

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/272
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
(Назив већа научне области и коме се захтев упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Предвиђање индикатора за управљање чврстим отпадом на националном нивоу применом вештачких неуронских мрежа“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ИНЖЕЊЕРСТВО ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

ВЛАДИМИР (Милосав) АДАМОВИЋ, дипл. инжењер технологије

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

3. Година дипломирања: 2000.

4. Назив и седиште факултета на коме је стекао мастер образовање: /

5. Година одбране мастер рада: /

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће, на седници одржаној 21.09.2017. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

Студент је поновно уписан на докторске академске студије шк. 2014/2015. године, уписом на трећу годину студија. На захтев студента, а уз сагласност ментора, декан је донео Решење број 05-10/34 од 24.09.2016. године о продужењу рока за завршетак студија за два семестра шк. 2016/2017. год., сагласно Статуту Универзитета у Београду и Правилнику о докторским студијама Факултета.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације
3. Подаци о ментору.

Додатак уз образас 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Владимира Адамовића

Име и презиме ментора: Виктор Поцајт

Звање: ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Antanasijević, D., **Pocajt, V.**, Popović, I., Redžić, N., Ristić, M.: The Forecasting of Municipal Waste Generation Using Artificial Neural Networks and Sustainability Indicators, *Sustainability Science*, vol. 8, pp. 37-46, 2013 (**IF = 3,372**) (ISSN 1862-4065)
2. Adamović, V.M., Antanasijević, D.Z., Ristić, M.Đ., Perić-Grujić, A.A. **Pocajt, V.V.**: Prediction of municipal solid waste generation using artificial neural network approach enhanced by structural break analysis, *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 24, pp. 299-311, 2017 (**IF = 2,760**) (ISSN 0944-1344)
3. Stamenković, L.J., Antanasijević, D.Z., Ristić, M.Đ., Perić-Grujić, A.A., **Pocajt, V.V.**: Prediction of nitrogen oxides emissions at the national level based on optimised artificial neural network model, *Air Quality, Atmosphere and Health*, vol. 10, pp. 15-23, 2017 (**IF = 3,184**) (ISSN 1873-9318)
4. Antanasijević, D.Z., **Pocajt, V.V.**, Ristić, M.Đ., Perić-Grujić, A.A.: A differential multi-criteria analysis for the assessment of sustainability performance of European countries: Beyond country ranking, *Journal of Cleaner Production*, vol. 165, pp. 213-220, 2017 (**IF = 5,715**) (ISSN 0959-6526)
5. Antanasijević, D., **Pocajt, V.**, Povrenović, D., Perić Grujić, A., Ristić, M.: PM₁₀ Emission Forecasting Using Artificial Neural Networks and Genetic Algorithm Input Variables Optimization, *Science of The Total Environment*, vol. 443, pp. 511-519, 2013 (**IF = 3,286**) (ISSN 0048-9697)

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техникотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 08.09.2017.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ДП

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 40. Статута ТМФ-а и чл. 32. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 21.09.2017. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **Владимиру Адамовићу**, дипломираном инжењеру технологије, под називом: **„Предвиђање индикатора за управљање чврстим отпадом на националном нивоу применом вештачких неуронских мрежа“**.

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За ментора се одређује: др Виктор Поцајт, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду на сагласност, кандидату, ментору, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

UNIVERZITET U BEOGRADU

Tehnološko-metalurški fakultet

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata Vladimira Adamovića za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu br. 35/240 od 06.07.2017. godine imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Vladimira Adamovića za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „Predviđanje indikatora za upravljanje čvrstim otpadom na nacionalnom nivou primenom veštačkih neuronskih mreža“.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

REFERAT

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Vladimir (Milosav) Adamović je rođen 06.07.1969. godine u Zemunu. Završio je I Beogradsku gimnaziju 1988. godine, a 1989. godine je upisao Tehnološko-metalurški fakultet u Beogradu. Diplomirao je 2000. godine na Katedri za organsku hemijsku tehnologiju i polimerno inženjerstvo, mentor prof. dr Ivanka Popović, na temu “Kinetika polimerizacije monoetilakonata u metanolu kao rastvaraču“.

Postdiplomske studije je upisao 2002. godine na Alternativnoj akademskoj obrazovnoj mreži – program “Životna sredina – izazov za nauku, tehnologiju i društvo”. 2003. godine je odbranio završni rad kod prof. dr Željka Grbavčića na temu “Emisija čestica – uzorkovanje i mogućnosti za njihovo uklanjanje” sa ocenom A – 10 (deset) i prosečnom ocenom 9,75, čime je stekao pravo na stipendiju koju dodeljuje *WUS Austria - World University Service*.

Školske 2007/2008. godine upisao je doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, studijski program Inženjerstvo zaštite životne sredine.

Nakon isteka roka za završetak studija, školske 2014/2015. godine ponovno je upisao doktorske studije, upisom na treću godinu studija, studijski program Inženjerstvo zaštite životne sredine.

Zaposlen je u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina (ITNMS), Beograd od 01.02.2002. godine u zvanju istraživač-pripravnik, a u zvanje istraživač saradnik je izabran 2008. godine.

Vladimir Adamović je 2004. godine položio stručni ispit iz oblasti tehnologije, a od 2007. godine poseduje Licencu odgovornog projektanta tehnoloških procesa (br. 371 E179 06) koju, na osnovu Zakona o planiranju i izgradnji, izdaje Inženjerska komora Srbije. Kao odgovorni projektant učestvovao je na izradi više idejnih i glavnih projekata, kao i na izradi deset studija o proceni uticaja projekta na životnu sredinu.

Od 2009. godine je UNIDO (*United Nations Industrial Development Organiztion* - Organizacija Ujedinjenih nacija za industrijski razvoj) sertifikovani konsultant za čistiju proizvodnju. Kao nacionalni ekspert učestvovao je na projektu „Implementacija IPPC/IE direktive u postrojenjima za intenzivan uzgoj živine i svinja“ koji je, pod rukovodstvom Centra za čistiju proizvodnju Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, realizovan od 2015. do 2017. godine.

Od 2008. godine je nezavisni stručnjak Tehničke komisije za ocenu studija o proceni uticaja na životnu sredinu, a od 2016. godine i nezavisni stručnjak Tehničke komisije za ocenu uslova utvrđenih u nacrtu integrisane dozvole, pri Ministarstvu poljoprivrede i zaštite životne sredine.

Govori engleski jezik.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Vladimir M. Adamović je u okviru doktorskih studija položio sve ispite predviđene studijskim programom (13), sa prosečnom ocenom 9,23.

Završni ispit pod nazivom „Razvoj modela za integralno upravljanje komunalnim otpadom“ odbranio je u septembru 2014. godine sa ocenom 10, pred komisijom u sastavu: dr Viktor Pocajt vanredni profesor, dr Mirjana Ristić redovni profesor i dr Aleksandra Perić-Grujić, redovni profesor.

