



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

MEĐUNARODNI NAUČNI ODBOR

- Dr Nikolina Banjanin** *Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet, Beograd, Institut za higijenu sa medicinskom ekologijom, Srbija*
- Dr Damir Đaković** *Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Srbija*
- Dr Mirko Dobrnjac** *Mašinski fakultet, Banja Luka, BiH*
- Dr Maja Đolić** *Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Srbija*
- Dr Srbslav Genić** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Srbija*
- Dr Milan Gojak** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Srbija*
- Dr Dušan Golubović** *Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Mašinski fakultet, BiH*
- Dr Dijana Grgas** *Prehrambeno biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska*
- Dr Zvonimir Guzović** *Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska*
- Dr Gorica Ivaniš** *Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Srbija*
- Dr Jelena Janevski** *Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet, Srbija*
- Dr Rade Karamarković** *Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo u Kraljevu Univerziteta u Kragujevcu, Srbija*
- Dr Milica Karanac** *Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Srbija*
- Dr Mirjana Kijevčanin** *Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Srbija*
- Dr Atanas Kočov** *Mašinski fakulteta Univerziteta Skopje, Severna Makedonija*
- Dr Čedo Lalović** *Akademija strukovnih studija Šumadija - Odsek Aranđelovac, Srbija*
- Dr Tibela Landeka Dragičević** *Prehrambeno biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska*
- Dr Dorin Lelea** *University Politehnica Timisoara, Rumunija*
- Dr Stefan Mandić-Rajčević** *University of Milan, Italija*
- Dr Ljiljana Medić-Pejić** *Universidad Politécnica de Madrid Madrid, Španija*
- Dr Sanda Midžić-Kurtagić** *Mašinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, BiH*
- Dr Nenad Mitrović** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd*
- Dr Sanja Milivojević** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Srbija*
- Dr Biljana Miljković** *Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Srbija*
- Dr Dobrica Milovanović** *Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, Kragujevac, Srbija*
- Dr Srđan Nešić** *Ohio University, Russ College of Engineering and Technology, Ohio, SAD*
- Dr Nataša Nord** *Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norveška*
- Dr Marko Obradović** *Mašinski fakulteta Univerziteta u Beogradu, Srbija*
- Dr Goran Orašanin** *Mašinski fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu, BiH*
- Dr Milan M. Petrović** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Srbija*
- Dr Darko Radenković** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Srbija*
- Dr Dejan Radić** *Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Srbija*
- Dr Ivona Radović** *Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Srbija*
- Dr Jelena Ruso** *Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Srbija*
- Dr Niko Samec** *Mašinski fakultet Univerziteta u Mariboru, Slovenija*
- Dr Stojan Simić** *Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Mašinski fakultet, BiH*
- Dr Mirjana Stamenić** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd*
- Dr Olivera Stamenković** *Tehnološki Fakultet Univerziteta u Nišu, Leskovac, Srbija*
- Dr Vladimir Stevanović** *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Srbija*
- Dr Jasna Tolmač** *Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihailo Pupin“ u Zrenjaninu*
- Dr Radoje Vujadinović** *Mašinski fakultet Univerziteta Crne Gore, Crna Gora*
- Dr Igor Vušanović** *Mašinski fakultet Univerziteta Crne Gore, Crna Gora*
- Dr Nikola Živković** *Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Srbija*

ORGANIZACIONI ODBOR

| | |
|-------------------------------|---|
| Aleksandar Branković | <i>SET, Trebinje</i> |
| Dr Mirjana Čujić | <i>Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Laboratorija za hemijsku dinamiku i permanentno obrazovanje</i> |
| Dr Mladen Đurić | <i>Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Beograd</i> |
| Dr Nikola Karličić | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd (predsednik)</i> |
| Ilija Kovačević | <i>Pro-Ing d.o.o., Beograd</i> |
| Dr Aleksandar Petrović | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd</i> |
| Vera Ražnatović | <i>Privredna komora Srbije, Beograd</i> |
| Jelena Salević | <i>SMEITS, Beograd</i> |
| Alija Salkunić | <i>Elixir Group, Šabac</i> |
| Ljubinko Savić | <i>Privredna komora Srbije, Beograd</i> |
| Zoran Simić | <i>Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd</i> |
| Antonela Solujić | <i>Privredna komora Srbije, Beograd</i> |
| Dr Miroslav Stanojević | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd</i> |
| Dr Dušan Todorović | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd</i> |
| Dr Branislav Todorović | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd</i> |
| Dr Marta Trninić | <i>Akademija tehničkih strukovnih studija, Beograd</i> |

