

# PRIMENA INTERVENTNIH MERA U CILJU POVEĆANJA EFIKASNOSTI UKLANJANJA NIKLA IZ VODE NA POSTOJEĆEM POSTROJENJU ZA PREČIŠĆAVANJE VODE ZA PIĆE

## IMPLEMENTATION OF EMERGENCY MEASURES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF NICKEL REMOVAL FROM WATER AT THE EXISTING WATER TREATMENT PLANT

**Zorana RADIBRATOVIĆ<sup>1\*</sup>, Biljana CAKIĆ<sup>1</sup>, Marija VILOTIJEVIĆ<sup>2</sup>,  
Mirjana KIJEVČANIN<sup>3</sup>, Ivona RADOVIĆ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd

<sup>3</sup> Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd

*Projektovanje postrojenja za prečišćavanje vode za piće (PPV) obuhvata kompleksnu analizu i primenu projektnih kriterijuma i ograničenja, u korelaciji sa praktičnim iskustvom. Osnovni prepoznati projektni kriterijumi podrazumevaju kriterijum kapaciteta, kvaliteta, kako sirove tako i prečišćene vode, lokacije postrojenja za preradu vode i dokazane tehnologije. Ukrštanjem kriterijuma pouzdanosti rada sistema sa tehno-ekonomski pokazateljima, dobija se optimalno rešenje procesa prerade, ne samo za nova postrojenja, već i za unapređenje procesa na postojećim postrojenjima. Na osnovu raspoloživih podataka o stanju akumulacije Ribnica, kvalitetu sirove i tretirane vode, za unapređenje procesa prerade na PPV na Zlatiboru dat je interventni, optimalni predlog unapređenja tehnologije prečišćavanja vode do kvaliteta za piće, tako da se obezbedi maksimalna efikasnost i fleksibilnost u radu sistema. Analize kvaliteta vode su pokazale da su nakon tretmana na postrojenju, svi parametri u okviru MDK koje propisuje Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, osim odstupanja nikla (Ni). U radu su prikazani rezultati analiza vode i efekata uklanjanja Ni tokom višestrukih proba u laboratoriji i na samom postrojenju u pogledu tretmana vode.*

**Ključne reči:** PPV; voda; nikel; proces; efikasnost

*The design of a water treatment plant (WTP) involves a complex analysis and application of design criteria and constraints, in correlation with practical experience. The basic recognized design criteria include capacity criteria, quality of both raw and treated water, locations of water treatment plants and proven technologies. By crossing the system reliability criteria with techno-economic indicators, the optimal solution of the processing process is obtained, not only for new plants, but also for the improvement of processes at existing plants. Based on the available data of the Ribnica accumulatio, the quality of raw and treated water, an interventional, optimal proposal for improving the technology of water purification to drinking quality was given to improve the process treatment at WTPP in Zlatibor, to ensure maximum efficiency and flexibility in system operation. Analyzes of water quality have shown that after treatment at the plant, all parameters are within the MAC prescribed by the Rulebook on the hygienic suitability of potable water, except for nickel (Ni) deviations. The paper presents the results of water analysis and the effects of Ni removal during multiple tests in the laboratory and at the plant itself in terms of water treatment.*

**Key words:** WTP; water; nickel; process; efficiency

\* Corresponding author, e-mail: zorana.radibratovic@jcerni.rs

Rad je izložen na 36. Međunarodnom kongresu o procesnoj industriji i predložen je za objavljivanje u časopisu "Hemijska industrija".

