

Fakultet za poslovne studije i pravo Fakultet za  
informacione tehnologije i inženjerstvo  
Univerzitet „Union – Nikola Tesla“, Beograd, Republika Srbija

**ŠESTA NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA SA MEĐUNARODNIM  
UČEŠĆEM: „ODRŽIVI RAZVOJ I ZAŠTITA VODA  
(PRAVO, EKONOMIJA I MENADŽMENT)“  
Zbornik radova, Vol. 1**

Urednici:

Prof. dr Milan Radosavljević Prof.  
dr Dragana Barjaktarević Prof. dr  
Cvetko Smilevski Prof. dr  
Nedeljka Rosić

Beograd, Republika Srbija, 2022.

Šest naučno-stručna konferencija sa međunarodnim učešćem  
“Održivi razvoj i zaštita voda (pravo, ekonomija i menadžment)”  
Zbornik radova, Vol. 1

**Izdavač**

Fakultet za poslovne studije i pravo  
Univerzitet "Union – Nikola Tesla", Beograd, Republika Srbija

**Suizdavač**

Fakultet za informacione tehnologije i inženjerstvo  
Univerzitet "Union – Nikola Tesla", Beograd, Republika Srbija

**Za izdavača**

Prof. dr Milan Radosavljević  
Dekan Fakulteta za poslovne studije i pravo

**Glavni i odgovorni urednik**

Emeritus prof. dr Života Radosavljević  
Fakultet za poslovne studije i pravo

**Urednici**

Prof. dr Milan Radosavljević  
Prof. dr Dragana Barjaktarević  
Prof. dr Cvetko Smilevski  
Prof. dr Nedeljka Rosić

**Tehnički urednik:** Daniela Kuzmanović, master

**Tehnička obrada i dizajn korica:** Mr Zoran Kuzmanović

**Štampa:** Štamparija Draslar List, Beograd

**Tiraž** 200

**Redakcija**

Fakultet za poslovnestudije i pravo–Beograd  
Jurija Gagarina 149A, Novi Beograd, Srbija  
[www.fpsp.edu.rsinfo@fpsp.edu.rs](mailto:www.fpsp.edu.rsinfo@fpsp.edu.rs)

**ISBN 978-86-6102-090-2**

**Softverski je provereno i potvrđeno autorstvo publikacije**

© 2022. Fakultet za poslovne studije i pravo i  
Fakultet za informacione tehnologije i inženjerstvo

Faculty of Business Studies and Law  
Faculty of Information Technologies and Engineering  
“Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

**6<sup>th</sup> SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE WITH INTERNATIONAL  
PARTICIPATION: „SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND WATER  
PROTECTION (LAW, ECONOMY AND MANAGEMENT)”**

**Proceedings, Vol. 1**

Editors:

Milan Radosavljević, PhD

Dragana Barjaktarević, PhD

Cvetko Smilevski, PhD

Nedeljka Rosić, PhD

Belgrade, Republic of Serbia, 2022.

6<sup>th</sup> Scientific-Expert Conference with International Participation  
„Sustainable Development and Water Protection“ (Law, Economy and Management)  
Proceedings, Vol. 1

**Publisher**

Faculty of Business Studies and Law,  
“Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

**Co Publisher**

Faculty of Information Technologies and Engineering,  
“Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

**For the Publisher**

Prof. dr Milan Radosavljević  
Dean of Faculty of Business Studies and Law,

**Editor in Chief**

Emeritus prof. dr Života Radosavljević  
Faculty of Business Studies and Law

**Editors**

Milan Radosavljević, PhD  
Dragana Barjaktarević, PhD  
Cvetko Smilevski, PhD  
Nedeljka Rosić, PhD

**Technical editor:** Daniela Kuzmanović, master

**Technical preparation and Cover design:** Mr Zoran Kuzmanović

**Print:** Draslar List, Belgrade

**Circulation** 200

**Redakcija**

Fakultet za poslovne studije i pravo – Beograd  
Jurija Gagarina 149A, Novi Beograd, Srbija  
[www.fpsp.edu.rs/info@fpsp.edu.rs](http://www.fpsp.edu.rs/info@fpsp.edu.rs)