RECENZENTI

| | |
|-------------------------------------|--|
| Prof. dr Miroslav Stanojević | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd</i> |
| Prof. dr Nikola Karličić | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd</i> |
| Prof. dr Marko Obradović | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd</i> |
| Prof. dr Dušan Todorović | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd</i> |
| Prof. dr Antonije Onjia | <i>Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd</i> |
| Prof. dr Đorđe Veljović | <i>Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd</i> |
| Prof. dr Vladimir Pavićević | <i>Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd</i> |
| Prof. dr Dragana Živojinović | <i>Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd</i> |
| Doc. dr Nevena Prlainović | <i>Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd</i> |
| Doc. dr Maja Đolić | <i>Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd</i> |
| Prof. dr Mladen Đurić | <i>Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Beograd</i> |
| Doc. dr Ana Rakić | <i>Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Beograd</i> |
| Doc. dr Jelena Ruso | <i>Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Beograd</i> |
| Zoran Simić | <i>Univerzitet u Beogradu, Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu</i> |

POČASNI ODBOR

| | |
|--------------------------------------|---|
| Prof. dr Bratislav Blagojević | <i>Predsednik SMEITS-a</i> |
| Prof. dr Vladimir Popović | <i>dekan Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu</i> |
| Marko Čadež | <i>Predsednik Privredne komore Srbije</i> |
| Prof. dr Petar Uskoković | <i>dekan Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu</i> |
| Prof. dr Milan Martić | <i>dekan Fakulteta organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu</i> |
| Prof. dr Srđan Kolaković | <i>dekan Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu</i> |
| Prof. dr Svetlana Karić | <i>Predsednik Akademije strukovnih studija Šabac</i> |
| Prof. dr Martin Bogner | <i>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd</i> |
| Prof. dr Snežana Pajović | <i>Institut za nuklearne nauke "Vinča" – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju – Univerzitet u Beogradu</i> |
| Mihajlo Mišić | <i>Inženjerska komora Srbije</i> |
| Veljko Todorović | <i>Grundfos Srbija, Beograd</i> |
| Dejan Dotlić | <i>Kazantrade Solution, Beograd</i> |
| Čaba Kern | <i>Cim gas, Subotica</i> |
| Nemanja Tubić | <i>Wilo Beograd, Beograd</i> |
| Dejan Margetić | <i>Vodavoda, Mionica</i> |
| Bojan Sretenović | <i>Ovex inženjering, Beograd</i> |

PREDGOVOR

U Zborniku radova su objavljeni radovi sa 37. Međunarodnog kongresa o procesnoj industriji – Procesinga '24, koji je održan u Beogradu u prostoru Privredne komore Srbije od 29. do 31. maja za koji je prihvaćeno 60 radova autora iz zemlje i inostranstva.

Zbornik celih radova je u režimu slobodnog pristupa objavljen na sajtu www.izdanja.smeits.rs. Kao integralni dokument dostupan je na sajtu www.smeits.rs

Međunarodni karakter Procesinga '24 ostvaren je inostranim učesnicima sa radovima, kao i članovima naučnog odbora. Zvanični jezici za izlaganje radova na kongresu bili su srpski i engleski.

Osnovni ciljevi kongresa bili 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 '24 obuhvatila je osnovne procesne operacije: mehaničke, hidromehaničke, toplotne, difuzione, hemijske i biohemijske, kao i procesna postrojenja i opremu (aparate i mašine).

Program Procesinga '24 obuhvatio je dvanaest tematskih oblasti: 1. Procesne tehnologije; 2. Projektovanje, izgradnja, eksploatacija i održavanje procesnih postrojenja; 3. Osnovne i pomoćne operacije, aparati i mašine u procesnoj industriji; 4. Inženjerstvo životne sredine i održivi razvoj u procesnoj industriji; 5. Energetska efikasnost u procesnoj industriji; 6. Procesi i postrojenja u pripremi i prečišćavanju vode u procesnoj industriji; 7. Sušenje i sušare; 8. Gasna tehnika; 9. Modelovanje i optimizacija procesnih i termoenergetskih postrojenja; 10. Hidraulički i pneumatski transport; 11. Merenja i upravljanje u procesnoj industriji; i 12. Menadžment kvaliteta i standardizacija u organizacijama.

Deo programa na Procesingu '24 bila su i plenarna predavanja pod nazivom Primeri dobre prakse sa temama:

- 1. Projekat javno-privatnog partnerstva (JPP) upravljanja otpadom u Beogradu, Aktiviranje postrojenja za energetsko iskorišćenje komunalnog otpada, snage 103 MW,*
- 2. Postrojenje za prečišćavanje i preradu otpadnih voda, Kogenerativno postrojenje za korišćenje biogasa i dobijanje zelene energije i upotrebe u Apatinskoj pivari.*

Pored toga održano je i predavanje iz oblasti Standardizacije sa temom: Novi međunarodni standardi sistema menadžmenta u oblasti veštačke inteligencije, Razvoj novih međunarodnih standarda koji će se koristiti za ocenjivanje korporativnog uticaja na društvo i okolinu, kao i kvalitet upravljanja obavezom izveštavanja o održivosti za kompanije u kontekstu standarda ESG.

