

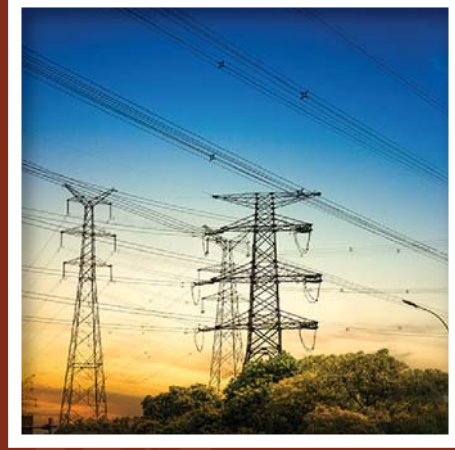
ISSN br. 03540-8651



List Saveza energetičara
Broj 1-2 / Godina XX Mart 2018.
UDC 620-9

energija

■ ekonomija ■ ekologija



ENERGETIKA 2018.

34. međunarodno savetovanje u organizaciji

SAVEZA ENERGETIČARA

ORGANIZACIONO - PROGRAMSKI ODBOR

Predsednik: **Prof.dr Milun Babić**, Mašinski fakultet u Kragujevcu

Sekretar: **Nada Negovanović**, sekretar Saveza energetičara

ČLANOVI:

- Dr Matthias Jochem**, Mitsubishi Hitachi Power System Europe GmbH, Nemačka
Dr.Jean Rizzon, Mitsubishi Hitachi Power System Europe GmbH
Dr.Patrick Weckes, Mitsubishi Hitachi Power System Europe GmbH
Jovica V. Milanović, The University of Manchester, Manchester
Christian Kissling, HEAD OF Sales, MHPSE, GER
Dejan Popović, Predsednik Agencije za energetiku Srbije
Prof.dr Adriana Sida Manea, Politehnica-University of Timisoara, Romania
dr Ivan Souček, Ph. D., Prague Institute of Chemical Technology, Czech Republic
Prof. dr Miloš Banjac, pomoćnik ministra
Prof.dr Branko Kovačević, predsednik Nadzornog odbora JP EPS
Prof.dr Aleksandar Gajić, Mašinski fakultet Beograd
Prof. dr Zvonimir Kostikj, Faculty of Mechanical Engineering, Skopje
Zlate Veličković, Vojna akademija, Univerzitet odbrane u Beogradu
Mirko Petković, Rafinerija ulja Modriča a.d. Modriča
Prof.dr Valentin Stojkovski, Faculty of Mechanical Engineering, Skopje
Institute for Hydraulic Engineering and Management of Water
Prof.dr Predrag Popovski, Faculty of Mechanical Engineering, Skopje
dr Goce Vasilievski, Rudarski institut, Skopje
Prof.dr Atanaso Tuneski, Faculty of Mechanical Engineering, Skopje
dr Aleksandar Levkoski, ELEM Macedonian Power Plants - Skopje
Prof.dr Vladimir Rajs, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad
Doc.dr Željko Đurišić, Elektrotehnički fakultet Beograd
dr Tatjana Luppova, Rusija
Prof.dr Nebojša Petrović, Mašinski fakultet u Beogradu
Prof.dr Dejan Ivezić, Rudarsko-geološki fakultet
Prof.dr Vlatko Chingoski, Faculty of Electrical Engineering, University "Goce Delcev" Macedonia
Prof. Daniela Marasova, CSc. Technical university of Kosice Faculty of Mining, Ecology
Prof.dr Беляков Алексей Васильевич, Российская Федерация
MSc. Ljupco Davcev, Institute for Standardization of R.Macedonia-ISR, Skopje
Olga Stavskaya, Lead Engineer JSC «ZiO-COTES», Russian Federation
Prof.dr Nebojša Mitrović, dekan Tehničkog fakulteta u Čačku
Prof.dr Zoran Jovanović, dekan Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu
Prof.dr Radivoje Mitrović, dekan Mašinskog fakulteta u Beogradu
Prof.dr Ozren Očić, Faculty of International Engineering Management
dr Miodrag Arsić, IMS Beograd
Prof.dr Željko Despotović, IMP
Prof.dr Zoran Rajić, Poljoprivredni fakultet Beograd
Prof dr Silvana Ilić, Fakultet za menadžment Zaječar
Jovica Budimir, izvršni direktor JP Srbijagas
Prof.dr Pavlović Vladimir, Rudarsko-geološki fakultet
dr Radoslav Raković, Energoprojekt Entel a.d. Beograd
dr Martin Čalasan, Elektrotehnički fakultet Podgorica, Univerzitet Crne Gore
Prof.dr Nenad Đajić, glavni i odgovorni urednik časopisa ENERGIJA



SAVEZ ENERGETIČARA

predsednik: **Nikola Rajaković**

sekretar: **Nada Negovanović**

adresa: **11000 Beograd, Dečanska 5 - pp8**

tel./fax: **+381 11 322 6 007**

e-mail: **savezenergeticara@eunet.rs**

web: **www.savezenergeticara.org.rs**

ZBORNİK RADOVA

Zlatibor, 27-30. mart 2018.

SADRŽAJ

- 7 R. Raković
**SEKTORSKI SPECIFIČNE SMERNICE ZA BEZBEDNOST
INFORMACIJA U ELEKTROPRIVREDNIM SISTEMIMA**
- 13 Ž. R. Ratković, P. J. Ivanković, D. R. Tomanović
**KRITERIJI ZA REGIONALNU STRATEGIJU ZA ODRŽIVU
HIDROENERGIJU NA ZAPADNOM BALKANU**
- 19 M. Bačkonović, H. Milihević, I. Vučković, D. Popović
**PRAVNI OKVIR U OBLASTI ZAŠTITE ŽIVOTNE
SREDINE KAO IZAZOV ZA RAD TERMOENERGETSKOG
SEKTORA JPI ELEKTROPRIVREDA SRBIJE**
- 25 M. Marić, A. Savić
**BERZA ELEKTRIČNE ENERGIJE U SRBIJI I
JUGOISTOČNOJ EVROPI**
- 32 E. V. Belomestnov, Komogorov Yu. A.
**PROJECT ON P-64-1 (П-64-1) BOILER SECONDARY
SUPERHEATER INPUT UPGRADE**
- 36 M. Babić, A. Babić
**ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ SOFTVERA ZA PROCENU
KVALITETA PREDLOŽENE INVESTICIJE U OBLASTI
ENERGETSKE EFIKASNOSTI**
- 38 P. Đukić, I. B. Bjelić
**ODRŽIVA ENERGETIKA I KLIMATSKE PROMENE -
SVET I SRBIJA***
- 49 D. Ivezić, M. Živković, A. Madžarević, M. Ivić
**RAZVOJ SEKTORA PRIRODNOG GASA U SRBIJI –
INDIKATORI NAPRETKA**
- 54 G. Kokeza
**DOPRINOS ENERGETSKOG SEKTORA OSTVARENJU
ODRŽIVOG RAZVOJA PRIVREDE**
- 60 H. Beriša, M. Dželetović, S. Bulajić
**CHALLENGES OF ENERGY SECURITY OF THE
REPUBLIC OF SERBIA**
- 70 V. Popovski, I. Ilijevski, K. Lopaticki, P. Popovski
**PLANNING OF ENERGY DEMAND AND SUPPLY IN
MACEDONIA USING THE MAED AND MESSAGE MODEL**
- 75 B. Suslov, Lj. Milovančević, M. Bulajić
**SISTEM MENADŽMENTA ENERGIJOM U FUNKCIJI
USKLAĐENOSTI SA ZAKONSKIM OBAVEZAMA**
- 76 A. Žarković, M. Glomazić, B. Glomazić
**UTICAJ PROIZVODNJE POVLAŠĆENIH PROIZVOĐAČA
ELEKTRIČNE ENERGIJE NA EES CRNE GORE**

