



ENERGETSKI PAMETNE ZGRADE KROZ PRIMJENU “INTERNET STVARI” - IOT (INTERNET OF THINGS)

Veselin Blagojević¹, Dušan Gordić², Ranko Božićković³, Vojislav Novaković⁴,

Rezime: U posljednjih nekoliko godina nastala je evolucija tržišta i aplikacija sistema tzv. “Internet stvari” - IOT (Internet of Things). Ovi sistemi predstavljaju sistem raznih, uglavnom malih, pametnih elektronskih uređaja koji imaju mogućnost interakcije sa realnom okolinom i koji su priključeni na Internet. Mnogobrojne su primene IOT sistema u različitim segmentima života, a u ovom radu će biti prikazane mogućnosti i primjeri primjene IOT tehnologija u zgradama u cilju povećanja njihove energetske efikasnosti. Trenutne primjene i perspektivna buduća rješenja pokazuju da se primjenom ovih tehnologija mogu ostvariti značajne uštede energije u zgradama uz povećanje komfora njihovih korisnika.

Ključne riječi: Bežični senzori, energetska efikasnost, Internet stvari, RFID.

ENERGY-SMART BUILDINGS THROUGH APPLICATION OF THE INTERNET OF THINGS (IOT)

Abstract: In recent years, there was an evolution of the market and the application system called. "Internet of things" - IOT (Internet of Things). These systems represent a different system, mainly small, smart electronic devices that have the ability to interact with the real environment and connected to the Internet. There are many applications IOT systems in different segments of life, and in this paper will be presented possibilities and examples of use of IOT technologies in buildings in order to increase their energy efficiency. The current application and promising future solutions show that the use of these technologies can achieve significant energy savings in buildings while increasing the comfort of their users.

Key words: Energy efficiency, The Internet of Things, RFID, Wireless sensors.

¹ MSc Veselin Blagojević, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, Srbija, e-mail: veslo.doboj@gmail.com (CA)

² dr Dušan Gordić, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, Srbija, e-mail: gordic@kg.ac.rs

³ dr Ranko Božićković, Saobraćajni fakultet, Doboj, BiH, e-mail: bozickovicranko@gmail.com

⁴ dr Vojislav Novaković, NTNU, Trondheim, Norway, e-mail: vojislav.novakovic@ntnu.no

1 UVOD

Razvoj tehnologije u 21-om vijeku je donio mnogo promjena po čovjeka i način na koji se odvija život na Zemlji. Tehnologija i tehnika su na neki način pojednostavile životni tok, dok su na drugi način mnogima otežali život. Pametni uređaji su samo jedan dio stvari koje svakodnevno koristi čovječanstvo. Pametni uređaji imaju veliku ulogu u rešavanju problema koji se tiču povećanja životnih i radnih uslova uz povećanje energetske efikasnosti. U ovom radu će se govoriti o mogućnostima za primjenu pametnih uređaja, dok će se više pažnje posvetiti primjeni pametnih uređaja u zgradarstvu, tzv. The Internet of Things-IOT.

2 DEFINICIJA IOT-A (definicija, razvoj, vizija, područje primjene)

The Internet of Things-IOT je skup sposobnosti koji uz pomoć različitih bežičnih senzora (Wi-Fi), čitača koji rade na principu identifikacije putem radio frekvencije (RFID) i elektronskih uređaja uče od drugih, i pretvaraju u inteligentne sisteme. Generisanje podataka u IOT-u raste mnogo brže od društvenih i računarsko generisanih podataka, što je vrlo raznolik, jasan, i u jednu ruku vremenski veoma osjetljiv pravac koji se često čuva u tajnosti. Složenost sistema raste veoma brzo koristeći milijarde uređaja u interaktivnom i pokretnom svijetu. To predstavlja dodatni izazov za testiranje granica programiranja u računarskom svijetu. IOT je upravo najbolja prilika da se u potpunosti iskoristi ovaj resurs. Svrha IOT-a je da ne bude izričito definisana i programirana. Ona se sama uči i nadograđuje iz iskustava okoline i interakcije sa ljudima. To donosi automatsko učenje sistema i procesa kako bi mogli razumjeti ciljeve korisnika, a zatim se integrišu i analiziraju relevantni podaci koji bi korisniku mogli pomoći da se ciljevi što lakše i jednostavnije realizuju [1].