Program Procesinga '24 obuhvatio je i tri okrugla stola na sledeće teme:

- Novi talas srpskog inženjerskog menadžmenta na pojedinim inostranim tržištima – analiza ponude i tražnje,*
- Kvalitet, a ne potencijal biomase, i*
- Oprema pod pritiskom.*

Procesing '24 organizovalo je Društvo za procesnu tehniku pri SMEITS-u, a u Naučnom i Organizacionom odboru bili su prisutni predstavnici Mašinskih, Tehnoloških i drugih fakulteta u okviru kojih je oblast procesne tehnike zastupljena u nastavi.

Pomoć u organizovanju Procesinga '24 dali su članovi Katedre za procesnu tehniku Mašinskog fakulteta, Tehnološko metalurškog fakulteta i Fakulteta organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu.

Ovogodišnji skup imao je organizovan obilazak proizvodnih pogona kompanije Grundfos u Indiji.

*U Beogradu
juni 2024.*

Uvodnik

Prof. dr Nikola Karličić

Energija u procesnoj industriji

1. SAGOREVANJE DRVETA I DRUGE VRSTE BIOMASE
Sonja Ketin, Boban Kostić, Rade Biočanin 15
2. PRIMENA SISTEMA AKTIVNE KONDENZACIJE
ZA KORIŠĆENJE GORNJE TOPLOTNE MASE GORIVA
Milan S. Marjanović, Miloš V. Nikolić, Đorđe A. Novčić,
Rade M. Karamarković, Dušan M. Todorović 17

Modelovanje i optimizacija procesnih i termoenergetskih postrojenja

3. NUMERIČKO MODELIRANJE INTERAKCIJE IZMEĐU VISKOPLASTIČNOG FLUIDA I
VISKOELASTIČNOG ČVRSTOG TIJELA
Jaber Almutairi, Almin Halač, Amra Hasečić, Ejub Džaferović 19
4. ENERGETSKA EFIKASNOST TERMOKOMPRESORSKIH SISTEMA PRIMENJENI U
INDUSTRIJSKIM KONCENTRATORIMA
Aleksandar Gjerasimovski, Nataša Gjerasimovska, Vasko Šarevski 21
5. NUMERIČKA ANALIZA MOGUĆNOSTI FLEŠBEKA
U SLUČAJU PRETHODNO MEŠANOG SAGOREVANJA VODONIK-VAZDUH
Filip Kokalj, Marc Jaeger, Matjaž Hriberšek, Niko Samec. 23
6. EKSERGIJSKA ANALIZA ZA OPTIMIZACIJU PROCESA U ELEKTROLUČNOJ PEĆI
Vaso Manojlović, Jelena Ivanović, Nataša Gajić 25
7. KORIŠĆENJE AKTIVNE KONDENZACIJE
U SISTEMU DALJINSKOG GREJANJA NA BIOMASU
Milan Marjanović, Rade Karamarković, Dušan Todorović,
Marko Obradović, Aleksandar Jovović, Dejan Radić 27

Hidraulički i pneumatski transport

8. ANALIZA STACIONARNIH I PRELAZNIH REŽIMA U NAFTNIM POSTROJENJIMA
Aleksandar Petković, Jovan Ilić 29

Inženjerski menadžment, kvalitet i standardizacija

9. INTEGRACIJA METODOLOGIJA ZA KONTINUIRANO UNAPREĐENJE I ZELENIH
INOVIACIJA: PUT KA ODRŽIVIM ORGANIZACIJAMA
Alija Salkunić, Lidija Gadže, Anđela Vila 37
10. OPTIMIZACIJA, VALIDACIJA I VERIFIKACIJA ICP-MS METODE
ZA ODREĐIVANJE METALA IZ EMISIJE STACIONARNIH IZVORA
Filip Živković, Maja Đolić, Liljana Janković Mandić, Mirjana Čujić 51
11. ZNAČAJ PRIMENE STANDARDA ZA SISTEM MENADŽMENTA ŽIVOTNE SREDINE
Sara Dimitrijević, Mladen Đurić, Jelena Ruso 53
12. PROCENA MERNE NESIGURNOSTI PRILIKOM ODREĐIVANJA SADRŽAJA TEŠKIH METALA
U UZORCIMA LETEĆEG PEPELA
Dušan Trajković, Aleksandra Perić Grujić, Dragana Živojinović 55
13. ZNAČAJ MENADŽMENTA KVALITETA I RIZIKA ZA STARTAPOVE
Lena Bogdanović 63