energija



■ ekonomija ■ ekologija

- 82 Б. Тривић
**ПЛАНИРАЊЕ РАЗВОЈА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИХ МРЕЖА
НА НАЦИОНАЛНОМ И РЕГИОНАЛНОМ НИВОУ**
- 87 М. Kezović
**ENERGETSKA EFIKASNOST I OPTIMALNI ENERGETSKI
RAZVOJ KOLUBARSKOG BASENA**
- 97 М. Обрадовић
**АУТОМАТСКО УПРАВЉАЊЕ СИСТЕМОМ ЗАШТИТЕ
ПРИОБАЉА ХЕ „ЂЕРДАП 1“**
- 102 Lj. Dimitrijević, S. Milovanović
**UVOĐENJE SAVREMENE OPREME NA POVRŠINSKI KOP
„B i C“ I RAZVOJ IV VTO SISTEMA U 2018-TOJ GODINI SA
POVEĆANJEM PROIZVODNJE**
- 108 С. Ђурчић, Ђ. Ђукановић, М. Божић, В. Вујичић
**ОБРАЗОВНИ ИНКУБАТОР ЗА ПОПУЛАРИЗАЦИЈУ
КОНЦЕПТА ПАМЕТНЕ ПОЉОПРИВРЕДЕ**
- 115 F. Stojkovski, Z. Kostikj, V. Stojkovski
**IMPLEMENTATION OF CFD TECHNOLOGY FOR
UPGRADING A MEASURING PARALLEL PIPE LINE IN
THERMAL SYSTEMS**
- 122 Ž. R. Ratković, P. J. Ivanković, D. R. Tomanović
**STRATEGIJA ZA ODRŽIVU HIDROENERGIJU U
REPUBLICI SRPSKOJ**
- 129 М. Arsić, V. Grabulov, Z. Savić, S. Bošnjak, Ž. Šarkoćević
**CAUSE OF LAMELLAR TEARING OF PARENT
MATERIAL AND DEGRADATION OF WELDED JOINTS
AT VITAL WELDED STRUCTURES OF THE TURBINE AT
HYDRO POWER PLANT ‘ЂERDAP 1’**
- 134 A. Radonjić, M. Paunović, N. Simeonović
**ULOGA LOKALNIH SAMOUPRAVA I ZNAČAJ
„SPORAZUMA GRADONAČELNIKA“ U PROMOVISANJU
KORIŠĆENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE**
- 138 S. Ilić, S. Žikić, T. Radović
**ULOGA EVROPSKE BANKE ZA OBNOVU I RAZVOJ U
FINANSIRANJU ENERGETSKOG SEKTORA**
- 143 S. Jerinić, S. Ivanov
PRIMENA BAZE PODATAKA DALJINSKOG UČENJA
- 148 D. Živković, D. Končalović, J. Skerlić, V. Vukašinović, M. Josijević,
N. Rakić
**IMPLEMENTACIJA KONCEPTA ZNAČAJNE
ENERGETSKE SANACIJE ZGRADA U EU I SRBIJI**
- 157 Н. Иванковић, Д. Јанковић, Д. Инђић, Р. Каркалић
**РЕАГОВАЊЕ ПРИ ТЕХНОЛОШКОЈ НЕСРЕЋИ НА
ЕНЕРГЕТСКИМ ПОСТРОЈЕЊИМА**
- 162 S. Despotović, N. Rajaković
**UTICAJ IMPLEMENTACIJE PROGRAMA UPRAVLJANJA
POTROŠNJOM NA ODLAGANJE INVESTICIJA U NOVE
ELEKTROENERGETSKE OBJEKTE**