**ISBN 978-86-6102-090-2**

**The authorship of the publication has been verified and confirmed by software.**

© 2022. Faculty of Business Studies and Law and  
Faculty of Information Technologies and Engineering

## ODRŽAVANJE KONFERENCIJE PODRŽALI



SUPERLAB, Beograd, Republika Srbija



Ministarstvo za zaštitu životne sredine,  
Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, Republika Srbija



Međunarodna komisija za očuvanje reke Dunav, Beč, Austrija



Međunarodna savska komisija, Zagreb, Republika Hrvatska



Centar za unapređenje životne sredine, Beograd, Republika Srbija



Biznis akademija Smlevski, Bitolj i Skoplje, Republika Severna Makedonija



## NAUČNI ODBOR / SCIENTIFIC COMMITTEE

Emeritus Života Radosavljević, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Emeritus Larisa Jovanović, PhD, Alfa BK Univerzitet, Beograd, Srbija

Aleksandar Anđelković, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Aleksandra Gajdobranski, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Aleksandra Mitrović, PhD, Faculty of Information Technologies and Engineering, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Aleksandra Pavićević, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Aleksios Panagopoulos, PhD, Ministry of Education, Greece ( Retired professor)

Alexandra Kartseva, PhD, Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russian Federation, Head of the Center for Russian-Slavic Intercultural Cooperation and Internationalization, Saint-Petersburg, Russian Federation,

Ana Opačić, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Andrzej Banaszek, PhD, West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Poland

Božidar Forca, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Branko Tešanović, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Cvetko Smilevski, PhD, Business Academy Smilevski - Management Institute, BASIM, Skopje, Bitola, North Macedonia

Deasún Ó Conchúir, PhD, Scatterwork GmbH, Switzerland

Dejan Ilić, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union–Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Dragana Barjaktarević, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Dragana Radosavljević, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Dragoljub Sekulović, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union–Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Gordana Đuretić, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Gordana Taševska, PhD, Business Academy Smilevski (BAS), Skopje and Bitola, Republic of North Macedonia

Ivana Ilić, PhD, Faculty of Information Technologies and Engineering, "Union–Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Ivica Stanković, PhD, Faculty of Information Technologies and Engineering, "Union–Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Iztok Podbregar, PhD, Faculty of Organizational Sciences, Maribor, Slovenia

Jelena Grujić, PhD, Faculty of Information Technologies and Engineering, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Josef Navrly, PhD, Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology, Brno, Czech Republic



Jovan Šarac, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Jurij Dorošenko, PhD, Belgorod State Technological University B. G. Shukhov, Belgorod, Russian Federation

Karl Schoph, PhD, Sigmund Freud University, Vienna, Austria

Lazar Cvijić, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Ljiljana Matavulj, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Ljiljana Stanković, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Ljubinko Mitrović, PhD, Faculty of Legal Sciences of the Pan-European University APEIRON, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

Maden Vuruna, PhD, Faculty of Information Technologies and Engineering, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Maja Anđelković, PhD, Faculty of Information Technologies and Engineering, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Maja Dimić, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Marjan Marjanović, PhD, Institute for Critical Infrastructure Assessment, Podgorica, Montenegro

Milan Janković, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Milan Milošević, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Milan Radosavljević, PhD, Faculty of Business Studies and Law, “Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

Milan Vemić, PhD, Faculty of Business Studies and Law, “Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

Mileva Pavlović, PhD, Faculty of Business Studies and Law, “Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

Milica Kaličanin, PhD, Faculty of Business Studies and Law, “Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

Milijana Danevska, PhD, Faculty of Business Studies and Law, “Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

Miloš Vujnović, PhD, Faculty of Information Technologies and Engineering, “Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

Miodrag Gordić, PhD, Faculty of Business Studies and Law, “Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

Mirjana Puharić, PhD, Faculty of Information Technologies and Engineering, “Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

Nataliya Kireyenka, PhD, Institute for Advanced Studies and Retraining of Personnel in the Agricultural Industry, Belarusian State Agricultural Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Nedeljka Rosić, PhD, Southern Cross University, Australia