|     |  |     |
|-----|--|-----|
|     | Jusuf IBRULJ, Amra HASEČIĆ, Ejub DŽAFEROVIĆ . . . . .  | 147 |
| 26. | ИЗВОРИ ИСПУШТАЊА И ЗОНЕ ОПАСНОСТИ ВОДНИЧНИХ<br>ИНСТАЛАЦИЈА<br>Иван АРАНЂЕЛОВИЋ, Раденко РАЈИЋ, Никола ТАНАСИЋ . . . . .  | 149 |
| 27. | UPRAVLJAČKO NADZORNI SISTEM LINIJE<br>ZA KONTINUALNU VULKANIZACIJU PROVODNIKA I KABLOVA SA<br>IZOLACIJOM OD GUME<br>Igor KOCIĆ, Saša S. NIKOLIĆ, Darko MITIĆ . . . . .   | 157 |
| 28. | UTICAJ RADNIH REŽIMA RAZMENJIVAČA TOPLOTE<br>SA VODENIM HLAĐENJEM NA EKSPLOATACIONE TROŠKOVE<br>– PRIMER RAFINERIJSKOG POSTROJENJA<br>Branislav GAJIĆ, Srbislav GENIĆ, Mirjana STAMENIĆ, Miloš IVOŠEVIĆ . . . . .  | 159 |
| 29. | PRIMENA INTERVENTNIH MERA U CILJU POVEĆANJA EFIKASNOSTI<br>UKLANJANJA NIKLA IZ VODE NA POSTOJEĆEM POSTROJENJU<br>ZA PREČIŠĆAVANJE VODE ZA PIĆE<br>Zorana RADIBRATOVIĆ, Biljana ČAKIĆ, Marija VILOTIJEVIĆ,<br>Mirjana KIJEVČANIN, Ivona RADOVIĆ . . . . . | 161 |
| 30. | PRIMENA, IZBORI I DIMENZIONISANJE RASTERETNIH KLAJNI<br>U SISTEMIMA PROTIVPOŽARNE, KOMERCIJALNE<br>I INDUSTRIJSKE VENTILACIJE<br>Nikola TANASIĆ, Tomislav SIMONOVIĆ,<br>Saša MARKOVIĆ, Miloš MIHAILOVIĆ . . . . .  | 163 |

### **Osnovne i pomoćne operacije, aparati i mašine u procesnoj industriji**

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 31. | HIDRODINAMIKA I FENOMENI PRENOSA MASE<br>U APSORPCIONIM KOLONAMA SA PUNJENJEM<br>Milan N. SOVILJ, Momčilo Đ. SPASOJEVIĆ . . . . .                        | 165 |
| 32. | UTICAJ SADRŽAJA VLAGE NA MELJIVOST KOLUBARSKIH LIGNITA<br>Marko OBRADOVIĆ, Nikola KARLIČIĆ, Dušan TODOROVIĆ,<br>Dejan RADIĆ Aleksandar JOVOVIĆ . . . . . | 167 |
| 33. | POMOĆNI IZDUVNI SISTEM POD PRITISKOM<br>ZA IZBACIVANJE GASOVA IZ FABRIČKIH DIMNJAKA<br>Radovan STANIŠIĆ . . . . .  | 169 |

### **Procesne tehnologije**

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 34. | BRZA IDENTIFIKACIJA POLIMERNIH MATERIJALA NA BAZI AKRILONITRIL<br>BUTADIEN STIREN KAUČUKA PRIMENOM TESTA GORENJA I PONAŠANJA<br>U OTVORENOM PLAMENU<br>Matilda LAZIĆ, Dragan HALAS, Aleksandar DEDIĆ, Duško SALEMOVIĆ . . . . . | 175 |
| 35. | BIOHIDROGELOVI POLI(METAKRILNE KISELINE): KORAK BLIŽE<br>KONCEPTU „IDEALNOG” SISTEMA ZA DOPREMANJE LEKOVA<br>Maja D. MARKOVIĆ, Pavle M. SPASOJEVIĆ,<br>Sanja I. SAVIĆ, Olga J. PANTIĆ, Vesna V. PANIĆ . . . . .                 | 181 |
| 36. | ENERGETSKA BEZBEDNOST SEKTORA PRIRODNOG GASA SRBIJE<br>Aleksandar MADŽAREVIĆ, Predrag JOVANČIĆ, Miroslav CRNOGORAC . . . . .  | 189 |
| 37. | ODREĐIVANJE OPTIMALNOG REŽIMA<br>ZAMRZAVANJA LISNATOG TESTA<br>Anastasija SELAKOVIĆ . . . . .   | 190 |



# Processing '23

36. Međunarodni kongres o procesnoj industriji

1. i 2. jun 2023, Centar za stručno usavršavanje, Šabac

## ZBORNİK RADOVA Proceedings



ElixirGroup

**ZBORNİK RADOVA**  
**pisanih za 36. Međunarodni kongres o procesnoj industriji**  
**PROCESING '23**

Centar za stručno usavršavanje, Šabac

**Izdavač**

Savez mašinskih i elektrotehničkih  
inženjera i tehničara Srbije (SMEITS)  
Društvo za procesnu tehniku  
Kneza Miloša 7a/II,  
11000 Beograd

**Predsednik Društva za procesnu tehniku  
pri SMEITS-u**

prof. dr Aleksandar Jovović, dipl. inž.

**Urednici**

Prof. dr Marko Obradović, dipl. inž.  
Prof. dr Miroslav Stanojević, dipl. inž.  
Prof. dr Aleksandar Jovović, dipl. inž.