energija

■ ekonomija ■ ekologija

- 168 M. Josijević, N. Račić, B. Šušteršič, D. Gordić,
B. Vučkinić, D. Živković
ТЕХНОЛОГИЈЕ СКЛАДИШТЕЊА ТОПЛОТНЕ ЕНЕРГИЈЕ
- 175 D. Nikolić, S. Jovanović, J. Škerlić, M. Velemir, N. Aleksić
**ANALIZA ŽIVOTNOG CIKLUSA U SEKTORU
ZGRADARSTVA**
- 180 L. Gigović, Z. Veličković, J. Nebojša
**PRIMENA GIS-FREQUENCY RATIO MODELA U IZRADI
MAPE HAZARDA OD ŠUMSKIH POŽARA**
- 186 Z. Veličković, M. Karanac, Z. Bajić, R. Karkalić, Lj. Gigović,
M. Đolić, A. Marinković
**MOGUĆNOST PRIMENE ISKORIŠĆENIH ADSORBENATA
NA BAZI PEPELA ZA UGRADNJU U GRAĐEVINSKI
MATERIJAL**
- 191 P. Чабаркапа, З. Симић, И. Живојиновић, Б. Лековић
**МОГУЋНОСТ ТРЖИШНЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ РЕДОВНИХ
СЕРВИСНИХ ОДРЖАВАЊА НА ПОВРШИНСКИМ
КОПОВИМА ЈП ЕПС**
- 197 P. Čeran, Ž. V. Despotović
**SNIMANJE I ANALIZA VUČNOG DIJAGRAMA
ELEKTROMOTORNOG POGONA LOKOMOTIVE SERIJE
441 U SISTEMU ZA DOPREMU UGLJA NA
TERMoeLEKTRANAMA TENT-A i TENT-B**
- 207 B. Glomazić, M. Glomazić, A. Žarković
**UTICAJ EMISIJA CO₂ NA TRŽIŠTE ELEKTRIČNE
ENERGIJE SA POSEBNIM OSVRTOM NA TE PLJEVLJA**
- 215 M. Ђурић, М. Ђаковић, А. Протић, М. Кесић
**АНАЛИЗА УЗРОКА ХАВАРИЈЕ У ЂЕЛИЈИ 35 KV
ПОСТРОЈЕЊА У ХИДРОЕЛЕКТРАНИ „БОЧАЦ“**
- 222 S. Ružić, B. Oračić
**METODOLOGIJA ZA PRORAČUN KORISNE TOPLOTNE
ENERGIJE POTREBNE ZA INTERMITENTNO I
PARCIJALNO GREJANJE OBJEKATA**
- 236 M. Josijević, N. Račić, B. Šušteršič, D. Gordić,
B. Vučkinić, D. Živković
ТЕХНОЛОГИЈЕ СКЛАДИШТЕЊА ТОПЛОТНЕ ЕНЕРГИЈЕ
- 243 Z. Milošević, R. Đurić
**СВОЂЕЊЕ ОТКАЗА ПОМЕРАЧА ТРАКА (ПОМОЋНЕ
МЕХАНИЗАЦИЈЕ) У ОДРЖАВАЊУ НА MINIMUM NA
POVRŠINSKIM UGLJENOKOPIMA**
- 252 R. Đurić, M. Vasić
**UPOREDNA ANALIZA NAPONSKOG STANJA VRATILA
VERTIKALNE KAPLAN TURBINE PRIMENOM
ANALITIČKIH I NUMERIČKIH METODA**
- 258 A. Levkoski, V. Stojkovski, Z. Kostikj**
**COMPARISON OF THE RESULTS OF THE CFD
ANALYSIS AND RESULTS OF MEASUREMENTS IN THE
INSTALLATION WITH THE CASCADE PRESSURE DROPS**

ees energija

■ ekonomija ■ ekologija

- 266 V. Blagojević, V. Šušteršič, S. Đurić, R. Božičković, V. Novaković, D. Gordić
RESEARCH OF CHARACTERISTICS SEWAGE SLUDGE AS THE FOUNDATION FOR THERMAL PROCESSING AND EVALUATION OF ITS ENERGY EFFICIENCY
- 271 Д. Ристивојевић, С. Дамњановић
ЕЛИМИНИСАЊЕ ФЕРОРЕЗОНАНСНИХ ОСЦИЛАЦИЈА У СРЕДЊЕНАПОНСКОМ ПОДРУЧЈУ ПРИ ЕКСТРЕМНО ПРОМЕНЉИВИМ ПАРАМЕТРИМА МРЕЖЕ ЕПС – ОГРАНАК РБ КОЛУБАРА
- 275 L. Nikitović, M. Čalasan, S. Mujović, F. Drinčić
PRIMJENA PROGRAMA GAMS U SVRHU OPTIMIZACIJE TROŠKOVA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE
- 280 M. Porobić, S. Milivojević, B. Bogdanović, S. Mandić, G. Jovanović
UPRAVLJANJE DISTRIBUTIVNOM MREŽOM OGRANKA „ED NOVI SAD” KORIŠĆENJEM KONCEPTA PAMETNIH MREŽA
- 286 G. Stoilov, V. Pavleski, Z. Markov
SEISMIC ASSESSMENT OF POTENTIAL SITES FOR LARGE POWER PLANTS IN MACEDONIA
- 291 Б. Тривић
УТИЦАЈ РАЗВОЈА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКЕ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ
- 296 J. Stojković, N. Rajaković
OPTIMALNO ANGAŽOVANJE AGREGATA I SISTEMA ZA SKLADIŠTENJE U MIKRO-MREŽI ZA DAN UNAPRED
- 304 S. Kostić
PREKOMERNO STIMULISANJE POTROŠNJE ENERGIJE U NIŽOJ TARIFI I ZA GREJANJE STANOVA U TARIFNOM SISTEMU ELEKTROPRIVREDE SRBIJE
- 313 Д. Шошић, П. Стефанов, П. Мршић
ОДРЕЂИВАЊЕ ПАРАМЕТАРА ПОУЗДАНОСТИ У ДИСТРИБУТИВНИМ МРЕЖАМА У ПРИСУТСТВУ ДИСТРИБУИРАНЕ ПРОИЗВОДЊЕ
- 319 J. Krstivojević, D. Šošić, A. Savić
ADAPTIVNO PODEŠAVANJE PREKOSTRUIJNIH RELEJA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI
- 328 M. Milinić, J. Stojković, N. Rajaković
UTICAJ INTEGRACIJE ELEKTRIČNIH VOZILA U DISTRIBUTIVNU MREŽU U ZAVISNOSTI OD NAČINA PUNJENJA
- 333 K. Kovačević-Markov, N. Rajaković, I. B. Bijelić
POZITIVNI EFEKTI HIBRIDNOG PV/ T KOLEKTORAU FLEKSIBILNIM MIKRO MREŽAMA ZA POTREBE EKOTURIZMA
- 341 Ž. V. Despotović, M. Jovanović, M. Tajdić
UPRAVLJAČKI UREĐAJ SISTEMA ZA ČIŠĆENJE SUVIM LEDOM