2.1 Razvoj IOT-a (The Internet of Things)

Pojam Internet of Things prvi je pomeno Kevin Ashton u 1999. godini u kontekstu upravljanja lancem snadbijevanja.[2]. Međutim, u posljednjih desetak godina, definicija sveobuhvatno pokriva širok spektar aplikacija kao što su zdravstvo, komunalne usluge, transport, itd [3].

Radikalna evolucija IOT-a podrazumijeva mrežu međusobno povezanih objekata koji ne samo da prikupljaju informacije iz okoline već imaju i interakciju sa fizičkim svijetom (aktiviranje/naredba/kontrola), koji takođe koristi postojeće internetske standarde za pružanje usluga za prenos podataka, analitiku, aplikacije i komunikacije. IOT potaknut razvojem otvorene bežične tehnologije kao što su Bluetooth, (RFID), Wi-Fi, telefonski prenos podataka, ugrađenih senzora i razvojem komunikacionih mreža izlazi iz okvira statičke funkcije interneta i potpunosti prelazi u integrisani internet budućnosti [4].

Začeo se IOT-a se u ozbiljnijem kontekstu prvi put pominje 2012 godine, ali je dugo vremena bio pod određenim stepenom skepticizma. Priliku za razvoj je dobio nakon ubrzanog razvoja velikih kompanija Google, Samsung, Apple itd, koji su tražili svoje poslovne prilike za uspješnije poslovanje [5].

2.2 Vizija razvoja IOT-a (The Internet of Things)

IOT je nova revolucija internet [6].

Broj uređaja povezanih sa internetom nadmašio je broj ljudskih bića na planeti u 2011 godini, a do 2020 godine predviđanja su da će povezanost uređaja biti između 26 milijardi i 50 milijardi [7].

Prema istraživanju koje je provela kompanija IDC (International Data Corporation), instalirana baza podataka za IOT će do 2020 godine porasti na oko 212 milijardi uređaja. IDC ovaj porast vidi uglavnom potaknut idejom da će prikupljanja podataka ići preko privatnih i poslovnih aplikacija [8].

IOT podrazumijeva da su okruženja, gradovi, zgrade, vozila, odjeća, prenosni uređaji i drugi objekti međusobno povezani i da imaju mogućnost ili sposobnost da osjete, komuniciraju i stvaraju nove informacije. Osim mrežne tehnologije oni se moraju nositi sa novim izazovima, kao što su velike brzine prenosa podataka, veliki broj korisnika, mala potrošnja energije, niske cijene i veliki broj uređaja.

Kako se IOT bude razvijao, tako će se i količina generisanih podataka uvećavati. Poslovni modeli osim toga neće više uključivati samo jednu kompaniju, nego će sadržavati dinamičku mrežu kompanija s potpuno novim vrijednosnim lancem. Podaci će se generisati i prenositi samostalno pametnim uređajima i ti će podaci neizbježno prelaziti granice preduzeća.

Pojavljuje se niz opasnosti koji se tiču zaštite podataka, posebno na podatke koji će biti generisani u početku primjenen[5].

2.3 Područje primjene IOT-a (The Internet of Things)

Potencijalna primjena IOT-a je brojna i raznovrsna, i nameće se u gotovo svim područjima svakodnevno (privatna lica i društva u cjelini). IOT prijava pokriva pametna okruženja kao što su: transport, objekti, gradovi, poljoprivreda, fabrike, zdravstvo, kultura i turizam, životnu sredinu i energiju [9].

U nastavku je dat ažurirani popis IOT aplikacija koji sadrže IOT primjene u različitim područjima, što je evidentan strateški i tehnološki trend za narednih nekoliko godina:

- *Proizvodnja hrane i nadzor voda,*
- *Pametno zdravlje,*
- *Pametno življenje,*
- *Pametni monitoring životne sredine,*
- *Pametna proizvodnja,*
- *Pametna energija,*
- *Pametne zgrade,*
- *Mobilnost i pametni transport,*
- *Pametna industrija,*
- *Pametni grad.*