Nedžad Korajlić, PhD, Faculty of Criminology, Criminology and Security Studies, University of Sarajevo, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina,

Nevena Krasulja, PhD, Faculty of Business Studies and Law, “Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

Olja Arsenijević, PhD, Faculty of Business Studies and Law, “Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

Pawan Fowdur, PhD, University of Mauritius, Republic of Mauritius

Petar Kočović, PhD, Faculty of Information Technologies and Engineering, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Polona Šprajc, PhD, Faculty of Organizational Sciences, Maribor, Republic of Slovenia

Radoje Cvejić, PhD, Faculty of Information Technologies and Engineering, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Radovan Petrović, PhD, Faculty of Information Technology and Engineering, "Union-Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia,

Rok Strašek, PhD, Faculty for Management, University of Primorska, Koper, Republic of Slovenia

Slobodan Šegrt, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Srđan Nikezić, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Stevan Stojanović, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Suzana Pajić, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Teodora Ivanušna, PhD, Faculty of Organizational Sciences, Maribor, Republic of Slovenia

Tijana Šoja, PhD, Central bank of Bosnia and Herzegovina, Bosnia and Herzegovina

Vanda Božić, PhD, Fakultet za poslovne studije i pravo, Univerzitet "Union – Nikola Tesla", Beograd, Srbija

Velimir Dedić, PhD, Faculty of Information Technologies and Engineering, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Vera Krmpot, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Vjačeslav Mutavči, PhD, Faculty of Information Technologies and Engineering, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Vladan Stanković, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Vladimir Brusić, PhD, University of Nottingham Ningbo, Ningbo, China (UNNC), People's Republic of China

Vladislav Minin, PhD, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production - Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific AgroEngineering Centre VIM, Saint-Petersburg, Russian Federation

Zoran Kaličanin, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Zoran Pešić, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

Željko Simić, PhD, Faculty of Business Studies and Law, "Union – Nikola Tesla" University, Belgrade, Republic of Serbia

## **ORGANIZACIONI ODBOR / ORGANISING COMMITTEE**

Daniela Kuzmanović, MA, Faculty of Information Technologies and Engineering,  
“Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

Zoran Kuzmanović, MA, Faculty of Information Technologies and Engineering,  
“Union – Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia

Vladana Lilić, MA, Faculty of Business Studies and Law, “Union – Nikola Tesla”  
University, Belgrade, Republic of Serbia

Bojan Zdravković, MA, Faculty of Business Studies and Law, “Union – Nikola Tesla”  
University, Belgrade, Republic of Serbia

Aleksandra Podnar, MA, Faculty of Information Technologies and Engineering, “Union  
– Nikola Tesla” University, Belgrade, Republic of Serbia



## SADRŽAJ / CONTENTS

<b>PREDGOVOR .....</b>	<b>19</b>
<b>FOREWORD .....</b>	<b>23</b>
<b>OSVRT NA STRATEGIJU UPRAVLJANJA VODAMA U SRBIJI.....</b>	<b>27</b>
<i>Maja Anđelković, Dušan Lukić, Aleksandar Anđelković</i>	
<b>OSKUDNOST PIJAĆE VODE KAO AKTUELNI PROBLEM DANAŠNJICE.....</b>	<b>51</b>
<i>Ratomir Antonović</i>	
<b>KOMPARATIVNA ANALIZA PRIMENE EKONOMSKIH INSTRUMENATA U UPRAVLJANJU VODAMA U EVROPSKIM ZEMLJAMA .....</b>	<b>67</b>
<i>Mihajlo Bobar, Marko Simić, Bojan Vračarević</i>	
<b>PRAVNO-INSTITUCIONALNI OKVIR ZAŠTITE VODA U SRBIJI I EU U SVETLU EKONOMSKE I EKOLOŠKE REALNOSTI .....</b>	<b>81</b>
<i>Predrag Dedeić</i>	
<b>OSVRT NA SVETSKE PATENTE I DOMAĆA REŠENJA ODRŽIVOG RAZVOJA I BEZBEDNOSTI VODE.....</b>	<b>93</b>
<i>Nataša Dorđević, Slavica Mihajlović</i>	
<b>ODRŽIVI RAZVOJ U MULTIFIKOVANOM REŠENJU ZAGAĐENJA ŽIVOTNE SREDINE .....</b>	<b>101</b>
<i>Nataša Dorđević, Slavica Mihajlović</i>	