**Tiraž**

50 primeraka

**CD umnožava**

Paragon, Beograd

**ISBN**

978-86-85535-15-4

**Godina izdavanja**

2023.



Društvo za procesnu tehniku  
pri SMEITS-u



Katedra za procesnu tehniku  
Mašinskog fakulteta u Beograd



Samit energetike Trebinje  
Trebinje

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

## MEĐUNARODNI NAUČNI ODBOR

- Dr Nikolina Banjanin** *Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet, Institut za higijenu sa medicinskom ekologijom, Beograd*
- Dr Maja Đolić** *Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd*
- Dr Mirko Dobrnjac** *Mašinski fakultet Banja Luka, BiH*
- Dr Damir Đaković** *Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
- Dr Srbislav Genić** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd*
- Dr Zvonimir Guzović** *Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Hrvatska*
- Dr Gorica Ivaniš** *Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd*
- Dr Jelena Janevski** *Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet, Niš*
- Dr Rade Karamarković** *Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo, Kraljevo*
- Dr Mirjana Kijevčanin** *Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd*
- Dr Atanas Kočov** *Univerziteta Skopje, Mašinski fakultet, Severna Makedonija*
- Dr Dorin Lelea** *University Politehnica Timisoara, Rumunija*
- Dr Stefan Mandić-Rajčević** *University of Milan, Italija*
- Dr Ljiljana Medić-Pejić** *Universidad Politécnica de Madrid, Španija*
- Dr Sanda Midžić-Kurtagić** *Mašinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, BiH*
- Dr Dobrica Milovanović** *Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac*
- Dr Biljana Miljković** *Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
- Dr Srđan Nešić** *Ohio University, Russ College of Engineering and Technology, Ohio, SAD*
- Dr Branislava Nikolovski** *Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad*
- Dr Nataša Nord** *Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norveška*
- Dr Marko Obradović** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd (predsednik)*
- Dr Goran Orašanić** *Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Mašinski fakultet, Sarajevo, Bosna i Hercegovina*
- Dr Nataša Petrović** *Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Katedra za menadžment tehnologije, inovacija i održivog razvoja, Beograd*
- Dr Dejan Radić** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd*
- Dr Ivona Radović** *Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd*
- Dr Jelena Ruso** *Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Katedra za menadžment kvaliteta i standardizaciju, Beograd*
- Dr Niko Samec** *Univerzitet u Mariboru, Mašinski fakultet, Slovenija*
- Dr Anastasija Selaković** *Udruženje energetičara Subotica, Subotica*
- Dr Stojan Simić** *Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Mašinski fakultet, Sarajevo, Bosna i Hercegovina*
- Dr Dunja Sokolović** *Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
- Dr Mirjana Stamenić** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd*
- Dr Olivera Stamenković** *Univerzitet u Nišu, Tehnološki Fakultet, Leskovac*
- Dr Jasna Tolmač** *Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin*
- Dr Radoje Vujadinović** *Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet, Crna Gora*
- Dr Igor Vušanović** *Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet, Crna Gora*
- Dr Nikola Živković** *Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Laboratorija za termotehniku i energetiku, Beograd*
- Dr Milan Gojak** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd*
- Dr Čedo Lalović** *Akademija strukovnih studija Šumadija – Odsek Aranđelovac*

## ORGANIZACIONI ODBOR

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Dr Miroslav Stanojević</b>     | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd (predsednik)</i>  |
| <b>Dr Nikola Karličić</b>         | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd (potpredsednik)</i>   |
| <b>Slavica Bogdanović</b>         | <i>inženjer specijalista za zaštitu životne sredine, Elixir Zorka, Šabac</i>  |
| <b>Dr Dušan Todorović</b>         | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd</i>   |
| <b>Dr Zoran Simić</b>             | <i>Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd</i>  |
| <b>Doc. dr Nemanja Milenković</b> | <i>Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Beograd (Katedra za operaciona istraživanja i statistiku)</i> |
| <b>Dr Milica Karanac</b>          | <i>Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd</i>  |
| <b>Dr Marta Trninić</b>           | <i>Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd – Odsek Beogradska politehnika</i>                                    |
| <b>Branislav Todorović</b>        | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd</i>   |
| <b>Aleksandar Branković</b>       | <i>SET Trebinje, Bosna i Hercegovina</i>  |