Položeni ispiti i ostvareni bodovi u okviru doktorskih studija:

Redni broj	Naziv predmeta	ESPB
1.	Matematička obrada eksperimentalnih podataka	5
2.	Ekonomija životne sredine i održivi razvoj	4
3.	Industrijska ekologija	5
4.	Hemijska kinetika	5
5.	Teorija procesa sagorevanja	5
6.	Analogije fenomena prenosa	4
7.	Principi biprocesnog inženjerstva u prečišćavanju otpadnih voda	6
8.	Organske zagađujuće supstance	4
9.	Prečišćavanje otpadnih voda	5
10.	Viši kurs pripreme vode za piće	4
11.	Hemija heterocikličnih jedinjenja	4
12.	Teorijski principi i praktični aspekti pripreme vode za piće	4
13.	Završni ispit	30
	UKUPNO	85

Od 2005. godine do danas angažovan je na sledećim projektima Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj:

- Tehničko-tehnološka rešenja u razvoju čistijih tehnologija kao osnova strategije održivog industrijskog razvoja - Projekat tehnološkog razvoja TR 6707 (2005 - 2007);
- Rekultivacija deponije isplake i mogućnost remedijacije i bioremedijacije zemljišta, otpadnih voda i teških taloga akcidentno i incidentno kontaminiranih naftom i njenim derivatima - Top-down projekat TD 7032 (2005 - 2007);
- Razvoj postupaka, metoda i materijala za prečišćavanje otpadnih industrijskih gasnih tokova i praćenje uticaja na životnu sredinu - Projekat tehnološkog razvoja TR 21020 (2008 - 2010);
- Primena modernih tehničko-tehnoloških rešenja zaštite životne sredine u postojećim proizvodnim sistemima rudnika bakra Bor i rudnika bakra Majdanpek - Projekat tehnološkog razvoja TR 33007 (2011 -).

Oblast naučno-istraživačkog rada Vladimira Adamovića obuhvata primenu neuronskih mreža za predviđanje indikatora za upravljanje čvrstim otpadom, tj. njihovih godišnjih vrednosti na

nacionalnom nivou, pri čemu se koriste različiti indikatori održivog razvoja, kao i socio-ekonomski i industrijski indikatori.

Iz oblasti istraživanja kojoj pripada predložena tema doktorske disertacije, Vladimir Adamović je autor rada u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21). Pored toga, kandidat je koautor većeg broja radova u časopisima međunarodnog i nacionalnog značaja, i više saopštenja na naučnim skupovima. Takođe, koautor je i 9 rezultata iz oblasti M80 - tehničko razvojna rešenja.

Spisak objavljenih radova i saopštenja:

Radovi objavljeni u naučnim časopisima međunarodnog značaja M₂₀

Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu M₂₁

1. **Vladimir M. Adamović**, Davor Z. Antanasijević, Mirjana Đ. Ristić, Aleksandra A. Perić-Grujić, Viktor V. Pocajt, Prediction of municipal solid waste generation using artificial neural network approach enhanced by structural break analysis, Environmental Science and Pollution Research, Vol 24, No 1, 2017, pp. 112–119, IF(2015)=2.760 (65/225), ISSN 0944-1344, <http://link.springer.com/article/10.1007/s11356-016-7767-x#enumeration>

Rad u međunarodnom časopisu M₂₃

1. Aleksandar R. Ćosović, Aleksandra B. Tripić-Stanković, **Vladimir M. Adamović**, Jelena S. Avdalović, Zorica R. Lopičić, Olovo u atmosferskim padavinama - analiza rezultata praćenja zagađenosti atmosferskih padavina na lokaciji „Kamenički vis“, Hemijska industrija, Vol 67, No 3, 2012, pp. 525-534, IF(2013)=0.562 (103/133), ISSN 0367--598X, <http://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0367-598X/2013/0367-598X1303525C.pdf>

Saopštenja sa skupa međunarodnog značaja M₃₀

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini M₃₃

1. **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Titomir Obradović, Violeta Erić, Sonja Milićević, Determination of the dispersion range of air pollutants around the tunnel kiln emitter, Proceedings of the 46th International October Conference on Mining and Metallurgy - IOC 2014, 01-04 October, 2014, Bor lake, Bor, Serbia, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Mining and Metallurgy Institute Bor, pp. 334-337, ISBN 978-86-6305-026-6.
2. Aleksandra Tripić Stanković, Bojana Popović, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Miroslav Sokić, Nada Štrbac, Atmospheric PM concentrations in urban area –

simple interpretation of ambient air monitoring, Proceedings of the 46th International October Conference on Mining and Metallurgy - IOC 2014, 01-04 October, 2014, Bor lake, Bor, Serbia, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Mining and Metallurgy Institute Bor, pp. 413-416, ISBN 978-86-6305-026-6,

3. **Vladimir Adamović**, A. Ćosović, M. Grujić, B. Ivošević, S. Milićević, M. Mihailović, S. Mihajlović, Dust emissions that can be expected during exploitation of lead-zinc ore from the open pit and its subsequent processing in the flotation plant, Proceedings of the 22nd International Conference "Ecological Truth" Eco – Ist '14, 2014, 10–13 June 2014, Bor lake, Bor, Serbia, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, pp. 168–174, ISBN 978-86-6305-021-1
4. Sonja Milićević, Ivana Jovanović, **Vladimir Adamović**, Dragan Povrenović, Zeolite – benefits and disadvantages of using it in a real wastewater treatments, Proceedings of the 45th International October Conference on Mining and Metallurgy - IOC 2013, 16-19 October, 2013, Bor lake, Bor, Serbia, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Mining and Metallurgy Institute Bor, pp. 451-454, ISBN 978-86-6305-012-9
5. Vladimir Adamović, Aleksandar Ćosović, Jelena Avdalović, Sonja Milićević, Assessment of dust emissions from mobile equipment during future exploitation of lead-zinc ore from open pit mine Kizevak, Proceedings of the 45th International October Conference on Mining and Metallurgy - IOC 2013, 16-19 October, 2013, Bor lake, Bor, Serbia, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Mining and Metallurgy Institute Bor, pp. 507-510, ISBN 978-86-6305-012-9
6. Aleksandra Tripić-Stanković, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Nickel Content In Atmospheric Precipitation, Proceedings of the International science conference "Reporting for sustainability", 7-10 May 2013, Bečići, Montenegro, The Regional Environmental Center for Central And Eastern Europe, Norwegian Embassy, pp. 137-142.
7. Sonja Milićević, Vladan Milošević, Ljubiša Andrić, Jelena Avdalović, **Vladimir Adamović**, Examination of copper ions adsorption on different types of zeolites, Proceedings of the 44th International October Conference On Mining And Metallurgy, 1-3 October, 2012, Bor, Serbia, pp. 629-633, ISBN 978-86-7827-042-0.
8. Zorica R. Lopičić, Mirjana D. Stojanović, Jelena S. Avdalović, **Vladimir M. Adamović**, Aleksandar R. Ćosović, New applications of natural zeolites as materials for sustainable environment, Proceedings of the 2nd International Symposium on Environmental and Material Flow Management "EMFM 2012", 07-09 June 2012, Zenica, Bosnia and Hercegovina, pp. 361-367, ISBN 978-9958-617-46-1.
9. Jelena Avdalović, Zorica Lopičić, Tatjana Šoštarić, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Copper removal from ore dumps by *Acidithiobacillus Ferrooxidans*, Proceedings of the 2nd International Symposium on Environment and Material Flow

Management "EMFM 2012", 07-09 June 2012, Zenica, Bosnia and Hercegovina, pp. 27-30, ISBN 978-9958-617-46-1.