<b>PROPOSED SOLUTIONS TO REDUCE THE ACUTE WATER SHORTAGE IN LIBYA .....</b>	<b>109</b>
<i>Mohsen Elsaraiti, Abubakr Ali, Ziad Alhashmi</i>	
<b>NAVODNJAVANJE UZ KORIŠĆENJE ENERGIJE IZ SOLARNIH PANELA .....</b>	<b>123</b>
<i>Aleksandra Gajdobranski, Vera Krmpot, Tamara Premović</i>	
<b>GLOBALNI BEZBEDNOSNI IZAZOVI za VODNE RESURSE .....</b>	<b>135</b>
<i>Haris Hadžić</i>	
<b>ANALIZA ISPRAVNOSTI PIJAĆIH VODA U REPUBLICI SRBIJI.....</b>	<b>147</b>
<i>Ivana Ilić, Mirjana Puharić, Dejan Ilić</i>	
<b>ODRŽIVI MARKETING U HOTELIJERSTVU U CILJU ZAŠTITE VODA .....</b>	<b>157</b>
<i>Adriana Jović – Bogdanović, Vladana Lilić, Milan Janković</i>	
<b>PRAVNA I EKOLOŠKA ZAŠTITA VODA U REPUBLICI SRBIJI KAO INDIKATOR ODRŽIVOG RAZVOJA .....</b>	<b>167</b>
<i>Milica Kastratović</i>	
<b>RESTRUKTURIRANJE KAO OSNOVA ODRŽIVOG POSLOVANJA VODOVODA .....</b>	<b>185</b>
<i>Dušan Lukić, Dragana Radosavljević</i>	
<b>ZAŠTITA I UPRAVLJANJE VODAMA .....</b>	<b>197</b>
<i>Marjan Marjanović, Amela Hajdarević, Nedžad Korajlić</i>	



<b>POVEĆANJE EFIKASNOSTI PRERADE OTPADNIH VODA.....</b>	<b>209</b>
<i>Miljan Miletić, Stefan Cvejić, Radoje Cvejić</i>	
<b>ANALIZA STANJA VODA MARKOVAČKOG JEZERA .....</b>	<b>219</b>
<i>Aleksandra Mitrović, Jelena Vučićević</i>	
<b>MONITORING UTICAJA OTVORENOG KOPA MAJDANPEK NA ŽIVOTNU SREDINU KORIŠĆENJEM MAŠINSKOG UČENJA I GISA.....</b>	<b>233</b>
<i>Ivan Potić, Boris Vakanjac, Stefan Petrović</i>	
<b>EKONOMSKO PRAVNI ASPEKTI UPRAVLJANJA VODNIM RESURSIMA SA AKCENTOM NA SRBIJU.....</b>	<b>245</b>
<i>Milan Radosavljević, Bojan Zdravković, Života Radosavljević</i>	
<b>INDUSTRIJA, ZAGAĐENJE I ZAŠTITA VODA SA OSVRTOM NA PRAVNI ASPEKT .....</b>	<b>273</b>
<i>Kristijan Šebešćan</i>	
<b>PLANIRANJE PROJEKATA U VODOPRIVREDI .....</b>	<b>289</b>
<i>Slobodan Šegrt</i>	
<b>SAVREMENE EVROPSKE AKTIVNOSTI I PRISTUP SRBIJE U OBLASTI ZAŠTITE VODA .....</b>	<b>307</b>
<i>Dragoljub Sekulović, Marko Simić, Mihajlo Bobar</i>	