3 KORIŠĆENJE IOT-A U ZGRADARSTVU ZA POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Primjena IOT tehnologije u gradovima i stambenim objektima ima nekoliko zadataka. Jedan od osnovnih je povećanje javne svijesti o promjenama koje moramo uvesti a koje se tiču snadbijevanja i korištenja električne energije. Još jedan od razloga je da se snadbijevanje energijom u budućnosti bazira na obnovljive izvore energije, dok će fosilna goriva postepeno gubiti svoju ulogu i značaj. Fokus prije svega treba usmjeriti na naše ponašanje kod potrošnje energije. Zbog svoje ne stalne prirode, energija zahtjeva inteligentnu i prilagodljivu mrežu, sa kontrolisanom proizvodnjom i skladištenjem. Takve funkcije će se temeljiti na umrežavanju inteligentnih uređaja i opreme bazirane uglavnom na IOT tehnologiji. Buduće energetske mreže predviđaju veliki broj malih i srednjih distributivnih postrojenja. Osim toga u slučaju energetske zastoja ili nesreće, određena područja mogu se izolirati od ostalih i snadbijevati iz

vlastitih izvora napajanja. Poput fotonaponskih sistema na krovovima, blok toplana i elektrana ili energetskog skladišta u stambenom prostoru. Veliki izazov za potrošače je omogućavanje tehnologije i dizajna energetske infrastrukture u cilju snadbijevanja sopstveno proizvedenom energijom, njenom distribucijom ili potpunim osamostaljenjem i povlačenjem iz mreže.

Složenost povećava sistem i predstavlja tehničke izazove koji moraju uzeti u obzir kako je sistem djelovao na način za koji nije namijenjen. U svemu je nabitnije da nakon uključenja tehnologije i sistema sigurnost ostane na prvome mjestu, kako bi se smanjila ranjivost sistema i zaštita podataka [5].

To takođe omogućava visok nivo svijesti potrošača. Izgradnja sistema za upravljanje je u stvari kompjuterski sistem kontrole (softver i hardver) instaliran u zgradama koje kontrolišu i nadziru – na licu mjesta ili sa daljine – zgrade, mehaničku i električnu opremu (ventilaciju, rasvjetu, električni sistem, protivpožarni i sigurnosni sistem) a sve prikupljanjem podataka iz niza ugrađenih senzora [10].

Kao primjer se može navesti pametni termostat, koji pripada grupi IOT uređaja, sposobnih da sami uče svoje preferencije i na taj način upravljaju energijom. Na taj način se ne mora voditi računa o temperaturi u prostoriji, već se ona automatski programira. Istraživanja pokazuju da su primjenom ovih termostata uštede od 10 % do 15%. Osim toga veoma je prilagodljiv i pruža podršku za skoro sve sisteme grijanja i hlađenja [12].

Ušteda energije se temelji prije svega na poboljšanju korisničke svijesti o trenutnoj potrošnji energijom što je ujedno još jedan stub budućih koncepata upravljanja energijom. Pametni mjerači i uređaji mogu dati informacije o trenutnoj potrošnji energije, što će omogućiti identifikaciju i otklanjanje suvišne potrošnje energije, te pružiti savjet za optimizaciju individualne potrošnje energije. Ali sve to nije korisno i funkcionalno ako se ne promijeni svijest korisnika.

Kada se radi o kritičnom dijelu javne infrastrukture, sigurnost podataka je od najveće važnosti. Kako bi se zadovoljili vrlo visoki zahtjevi na pouzdanosti energetskih mreža i komponenti njihova interakcija mora imati najvišu efikasnost i pouzdanost [11].

4 PRIMERI PRIMENE IOT TEHNOLOGIJE NA KOMPLEKSU (NTNU) U TRONDHEIMU, NORVEŠKA

IOT tehnologija je svjesno ili ne već dobila svoju primjenu u pojedinim oblastima. Među prvim se nalaze obrazovne institucije, koje su laboratorijski istražujući određene tehnologije došli do primjene inteligentnih sistema. Kao primjer se može navesti razvoj i primjena IOT tehnologije na NTNU (Norwegian University of Science and Technology) u Trondheimu, Norveška. Ovaj univerzitet broji oko 39000 studenata koji svoje aktivnosti obavljaju u 30 objekata za različite namjene. U skladu sa tim potrebama *Departman za energetiku i procesnu tehniku* na ovom Univerzitetu sprovodi nekoliko zadataka koji su doveli do određenih rezultata. Postavljen je zadatak da se izgradi sistem za upravljanje energijom i nadzor nad potrošnjom energije (energetski monitoring).