10. **Vladimir Adamović**, Zorica Lopičić, Aleksandar Ćosović, Jelena Avdalović, Vladan Milošević, Impact of pollution in atmosphere on the characteristics of precipitation as a phase of hydrologic cycle, Proceedings of the 43rd international October conference on mining and metallurgy - IOC 2011, 12-15 October 2011, Kladovo, Srbija, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, pp. 374-377; ISBN 978-86-80987-87-3.
11. Aleksandra Tripić-Stanković, Aleksandar Ćosović, Tihomir Popović, **Vladimir Adamović**, Influence of metallurgical and mining industry on regional pollution-heavy metal content in precipitation, Proceedings of the 43rd international October conference on mining and metallurgy - IOC 2011, 12-15 October, 2011, Kladovo, Srbija, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, pp. 287-290; ISBN 978-86-80987-87-3.
12. Jelena Avdalović, Zorica Lopičić, **Vladimir Adamović**, Tatjana Šoštarić, The potential application of zeolite for water and wastewater treatment, Proceedings of the 43rd international october conference on mining and metallurgy - IOC 2011, 12-15 October 2011, Kladovo, Srbija, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, pp. 420-423; ISBN 978-86-80987-87-3. COBIS.SR-ID 186644236.
13. Zorica Lopičić, Jelena Avdalović, Deana Ileš, **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, PCDDs and PCDFs - highly toxic environmental polutants, Proceedings of the 1st Symposium of natural resources management, 18 – 19 May 2011, Bor, Faculty of Management in Zaječar, pp. 383-390; ISBN 978-86-7747-431-7.
14. Jelena Avdalović, Zorica Lopičić, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Tatjana Šoštarić, Implementation of sustainable development concept in lime and limestone production plant „Jelen Do“ A.D, Proceedings of the 13th Balkan Mineral Processing Congress, 14-17 June 2009, Bucharest, Romania, pp. 938-941; ISBN: 978-973-677-161-3.
15. Zorica Lopičić, Mirjana Grbavčić, **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Jelena Jekić, The role of natural minerals in use of renewable and waste energy, Proceedings of the 21st International Serbian Symposium on mineral processing, 4-6 November 2008, Bor, Serbia, Technical Faculty in Bor of the University of Belgrade, Bor, pp. 250-255; ISBN: 978-86-80987-63-7.
16. Zorica Lopičić, Mirjana Stojanović, Jelena Jekić, **Vladimir Adamović**, Environmental Management System – Part of ITNMS Sustainable Strategy, Proceedings of the 20th International Serbian symposium on mineral processing, 01-04 Novembar, 2006. Soko Banja, Technical Faculty in Bor of the University of Belgrade, Bor, pp. 265-271. ISBN: 86-80987-44-1.

17. Aleksandar Ćosović, Tatjana Šoštarić, **Vladimir Adamović**, Copper removal from contaminated water using *Sinapis Alba L.*, Proceedings of the 4th Balkan Conference on Metallurgy – Scientific achievements and perspectives of metals industry in South-East Europe, 27-29 September 2006, Zlatibor, pp. 407-410. ISBN: 86-904393-4-X.
18. Tatjana Jovanović, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Copper removal from contaminated water using *Medicago sativa*, Proceedings of the 7th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, 21-23 September 2004, Belgrade, Serbia and Montenegro, Volume II, pp. 688-690.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampana u izvodu M₃₄

1. **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Miroslav Sokić, Svetlana Polavder, Violeta Erić, Dragana Jelesić, Titomir Obradović, Prerada mineralnih sirovina u svetlu održivog razvoja i procene uticaja na životnu sredinu, International scientific conference on: Ecological crisis: Technogenesis and climate change, 21-23 April 2016, Belgrade, Scientific Professional Society for Environmental Protection of Serbia, Book of Abstracts, pp. 101, ISBN 978-86-89061-09-3.
2. Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Miroslav Sokić, Nada Štrbac, Application of Nickel Ferrite as Sensor for Gaseous Pollutants, International Scientific Conference on Environment and Adaptation of Industry to Climate Change, 22–24 April, 2015, Belgrade, Scientific Professional Society for Environmental Protection of Serbia, Book of Abstracts, pp. 153, ISBN 978-86-89061-07-9.
3. Aleksandra Tripić-Stanković, Filip Radović, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Miroslav Sokić, Nada Štrbac, Sadržaj suspendovanih čestica PM₁₀ u ambijentalnom vazduhu, International Scientific Conference on Impact of climate change on the environment and the economy 23–25 April, 2014, Belgrade, Scientific Professional Society for Environmental Protection of Serbia, Book of Abstracts, pp. 133, ISBN 978-86-89061-05-5.
4. **Vladimir Adamović**, Titomir Obradović, Violeta Erić, Aleksandar Ćosović, Sonja Milićević, Vladan Milošević, Modelovanje disperzije zagađujućih gasovitih materija koje se očekuju u emisiji nakon supstitucije energenta u tunelskoj peći, Ecologica, International Scientific Conference on Impact of climate change on the environment and the economy, 23–25 April, 2014, Belgrade, Scientific Professional Society for Environmental Protection of Serbia, Book of Abstracts, pp. 166, ISBN 978-86-89061-05-5.
5. **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Jelena Avdalović, Sonja Milićević, Vladan Milošević, Influence of Pollutants on Precipitation Characteristics as a Phase of Hydrologic Cycle, International Scientific Conference on Impact of climate change on

the environment and the economy, 22–24 April, 2013, Belgrade, Scientific Professional Society for Environmental Protection of Serbia, Book of Abstracts, pp. 211, ISBN 978-86-89061-03-1.

6. Aleksandar Ćosović, Aleksandra Tripić-Stanković, **Vladimir Adamović**, Miroslav Sokić, Nada Štrbac, Jelena Avdalović, Sulfate Content in Atmospheric Precipitation in Unsettled Region Kamenicki Vis, International Scientific Conference on Impact of climate change on the environment and the economy, 22–24 April, 2013, Belgrade, Scientific Professional Society for Environmental Protection of Serbia, Book of Abstracts, p. 59, ISBN 978-86-89061-03-1.
7. Jelena Avdalović, Zorica Lopičić, **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, *Possible Uses of Zeolites in Environmental and Remediation Technologies*, International Scientific Conference on Innovative Strategies and Technologies in Environment Protection, 18-20 April 2012, Belgrade, Serbia, Book of abstracts, pp. 108-109. ISBN 978-86-89061-01-7.
8. Jelena Avdalović, Tatjana Šoštarić, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Zorica Lopičić, Microbial leaching of ore dumps by *Acidithiobacillus ferrooxidans* in purpose of metal recovery, International Scientific Conference on Sustainable development in the function of environment protection, 18–20 April, 2011, Belgrade, Book of abstracts, pp. 140-141, ISBN 978-86-904721-8-5.
9. Aleksandra Tripić-Stanković, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, *Praćenje sadržaja teških metala u padavinama u nenastanjenoj oblasti Kamenicki vis*, International Scientific Conference on Sustainable development in the function of environment protection, 18 – 20 April 2011, Belgrade, Book of abstracts, pp. 154, ISBN 978-86-904721-8-5.
10. Zorica Lopičić, **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Mirjana Grbavčić, Jelena Jekić, Natural zeolite in increasing use of renewable and waste energy in Serbia, Materials of the 18th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2008, 24-28 August 2008, Praha, Czech Republic, Published by: Process Engineering Publisher, Praha, Czech Republic, Book of abstracts pp.1917-1918; ISSN: 978-80-02-02052-3
11. **Vladimir Adamović**, Tatjana Šoštarić, Zorica Lopičić, Aleksandar Ćosović, Recovery of components from beverage carton recycling, 1st Symposium of Chemistry and Environment, Chemical Society of Montenegro, 12-15 June, 2007, Miločer, Montenegro, Book of abstracts, pp. 142, ISBN: 978-9940-9059-0-3.
12. Tatjana Šoštarić, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Ability of *medicago sativa* and *sinapis alba* to remove copper ions from solution, 1st Symposium of Chemistry and Environment, Chemical Society of Montenegro, June 12-15, 2007, Miločer, Montenegro, Book of abstracts, pp. 122, ISBN: 978-9940-9059-0-3.