energija

■ ekonomija ■ ekologija

- 348 F. Stojkovski, Z. Kostikj, V. Stojkovski
IMPLEMENTATION OF CFD TECHNOLOGY FOR UPGRADING A MEASURING PARALLEL PIPE LINE IN THERMAL SYSTEMS
- 355 D. Babunski, E. Zaev, A. Tuneski, L. Trajkovski, R. Koleva
CO-SIMULATION OF HYDRO TURBINE WICKET GATE CONTROL SERVOMECHANISM
- 361 D. Dimitrovski, V. Stojkovski, Z. Markov
APPENDIX TO THE CONDITIONS FOR TECHNICAL CONTROL AND ACCEPTANCE EXAMINATIONS OF A TURBINE
- 366 Z. Kostikj, V. Stojkovski, V. Iliev, F. Stojkovski
CONTROL SYSTEM AT THE RUN-OF-RIVER SHPP BY INLET TURBINE PRESSURE VS ELEVATION OF THE WATER AT THE INTAKE
- 372 В. Остраћанин, Р. Лекић, М. Обрадовић, Г. Пернић
ПОДПОБУЂЕНИ РЕЖИМ РАДА СИНХРОНОГ ГЕНЕРАТОРА У МАЛИМ ХИДРОЕЛЕКТРАНАМА
- 379 A. Mitrović, S. Gutović, K. Kašas-Lažetić, A. Mitrović, M. Prša
UTICAJ NESIMETRIJE OPTEREĆENJA NA RASPODELU ELEKTRIČNOG I MAGNETSKOG POLJA OKO PROVODNIKA PRENOSNOG STUBA 73900 („FINAC“)
- 386 M. Petković, V. Petković, T. Mirković, P. Dugić, T. Botić, Z. Petrović
НС ВАЗНА УЛЈА У ФОРМУЛАЦИЈИ ТУРБИНСКИХ УЛЈА НОВЕ ГЕНЕРАЦИЈЕ
- 396 Н. Јуришевић, Д. Гордић, В. Вукашиновић, А. Радојевић, Г. Стојановић
АНАЛИЗА СПЕЦИФИЧНИХ ПОТРОШЊИ ЕНЕРГИЈЕ У ЗДРАВСТВЕНИМ УСТАНОВАМА У ГРАДУ КРАГУЈЕВЦУ
- 404 V. Ristić, N. Rajaković
UTICAJ DINAMIČKOG PRILAGOĐENJA PRENOSNOG KAPACITETA DALEKOVODA NA INTEGRACIJU OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ELEKTROENERGETSKI SISTEM
- 411 M. Arsić, M. Mladenović, Z. Savić, S. Bošnjak, Ž. Šarkoćević
TECHNICAL DIAGNOSTICS OF THE CONDITIONS OF DRILL PIPES AND OIL AND GAS TRANSPORT PIPELINES
- 415 N. Todić, S. Savić, D. Gordić, V. Šušteršič
SAVING ENERGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT WITH WATER HYDRAULIC COMPONENTS AND SYSTEMS – OPPORTUNITIES, CHALLENGES AND OBJECTIVES
- 421 J. Skerlić, D. Nikolić, B. Stojanović, D. Cvetković, A. Mišković
OPTIMIZATION PERFORMANCES OF A SOLAR DOMESTIC HOT WATER SYSTEM USING TAGUCHI METHOD
- 429 N. Rakić, V. Šušteršič, D. Gordić
POWER-TO-GAS (P2G) PROCESS: BASICS

energija



■ ekonomija ■ ekologija

- 435 M. Kezović
PERSPEKTIVAN RAZVOJ LEŽIŠTA „TAMNAVA-ZAPADNO POLJE“
- 444 S. Adžić
FUNKCIONALNO SNABDEVANJE GASOM U OKVIRU NOVIH GEOEKONOMSKIH USLOVA
- 451 G. Đukić, B. Ilić, M. Balaban
ULOGA I UPRAVLJANJE OBNOVLJIVIM IZVORIMA ENERGIJE U ODRŽIVOM RAZVOJU SRBIJE
- 460 M. Jevtić, N. Stojnić, M. Jevtić, N. Stojnić
PROMENA KARAKTERISTIKA UDARNOG ELEKTRO-HIDRODINAMIČKOG TALASA NA VEĆIM RASTOJANJIMA OD EKSPLOZIJE NASTALE POMOĆU PELHYDT
- 465 M. Paunović, A. Radonjić
ZNAČAJ ENERGETSKOG MENADŽMENTA ZA POSLOVANJE KOMPANIJA
- 471 M. Regodić, D. Macanović, M. Đurić, K. Dujaković
DALJINSKO PRAĆENJE STANJA VODA MORA I OKEANA
- 476 M. Regodić, D. Macanović, M. Đurić, D. Papić
DIGITALNA OBRADA MIKROSKOPSKIH SNIMAKA
- 480 K. Đonović, V. Šušteršič, D. Gordić, D. Živković
ANALYSIS OF POSSIBILITIES FOR HEATING AND COOLING OF FACULTY OF ENGINEERING UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC WITH HEAT PUMP
- 486 M. Marjanović, B. Šutić, N. Mitrović, S. Dragičević
TERMOVIZIJSKI MONITORING U ANALIZI PRIMENJENIH MERA ENERGETSKI SANIRANOG OBJEKTA
- 494 G. Bošković, N. Jovičić, D. Gordić, M. Josijević, V. Vukašinović
TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA UGRADNJE LED JAVNE RASVETE U OPŠTINI RAČA
- 501 Z. Naunovic
PRODUCTION OF ENERGY FROM MUNICIPAL WASTE AND GREENHOUSE GAS EMISSIONS
- 504 M. Vuković, S. Ilić, S. Milanović
GLOBALNI CILJEVI ENERGETSKE POLITIKE I STRATEŠKA OPREDELJENJA
- 509 D. Kovač, V. Ivanović, E. Tombarevic, D. Ivanović
JEDAN OD NAČINA ODREĐIVANJA IMISIJE U GRADSKIM SREDINAMA
- 515 N. Đurišić-Mladenović
NEJESTIVA I OTPADNA ULJA U PROIZVODNJI BIOGORIVA
- 522 V. Ristić, A. Savić
OPTIMIZACIJA RASPOREDA VETROELEKTRANA NA TERITORIJI SRBIJE KORIŠĆENJEM GENETSKOG ALGORITMA

