат је остварио 16 поена у категоријама M21+M22+M23 (потребно је најмање 5 поена) и 110 поена заједно са категоријама M24 + M33 + M51 + M80 (потребно је најмање 9 поена).

### **IX Делатност у образовању и формирању научних кадрова**

Током досадашњег научно-истраживачког рада кандидат је учествовао у изради експерименталног дела, анализи и тумачењу резултата дипломских, завршних и масер радова на Технолошко-металуршком факултету.

### **X Оцена Комисије о научном доприносу кандидата, са образложењем**

На основу података наведених у Извештају, прегледаног материјала и изложених резултата, као и увидом у приложени документацију, Комисија закључује

да је др Марија Штуловић, истраживач сарадник Иновационог Центра Технолошко-металуршког факултета д.о.о. Београд, остварила одређене резултате у научно-истраживачком раду.

Досадашњи научно-истраживачки рад др Марије Штуловић припада области металуршког инжењерства са посебним освртом на технологије рециклаже метала и третмана опасног отпада који садржи метале, са аспекта заштите животне средине.

Истраживачки допринос развоју наведених области се огледа кроз учешће у реализацији 6 пројеката финансираних од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја РС (4 пројеката из области технолошког развоја и 2 иновациона пројекта). Пројекти технолошког развоја су оријентисани ка привреди Србије, тако да се истовремено са развојем науке у земљи постижу и резултати од значаја за привреду Србије у погледу оптимизације производње, решавања проблема отпада и очувања животне средине. У складу са наведеним, др Марија Штуловић је учествовала и у реализацији 2 пројеката за међународне индустријске партнере и 18 пројеката за домаће индустријске партнере.

Реализација и у индустријским условима примењена техничка решења, која су проистекли из истраживања из кандидатовог укупног опуса, указују на допринос истраживачког рада кандидата у развоју иновативних процеса.

За избор у звање научни сарадник др Марија Штуловић се кандидовала са укупно 121 поена који су остварени са публикацијом радова следећих категорија: 1×M21, 1×M22, 1×M23, 1×M24, 5×M33, 1×M34, 1×M51, 3×M52, 1×M70, 14×M82. У категоријама M21+M22+M23 (потребно најмање 5 поена) кандидат је остварио 16 поена и 110 поена заједно са категоријама M24 + M33 + M51 + M80 (потребно најмање 9 поена).

На основу квантитативне и квалитативне оцене индивидуалних научно-истраживачких резултата и научног доприноса кандидата, поткрепљених приложеном документацијом и неопходним доказима, Комисија сматра да је др Марија Штуловић дала одређен допринос развоју металуршког инжењерства и металургије као науке.

Комисија референата сматра да кандидат испуњава све потребне услове за избор у звање НАУЧНИ САРАДНИК и предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да овај извештај прихвати и исти проследи Комисији за стицање научних звања Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије на коначно усвајање.

У Београду, 16.10.2019.

---

Др Жељко Камберовић, редовни професор  
Универзитет у Београду,  
Технолошко-металуршки факултет

---

Др Марија Кораћ, научни саветник  
Универзитет у Београду,  
Технолошко-металуршки факултет

---

Др Мирослав Сокић, научни саветник  
Институт за технологију нуклеарних и  
других минералних сировина у Београду