Na ovom fakultetu se već 80-ih godina bacio fokus na prikupljanje opreme. Napravljene se prve zgrade sa sofisticiranom opremom za telekomunikacije, praćenje, automatsko upravljanje i računarske mreže (analogni sistem).

Početkom 90-ih godina, fokus je dat na funkcionisanje sistema. U zgradi se povećala produktivnost njegovih korisnika, osigurala efikasnost korištenja svih raspoloživih resursa, te smanjili troškovi životnog ciklusa zgrade.

Tokom 2000-ih godina, fokus je stavljen na integraciju. To je postupak koji osigurava optimalnu iskorištenost zgrada, područja, instalacije, organizacija a sve sa glavnim ciljem pružanja kvalitetne automatizacije i monitoringa sistema.

Kako bi se sproveda metodologija neophodno je bilo napraviti interakciju između objekata i usluga za korisnike. Osim građevinskih karakteristika objekata neophodno je obezbijediti informacije o temperaturi, snadbijevanjem energijom i vodom, ponašanjem i navikama korisnika, sunčevom zračenju, vjetru i ostalim klimatskim podacima, toplotnoj izolaciji, grejanju, hlađenju, ventilaciji, vlazi, rasvjeti, aktivnostima korisnika, radnom vremenu korisnika, toplotnom kapacitetu, vlastitim količinama tople vode, sanitariji, postojećoj automatskoj kontroli, načinu upravljanja, i o ostalim znanjima i aktivnostima kojima se raspolaže na ovom Univerzitetu.

Cilj automatske kontrole je bio da se zadrže određeni unutrašnji ekološki parametri, u okviru željenih granica bez uključenja svih ljudskih napora. Osim toga potrebno je bilo da se zadrže i ekološki i energetski nivo svih resursa.

Automatizacija u zgradama obuhvata sve sisteme za upravljanje i nadzor nad različitim instalacijama zgrade koje bi mogle biti pronađene u zgradama. Izgradnja sistema za upravljanje energijom(BEMS) je oprema koja se koristi u zgradarstvu kao centralizovana i koja se temelji na digitalnoj tehnici i komponentama.

Centralizovani inteligentni sistem u zgradama pruža značajnu racionalizaciju, smanjenje potrošnje i potražnje energije, niže troškove. Oprema za automatizaciju se prvobitno temeljila na analognoj tehnici gdje se ispostavilo da je vrlo kruto njeno korištenje i da pruža male mogućnosti za kombinaciju signala između različitih sistema. To je bio ograničavajući faktor i zbog toga su u centralizovanoj automatici u zgradama nastajale štete.

Trenutno se na NTNU primjenjuje digitalni sistem energetskog monitoringa, gdje je pomoću raznih senzora i dojavljivača uvezanih u intelektualnu mrežu, napravljen jedan sistem za kvalitetno praćenje i upravljanje energijom. Sistem je programiran na taj način da prati trenutno stanje, predviđa normalno stanje korištenja i evidentira sva nepredviđena odstupanja i greške sistema. Sistem je napravljen da automatski alarmira ne predviđena odstupanja, ukazujući na eventualni kvar, greške ili ne marnost korisnika. Jednostavnim korištenjem softvera i pristupom na licu mjesta ili sa daljine, omogućava se grafički prikaz parametara, gdje je na osnovu toga moguće planirati naredne korake za poboljšanje sistema i energetsku efikasnost.

Osim energetskog monitoringa ovaj Univerzitet je opremljen sistemima za: video nadzor, kontrolu prisutnosti, kontrolu korištenja prostorija, sistemom protiv požarne detekcije i zaštite, automatskom kontrolom i upravljanjem rasvjetom, grejanjem i ventilacijom, kao i drugim inteligentnim sistemima kod održavanja objekata. Osim toga, a u cilju iskorištenja energije, koristi se otpadna energija iz kuhinja i drugih postrojenja, pomoću sistema sa izmjenjivačima.