PRIMENA SISTEMA AKTIVNE KONDENZACIJE ZA KORIŠĆENJE GORNJE TOPLOTNE MOĆI GORIVA

APPLICATION OF ACTIVE CONDENSATION SYSTEMS FOR UTILIZING THE HIGHER HEATING VALUE OF FUELS

**Milan S. Marjanović^{*1}, Miloš V. Nikolić², Đorđe A. Novčić²,
Rade M. Karamarković², Dušan M. Todorović³**

¹Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka Čačak

²Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo, Kraljevo

³Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd

Stremljenje ka energetski efikasnijem korišćenju energije iziskuje i korišćenje gornje toplotne moći dimnog gasa. U sistemima u kojima postoje potrošači toplotne energije temperature niže od ~50 °C gornja toplotna moć se direktno koristi pomoću kondenzatora dimnog gasa ili direktnih razmenjivača sa raspršivanjem vode. Gornja toplotna moć se direktno koristi u kotlovima za podizanje tačke rose dimnog gasa (kotlovi za pumpanje pare). U uslovima kada ne postoje potrošači niske temperature potrebno je toplotu kondenzacije pare iz dimnog gasa podići na temperaturu potrošača. Ovo je slučaj koji se javlja u gotovo svim domaćim sistemima daljinskog grejanja, industriji alkoholnih i bezalkoholnih napitaka, mleka i mlečnih prerađevina. U tim slučajevima toplota se podiže na temperaturu potrošača najčešće pomoću apsorpcionih i kompresorskih toplotnih pumpi. Opisane konfiguracije su u literaturi poznate kao aktivni sistemi kondenzacije. Među njima dominiraju sistemi: a) u kojima toplotna pumpa uzima toplotu iz povrata potrošača i predaje je povratu nizvodno od kondenzatora dimnog gasa, b) sa vlažnim izdvajачima, u kojima se kondenzat posle filtriranja direktno vodi na isparivač toplotne pumpe ili njen međukrug. Primena sistema sa vlažnim izdvajачima b) se najviše istražuje na sagorevanju biomase zato što omogućava istovremeno korišćenje gornje toplotne moći i smanjenje emisija praškastih materija. Sistemi pod a) se najčešće koriste u daljinskom grejanju. Toplotne pumpe srednjeg nivoa, kompresorske, apsorpcione i hibridne, omogućavaju korišćenje toplote kondenzacije na temperaturama i višim od 100 °C.

Ključne reči: gornja toplotna moć; sagorevanje; aktivna kondenzacija; toplotna pumpa; energetska efikasnost

Aiming for a more energy-efficient use of energy also requires utilizing a higher heating value (HHV) of fuel. In systems where consumers of thermal energy with a temperature lower than ~50 °C are present, HHV is used directly by flue gas condensers or water spray exchangers. HHV is directly used in vapour pump boilers. In conditions without low-temperature consumers, it is necessary to raise the heat of vapour condensation in the flue gas to the consumer's temperature. This case occurs

* Corresponding author: milan.marjanovic@ftn.kg.ac.rs

<https://orcid.org/0000-0003-2669-6694>

Miloš Nikolić: <https://orcid.org/0000-0002-4610-7458>

Đorđe Novčić: <https://orcid.org/0000-0003-4669-7707>

Rade Karamarković: <https://orcid.org/0000-0003-2607-7041>

Dušan Todorović: <https://orcid.org/0000-0003-3119-1324>

in almost every domestic district heating system, the industry of alcoholic and non-alcoholic beverages, and milk and milk product industries. In these cases, the heat of vapour condensation is raised using the absorption and compressor heat pumps. These described configurations are recognized in the literature as active condensation systems. The most common systems among them are a) systems in which the heat pump takes heat from the return flow from the consumer and releases it to the return downstream of the flue gas condenser, b) systems with a wet heat exchanger in which the condensed and filtered vapour is passed through the heat pump evaporator directly or via a heat exchanger. Latter systems are mostly researched with biomass combustion because they allow using HHV of fuel and lower particle emissions in flue gas simultaneously, while the former systems are most often used in district heating. High temperature, compression, absorption and hybrid heat pumps enable the use of condensation heat at temperatures higher than 100 °C.

Key words: *higher heating value; combustion; active condensation; heat pump; energy efficiency*

Acknowledgment

This research was supported by the Science Fund of the Republic of Serbia, 5959, Active Condensation Hybrid Systems in Biomass Combustion – AC-BC.