## POČASNI ODBOR

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Prof. dr Bratislav Blagojević</b> | <i>Predsednik SMEITS-a</i>  |
| <b>Prof. dr Vladimir Popović</b>     | <i>dekan Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu</i>  |
| <b>Prof. dr Petar Uskoković</b>      | <i>dekan Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu</i>   |
| <b>Prof. dr Milan Martić</b>         | <i>dekan Fakulteta organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu</i>   |
| <b>Prof. dr Srđan Kolaković</b>      | <i>dekan Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu</i>  |
| <b>Prof. dr Svetlana Karić</b>       | <i>Predsednik Akademije strukovnih studija Šabac</i>  |
| <b>Prof. dr Martin Bogner</b>        | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd</i>   |
| <b>Prof. dr Snežana Pajović</b>      | <i>Institut za nuklearne nauke "Vinča" – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju – Univerzitet u Beogradu</i> |
| <b>Jovana Jovanović</b>              | <i>ATS – Akreditaciono telo Srbije, Beograd</i>   |
| <b>Mijodrag Martić</b>               | <i>pomoćnik direktora za proizvodnju i tehnološki razvoj hemijske divizije, Elixir Group, Šabac</i>                       |
| <b>Aleksandar Branković</b>          | <i>SET Trebinje</i>   |
| <b>Veljko Todorović</b>              | <i>Grundfos Srbija, Beograd</i>   |
| <b>Dejan Dotlić</b>                  | <i>Kazantrade Solution, Beograd</i>   |
| <b>Čaba Kern</b>                     | <i>Cim gas, Subotica</i>  |
| <b>Nemanja Tubić</b>                 | <i>Wilo Beograd, Beograd</i>  |

## ORGANIZATOR

Savez mašinskih i elektrotehničkih  
inženjera i tehničara Srbije (SMEITS),  
**Društvo za procesnu tehniku**  
Kneza Miloša 7a/II, 11000 Beograd  
Tel. +381 (0) 11 3230-041, +381 (0) 11 3031-696,  
tel./faks +381 (0) 11 3231-372  
E-mail: office@smeits.rs  
web: www.smeits.rs



# PREDGOVOR

Za ovogodišnji 36. Procesing, koji se održava u Šapcu 1. i 2. juna prihvaćeno je 66 radova autora iz zemlje i inostranstva.

Zbornik celih radova će u režimu slobodnog pristupa biti objavljen na sajtu [www.izdanja.smeits.rs](http://www.izdanja.smeits.rs).

Kao integralni dokument biće dostupan na sajtu [www.smeits.rs](http://www.smeits.rs)

Međunarodni karakter Procesinga '23 i ove godine ostvaren je inostranim učesnicima sa radovima, kao i članovima naučnog odbora. Zvanični jezici za izlaganje radova na kongresu su srpski i engleski.

Osnovni ciljevi kongresa su inoviranje i proširivanje znanja inženjera u procesnoj industriji, energetici, rudarstvu, komunalnom sektoru (vodovodima, toplanama) i podrška istraživačima u predstavljanju ostvarenih rezultata istraživačkih projekata.

Tematika Procesinga '23 obuhvata osnovne procesne operacije – mehaničke, hidromehaničke, toplotne, difuzione, hemijske i biohemijske, kao i procesna postrojenja i opremu (aparate i mašine).

Program Procesinga '23 obuhvata oblasti: procesne tehnologije; projektovanje, izgradnja, eksploatacija i održavanje procesnih postrojenja; osnovne i pomoćne operacije, aparati i mašine u procesnoj industriji; inženjerstvo životne sredine i održivi razvoj u procesnoj industriji; energetska efikasnost u procesnoj industriji; procesi i postrojenja u pripremi i prečišćavanju vode u procesnoj industriji; sušenje i sušare; gasna tehnika; modelovanje i optimizacija procesnih i termoenergetskih postrojenja; merenja i upravljanje u procesnoj industriji; menadžment kvaliteta i standardizacija u organizacijama.

Osim izlaganja radova, program Procesinga '23 obuhvata i četiri okrugla stola na sledeće teme:

1. Monitoring emisija i kvalitet ambijentalnog vazduha;
2. Dekarbonizacija industrije u Srbiji;
3. Oprema pod pritiskom,
4. Primena modela, standarda i alata za menadžment kvaliteta i životne sredine u procesnim industrijama.

Procesing '23 organizuje Društvo za procesnu tehniku pri SMEITS-u, a u Naučnom i Organizacionom odboru prisutni su predstavnici Mašinskih, Tehnoloških i drugih fakulteta u okviru kojih je oblast procesne tehnike zastupljena u nastavi.

Pomoć u organizovanju Procesinga '23 dali su članovi Katedre za procesnu tehniku Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu kao i drugih fakulteta iz Srbije.

Ovogodišnji skup ima organizovan obilazak proizvodnih pogona kompanije Elixir Group u Šapcu.

U Beogradu  
jun 2023.