13. Zorica Lopičić, Mirjana Grbavčić, Jelena Jekić, **Vladimir Adamović**, Atmospheric conversion of sulfur (II) oxide (SO_2) into the dust particles sulphate, 1st Symposium of Chemistry and Environment, Chemical Society of Montenegro, 12-15 June, 2007, Miločer, Montenegro, Book of abstracts pp. 151, ISBN: 978-9940-9059-0-3.
14. Zorica Stoimirović, Mirjana Grbavčić, Jelena Jekić, **Vladimir Adamović**, Formation of atmospheric sulfates (SO_4^{2-}) - monitoring of some parameters that affect it, 4th International Conference of the Chemical Societies of the South-East European Countries on Chemical Sciences in Shanbing Times: Vision, Challenges and Solutions, 18-21. July, 2004 Belgrade Serbia and Montenegro, Book of abstracts pp. 722.

Objavljeni radovi nacionalnog značaja M₅₀

Rad u vrhunskom časopisu nacionalnog značaja M₅₁

1. **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Miroslav Sokić, Svetlana Polavder, Violeta Erić, Dragana Jelesić, Titomir Obradović, Prerada mineralnih sirovina u svetlu održivog razvoja i procene uticaja na životnu sredinu, Ecologica No 84, 2016, pp. 756-761, ISSN 0354-3285 <http://www.ecologica.org.rs/wp-content/uploads/2016/12/SADRZAJ-BROJ-84-2016.pdf>
2. Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Miroslav Sokić, Nada Štrbac, Primena nikliferita kao senzora za detekciju gasovitih zagađujućih materija, Ecologica, No 80, 2015, pp. 671-676, ISSN 0354-3285 http://ecologica.org.rs/wp-content/uploads/2015/12/ECOLOGICA_BROJ_80_-_2015-sadrzaj.pdf
3. **Vladimir Adamović**, Titomir Obradović, Violeta Erić, Aleksandar Ćosović, Sonja Milićević, Vladan Milošević, Modelovanje disperzije zagađujućih gasovitih materija koje se očekuju u emisiji nakon supstitucije energenta u tunelskoj peći, Ecologica, No 76 2014, pp. 714-721, ISSN 0354-3285 <http://www.ecologica.org.rs/SADRZAJ-76-2014.pdf>
4. Aleksandra Tripić-Stanković, Filip Radović, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Miroslav Sokić, Nada Štrbac, Sadržaj suspendovanih čestica PM_{10} u ambijentalnom vazduhu, Ecologica, No 74, 2014, pp. 308-312, ISSN 0354-3285 <http://www.ecologica.org.rs/SADRZAJ-74-2014.pdf>
5. **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Jelena Avdalović, Sonja Milićević, Vladan Milošević, Dejstvo zagađujućih materija na osobine mokre depozicije, Ecologica, No 72, 2013, pp. 663-667, ISSN 0354-3285 <http://www.ecologica.org.rs/SADRZAJ-72-2013.pdf>
6. Aleksandar Ćosović, Aleksandra Tripić-Stanković, **Vladimir Adamović**, Miroslav Sokić, Nada Štrbac, Jelena Avdalović, Sadržaj sulfata u atmosferskim padavinama u

nenastanjennoj oblasti Kamenički Vis, *Ecologica*, No 71, 2013, pp. 443-447, ISSN 0354-3285 <http://www.ecologica.org.rs/SADRZAJ-71-2013.pdf>

7. Jelena Avdalović, Zorica Lopičić, Tatjana Šoštarić, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Copper Recovery From Ore Dumps by *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering*, Tome XI, 2013, Fascicule 2, pp. 151-153. ISSN 1584-2665 <http://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2013/ANNALS-2013-2-24.pdf>
8. Jelena Avdalović, Zorica Lopičić, **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Mogućnosti primene zeolita u tehnologijama vezanim za unapređenje i zaštitu životne sredine, *Ecologica* No 67, 2012, pp. 385-391, ISSN 0354-3285, <http://www.ecologica.org.rs/SADRZAJ-67-2012.pdf>
9. Lynne Katsikas, Nataša Nišević, Milka Ignjatović, **Vladimir Adamović**, Tatjana Đakov, Ivanka Popović, Radikalna polimerizacija monoetil itakonata, *Hemijska industrija*, Vol 57, No11, 2003, pp. 553-558. <https://doi.org/10.2298/HEMIND0311553K>

Rad u istaknutom nacionalnom časopisu M₅₂

1. Aleksandra Tripić-Stanković, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Praćenje sadržaja teških metala u padavinama u nenastanjennoj oblasti Kamenički Vis, *Ecologica*, No 63, 2011, pp. 477-480, ISSN 0354-3285. <http://www.ecologica.org.rs/SADRZAJ-63-2011.pdf>
2. Jelena Avdalović, Tatjana Šoštarić, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Zorica Lopičić, Luženje jalovine pomoću *Acidithiobacillus ferrooxidans* u cilju valorizacije korisnih komponenti, *Ecologica*, No 62, 2011, pp. 291-295. ISSN 0354-3285. <http://www.ecologica.org.rs/SADRZAJ-62-2011.pdf>
3. Tatjana Šoštarić, **Vladimir Adamović**, Jelena Avdalović, Aleksandar Ćosović, Zorica Lopičić, Biodiverzitet i ekologija acidofilnih mikroorganizama koji se koriste za tretman ruda i koncentrata, *Ecologica*, No 58, 2010, pp. 187-191. ISSN 0354-3285 <http://www.ecologica.org.rs/SADRZAJ-62-2011.pdf>

Rad u nacionalnom časopisu M₅₃

1. **Vladimir Adamović**, Tatjana Jovanović, Aleksandar Ćosović, Jelena Jekić, Mogućnost recikliranja kombinovane ambalaže, *Zaštita rada - Časopis za bezbednost i zdravlje na radu i zaštitu radne i životne sredine*, Novinsko-izdavačko akcionarsko društvo “Zaštita press“, Beograd, No. 496, 2006, pp. 31-34. ISBN: 0044-1880.

Saopštenja sa skupa nacionalnog značaja M₆₀

Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampanog u celini M₆₃

1. Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Tatjana Šoštarić, Zorica Lopičić, Miroslav Sokić, Miodrag Vukajlović, Procena emisije praškatih materija pri određivanju uticaja rudarskog postrojenja na životnu sredinu - primer iz prakse, Zbornik radova za Međunarodnog simpozijuma: Investicije, nove tehnologije u rudarstvu i održivi razvoj, Šabac, 24-25. novembra 2016, str. 247-252, ISBN 978-86-80464-04-6.
2. Presburger-Ulniković V, Polavder S, Cibulić V, Mrazovac-Kurilić S, **Adamović V**, Kvalitet površinskih voda u okolini fosforitnog ležišta "Lisina", Bosilegrad, Zbornik radova sa 45. nacionalne konferencije sa međunarodnim učešćem, Srpsko društvo za zaštitu voda "Vode 2016", Zlatibor 15-17. jun 2016, str. 237-242, ISBN 978-86-916753-3-2.
3. Zorica Lopičić, Jelena Avdalović, Deana Ileš, **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, *Dioksini i furani – visokotoksični zagađivači životne sredine*, Zbornik radova sa Prvog simpozijum o upravljanju prirodnim resursima sa međunarodnim učešćem, Fakultet za menadžment Zaječar, Megatrend Univerzitet Beograd, Bor, 18.-19. maj, 2011, str. 357-363. ISBN: 978-86-7747-431-7.
4. Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Jelena Avdalović, Željko Grbavčić, Uklanjanje ksilola iz vodenog rastvora kombinovanim procesom isparavanja i katalitičkog sagorevanja, Zbornik radova sa XLVIII Savetovanja srpskog hemijskog društva, Novi Sad, 17-18. april, 2010, str. 56-59. ISBN: 978-86-7132-042-9.
5. **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Zorica Lopičić, Jelena Avdalović, Tatjana Šoštarić, Mogućnosti uklanjanja CO₂ u laboratorijskim uslovima, Zbornik radova sa IV Simpozijuma „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Tehnički fakultet u Boru, Kladovo, Srbija, 3- 6. novembar 2009, str. 500-504. ISBN: 978-86-80987-73-6.
6. Jelena Avdalović, Aleksandar Ćosović, **Vladimir Adamović**, Zorica Lopičić, Tatjana Šoštarić, Ispitivanje mogućnosti smanjenja emisije azotovih oksida, Zbornik radova sa IV Simpozijuma „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Kladovo, Srbija, 3.-6. novembar 2009, Tehnički fakultet u Boru, 2009. str. 471-475. ISBN: 978-86-80987-73-6.
7. Aleksandar Ćosović, Jelena Avdalović, **Vladimir Adamović**, Zorica Lopičić, Tatjana Šoštarić, Uklanjanje isparljivih organskih jedinjenja iz otpadnih gasnih tokova, Zbornik radova sa IV Simpozijuma „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Kladovo, Srbija, Tehnički fakultet u Boru, 3.- 6. novembar 2009, str. 476-481. ISBN: 978-86-80987-73-6.
8. Zorica Lopičić, **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Mirjana Grbavčić, Tatjana Šoštarić, Značaj procene uticaja na životnu sredinu u procesu uspostavljanja EMS sistema, Zbornik radova sa III Simpozijuma „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“ sa međunarodnim učešćem, Soko Banja 05-08. oktobar 2008. godine, str. 288-294, ISBN 978-86-80987-61-3.