<b>IZVORSKE VODE NA VLASINI KAO SIROVINA ZA PROIZVODNJU PIVA .....</b>	<b>323</b>
--	------------

*Srđan Tasić, Aleksandar Janjić*

<b>INFORMACIONE TEHNOLOGIJE I POTREBA UVOĐENJA AUTOMATIZOVANOG MONITORINGA KVALITETA VODE ZA PIĆE U REALNOM VREMENU U SRPSKIM SVETINJAMA NA KOSOVU I METOHIJI .....</b>	<b>335</b>
---	------------

*Irena Tasić, Srđan Tasić*

<b>CRIMINAL ASPECTS OF WATER PROTECTION IN THE REPUBLIC OF SERBIA .....</b>	<b>345</b>
---	------------

*Mirza Totić*

## OSVRT NA SVETSKE PATENTE I DOMAĆA REŠENJA ODRŽIVOG RAZVOJA I BEZBEDNOSTI VODE

**Nataša Đorđević**

Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd, Republika Srbija,  
e-mail: n.đorđević@itnms.ac.rs

**Slavica Mihajlović**

Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd, Republika Srbija,  
e-mail: s.mihajlovic@itnms.ac.rs

**Apstrakt:** Svedoci smo sve brzih i izraženijih klimatskih promena uzrokovanih ne samo prirodnim procesima, već sve većim zagađenjem životne sredine koja je direktna posledica čovekovog delovanja. Populacijski rast kao tehnološki i ekonomski napredak imaju negativni uticaj na životnu sredinu, te su se poslednjih decenija održivi razvoj i bezbednost vode nametnuli kao neminovni u rešavanju veze voda-hrana-energija. Vodena bezbednost je primarni zadatak u projektu ublažavanja uticaja zagađenost životne sredine na svim svetskim nivoima struktura. Ujedinjene nacije su, sa svoja 193 članice, 2015. te godine pripremile agendu planiranu za 2030. tu godinu koja se sastoji od 17 ciljeva koji su primarni u budućem periodu, i to su između ostalog socijalna uključenost, održivost životne sredine, pravda, mir, ekonomski razvoj, dobro upravljanje i partnerstvo. Jedan od glavnih ciljeva održivog razvoja je i centralni fokus a odnosi se na čistu vodu i kanalizaciju. U ovom radu dat je pregled nekih svetskih trendova u preradi otpadnih voda u odnosu na domaće metode prečišćavanja rudničkih voda. U nastavku istraživanja je cilj rada je bio valorizovanje tehnogenih mineralnih sirovina (sekundarnog sumpora i letećeg pepela), čime od pomenutih ekološki opasnih materija nastaje ekološki prihvatljiv i koristan materijal, masovno primenljivo provenstveno u građevinarstvu, ali i drugde. Pored toga, projekat je fokusiran na uklanjanje teških metala iz kiselih rudničkih otpadnih voda peletiziranim letećim pepelom kao sorbentom koji će dalje biti korišćen za sintezu sumpornog betona. Proizvodnja sumpornog betona podrazumeva primenu sekundarnog sumpora iz rafinacije nafte kao zamenu za portland cementno vezivo u konvencionalnom betonu čime se postiže značajan ekološki i ekonomski benefit.

*Projekat uključuje nekoliko aspekata korisnih u Evropi i svetu, kao što su dobijanje novih materijala i upotreba resursa otpada, što ima veoma važan uticaj na zaštitu životne sredine, kao i bitan ekonomski aspekt. Pošto su ove oblasti relativno mlade, u budućnosti se očekuje njihov dalji razvoj i primena dobijenih rezultata u industriji.*