energija

■ ekonomija ■ ekologija

- 528 M. Mladenović, M. Arsić, Z. Savić, S. Bošnjak, N. Gnjatović
INFLUENCE OF DEGRADATION OF PARENT MATERIAL AND WELDED JOINTS ON THE INTEGRITY OF THE BREACHES PIPE LOCATED AT PIPELINE III OF HYDRO POWER PLANT 'PERUĆICA'
- 535 N. Marković, S. Bjelić, J. Živanić, D. Radosavljević
UTICAJ MAGNETNE HISTEREZE U LIMOVIMA MAGNETNOG KOLA NA PRELAZNE PROCESU U ELEKTRIČNIM MAŠINAMA
- 543 J. Ikanović, P. Stevanović, G. Dražić, V. Negovanović, Đ. Pajčin, S. Vučković, S. Pavlović
UTICAJ SVE IZRAŽENIJH KLIMATSKIH PROMENA NA KVALITET ZRNA HEKSAPLOIDNE PŠENICE KRUPNIK TRITICUM SPELTA L.
- 550 D. Čorlija
PROPAGACIJA NESIGURNOSTI U PROIZVODNJI VETROTURBINE
- 556 Д. Н. Јовановић
ИНВЕСТИРАЊЕ У ФОТОНАПОНСКЕ ПАНЕЛЕ И ВЕТРОГЕНЕРАТОРЕ ИЗ ПЕРСПЕКТИВЕ ВЛАСНИКА ПРИВАТНЕ КУЋЕ У Р. СРБИЈИ
- 563 V. Vukašinović, D. Gordić, M. Živković, D. Živković, M. Josijević, N. Jurišević
PRIMENA BACKCASTING METODOLOGIJE PRI DUGOROČNOM PLANIRANJU KORIŠĆENJA BIOMASE
- 572 B. Ilić, D. Stojanović, V. Jovanović
OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE I ODRŽIVI PRIVREDNI RAST I RAZVOJ
- 579 S. Jovanović, D. Nikolić, N. Jovičić, G. Bošković, Z. Djordjević
ANALIZA STANDARDNIH EKOLOŠKIH KATEGORIJA UTICAJA U CILJU IZBORA OPTIMALNE STRATEGIJE UPRAVLJANJA KOMUNALNIM ČVRSTIM OTPADOM
- 584 I. Babić, D. Kotur, Ž. Đurišić
PROSTORNA ORIJENTACIJA FOTONAPONSKIH PANELA UZ UVAŽAVANJE TRŽIŠNIH EFEKATA
- 590 M. Vuković
BEZBEDNOST KOMUNIKACIJA KOD SOLARNIH ELEKTRANA
- 595 M. Vuković, G. Bošković, N. Jovičić, S. Jovanović
MONITORING BUKE U ŽIVOTNOJ SREDINI I MERE ZA UNAPREĐENJE ZAŠTITE OD BUKE NA PRIMERU GRADA KRAGUJEVCA
- 601 D. Božić
GEOTEHNIČKA REŠENJA ZA BEZBEDNU EKSPLOATACIJU LIGNITA NA POVRŠINSKOM KOPU „TAMNAVA-ZAPADNO POLJE”

ees energija

■ ekonomija ■ ekologija

- 607 N. Bogdanović
ТЕХНО-ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ ЗА РАЧУНАЊЕ ПРОПУСКНЕ МОЋИ У ПРЕНОСНОЈ МРЕЖИ СРБИЈЕ
- 614 B. Jovković, S. Furtula
УЛОГА ESCO КОМПАНИЈА У ЕКСПАНЗИЈИ КОРИШЋЕЊА ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ
- 623 С. Ђурчић, М. Благојевић,
АНАЛИЗА И ПРЕДВИЂАЊЕ ЕНЕРГЕТСКОГ ПОТЕНЦИЈАЛА ОД ДРВНЕ И ПОЉОПРИВРЕДНЕ БИОМАСЕ ПРИМЕНОМ ВЕШТАЧКИХ НЕУРОНСКИХ МРЕЖА
- 627 Д. Мојић, В. Пајић
ИСПИТИВАЊЕ ЕЛЕМЕНАТА ЗАШТИТЕ ОД АТМОСФЕРСКОГ ПРАЖЊЕЊА УНАПРЕЂЕНИМ МЕТОДАМА
- 634 М. Драгићевић, М. Миловановић и Д. Климента
БРЗИНА КОНВЕРГЕНЦИЈЕ И ТАЧНОСТ АЛГОРИТМА ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ТРАЈНО ДОЗВОЉЕНИХ ОПТЕРЕЋЕЊА НАДЗЕМНИХ ВОДОВА
- 642 V. Jovanović, D. Mihajlović
ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЧКО – РАЗВОЈНЕ ФУНКЦИЈЕ ЗА РАЗВОЈ НОВИХ ТЕХНОЛОГИЈА У ЕНЕРГЕТСКОЈ ИНДУСТРИЈИ
- 650 J. Joca, N. Novaković
ELECTROCHEMICAL DEPOSITION AND CHARACTERIZATION OF TERNARY ZN-NI-CO ALLOY ON STEEL

Saša Jovanović, Danijela Nikolić, Nebojša Jovičić, Goran Bošković, Zorica Djordjević
Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac

ANALIZA STANDARDNIH EKOLOŠKIH KATEGORIJA UTICAJA U CILJU IZBORA OPTIMALNE STRATEGIJE UPRAVLJANJA KOMUNALNIM ČVRSTIM OTPADOM

SAŽETAK

Modeliranje i procena uticaja na životnu sredinu sistema upravljanja komunalnim čvrstim otpadom, predstavljaju veoma aktuelne oblasti istraživanja. Osnovni cilj ovog rada predstavlja izbor optimalne tehnologije upravljanja komunalnim čvrstim otpadom na lokalnom nivou, sa aspekta najboljih ekoloških performansi. U radu su predstavljeni rezultati analize inventara životnog ciklusa (LCIA) za četiri različita scenarija upravljanja otpadom. Analizom je obuhvaćeno devet standardnih ekoloških kategorija uticaja. Vrednosti ekoloških parametara određene su primenom softverskog paketa EASETECH. Svaka od analiza, odabranih kategorija uticaja, obuhvatila je ispitivanje promene vrednosti ovih indikatora, u skladu sa varijacijama sastava otpada. U svrhu rangiranja predloženih scenarija primenjena su dve metode višekriterijumskog odlučivanja (SAW i TOPSIS metode). SAW analiza je, posebno, urađena za tri varijante težinskih koeficijenata izabranih kriterijuma. Na kraju je izvršeno i poređenje rezultata rangiranja kod oba postupka višekriterijumskog odlučivanja.

Ključne reči: komunalni čvrsti otpad, upravljanje otpadom, ekološke performance sistema upravljanja otpadom, LCA, LCIA, MCDM

Analysis of Standard Environmental Impact Categories in Order to Select Optimal Strategy for Solid Waste Management

ABSTRACT

Modeling and environmental impact assessment of system for solid waste management, are very common field of research. The aim of this paper is selection of optimal technology for municipal solid waste management at the local level, in terms of the best environmental performance. The paper presents the results of the analysis of the life cycle inventory (LCIA) for four different scenarios of waste management. The analysis included nine standard environmental impact categories. Values of environmental parameters were determined by application of the software package EASETECH. Each of the analysis of the selected category included the testing of change in the value of these indicators, in accordance with the variations of the waste composition. For the purpose of ranking the proposed scenarios two methods for decision making (SAW and TOPSIS methods) were applied. SAW analysis was carried out for three variations of the weighting factors of the chosen criteria. At the end, a comparison of results and rankings in both the process for decision making were made.