9. Zorica Lopičić, Mirjana Grbavčić, **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Jelena Jekić, Upotreba alternativnih i obnovljivih izvora energije u cilju povećanja energetske efikasnosti u Srbiji, Zbornik radova sa konferencije ELEKTRA V – V Regionalna naučno-stručna konferencija o sistemu upravljanja zaštitom životne sredine u elektroprivredi, Divčibare, 10-14. novembar 2008, str.176-179. ISBN: 978-86-85013-06-5
10. Jelena Jekić, Aleksandar Ćosović, Mirjana Grbavčić, **Vladimir Adamović**, Tatjana Šoštarić, Sadržaj teških metala u česticama pepela iz procesa sagorevanja lignita i njihov uticaj na kvalitet vazduha, Knjiga radova sa XLVI savetovanja Srpskog hemijskog društva, Beograd, 21. februar 2008, str.187-190. ISBN: 978-86-7132-036-8.
11. Siniša Milošević, Aleksandar Ćosović, Jelena Jekić, Mirjana Grbavčić, **Vladimir Adamović**, Mogućnost tretmana tečne faze otpadnog isplačnog mulja primenom organozeolita, Zbornik radova sa Prve regionalne naučno-stručne konferencije o upravljanju industrijskim otpadom, Kopaonik, 2007, str. 1-3. ISBN 978-86-85013-04-1
12. Branislav Ivošević, Vladimir Jovanović, **Vladimir Adamović**, Dejan Todorović, Solidifikacija zauljenih tečnosti, Zbornik radova sa I simpozijuma o reciklažnim tehnologijama i održivom razvoju sa međunarodnim učešćem, Soko Banja, 01-04. novembar 2006, str. 193-196 ISBN: 86-80987-45-X.
13. **Vladimir Adamović**, Jelena Jekić, Tatjana Šoštarić, Milan Babić, Kvalitet vazduha u okolini termoelektranskog objekta, Zbornik radova sa Prve naučno-stručne konferencije sa međunarodnim učešćem – „Zaštita vazduha i zdravlje“, Banja Luka, 20-21. april 2006. str. 217-222, ISBN: 99938-846-0-X.
14. **Vladimir Adamović**, Zorica Stoimirović, Mirjana Kijevčanin, Marija Tasić, Koncept energetske efikasnosti – mogućnost primene sistema za kogeneraciju, Zbornik radova sa Treće međunarodne konferencije o upravljanju zaštitom okoline (Elektra III – Energetska efikasnost u energetici), Herceg Novi, 2004, str. 157 - 161.
15. Aleksandar Ćosović, Mirjana Grbavčić, Deana Ileš, **Vladimir Adamović**, Kombinovani procesi uklanjanja SO₂ i NO_x iz struje dimnih gasova nastalih pri sagorevanju fosilnih goriva. Zbornik radova sa Treće međunarodne konferencije o upravljanju zaštitom okoline (Elektra III – Energetska efikasnost u energetici), Herceg Novi, 2004, str. 399 - 403.
16. Zorica Stoimirović, Mirjana Grbavčić, **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Mogućnost primene zeolita u smanjenju emisije polutanata sa efektom staklene bašte, Zbornik radova sa Treće međunarodne konferencije o upravljanju zaštitom okoline (Elektra III – Energetska efikasnost u energetici), Herceg Novi, 2004, str. 395 - 398.
17. Zorica Stoimirović, Mirjana Grbavčić, Jelena Jekić, **Vladimir Adamović**, Ispitivanje kvaliteta vazduha - značaj monitoringa u cementnoj industriji, Zbornik radova sa

savetovanja „Informatika, menadžment, ekologija i standardi, IMES '03“, Arandelovac, 8-11. oktobar 2003., str. 237-242.

18. Tatjana Jovanović, Jelena Jekić, Deana Iles, **Vladimir Adamović**, Mogućnosti primene mikrobiološkog luženja u valorizaciji korisnih komponenata jalovišta, Zbornik radova sa savetovanja „Informatika, menadžment, ekologija i standardi, IMES '03“, Arandelovac, 8-11. oktobar 2003, str. 165-170.
19. Tatjana Jovanović, Deana Iles, Jelena Jekić, **Vladimir Adamović**, Kvalitativni i kvantitativni sastav bakterioflore – značajan faktor opadanja izdašnosti vodozahvatnih objekata. Zbornik radova sa 23. Jugoslovenskog savetovanja – „Vodovod i kanalizacija '02“, Mataruška Banja, str. 27-31.
20. Aleksandar Ćosović, Vladimir Adamović, Tatjana Jovanović, Franc Barbič, Aspekti ugrožavanja životne sredine pri eksploataciji mineralnih sirovina, Zbornik radova sa 18. Jugoslovenskog simpozijuma o pripremi mineralnih sirovina, Banja Vrujci, 2002, str. 334-340.

Tehnička rešenja M₈₀

Novo tehničko rešenje (metoda) premenjeno na nacionalnom nivou M₈₂

1. V. Milošević, S. Milićević, Z. Bartulović, D. Todorović, V. Jovanović, B. Ivošević, J. Čarapić, **V. Adamović**, Definisanje nove proizvodne linije flotacijske koncentracije minerala bakra, olova i cinka iz polimetalične rude ležišta „Podvirovi i Conjev kamen“ – BOSILMETAL primenom savremenih tehničko-tehnoloških rešenja, 2015, Projekat TR 33007, odluka naučnog veća ITNMS, 13/6-7 od 27.11.2015. godine http://www.itnms.ac.rs/downloads/tehnicka_resenja/Kompletno%20resenje%20Bosilmetal%20TR33007.pdf

Bitno poboljšano tehničko rešenje na međunarodnom nivou M₈₃

1. **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Jelena Avdalović, Zorica Lopičić, Tatjana Šoštarić, Laboratorijski uređaj za ispitivanje procesa uklanjanja CO₂ iz otpadnih gasova nastalih pri sagorevanju, 2010, Projekat TR 21020, odluka naučnog veća ITNMS, 4/152 od 23.06.2010. godine.
2. Aleksandar Ćosović, Zorica Lopičić, Tatjana Šoštarić, Jelena Avdalović, **Vladimir Adamović**, Laboratorijski uređaj za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja iz otpadnih gasova, 2010, Projekat TR 21020, odluka naučnog veća ITNMS, 4/150-2 od 23.06.2010. godine.