**Ključne reči:** *rudničke vode, otpadne vode, deponovanje*

## REVIEW OF WORLD PATENTS AND DOMESTIC SOLUTIONS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND WATER SECURITY

***Abstract:** We are witnessing increasingly rapid and pronounced climate changes caused not only by natural processes, but also by increasing environmental pollution, which is a direct consequence of human activity. Population growth as well as technological and economic progress have a negative impact on the environment, and in recent decades, sustainable development and water security have been imposed as inevitable in solving the water-food-energy relationship. Water safety is the primary task in the project to mitigate the impact of environmental pollution at all world levels of structures. In 2015, the United Nations, with its 193 members, revised the agenda planned for 2030, which consists of 17 goals that are primary in the future, including social inclusion, environmental sustainability, justice, peace, economic development, good governance and partnership. One of the main goals of sustainable development is the central focus, and it refers to clean water and sanitation. This paper provides an overview of some global trends in wastewater treatment in relation to domestic methods of mine water purification. In the continuation of the research, the goal of the work was the valorization of man-made mineral raw materials (secondary sulfur and fly ash), which creates an environmentally acceptable and useful material from the mentioned ecologically hazardous substances, mass applicable primarily in construction, but also elsewhere. In addition, the project is focused on the removal of heavy metals from acid mine wastewater using pelletized fly ash as a sorbent that will be further used for the synthesis of sulfur concrete. The production of sulfur concrete implies the use of secondary sulfur from oil refining as a substitute for Portland cement binder in conventional concrete, which achieves a significant environmental and economic benefit.*

*The project includes several aspects useful in Europe and the world, such as obtaining new materials and using waste resources, which has a very important impact on environmental protection, as well as an important economic aspect. Since these fields are relatively young, their further development and application of the obtained results in the industry is expected in the future.*

***Key words:** mine water, waste water, disposal*

## **RAD**

U savremenom svetu, veliki ekološki problem stvaraju otpadne vode nastale u industriji prerade metaličnih sirovina u čijim se tehnološkim procesima neprestano generiše velika količina otpadnih voda različitog sastava, strukture i karakteristika u zavisnosti od mesta i načina nastanka. Tehnologija prečišćavanja otpadnih voda mora da bude efikasna, ekološki prihvatljiva i ekonomski isplativa.

Rudničke vode iz prerade rude bakra su neželjeni efekat koji se često javlja tokom eksploatacije rude. Kao posledica ovog procesa javlja se kako dodatni utrošak energije tako i gubitak bakra ukoliko se otpadne vode adekvatno ne tretiraju. Tako zvane 'plave vode' se pojavljuju na mestima gde se ruda otkopava, a takođe se mogu pojaviti i na mestima gde se ruda deponuje. Pojava 'plavih voda' je višedecenijski problem, i rešavanje ovog problema iziskuje mnogo dodatnih rešenja i istraživanja. Tokom procesa eksploatacije rudnih masa dolazi do taloženja ne samo bakra već i drugih teških metala, što je posledica promene strukture terena do koje dolazi tokom eksploatacije terena. Hemijski proces koji se u prirodi spontano dešava i koji dovodi do rastvaranja minerala prisutnih u okolno zemljište je spor proces. U Rudniku bakra u Boru postoje kako aktivni tako i neaktivni kopovi, i jedni i drugi predstavljaju izvor zagađenja okolnih voda. Prestankom rudničkih aktivnosti ne prestaje zagađenje okoline i time dolazi do dugoročne kontaminacije kako voda tako i zemljišta bakrom i durgim teškim metalima. Ovaj podatak se odnosi na istraživanja koja su urađena na uzorcima iz Bora, a takođe se odnose na sve vrste iskopina gde nije došlo do dovoljne apsorpcije teških metali nakon prerade rude, i koji se ulivaju u vodotokove, bez obzira na lokalitet.

Danas je cilj da se osvoje napredne tehnologija koje omogućavaju prečišćavanje rudničkih i industrijskih voda čime bi se nivo polutanata redukovao do one koncentracije koja omogućile njihovo ponovno iskorišćenje i vraćanje vodotok. Takođe postoji mogućnost da se u vidu tehničkih voda vrate u proces dobijanja bakra i time poveća iskorišćenje ovog metala. Koncentracija bakra, prema zakonskoj regulativi, ne sme biti iznad  $1 \text{ mg dm}^{-3}$  u vodama koje se ispuštaju u prirodne tokove voda i koje su se kasnije koriste za široku upotrebu. U svetu su dostupni različiti jonoizmenjivački i membranski postupci u kombinaciji sa tehnologijama klasičnog tipa koji služe za prečišćavanja voda. Stepene prečišćavanja ovih tehnologija su različite, u zavisnosti od

stepena čistoće voda koji postižu, a prema tome se formiraju i cene primene ovih tehnologija.