Key words: municipal solid waste, waste management, ecological performance, LCA, LCIA, MCDM

1. UVOD

Neadekvatno upravljanje otpadom predstavlja jedan od najvećih funkcionalnih i, pre svega, ekoloških problema savremenog sveta. Poslednjih nekoliko decenija, posebno u visoko razvijenim zemljama, pridaje se značajna pažnja i ulažu velika finansijska sredstva u cilju unapređenja prakse upravljanja otpadom. Modeliranje i procena ekoloških, energetskih i ekonomskih (EEE) performansi sistema upravljanja komunalnim čvrstim otpadom, predstavlja izuzetno aktuelnu oblast istraživanja u koju je uključen veliki broj naučnih radnika i inženjera različitih profila. Očekivano, najveći naponi istraživača su usmereni ka iznalaženju

optimalnih tehnologija upravljanja otpadom sa aspekta uticaja na životnu sredinu. Pregledom obimne relevantne literature, može se zaključiti da su metoda Ocenjivanja životnog ciklusa – LCA (Life Cycle Assessment), kao i određen broj metoda u okviru pristupa Višekriterijumskog odlučivanja - MCDM (Multiple Criteria Decision Making), najčešće korišćeni alati u sektoru upravljanja komunalnim otpadom.

Kao osnovni pokretači dosadašnjeg razvoja sistemskog upravljanja otpadom, prema [1,2], navode se:

1. Javno zdravlje – sanitarna revolucija,
2. Zaštita životne sredine,
3. Ograničenost resursa i ekonomska vrednost otpada,

4. Klimatske promene i
5. Informisanje i učešće javnosti (svest i zabrinutost).

Sredinom devetnaestog veka, u industrijski razvijenim zemljama formirala se jasna potreba za sistemskim upravljanjem otpadom, a u cilju poboljšanja javnog zdravlja. Postepeno, do kraja devetnaestog, a posebno u dvadesetom veku, dolazi i do razvoja zakonodavstva kojim se reguliše upravljanje otpadom, a u svrhu očuvanja javnog zdravlja. Posle Drugog svetskog rata deponovanje je i dalje predstavljalo apsolutno dominantan način oslobađanja od otpada. Istovremeno, brz rast potrošnje šezdesetih godina prošlog veka rezultirao je značajnim porastom sadržaja plastike u komunalnom otpadu. Ekološki pokreti tokom 60-ih i 70-ih godina dvadesetog veka značajno utiču na unapređenje odgovarajuće zakonske regulative. Krajem prošlog veka dolazi do razvoja integrisanog pristupa upravljanju otpadom, gde se potrebe za zaštitom životne sredine usklađuju sa političkim, društvenim, finansijskim, ekonomskim i institucionalnim elementima [2,3]. Klimatske promene postaju uticajni pokretač razvoja sistemskog upravljanja komunalnim čvrstim otpadom početkom devedesetih godina prošlog veka. Posebno se menja odnos prema deponovanju biorazgradivog otpada koji predstavlja glavni izvor emisija metana.

Pet navedenih pokretača, predstavlja kompleksan uticaj ekoloških, energetske i ekonomskih aspekata na razvoj sistemskog upravljanja otpadom. Ovi pokretači, praktično predstavljaju osnovu i logičnu vezu sa višekriterijumskim pristupom u donošenju odluka u sektoru upravljanja otpadom. Poslednjih decenija, zapaža se intenzivan porast broja publikacija i analiza u kojima se kroz primenu višekriterijumskog pristupa odlučivanja rešavaju problemi u sektoru upravljanja komunalnim otpadom [4].

U ovom radu su, takođe, primenjena iskustva određenog broja autora koji su primenom LCA metode i softverskog paketa EASETECH analizirali pojedine ekološke kategorije uticaja za različite opcije tretmana komunalnog čvrstog otpada [5,6,7,8].

2. MODELIRANJE VARIJANTNIH REŠENJA

U cilju poređenja određenih izabranih tehnologija tretmana sa aspekta njihovog uticaja na životnu sredinu, koncipirana su četiri scenarija upravljanja komunalnim čvrstim otpadom na teritoriji grada Kragujevca i to:

- 1) **Scenario 1E** podrazumeva procese sakupljanja, transporta i konačnog odlaganja kompletnog komunalnog otpada (56 158 tona) na deponiju. Deponija, predviđena za ovaj scenario, poseduje instaliran sistem za sakupljanje deponijskih gasova i njihovo iskorišćenje u energetske svrhe.
- 2) **Scenario 2E** u kome se deo, pretežno ambalažnog otpada (staklo, papir, Al), preusmerava u procese reciklaže (21%, 11.707 tona), dok se preostali deo (77%, 44.391 tona) odlaze na deponiju istih karakteristika kao u scenariju 1E.
- 3) **Scenario 3E** predviđa, u odnosu na prethodni scenario, da se pored reciklaže ambalažnog otpada (21%, 11.707 tona) i odgovarajući deo organskog otpada usmeri ka postrojenju za kompostiranje (15%, 8.468 tona). Ostatak otpada se odvozi na deponiju (64%, 35.983 tone) koja takođe ima instaliran sistem za sakupljanje deponijskih gasova.
- 4) U okviru **Scenarija 4E** planirana je reciklaža ambalažnog otpada (21%, 11.707 tona), ali se deo organskog otpada preusmerava u proces anaerobne digestije (15%, 8.468 tona), dok se preostali otpad odlaze na deponiju (64%, 35.983 tone), na kojoj se tretman otpada odvija na istovetan način, kao i kod prethodna tri scenarija, uz postojanje sistema za sakupljanje i iskorišćenje deponijskih gasova.

Faktori uticaja kod navedenih scenarija biće određeni kroz primenu softverskog paketa EASETECH [9].

U tabeli 1, prikazane su, u procentualnom i apsolutnom iznosu, količine otpada prema vrsti tretmana za svaki od četiri formirana scenarija.

3. ANALIZA VREDNOSTI STANDARDNIH EKOLOŠKIH KATEGORIJA UTICAJA

Kombinovana primena Višekriterijumskog odlučivanja (MCDM) i metode Ocenjivanja životnog ciklusa (LCA), predstavlja maksimalno fleksibilnu strategiju za donosiocne odluka [10]. Sprovedenjem postupka višekriterijumskog odlučivanja, na bazi rezultata koji su dobijeni kroz LCA (LCIA) kalkulacije izabranih parametara (primena EASETECH softverskog paketa), za predložena alternativna rešenja, izvršeno je rangiranje scenarija.