3. Aleksandar Ćosović, Zorica Lopičić, **Vladimir Adamović**, Nikola Đoković, Jelena Jekić, Sistem za hlađenje i kondenzaciju vlage iz otpadnih tehnoloških asova pri izokinetičkom uzorkovanju čestica, 2006, Projekat TR 6707.

Bitno poboljšano tehničko rešenje na nacionalnom nivou M₈₄

1. A. Ćosović, **V. Adamović**, Z. Gulišija, T. Šoštarić, Z. Lopičić, M. Sokić, S. Janić, Unapređenje sistema za otprašivanje otpadnog gasnog toka postrojenja za preradu polimetaličnih ruda u cilju smanjenja emisije zagađujućih materija, 2015, Projekti TR34023 i TR34002, odluka naučnog veća ITNMS, 13/7-6 od 24.12.2015. godine.
http://www.itnms.ac.rs/downloads/tehnicka_resenja/Rotoklon%20Rudnik%20sa%20odlu%20kom.pdf
2. Jelena Avdalović, Zorica Lopičić, **Vladimir Adamović**, Aleksandar Ćosović, Tatjana Šoštarić, Materijal na bazi prirodnog zeolita namenjen za izdvajanje azot monoksida iz otpadnih gasova, 2010, Projekat TR 21020, Beograd. odluka naučnog veća ITNMS, 4/151 od 24.06.2010. godine.
3. Marković Grbavčić Mirjana, Ćosović Aleksandar, Jekić Jelena, Glavina Ileš Deana, **Adamović Vladimir**, Stoimirović Zorica (2003); Aparatura za izokinetičko-gravimetrijsko određivanje koncentracije čestica u emisijama; Monitorski instrument; realizator: ITNMS; korisnici: AD"Cementara Kosjerić", Fabrika kreča i kamena "Jelen Do", AD"Putevi"-Čačak, TENT-Obrenovac, TENT-Kolubara, Beogradske elektrane, MNTR
4. Barbić Franc, Jovanović Tatjana, Glavina Ileš Deana, **Adamović Vladimir** (2003); Preparat za hemijsku regeneraciju "SKITAL - B"; Novi proizvod; Početak primene: 2004; realizator: ITNMS; korisnici: JKP "Vodovod i kanalizacija", MNTR;
5. Barbić Franc, Glavina Ileš Deana, **Adamović Vladimir**, Stoimirović Zorica (2003); Laboratorijsko postrojenje za mikrobiološko luženje; Poboljšano laboratorijsko postrojenje; realizator: ITNMS; korisnici: RTB Bor, MNTR;

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i pokazanih rezultata tokom doktorskih studija i u okviru naučno-istraživačkog rada na projektima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Vladimir Adamović, diplomirani inženjer tehnologije, pokazao je sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. Iz oblasti doktorske disertacije kandidat je kao prvi autor objavio rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (kategorija M21). Shodno tome, Komisija smatra da kandidat ispunjava uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj naučnog istraživanja

Predmet naučnog istraživanja u okviru predložene teme je ispitivanje uticaja različitih indikatora održivog razvoja, socio-ekonomskih i industrijskih indikatora na procese vezane za upravljanje otpadom. Izbor optimalnog seta indikatora, uz primenu veštačkih neuronskih mreža, omogućava izradu odgovarajućeg modela, pomoću koga se mogu predvideti godišnje vrednosti indikatora za upravljanje otpadom na nacionalnom nivou.

Otpad, uz klimatske promene, predstavlja najveći problem savremenog čovečanstva. Antropogene aktivnosti oduvek su bile povezane sa proizvodnjom otpada, a povećanje broja stanovnika, ekonomski rast, kao i promene u životnom stilu i potrošačkim navikama, danas su glavni pokretači progresivnog porasta količina generisanog otpada. Kao posledica navedenog, jedan od najvećih izazova za lokalne zajednice u XXI veku predstavlja upravljanje otpadom u cilju sprečavanja zagađivanja životne sredine i svih negativnih posledica koje iz toga proizilaze. Međutim, otpad danas predstavlja i značajan izvor resusa, kako sa materijalne, tako i sa energetske strane.

Otpad je složena smeša pretežno čvrstog otpada koji sačinjavaju materijali različitog sastava i trajnosti. U skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom („Sl. glasnik RS“, br. 36/09, 88/10 i 14/16) otpad se, prema mestu nastanka, može podeliti na:

- komunalni otpad (kućni otpad),
- komercijalni otpad,
- industrijski otpad.

Prema toksičnosti, otpad se može podeliti na:

- inertni,
- neopasan i
- opasan otpad.

Otpad se razvrstava prema katalogu otpada. Katalog otpada je zbirna lista neopasnog i opasnog otpada prema kojoj se vrši razvrstavanje otpada u dvadeset grupa u zavisnosti od mesta nastanka i porekla. Katalog otpada je propisan Pravilnikom o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada („Sl. glasnik RS“, br. 56/10).

Otpad se prema Katalogu otpada deli na:

01. Otpade koji nastaju u istraživanjima iz rudnika ili kamenoloma i fizičkom i hemijskom tretmanu minerala;
02. Otpade iz poljoprivrede, hortikulture, akvakulture, šumarstva, lova i ribolova, pripreme i prerade hrane;
03. Otpade od prerade drveta i proizvodnje papira, kartona, pulpe, panela i nameštaja;
04. Otpade iz kožne, krznarske i tekstilne industrije;

05. Otpade od rafinisanja nafte, prečišćavanja prirodnog gasa i pirolitičkog tretmana uglja;
06. Otpade od neorganske hemijske prerade;
07. Otpade od organske hemijske prerade;
08. Otpade od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe premaza (boje, lakovi i staklene glazure), lepkova, zaptivača i štamparskih boja;
09. Otpade iz fotografske industrije;
10. Otpade iz termičkih procesa;
11. Otpade od hemijskog tretmana površine i zaštite metala i drugih materijala; hidrometalurgija obojenih metala;
12. Otpade od oblikovanja i fizičke i mehaničke površinske obrade metala i plastike;
13. Otpade od ulja i ostataka tečnih goriva (osim jestivih ulja i ulja u poglavljima 05, 12 i 19);
14. Otpadne organske rastvarače, srdstva za hlađenje i potisne gasove (osim 07 i 08);
15. Otpade od ambalaže, apsorbente, krpe za brisanje, filterske materijale i zaštitne tkanine, ako nije drugačije specificirano;
16. Otpade koji nisu drugačije specificirani u katalogu;
17. Građevinski otpad i otpad od rušenja (uključujući i iskopanu zemlju sa kontaminiranih lokacija);
18. Otpade od zdravstvene zaštite ljudi i životinja i/ili s tim povezanog istraživanja (isključujući otpad iz kuhinja i restorana koji ne dolazi od neposredne zdravstvene zaštite);
19. Otpade iz postrojenja za obradu otpada, pogona za tretman otpadnih voda van mesta nastajanja i pripremu vode za ljudsku potrošnju i korišćenje u industriji;
20. Komunalni otpad (kućni otpad i slični komercijalni i industrijski otpad), isključujući odvojeno sakupljene frakcije.

Efikasno upravljanje čvrstim otpadom je od ogromnog značaja, jer aktivnosti vezane za prikupljanje i tretman otpada mogu da dovedu do brojnih problema, ukoliko nisu pravilno sprovedeni. Iz tog razloga je veoma važno predvideti količine generisanog otpada i mogućnosti tretmana, kao i benefite koji iz toga proizilaze. Kako podaci o količinama različitih vrsta otpada u mnogim državama još uvek nisu dostupni, ili su veoma nepouzdana, javila se potreba za razvojem modela kojima bi se ovaj problem mogao prevazići.