5 ZAKLJUČAK

U radu su se mogle vidjeti mnogobrojne mogućnosti za primjenu inteligentnih sistema tzv. "Internet stvari" - IOT (Internet of Things). Sistem raznih pametnih uređaja omogućava stvaranje mreže korisnika iz različitog segmenta života u jedinstveni inteligentni sistem, koji ima mogućnost bez ljudske pomoći da evidentira, kontroliše, upravlja i automatski se nadograđuje.

Primjena IOT tehnologije je raznovrsna i nalazi primjenu u svim oblastima, dok je u ovom radu akcenat stavljen na primjenu u zgradarstvu, kao i na njen uticaj na povećanje energetske efikasnosti uz održanje životnih i radnih uslova za korisnike.

Na navedenom primjeru korištenja IOT tehnologije u NTNU-Trondheim, se može vidjeti koliku ulogu ovaj sistem ima na energetske efikasnost i normalno funkcionisanje cijelog sistema. Bitna je činjenica to što IOT sistem ima veliku ulogu kod podizanja svijesti i edukacije korisnika, ukazujući im na greške pri korištenju energije i na taj način IOT sistem stavlja u funkciju monitoringa, bez velikih zahtjeva za njegovo upravljanje.

Primjena IOT tehnologije se suočava i sa mnogim problemima, što usporava masovnu primjenu. Jedan od tih, a možda i najveći problem je bezbjednost podataka. Globalno umrežavanje pametnih stvari daje prostora za zloupotrebu podataka, što u protivnom daje zadatak za dodatni razvoj i rad.

LITERATURA

- [1] Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswami, M., Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions, Future Generation Computer Systems, Volume 29, No. 7, Pages: 1645-1660, ISSN: 0167-739X, Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands, September 2013.
- [2] Ashton, K. (2009). That —Internet of Things|| Thing, RFID Journal.
- [3] Sundmaeker, H., Guillemin, P., Friess, P., Woelfflé, S. (2010). Vision and challenges for realising the Internet of Things, Cluster of European Research Projects on the Internet of Things - CERP IoT.
- [4] Buckley, J. (2006). The Internet of Things: From RFID to the Next-Generation Pervasive Networked Systems, Auerbach Publications, New York.
- [5] Vermesan, O., Friess, P., Internet of Things – From Research and Innovation to Market Deployment, River Publishers Series in Communication, Niels Jernes Vej 10 9220 Aalborg Denmark, 2014.
- [6] Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Sundmaeker, H., et al., "Inter-net of Things Strategic Research and Innovation Agenda", Chapter 2 in Internet of Things – Converging Technologies for Smart Envi-ronments and Integrated Ecosystems, ISBN 978–87-92982–73-5, River Publishers, 2013.
- [7] Raymond, J., Associates, " The Internet of Things-A Study in Hype, Reality, Disruption, and Growth", The-Internet-of-Things-A-Study-in-Hype-Reality- Disruption - and-Growth.pdf, 2014.
- [8] IDC, "Worldwide Internet of Things 2013–2020 Forecast: Billions of Things, Trillions of Dollars, " Doc #: 243661, Februar 2016.
- [9] Evans, P. C., Annunziata, M. (2012). Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines, General Electric Co.
- [10] <http://blog.econocom.com/en/blog/smartbuilding-and-bms-a-little-glossary/>, pristupljeno (09.08.2016).
- [11] Vermesan, O., et al., „Internet of Energy-Connecting Energy Anywhere Anytime,, Ib Advanced Microsystems for Automotive Applications 2011: Smart Systems for Electric, Safe and Networked Mobility, ISBN 978-36-42213-80-9 Springer, Berlin, 2011.
- [12] <http://internetofthingswiki.com/nest-learning-thermostat/559/> pristupljeno (10.08.2016).

COMET_a 2016

3rd INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

7th - 9th December 2016

Jahorina, Republic of Srpska, B&H



University of East Sarajevo

Faculty of Mechanical Engineering

Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications

Z B O R N I K R A D O V A

P R O C E E D I N G S

Istočno Sarajevo – Jahorina, BiH, RS
7 - 9. decembar 2016.

East Sarajevo – Jahorina, B&H, RS
7th – 9th December 2016.

ZBORNİK RADOVA SA 3. MEĐUNARODNE
NAUČNE KONFERENCIJE
"Primijenjene tehnologije u mašinskom inženjerstvu"
COMETa2016, Istočno Sarajevo - Jahorina 2016.

