



# Processing '24



**37. Međunarodni kongres  
o procesnoj industriji**

29–31. maj 2024, Beograd



**ZBORNİK RADOVA  
Proceedings**

# ZBORNİK RADOVA

---

pisanih za 37. Međunarodni kongres o procesnoj industriji  
PROCESING '24



2024

# ZBORNİK RADOVA

pisanih za 37. Međunarodni kongres o procesnoj industriji  
PROCESING '24

Privedna komora Srbije, Beograd

## 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 Nikola Karličić, dipl. inž. maš.  
Prof. dr Marko Obradović, dipl. inž. maš.  
Prof. dr Miroslav Stanojević, dipl. inž. maš.  
Prof. dr Aleksandar Jovović, dipl. inž. maš.

## Tiraž

50 primeraka

## CD umnožava

SMEITS, Beograd

## ISBN

978-86-85535-18-5

CIP - Katalogizacija u publikaciji Narodna biblioteka Srbije, Beograd

621(082)(0.034.2)

66.01(082)(0.034.2)

МЕЂУНАРОДНИ конгрес о процесној индустрији ПРОЦЕСИНГ (37 ; 2024 ; Београд)

Zbornik radova [pisanih za] 37. Međunarodni kongres o procesnoj industriji, PROCESING '24, 29–31. maj 2024, Beograd [Elektronski izvor] = Proceedings / [urednici Nikola Karličić ... [et al.]]. - Beograd : Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS), Društvo za procesnu tehniku, 2024 (Beograd : SMEITS). – 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm. Sistemski zahtevi: Nisu navedeni. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Nasl. sa naslovne strane dokumenta. - Tiraž 50. - Bibliografija uz svaki rad. – Abstracts.

ISBN 978-86-85535-18-5

a) Машинство – Зборници b) Процесна индустрија – Зборници

COBISS.SR-ID 148188937

## Organizatori



Društvo za procesnu  
tehniku  
pri SMEITS-u



Katedra za procesnu  
tehniku  
Mašinskog fakulteta u  
Beograd



Privredna komora Srbije  
Beograd

Održavanje 37. Procesinga finansijski je pomoglo  
Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog  
razvoja Republike Srbije



## Programski pokrovitelji

- MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU, BEOGRAD
- TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU, BEOGRAD
- FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA UNIVERZITETA U BEOGRADU, BEOGRAD

## Sponzori



Institut za nuklearne nauke „Vinča“  
Beograd



Kazantrade

Beograd



Inženjerska komora Srbije  
Beograd

**wilo**

Beograd



Subotica



Beograd

**GRUNDFOS**

Beograd

**VODAVODA**

Beograd

## Sušenje i sušare

43. SIMULACIJA KONVEKTIVNOG PROCESA SUŠENJA BANANE  
Danka Kostadinović . . . . . 243
44. PRORAČUN KOMBINOVANE SOLARNE SUŠARE  
SA UREĐAJEM ZA SAGOREVANJE BIOMASE  
Danka Kostadinović . . . . . 245
45. UTICAJ PREDTRETMANA I METODA SUŠENJA NA SADRŽAJ ELEMENATA  
U CRVENOJ ZAČINSKOJ PAPRICI (CAPSICUM ANNUUM)  
Milica Lučić, Ivana Sredović Ignjatović, Steva Lević, Ivan Zlatanović, Antonije Onjia . . . . . 247