Za ove potrebe se mogu koristiti različiti matematički modeli. Međutim, klasični modeli su prilično složeni i zahtevaju veoma veliki broj podataka koji najčešće nisu dostupni, ili su u međusobno kompleksnim, nelinearnim zavisnostima koje se ne mogu jednostavno objasniti, niti matematički prikazati. Primenom veštačkih neuronskih mreža, uz korišćenje lako dostupnih sociološko-ekonomskih, demografskih i podataka vezanih za industrijsku proizvodnju, ovaj

problem se znatno pojednostavljuje, pri čemu se dobijaju modeli koji mogu biti tačniji od konvencionalnih modela.

U okviru predložene disertacije istraživaće se primena veštačkih neuronskih mreža za razvoj modela kojima će moći da se predvide količine različitih vrsta otpada koje se generišu na nacionalnim nivoima, kao i za razvoj modela koji će omogućiti da se predvide efekti primene određenih načina tretmana otpada. Pored toga, modelovanjem će biti obuhvaćen i uticaj ekonomskih faktora, kao što je globalna finansijska kriza, na generisanje otpada.

Identifikacija parametara koji značajno utiču na generisanje i upotrebu otpada na nacionalnom nivou omogućiće razvoj i optimizaciju modela primenom veštačkih neuronskih mreža. Cilj istraživanja je primena dobijenih modela za predviđanje različitih indikatora za upravljanje otpadom, što može biti od velike koristi za nadležne institucije u procesu donošenja odluka vezanih za upravljanje otpadom, kao i za optimalno funkcionisanje samog sistema u praksi.

Osvrt na relevantne bibliografske izvore i ostvarene rezultate na koje se nadovezuju predviđena istraživanja u predloženoj disertaciji

Veštačke neuronske mreže (ANNs - *Artificial neural networks*) čine grupu tehnika mašinskog učenja koje su inspirisane biološkim neuronima [1, 2]. Primena veštačkih neuronskih mreža je počela pre više od 50 godina, a zahvaljujući mogućnostima modernih računara, od osamdesetih godina prošlog veka postale su kompetitivni alat koji ima široku primenu.

Veštačke neuronske mreže su do sada veoma uspešno korišćene za predviđanje količina generisanog otpada [3–9], kao i za modelovanje energetskih benefita koji proizilaze iz tretmana otpada [10, 11].

Proces modelovanja veštačkim neuronskim mrežama započinje sakupljanjem i odabirom ulaznih podataka (nezavisno promenljive) od kojih će se kreirati skup podataka za obučavanje mreže. Za potrebe obučavanja i testiranja mreže neophodno je prikupiti pouzdane podatke, tako da se koriste dostupne baze podataka [12–15]. Nakon predprocesiranja podataka, vrši se izbor arhitekture, tj. algoritma za učenje, a zatim se trenira mreža i testira model sa odabranim ulaznim promenljivim. Na kraju se vrši optimizacija modela i ispitivanje njegovih performansi. Model koji pokazuje zadovoljavajuće performanse na osnovu unapred zadatih kriterijuma, preporučuje se za primenu za predviđanje odgovarajućeg parametra u realnom vremenu i u situacijama kada ne postoje odgovarajući pouzdani podaci.

S obzirom da se neuronska mreža sa opštom regresijom (GRNN - *General Regression Neural Network*) pokazala kao efikasnija u poređenju sa drugim arhitekturama neuronskih mreža [7], odlučeno je da se GRNN koristi za modelovanja u predmetnim ispitivanjima. GRNN predstavlja vrstu ANNs, čija osnovna prednost leži u njenoj jednostavnosti i sposobnosti da izvede tačna predviđanja, čak i u situacijama kada se radi sa malim brojem podataka. GRNN se uglavnom

koristi za rešavanje nelinearnih problema koji su zasnovani na funkciji raspodele verovatnoće [16].

Analizom stručne literature, utvrđen je nedostatak istraživanja koja se bave količinama različitih vrsta generisanog otpada, a pre svega opasnog otpada na nacionalnom nivou, kao i efekata primene određenih vrsta tretmana otpada i koristi koje bi mogle iz toga da proizađu.

Literatura:

- [1] Antanasijević D. Modelovanje indikatora kvaliteta životne sredine primenom veštačkih neuronskih mreža, doktorska disertacija. University of Belgrade, Faculty of technology and metallurgy, 2014.
- [2] Stamenković L. Predviđanje emisije gasovitih zagađujućih materija na nacionalnom nivou primenom modela zasnovanih na veštačkim neuronskim mrežama, doktorska disertacija. University of Belgrade, Faculty of technology and metallurgy 2016.
- [3] Jahandideh S, Jahandideh S, Asadabadi EB, Askarian M, Movahedi MM, Hosseini S, et al. The use of artificial neural networks and multiple linear regression to predict rate of medical waste generation. *Waste Management*, Vol 29, No 11, 2009, pp. 2874–2879.
- [4] Noori R, Karbassi A, Salman Sabahi M. Evaluation of PCA and Gamma test techniques on ANN operation for weekly solid waste prediction. *Journal of Environmental Management*, Vol 91, No 3, 2010, pp. 767–771.
- [5] Ali Abdoli M, Falah Nezhad M, Salehi Sede R, Behboudian S. Longterm forecasting of solid waste generation by the artificial neural networks. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, Vol 31, No 4, 2011, pp. 628–636.
- [6] Batinic B, Vukmirovic S, Vujic G, Stanisavljevic N, Ubavin D, Vukmirovic G. Using ANN model to determine future waste characteristics in order to achieve specific waste management targets -case study of Serbia. *Journal of Scientific & Industrial Research (India)*, Vol 70, 2011, pp.513–518.
- [7] Antanasijević D, Pocajt V, Popović I, Redžić N, Ristić M. The forecasting of municipal waste generation using artificial neural networks and sustainability indicators. *Sustainability Science*, Vol 8, No 1, 2013, pp. 37–46.
- [8] Shamshiry E, Mokhtar M Bin, Abdulai A. Comparison of Artificial Neural Network (ANN) and Multiple Regression Analysis for Predicting the amount of Solid Waste Generation in a Tourist and Tropical Area - Langkawi Island, *Proceedings of International Conference on Biological, Civil and Environmental Engineering (BCEE-2014)*, Dubai (UAE), 17-18 March, 2014, pp. 161–166. <http://dx.doi.org/10.15242/IICBE.C0314099>
- [9] Abbasi M, Hanandeh A El. Forecasting municipal solid waste generation using artificial intelligence modelling approaches. *Waste Management*, Vol 56, 2016 pp.13–22.
- [10] Shu HY, Lu HC, Fan HJ, Chang MC, Chen JC. Prediction for energy content of Taiwan

- municipal solid waste using multilayer perceptron neural networks. Journal of the Air & Waste Management Association, Vol 56, No 6, 2006 pp. 852–858.
- [11] You H, Ma Z, Tang Y, Wang Y, Yan J, Ni M, et al. Comparison of ANN (MLP), ANFIS, SVM, and RF models for the online classification of heating value of burning municipal solid waste in circulating fluidized bed incinerators. Waste Management, 2017. doi:10.1016/j.wasman.2017.03.044.
- [12] Eurostat. Municipal waste - annual data. http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasmun& (accessed May 05, 2017).
- [13] World Bank. Data | The World Bank 2015. <http://data.worldbank.org>.
- [14] UNDP. Human Development Data (1990-2015) | Human Development Reports. 2016.
- [15] OECD. OECD Statistics 2015. <http://stats.oecd.org>.
- [16] Specht DF. A general regression neural network. IEEE Transaction on Neural Networks, Vol 2, No 6, 1991, pp. 568–576.