U ovom odeljku predstavljeni su rezultati analize inventara životnog ciklusa (LCIA), za četiri koncipirana scenarija. Analizom je obuhvaćeno sledećih devet parametara

SCENARIO	Tretman otpada								Sistem za sakupljanje deponijskog gasa
	Reciklaža		Biološki tretman				Deponovanje		
			Kompostiranje		Anaerobna digestija				
	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	
SCENARIO1E	0	0	0	0	0	0	100	56.158	Ima
SCENARIO2E	21	11.707	0	0	0	0	79	44.391	Ima
SCENARIO3E	21	11.707	15	8.468	0	0	64	35.983	Ima
SCENARIO4E	21	11.707	0	0	15	8.468	64	35.983	Ima

Tabela 1. Količine otpada prema vrsti tretmana

FAKTOR UTICAJA (karakterizovani faktori)	Scenario							
	Scenario 1E		Scenario 2E		Scenario 3E		Scenario 4E	
	KV*	NV (PE)	KV*	NV (PE)	KV*	NV (PE)	KV*	NV (PE)
GWP (kg CO ₂ -eq)*	2,836·10 ⁶	366,8	1,395·10 ⁷	1804	1,568·10 ⁷	2028	-1,001·10 ⁸	-12950
ADP (MJ)*	1,512·10 ⁸	1876	1,049·10 ⁸	1302	1,124·10 ⁸	1394	-1,264·10 ⁹	-15680
ODP (kg CFC-11-eq)*	0,001472	0,0718	0,0003864	0,01885	0,0004031	0,01966	-0,03766	-1,837
AP (kg SO ₂ -eq)*	6533	131	1,428·10 ⁵	2863	1,43·10 ⁵	2867	1,428·10 ⁵	2863
EP (kg NO _x -eq)*	1,112·10 ⁴	31,22	2,997·10 ⁵	841,8	3,002·10 ⁵	843,4	2,997·10 ⁵	841,8
POCP (Kg NMVOC)*	1,032·10 ⁴	195,1	2,506·10 ⁵	4738	2,518·10 ⁵	4761	2,453·10 ⁵	4637
HTP* - c (CTU)*	0,0003408	10,49	0,000265	8,153	0,000247	7,599	-0,008763	-269,6
HTP* - nc (CTU)*	0,03324	40,83	0,02434	29,9	0,0221	27,15	-1,066	-1310
PM (kg PM 2,5 – eq)*	148,7	31,57	707,8	150,3	702,3	149,1	-6815	-1477

Tabela 2. Karakterizovane i normalizovane vrednosti odabranih ekoloških kategorija uticaja

- kategorija uticaja:
- Potencijal globalnog zagrevanja, GWP,
 - Potrošnja abiotičkih resursa, obnovljivih i neobnovljivih, ADP,
 - Potencijal potrošnje ozona, ODP,
 - Potencijal acidifikacije (zakišeljavanja), AP,
 - Potencijal eutrofikacije, obogaćivanje vodenih resursa nutritijentima (Azotom i Fosforom), EP,
 - Potencijal formiranja fotohemijjskih oksidanata (SO₂, CO, NO_x), POCP,
 - Potencijal toksičnosti za ljude, HTP (dva parametra, HTP-c, karcinogeni i HTP-nc, nekarcinogeni)
 - Emisije sitnih čestica u vazduhu, PM.

Svaka od analiza odabranih kategorija uticaja, obuhvatila je ispitivanje promene vrednosti ovih indikatora, u skladu sa varijacijom sastava otpada. U okviru ovog rada, prikazana je valorizacija performansi predloženih scenarija samo za jedan (lokalni) od tri karakteristična sastava otpada [6,11]:

- Sastav 1 - lokalni „KG” sastav koji ima vrlo sličnu morfološku strukturu kao i „južnoevropski” tip otpada,
- Sastav 2 - „srednji evropski” sastav otpada i
- Sastav 3 - „severnoevropski” sastav otpada

U tabeli 2 prikazane su karakterizovane (KV, date u pojedinačnim jedinicama uticajnih faktora) i normalizovane (NV, date u jedinici PE – Person Equivalent, ekvivalent ličnosti) vrednosti navedenih standardnih ekoloških kategorija uticaja za četiri formirana scenarija upravljanja komunalnim čvrstim otpadom [11]. Zbog obima podataka i

ograničenosti tabelarnog prostora, prikazani su samo podaci dobijeni za otpad koji odgovara lokalnom sastavu [11]. Na osnovu ovih vrednosti izvršene su dve višekriterijumske analize (SAW i TOPSIS metode) sa ukupno četiri alternative i osam kriterijuma. U tabeli 3, prikazana je tzv. osnovna Matrica odlučivanja (napomena: od dve HTP kategorije uticaja, izabrana je samo jedna HTP-nc). Alternative (A_{ie} , $i=\overline{1,4}$) predstavljaju predložene scenarije, a kriterijume analizirani faktori uticaja (C_{je} , $j=\overline{1,8}$).

U okviru SAW analize, izvršena su tri izračunavanja (tri varijacije vrednosti težinskih koeficijenata) zbirne karakteristike svakog od formiranih scenarija [11, 12]. Nije registrovana bitna osetljivost zbirne karakteristike ponuđenih alternativa (A_{ie}) na promene vrednosti normalizovanih težinskih koeficijenata (tabela 4).

Uočava se da za svaku od varijacija težinskih koeficijenata, scenario 4E ima najveću vrednost zbirne karakteristike.

Sa druge strane, primenom TOPSIS metode, kao karakteristika scenarija određivan je Faktor relativne bliskosti alternative (RC_{ie}). U tabeli 5. prikazane su vrednosti ovog faktora i rang scenarija. I u ovom slučaju se može primetiti da je scenario 4E, od četiri predložena, rangiran kao najbolji.

Upoređivanjem vrednosti srednje zbirne karakteristike (SAW metoda), datih u tabeli 4, i vrednosti faktora relativne bliskosti idealnom rešenju (TOPSIS metoda, tabela 5), uočava se potpuna podudarnost u pogledu redosleda kvaliteta alternativnih scenarija, kao i dosta dobro slaganje u veličinama navedenih faktora.