Problem koji se navedenim postupcima ne rešava jeste taj da nakon tretmana otpadne vode nastaje nov, visoko koncentrovan opasan otpadni materijal, najčešće u čvrstom obliku ili obliku mulja, koji se mora bezbedno odlagati na deponiji ili podvrgnuti drugim tretmanima kojima bi se učinio bezbednim za deponovanje. Zbog toga je od izuzetnog značaja izvršiti istraživanja i naći postupke kojima bi se omogućio tretman industrijskih otpadnih voda na takav način da se nusproizvodi ovakavog tretmana mogu stabilizovati/solidifikovati i učiniti bezbednim po okolinu u slučaju odlaganja na deponiju ili, ukoliko je to moguće, valorizovati i učiniti ga primenljivim i korisnim materijalom.

Stabilizacija teških metala je rešavana na više načina. U US patentu zavedenom pod brojem 5,562,589 i nazivom STABILIZING INORGANIC SUBSTRATES od 8.10.1996.godine, opisan je postupak stabilizacije neorganskih substrata tečnim sumporom na povišenim temperaturama, pretvarajući tako supstrat u čvrst i stabilan proizvod. Na ovaj način je moguće stabilizovati teške metale, ali na ovaj način vezani teški metali predstavljaju balast koji opterećuje životnu sredinu. Opisani patent ne nudi primenu dobijenog materijala, već samo vezivanje neorganskog otpada tečnim sumporom i dobijanjem čvrstog materijala, čije nagomilavanje može da predstavlja dodatno opterećenje za životnu sredinu. Patent prijavljen za preradu rudničkih voda u Srbiji objedinjuje više zagađivača životne sredine, kombinovanom primenom rešava problem ne samo teških metala, već i deponija letećeg pepela kao i elementarnog sumpora, i primenu dobijenog materijala uz potpunu ekološku saglasnost.

U US patentu zavedenom pod brojem 6,399,848 pod nazivom ENCAPSULATION OF HAZARDOUS WASTE MATERIALS od 4.06.2002. godine, u kome se opisuje metoda inkapsuliranja opasnih otpadnih materijala uključujući i teške metale kao što su arsen, živa, nikal, hrom kao i radioaktivni materijali. Ovom metodom uključuje dodavanje otpadnog materijala i formiranje suspenzije, dobijanje kaše i kapsuliranje otpadnog materijala. Kompozicija je cementna i sadrži kalcijum karbonat i kaustični magnezijum oksid. Testovi koji su sprovedeni na ovom materijalu pokazuju da praktično nije više opasan i da ima izgled betona. Za razliku od ovog patenta, ideja koja bi bila primenljiva u domaćim rudnim otpadnim vodama je da se otpadni materijal vezuje peletama letećeg

pepela, a one se vezuju modifikovanim sumporom, čime se obezbeđuje higroskopnost dobijenog materijala, i uz dodatak ostalih komponenti primenjuje kao stabilan i ekološki siguran građevinski materijal.

U radu pod nazivom Sulfur based hazardous waste solidification Environ Geol (2007) 53:159–175, DOI 10.1007/s00254-006-0631-4, opisana je primena sumpora koji takođe zbog velike količine postaje ekološki problem, i njegova primena u stvaranju termoplastičnog materijala za koji tvrde da se pokazao kao bolji od Portland cementa. Primena sekundarnog sumpora bi dovela do valorizacije elementarnog sumpora koji je sekundarni proizvod naftne industrije, a čije deponovanje takođe ugrožava životnu sredinu.

U patentu EP2432752A1 iz European Patent Office-a, pod nazivom Sulphur cement product, opisuje se proizvod sumpornog cementa koji sadrži od 10 do 30% težinskih sumpora i 70-90% neorganskog materijala u obliku čestica i 0,4-2% voska i manje od 5% bitumena, pri čemu se težinski odnosi zasnivaju na težini sumporno-cemetnog proizvoda.