3. Polazne hipoteze

Prilikom izrade predmetne doktorske disertacije pošlo se od hipoteze da postoji matematička povezanost količina otpada koje se generišu na nacionalnom nivou sa socio-ekonomskim, demografskim i industrijskim indikatorima i da je ova zavisnost nelinearna. Pomenuti indikatori će se koristiti kao nezavisne promenljive za razvoj modela za predviđanje količina različitih vrsta nastalog otpada na nacionalnom nivou, primenom veštačkih neuronskih mreža.

Pored toga, jedna od hipoteza je da je na generisanje komunalnog čvrstog otpada uticaj imala i svetska ekonomska kriza koja se odigrala 2008. godine. Iz tog razloga vršiće se poređenje performansi modela prilikom čijeg razvijanja su uzeti u obzir efekti svetske ekonomske krize, sa performansama modela koji su dobijeni bez razmatranja ovih uticaja.

Hipoteza koja će takođe biti ispitana je i da se primenom veštačkih neuronskih mreža mogu dobiti pouzdani podaci o benefitima korišćenja komunalnog čvrstog otpada kao energenta, na nacionalnom nivou, sa aspekta očuvanja životne sredine i neobnovljivih resursa. Biće ispitana i hipoteza da se dobijeni model može primeniti na države koje ne koriste otpad za dobijanje energije, kako bi se utvrdila potencijalna količina energije koja bi se mogla dobiti iz otpada, kao i eventualne uštede konvencionalnih goriva koje bi se mogle ostvariti.

4. Naučne metode istraživanja

S obzirom da se očekuje da je matematička povezanost količina generisanog otpada nelinearna sa pomenutim indikatorima, za razvoj modela koristiće se veštačke neuronske mreže, jer se

očekuje da će se njihovom primenom dobiti znatno bolji rezultati nego primenom konvencionalnih (linearnih) modela.

Od opštih naučnih metoda, biće primenjeno: induktivno i deduktivno zaključivanje, komparacija, analiza i sinteza, apstrakcija i konkretizacija, generalizacija i specijalizacija. Na osnovu podataka dobijenih iz različitih relevantnih izvora, vršiće se modelovanje količina generisanih različitih vrsta otpada i efekata tretmana otpada, uz odabir odgovarajućih hemometrijskih metoda (korelaciona analiza i analiza osetljivosti).

Performanse modela će biti ispitane testiranjem razvijenih modela kroz:

- uporednu analizu modelovanih i izmerenih vrednosti,
- poređenja rezultata dobijenih modela korišćenjem statističkih indikatora performansi modela.

5. Očekivani naučni doprinos

Očekivani rezultati ove doktorske disertacije su sledeći:

- Razvoj modela za predviđanje količine generisanog komunalnog čvrstog otpada na nacionalnom nivou uzimajući u obzir uticaj globalne ekonomske krize;
- Razvoj modela za predviđanje količina generisanih različitih vrsta opasnog otpada primenom veštačkih neuronskih mreža;
- Razvoj modela za predviđanje količine energije koja se može dobiti iz otpada.

Može se očekivati da će rezultati istraživanja u okviru ove doktorske disertacije omogućiti tačnije, brže i jednostavnije predviđanje količine generisanog otpada, kao i da će doprineti saznanjima o mogućnostima premene veštačkih neuronskih mreža u oblasti upravljanja otpadom.

Očekuje se da razvijeni modeli doprinesu proaktivnom i efikasnom upravljanju otpadom u cilju poboljšanja kvaliteta životne sredine i očuvanja prirodnih resursa.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Predmet rada ove doktorske disertacije je primena veštačkih neuronskih mreža za modelovanje različitih indikatora za upravljanje otpadom na nacionalnom nivou. Kao ulazne promenljive će biti korišćeni odabrani socio-ekonomski, demografski i industrijski pokazatelji razvoja država. Osnovna arhitektura koja će biti korišćena je neuronska mreža sa opštom regresijom (GRNN), jer je u prethodnim radovima dokazana njena superiornost nad ostalim arhitekturama koje su primenjivane u ovoj oblasti.

U prvom delu istraživanja planiran je razvoj modela za predviđanje količine komunalnog čvrstog otpada koji se generiše na godišnjem nivou u 44 države koje su članovi Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj (OECD - *Organisation for Economic Co-operation and*

Development), Evropske unije ili su države partneri OECD. Glavni cilj ovog istraživanja je da se ispita potencijalni uticaj svetske ekonomske krize na količine generisanog otpada. U tu svrhu se koristi ispitivanje tzv. strukturnog loma, a njegov uticaj se analizira poređenjem rezultata modela dobijenog kada se zanemari strukturni lom sa rezultatima modela u kome je strukturni lom uzet u obzir.

U drugom delu istraživanja planiran je razvoj modela za predviđanje količina generisanja opasnog otpada. S obzirom na to da se opasan otpad generiše iz međusobno veoma različitih izvora, nije moguće predviđanje ukupnih količina svih vrsta opasnog otpada. Opasan hemijski otpad i medicinski otpad zajedno čine oko 40% ukupnog opasnog otpada u Evropskoj uniji, pa su iz tog razloga izabrani za modelovanje. Početni set odabranih nezavisnih promenljivih koje se koriste kao ulazni podaci, optimizovaće se korišćenjem korelacione analize i analize osetljivosti.

Takođe, planirano je i ispitivanje mogućnosti upotrebe veštačkih neuronskih mreža za predviđanje količina energije koja se dobija iz komunalnog čvrstog otpada u zemljama Evropske unije u toku godine. Nakon što se broj nezavisnih promenljivih svede na optimalni nivo, odabrani model će biti iskorišćen za predviđanje količine energije koja se potencijalno može dobiti u balkanskim državama, na godišnjem nivou. Iz dobijenog rezultata će biti izračunate potencijalne uštede dominantnih konvencionalnih goriva u svim pojedinačnim državama Balkana.

Analiza performansi svih dobijenih modela će se vršiti poređenjem rezultata dobijenih modelovanjem sa stvarnim rezultatima. Za ispitivanje performansi modela koriste se različiti statistički pokazatelji, pri čemu ne postoji univerzalni set, već se koristi veći broj indikatora koji opisuju različite aspekte ponašanja modela. Statistički pokazatelji performansi modela koji će biti korišćeni u predmetnim istraživanjima su: koeficijent linearne korelacije (R^2), koren srednje kvadratne greške (eng. *the root mean squared error* - *RMSE*), srednja apsolutna greška (eng. *the mean absolute error* - *MAE*), srednja apsolutna greška u procentima (eng. *the mean absolute percentage error* - *MAPE*), indeks slaganja (eng. *the index of agriment* - *IA*), udeo tačnih predviđanja (eng. *the percent of predictions within a factor the observed values* - *FA*) itd.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetih podataka o dosadašnjem radu i postignutim rezultatima može se zaključiti da kandidat **VLADIMIR ADAMOVIĆ** ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Takođe, na osnovu iznetih podataka, Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije Vladimira Adamovića pod naslovom „**Predviđanje indikatora za upravljanje čvrstim otpadom na nacionalnom nivou primenom veštačkih neuronskih mreža**“, naučno zasnovana, i predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da je prihvati. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Inženjerstvo zaštite životne sredine, za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Za mentora se predlaže dr Viktor Pocajt, vanredni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Beograd, 31.08.2017. godine

ČLANOVI KOMISIJE:

Prof. dr Viktor Pocajt, vanredni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Prof. dr Mirjana Ristić, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Prof. dr Aleksandra Perić-Grujić, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Davor Antanasijević
Naučni saradnik, Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu

Dr Aleksandar Čosović
Naučni saradnik, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih
mineralnih sirovina