Najbolje rangirani scenario 4E, po obe metode višekriterijumskog odlučivanja, predviđa da se nakon

		Kriterijumi							
		C_{1e} (GWP)	C_{2e} (ADP)	C_{3e} (ODP)	C_{4e} (AP)	C_{5e} (EP)	C_{6e} (POCP)	C_{7e} (HTP)	C_{8e} (PM)
Alternative (scenarija)	A_{1e} (1E)	X11e	X12e	X13e	X14e	X15e	X16e	X17e	X18e
	A_{2e} (2E)	X21e	X22e	X23e	X24e	X25e	X26e	X27e	X28e
	A_{3e} (3E)	X31e	X32e	X33e	X34e	X35e	X36e	X37e	X38e
	A_{4e} (4E)	X41e	X42e	X43e	X44e	X45e	X46e	X47e	X48e
	max/min	min	min	min	min	min	min	min	min
	W_{ie}	W_{1e}	W_{2e}	W_{3e}	W_{4e}	W_{5e}	W_{6e}	W_{7e}	W_{8e}

Tabela 3. Matrica odlučivanja sa 4 alternative i 8 kriterijuma

Zbirna karakteristika scenarija	Varijante vrednosti težinskih koeficijenata		
	I	II	III
$A_{1e}(1E)$	0,348564	0,397984	0,366087
$A_{2e}(2E)$	0,012727	0,011494	0,011879
$A_{3e}(3E)$	0,008641	0,008204	0,007293
$A_{4e}(4E)$	0,682186	0,628824	0,670066

Tabela 4. Zbirne karakteristike scenarija za različite vrednosti težinskih koeficijenata (SAW metoda)

	E1	E2	E3	E4
RC_{ie}	0,262418	0,020574	0,018164	0,74749
Rang	2	3	4	1

Tabela 5. Faktor relativne bliskosti alternative idealnom rešenju i rang scenarija (TOPSIS metoda)

primarnog razdvajanja generisanog otpada pristupi sakupljanju i transportu četiri odvojene frakcije otpada:

- papira i kartona,
- ostalih reciklabila,
- organskog otpada i
- mešanog otpada.

Papirni i kartonski otpad, kao i ostali reciklabili, prolaze kroz proces sortiranja i daljeg preusmeravanja u postrojenja za reciklažu. Neiskorišćeni deo ovih frakcija otpada se odvozi na deponiju. Nakon sakupljanja i transporta, organska komponenta otpada se transportuje do postrojenja za anaerobnu digestiju. Komponenta mešanog otpada se, po završetku sakupljanja, transportuje na deponiju, jer za ovu otpadnu frakciju, u okviru ovog scenarija, nije predviđena posebna tehnologija tretmana.

4. ZAKLJUČAK

Stanje u sektoru upravljanja otpadom, prepoznato je kao jedan od ključnih problema zaštite životne sredine, dok otpad, istovremeno, predstavlja veliku opasnost po javno zdravlje. Održivo upravljanje otpadom, stoga, postaje jedan od primarnih ciljeva, ali istovremeno, i najsloženijih problema u celokupnom sistemu zaštite životne sredine. Sa ciljem što kvalitetnije procene uticaja razmatranih tehnologija tretmana komunalnog otpada na životnu sredinu, u radu su kombinovano primenjene metode Ocenjivanja životnog ciklusa (LCA) i Višekriterijumskog odlučivanja (SAW i TOPSIS). Za dobijanje vrednosti odabranih ekoloških indikatora korišćen je softverski paket EASETECH. Uočeno je da je, od predloženih, scenario 4E jedini sistem kod koga su registrovane uštede emisija gasova staklene bašte (negativne vrednosti GWP-a). Objasnjenje za ovu činjenicu se može naći u produkciji i energetskom iskorišćenju biogasa. Ova opcija upravljanja otpadom podrazumeva anaerobnu digestiju organske komponente i pokazuje bolje vrednosti sa smanjenjem udela organskog – prehrambenog otpada.

I kod većine ostalih analiziranih indikatora je primećen značajan uticaj sastava komunalnog otpada, odnosno nivoa učešća prvenstveno organske frakcije (posebno kod scenarija 4E).

Postupak VKO primenjen na ovu grupu alternativnih rešenja, izdvojio je scenario 4E, kao izrazito najbolji u pogledu analiziranih kategorija uticaja.

Upoređivanjem vrednosti Srednje zbirne karakteristike (SAW metoda) i vrednosti Faktora relativne bliskosti idealnom rešenju (TOPSIS metoda), uočava se potpuna podudarnost u pogledu redosleda kvaliteta alternativnih scenarija, kao i dosta dobro slaganje u veličinama navedenih faktora.

ZAHVALNICA

Ovaj rad predstavlja deo istraživanja realizovanih na projektu TR 33015, finansiranom od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

5. LITERATURA

- [1] Wilson, D.C., 2007, Development drivers for waste management. Waste Management & Research 25 (3), 198–207
- [2] Marshall, R. E., Farahbahsh, K., 2013, Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries, Waste management 33 (2013), 988-100
- [3] McDougall, F., White, P.R., Franke, M., Hindle, P., 2001, Integrated Solid Waste Management: A Life cycle Inventory, second ed. Blackwell Science, Oxford, UK.
- [4] Huang, I. B., Keisler, J., Linkov, I., (2011), Multicriteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends, Science of the Total Environment, 409(19), 2011, 3578–3594
- [5] Kirkeby, J. T., Birgisdottir, H., Bhandar, G. S., Hauschild, M., Christensen, T. H., 2007, Modelling of environmental impacts of solid waste landfilling within the life-cycle analysis program EASEWASTE, Waste Management 27 (2007), 961-970
- [6] Christensen, T. H., Manfredi, S., 2009, Environmental assessment of solid waste landfilling technologies by means of LCA-modeling, Waste Management 29 (2009), 32-43
- [7] Manfredi, S. Niskanen, A., Christensen, T. H., 2009, Environmental assessment of gas management options at the Old Ämmässuo landfill (Finland) by means of LCA-modeling (EASEWASTE), Waste Management 29 (2009), 1588- 1594.
- [8] Fruergaard, T., Hyks, J., Astrup, T., 2010, Life-cycle

- assessment of selected management options for air pollution control residues from waste incineration, *Science of the Total Environment* 408 (2010), 4672-4680
- [9] Kirkeby, J. T., Birgisdottir, H., Hansen, T. L., Christensen, T. H., Bhandar, G. S., Hauschild, M., (2006), Environmental assessment of solid waste systems and technologies: EASEWASTE, *Waste Management & Research* 24, 3-15
- [10] Linkov, I., Seager, T.P., 2011, Coupling multi-criteria decision analysis, life-cycle assessment, and risk assessment for emerging threats, *Environmental Science and Technology* 45, 5068–5074
- [11] Jovanović, S., (2015), Modeliranje ekološko-energetskih i ekonomskih performansi održivih tehnologija upravljanja čvrstim otpadom, Doktorska disertacija, Fakultet inženjerskih nauka u Kragujevcu
- [12] Jovanović, S., Jovičić, N., Bošković, G., Đorđević, Z., (2016), Izbor optimalnog sistema upravljanja komunalnim čvrstim otpadom na osnovu ekoloških, energetskih i ekonomskih performansi, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 18, No. 3-4, str. 304-312