PROCEEDINGS OF THE 3rd INTERNATIONAL
SCIENTIFIC CONFERENCE
"Conference on Mechanical Engineering
Technologies and Applications"
COMETa2016, East Sarajevo - Jahorina 2016.

<i>Organizator:</i>	Univerzitet u Istočnom Sarajevu Mašinski fakultet Istočno Sarajevo
<i>Organization:</i>	University of East Sarajevo Faculty of Mechanical Engineering East Sarajevo
<i>Izdavač:</i>	Univerzitet u Istočnom Sarajevu Mašinski fakultet Istočno Sarajevo
<i>Publisher:</i>	University of East Sarajevo Faculty of Mechanical Engineering East Sarajevo
<i>Za izdavača:</i> <i>For publisher:</i>	Prof. dr Ranko Antunović
<i>Urednici:</i> <i>Editors:</i>	Prof. Dr Biljana Marković, Prof. Dr Ranko Antunović,
<i>Tehnička obrada i dizajn:</i> <i>Technical treatment and desing:</i>	Ranka Gojković, senior asisstant Nikola Vučetić, senior asisstant Aleksija Đurić, senior asisstant
<i>Izdanje:</i> <i>Printing:</i>	Prvo 1 st
<i>Register:</i> <i>Register:</i>	ISBN 978-99976-623-7-8 COBISS.RS-ID 6240280

REVIEWERS

PhD Adisa Vučina, FMEC Mostar (B&H)
PhD Radoslav Tomović, FME Podgorica (MNE)
PhD Miloš Milovančević, FME Nis (Serbia)
PhD Mirko Blagojević, FE Kragujevac (Serbia)
PhD Miroslav Milutinovic, FME UES (B&H)
PhD Srđan Vasković, FME UES (B&H)
PhD Nikola Tanasić, FME Belgrade (Serbia)
PhD Goran Orašanin, FME UES (B&H)
PhD Lozica Ivanović, FE Kragujevac (Serbia)
PhD Dragoljub Živković, FME Nis (Serbia)
PhD Biljana Markovic, FME UES (B&H)
PhD Milija Krašnik, FME UES (B&H)
PhD Ranko Antunovic, FME UES (B&H)
PhD Milosav Ognjanović, FME Belgrade (Serbia)
PhD Slaviša Moljević, FME UES (B&H)
PhD Vlado Medaković, FME UES (B&H)
PhD Aleksandar Košarac, FME UES (B&H)
PhD Milan Zeljković, FTS Novi Sad (Serbia)
PhD Jelena Jovanovic, FME Podgorica (MNE)
PhD Snezana Nestic, FE Kragujevac (Serbia)
PhD Dragan Milčić, FME Nis (Serbia)
PhD Novak Nedić, FMCE Kraljevo (Serbia)
PhD Slobodan Tabaković, FTS Novi Sad (Serbia)
PhD Miroslav Živković, FE Kragujevac (Serbia)
PhD Aleksandar Zivkovic, FTS Novi Sad (Serbia)
PhD Vojislav Filipović, FMCE Kraljevo (Serbia)
PhD Mladomir Milutinovic, FTS Novi Sad (Serbia)

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE

PhD Biljana Marković, FME UES (B&H) – president

PhD Vojislav Novaković, NTNU Trondheim (Norway)
PhD Nenad Gubelj, TF Maribor (Slovenia)
PhD Athanasios Michailidis, AUT (Greece)
PhD Radivoje Mitrović, FME Belgrade (Serbia)
PhD.-Ing. Albert Albers, University of Karlsruhe (Germany)
PhD Aleksandar Veg, FME Belgrade (Serbia)
PhD Ranko Antunović, FME UES (B&H)
PhD.-Ing. Ljubomir Dimitrov TU Sofia (Bulgaria)
PhD Milosav Ognjanović, FME Belgrade (Serbia)
PhD Vojislav Miltenović, FME Niš (Serbia)
PhD Imre Kiss, University Politehnica Timisoara (Romania)
PhD Slavko Krajcar, FER Zagreb (Croatia)
PhD Nebojša Radić, FME UES (B&H)
PhD Tale Geramitčioski, UKLO Bitola (FYROM)
PhD Miroslav Živković, FE Kragujevac (Serbia)
PhD Slavko Arsovski, FE Kragujevac (Serbia)
PhD Zoran Ljuboje, FEE UES (B&H)
PhD Dušan Golubović, FME UES (B&H)
PhD Zoran Markov, FME Skoplje (FYROM)
PhD Adisa Vučina, FMEC Mostar (B&H)