U radu prezentovanom pod nazivom THE APPLICATION OF SULFUR CONCRETE TO THE STABILIZATION OF Hg-CONTAMINATED SOIL prezentovanom na 1st Spanish National Conference on Advances in Materials Recycling and Eco-Energy, Madrid, 12-13 November 2009 opisan je postupak primene sumpornog betona kao u stabilizaciji zemljišta kontaminiranog živom. Dodavanjem letećeg pepela, koji kao visoko sorpciono sredstvo vezuje sve teške metale prisutne u rudničkim vodama, stabilizuje sumporom, i time na trostruki način rešava probleme zaštite životne sredine.

Kako se u Srbiji primenjuje sumpor koji je otpadni materijal i kao takav balast za životnu sredinu, predlog je da se iskoristi kao vezivno sredstvo u sumpornim betonima. Pri tome je kao takvo rešenje elementarni sumpor koji je takođe sekundarni proizvod i otpadni materijal našao primenu da vezuje pelete letećeg pepela, na kojima su apsorbovani bakar i drugi teški metali koje je trebalo izlučiti iz kiselih rudničkih voda nakon eksploatacije bakra i time stabilizovao higroskopnim svojstvima bakar i teške metale, bez mogućnosti njihovog naknadnog izlučivanja. Ovako pripremljena kompozicija uz ostale komponente čini stabilan i ekološki siguran građevinski materijal.



Za razliku od svetskih trendova, rešenje ponuđeno na osnovu domaćih istraživanja primenjuje sumpor koji je otpadni materijal i kao takav balast za životnu sredinu, ali može da se koristi kao vezivo u sumpornim betonima. Pri tome je u našoj patentnoj prijavi našao primenu da vezuje pelete letećeg pepela, na kojima su apsorbovani bakar i drugi teški metali koje je trebalo izlučiti iz kiselih rudničkih voda nakon eksploatacije bakra i time stabilizovao higroskopskim svojstvima bakar i teške metale, bez mogućnosti njihovog naknadnog izlučivanja. Ovako pripremljena kompozicija uz ostale komponente čini stabilan i ekološki siguran građevinski materijal.

## LITERATURA

1. Bode, A., Zoga, P., Xhulaj, D., Xhulaj, S., Mining residues around lake Ohrid, *Journal of Mining and Metallurgy* 2010, 46 A (1), 23–31.
2. Bogdanovic, G., Antonijevic, M., Milanovic, Z., Šerbula, S., Milić, S., Analiza stanja rudničkih voda Rudnika bakra Bor, II Simpozijum "Reciklažne tehnologije i održivi razvoj", Soko Banja, Srbija 2007, pp. 269-275.
3. Bogdanović, G., Trumić, M., Trumić, M., Antić, D.V., Upravljanje otpadom iz rudarstva- nastanak i mogućnost prerade, *Reciklaža i održivi razvoj* 2011, 4 (1), 37-43.
4. Csefalvay, E., Pauer, V., Mizsey, P., Recovery of copper from process waters by nanofiltration and reverse osmosis, *Desalination* 2009, 240, 132-142.
5. Grozdanka D. Bogdanović, Milan Ž. Trumić, Velizar Stanković, Dejan V. Antić, Maja S. Trumić, Zrinka Milanović, Rudničke vode iz rudnika RTB Bor –Resurs za dobijanje bakra ili zagađivač životne sredine, *Reciklaža i održivi razvoj* 6 (2013) 41-50
6. Milićević, S., Daković, A., Milošević, V., Kragović, M., Matijašević, S., Sorpcija bakra na prirodnom i modifikovanom zeolitu, *Reciklaža i održivi razvoj* 2009, 2 (1), 19-25.
7. Stanković, V., Božić, D., Gorgievski, M., Bogdanović, G., Heavy metal ions adsorption from mine waters by sawdust, *Chemical Industry and Chemical Engineering* 2009, 15 (4), 237–249.

8. Vidojković, V., Branković, A.; Boljanac, T., Martinović, S., Vlahović, M., Valorizacija bakra iz jamskih i drugih otpadnih voda cementacijom na aluminijumu, Reciklaža i održivi razvoj 2008,1 (1), 28-34.