## Procesne tehnologije

46. LETEĆI PEPEO – OD OTPADNOG MATERIJALA DO SIROVINE  
ZA DOBIJANJE STRATEŠKI VAŽNIH ELEMENATA. OPTIMIZACIJA METODA EKSTRAKCIJE I  
UTICAJ NA LUŽENJE TOKSIČNIH I RETKIH ELEMENATA ZEMLJE  
IZ LETEĆEG PEPELA UGLJA – HEMOMETRIJSKI PRISTUP  
Dragana Z. Živojinović . . . . . 249
47. ODREĐIVANJE GUSTINE PVC POLIMERNIH MATERIJALA METODOM URANJANJA U  
TEČNOST  
Matilda Lazić, Dragan Halas, Aleksandar Dedić, Duško Salemović . . . . . 263
48. HIDROGELOVI NA BAZI POLI(METAKRILNE KISELINE)  
DOBIJENI EKOLOŠKI PRIHVATLJIVOM METODOM:  
BUBRENJE I KONTROLISANO OTPUŠTANJE LIDOKAIN HIDROHLORIDA  
Maja Marković, Nina N. Miladinović, Vesna V. Panić,  
Pavle M. Spasojević, Sanja I. Savić, Olga J. Pantić, Rada V. Pjanović . . . . . 269
49. KORELACIJA STRUKTURE I POTENCIJALNE FARMAKOLOŠKE AKTIVNOSTI  
SPIROHIDANTOINA DOBIJENIH IZ A-TETRALONA  
Anita Lazić, Ivana Đorđević, Kristina Gak Simić, Luka Matović,  
Aleksandra Mašulović, Jelena Lađarević, Nemanja Trišović . . . . . 279
50. UTICAJ PROCESNIH PARAMETARA NA SADRŽAJ (POLI)FENOLA  
PRI RAZLIČITIM POSTUPCIMA EKSTRAKCIJE LISTA BOROVNICE  
Milica Bučkić, Vladan Mičić, Nebojša Vasiljević . . . . . 289
51. ODREĐIVANJE FARMAKOLOŠKE AKTIVNOSTI  
SINTETSKIH BOJA NA BAZI PIRIDONA  
Aleksandra Mašulović, Anita Lazić, Ivana Đorđević, Dušan Mijin,  
Nemanja Trišović, Luka Matović, Jelena Lađarević . . . . . 299
52. PROCEDURA IZRAČUNAVANJA VISKOZNOSTI NEZASIĆENIH ESTARA  
PRIMENOM PROŠIRENOG MODELA ČVRSTE SFERE  
Divna Majstorović, Emila M. Živković, Velisa Vesovic . . . . . 305
53. PRIMENA NOVIH JEDINJENJA NA BAZI STILBAZOLIJUM-SOLI  
U SOLARNIM ČELIJAMA AKTIVIRANIM BOJOM  
Luka Matović, Aleksandra Mašulović, Anita Lazić,  
Kristina Gak Simić, Marija Milošević, Nemanja Trišović, Dušan Mijin . . . . . 307
54. ISPLATIVA PROIZVODNJA LEGURE CuCrZr PRIMENOM METALURGIJE PRAHA  
Marko Simić, Jelena Stašić, Dušan Božić,  
Andrijana Žekić, Milica Milojević, Jovana Ružić . . . . . 309
55. MODELOVANJE TERMODINAMIČKIH SVOJSTAVA DVOKOMPONENTNE SMEŠE CITRALA  
I ETANOLA U INTERVALU TEMPERATURE (288,15–323,15) K  
I NA ATMOSFERSKOM PRITISKU KORIŠĆENJEM HERIC-BREWER-JOUYBAN-ACREE  
TROPARAMETARSKOG MODELA  
Nikola Grozdanić, Zoran Simić, Mirjana Kijevčanin, Ivona Radović . . . . . 315
56. MORFOLOŠKE I MAGNETNE OSOBINE NANOPRAHOVA CuO DOPIRANIH Ag  
Maria Čebela, Uroš Čakar, Milena Rosić . . . . . 317

## PRIMENA NOVIH JEDINJENJA NA BAZI STILBAZOLIJUM-SOLI U SOLARNIM ČELIJAMA AKTIVIRANIM BOJOM

### THE APPLICATION OF NOVEL COMPOUNDS BASED ON STILBAZOLIUM SALTS IN DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS

**Luka Matović<sup>\*1</sup>, Aleksandra Mašulović<sup>1</sup>, Anita Lazić<sup>1</sup>, Kristina Gak Simić<sup>2</sup>,  
Marija Milošević<sup>3</sup>, Nemanja Trišović<sup>3</sup>, Dušan Mijin<sup>3</sup>,**

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog fakulteta, Beograd

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Beograd

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

*Solarne ćelije aktivirane bojom (DSSC) su privukle pažnju u poslednje dve decenije zbog svoje potencijalne isplativosti i efikasnosti pretvaranja upadne sunčeve svetlosti u električnu energiju. U ovom radu, pet novih jedinjenja na bazi stilbazolijum-soli, donor- $\pi$ -akceptor strukture (D- $\pi$ -A), je sintetizovano i okarakterisano za mogućnost primene u DSSC. Zbog svoje kvaternarne strukture, atom azota u ovim jedinjenjima ispoljava jak elektron-akceptorski karakter koji promovise intramolekulski transfer naelektrisanja. Ovo svojstvo je omogućilo primenu stilbazolijum-soli u brojnim granama industrije i nauke (kao prekursori, intermedijeri, katalizatori, oksidanti, inhibitori korozije i enzima, agensi za kompleksiranje, jonske tečnosti, katjonski površinski aktivne materije itd.). Kako bi se stekao bolji uvid u odnos između fizičko-hemijskih i elektronskih karakteristika sintetizovanih jedinjenja, izvršena je DFT analiza, pri čemu je pokazano da je jedinjenje sa 4-(N,N-dimetilamino)fenil-grupom kao elektron-donorskom ispoljilo najnižu vrednost energije pobuđivanja, a samim tim i najveću vrednost maksimuma apsorpcije, što je u dobroj korelaciji sa eksperimentalno dobijenim rezultatima. Sintetizovana jedinjenja su zatim ukapavana u komercijalni tečni elektrolit na bazi jod/trijodid soli, sa ciljem poboljšanja fotonaponske performanse solarne ćelije sa N719 bojom. Dobijeni rezultati su pokazali da je dodavanje svih sintetizovanih jedinjenja u komercijalni tečni elektrolit poboljšalo efikasnost konverzije napravljenih solarnih ćelija u poređenju sa referentnom solarnom ćelijom u kojoj je korišćen samo tečni elektrolit na bazi jod/trijodid soli. Takođe, pokazano je da su fotonaponske performanse napravljenih solarnih ćelija zavisile od elektron-donorskog dela sintetizovanih jedinjenja. Najveća efikasnost fotonaponske konverzije od 4,11% je dobijena za DSSC sa jedinjenjem koje je u svojoj strukturi sadržalo 4-(N,N-dimetilamino)fenil-grupu kao elektron-donorsku.*

**Ključne reči:** solarne ćelije aktivirane bojom; stilbazolijum soli; elektrolit; DFT

*Dye-sensitized solar cells (DSSCs) have attracted attention over the past two decades due to their potential cost-effectiveness and efficiency in converting incident sunlight into electricity. In this*

\* Corresponding author: lmatovic@tmf.bg.ac.rs

<https://orcid.org/0000-0003-4945-7776>

Aleksandra Mašulović: <https://orcid.org/0000-0002-5279-7694>

Anita Lazić: <https://orcid.org/0000-0003-4855-3782>

Kristina Gak Simić: <https://orcid.org/0000-0003-3928-9967>

Marija Milošević: <https://orcid.org/0000-0002-4999-1664>

Nemanja Trišović: <https://orcid.org/0000-0002-9231-4810>

Dušan Mijin: <https://orcid.org/0000-0001-5691-2971>

*paper, five novel donor- $\pi$ -acceptor (D- $\pi$ -A) structured compounds based on stilbazolium salt, were synthesized and characterized for the potential application in DSSC. Due to its quaternary structure, the nitrogen atom in these compounds exhibits a strong electron-acceptor character which promotes intramolecular charge transfer. This property has enabled the application of stilbazolium salts in numerous branches of industry and science (as precursors, intermediates, catalysts, oxidants, corrosion and enzyme inhibitors, complexing agents, ionic liquids, cationic surfactants, etc.). To gain a better insight into the relationship between the physico-chemical and electronic characteristics of the synthesized compounds, a DFT analysis was performed, whereby it was showed that the compound with the 4-(N,N-dimethylamino)phenyl group as an electron donor showed the lowest value of the excitation energy, and therefore the highest value of the absorption maximum, which is in good correlation with the experimentally obtained results. The synthesized compounds were then dropped into a commercial liquid electrolyte based on iodine/triiodide salt, with the aim of improving the photovoltaic performance of the solar cell with N719 dye. The obtained results showed that the addition of all synthesized compounds to the commercial liquid electrolyte improved the conversion efficiency of the fabricated solar cells compared to the reference solar cell in which only iodine/triiodide salt-based liquid electrolyte was utilized. Also, it was shown that the photovoltaic performance of the fabricated solar cells depended on the electron-donor moiety of the synthesized compounds. The highest conversion efficiency of 4.11% was obtained for DSSC with a compound that contained 4-(N,N-dimethylamino)phenyl group as an electron donor.*

**Key words:** *dye-sensitized solar cells; stilbazolium dyes; electrolyte; DFT*



Republika Srbija  
Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja  
i inovacija

## Sponzori

GRUNDFOS



wilo

VODAVODA

## Medijski partner



## Organizator

Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije  
**Društvo za procesnu tehniku**  
[www.smeits.rs](http://www.smeits.rs)