PhD. - Ing. Miroslav Vereš, SUT Bratislava (Slovakia)
PhD Ranko Božičković, FTE UES (B&H)
PhD Dragan Milčić, FME Niš (Serbia)
PhD Radoslav Tomović, FME Podgorica (MNE)
PhD Ljubodrag Tanović, FME Belgrade (Serbia)
PhD Siniša Kuzmanović, FTS Novi Sad (Serbia)
PhD Miroslav Milutinović, FME UES (B&H)
PhD Dragiša Vilotić, FTS Novi Sad (Serbia)
PhD Milija Krašnik, FME UES (B&H)
PhD Milan Zeljković, FTS Novi Sad (Serbia)
PhD Milenko Obad, FMCE Mostar (B&H)
PhD Novak Nedić, FMCE Kraljevo (Serbia)
PhD Petar Gvero, FME Banja Luka (B&H)
PhD Srđan Vasković, FME UES (B&H)
PhD.-Ing. Sava Ianici, University of Resita "Eftimie Murgu" (Romania)
PhD Fuad Hadžikadunić, FME Zenica (B&H)
PhD Milomir Gašić, FMCE Kraljevo (Serbia)
PhD Mirko Blagojević, FE Kragujevac (Serbia)
PhD Sead Pašić, FME University „Džemal Bijedić“ Mostar (B&H)
PhD Mircea Viorel Dragoi, University Transilvania, Brasov (Romania)
PhD Milentije Stefanović, FE Kragujevac (Serbia)
PhD Stojan Simić, FME UES (B&H)
PhD Ljubomir Lukić, FMCE Kraljevo (Serbia)
PhD Slaviša Moljević, FME UES (B&H)
PhD Zdravko Krivokapić, Podgorica (CG)
PhD Bogdan Marić, FP UES (B&H)
PhD Darko Knežević, FME Banja Luka (B&H)
PhD Dragan Spasić, FTS Novi Sad (Serbia)
PhD Livia Dana Beju, EF UNI SIBIU (Romania)
PhD Nedeljko Vukojević, MFE Zenica (B&H)
PhD Sreten Perić, MA Belgrade (Serbia)
PhD Petar Novak, VŠTS Novo Mesto (Slovenia)
PhD Milovan Jotanović, FT UES (B&H)
PhD Goran Orasanin, FME UES (B&H)
PhD Vlado Medaković, FME UES (B&H)
PhD Anto Gajic, FME UES (B&H)

ORGANIZING COMMITTEE

PhD Ranko Antunović, FME UES - president

PhD Biljana Marković, FME UES
PhD Slaviša Moljević, FME UES
PhD Miroslav Milutinović, FME UES
PhD Milija Krašnik, FME UES
PhD Srđan Vasković, FME UES
PhD Saša Prodanović, FME UES
PhD Aleksandar Košarac, FME UES
MSc Aleksija Đurić, assistant, FME UES - Technical Secretary
MSc Nikola Vučetić, senior assistant, FME UES - Technical Secretary
MSc Ranka Gojković, senior assistant, FME UES- Technical Secretary
Vera Stanišić - Secretary

GENERAL SPONSOR

Ministry of Science and Technology Republic of Srpska



SPONSORS



The conference has been supported by:



International Federation for the Promotion
of Mechanism and Machine Science



Association for Design, Elements
and Constructions



ELEKTROPRIVREDA RS



Olimpijski centar
JAHORINA



KOLEKTOR



alumina



Turistička organizacija Istočno Sarajevo

PREFACE

Production in developed countries is based on the modernization and optimization of the production processes with the application of new technologies that are the result of scientific research. The application of new technology enables company's efficient production and competitiveness in the world market.

Faculty of Mechanical Engineering, University of East Sarajevo, organizes the Third international conference "COMETa2016 - Conference on Mechanical Engineering Technologies and Application", which has tasks: to increase economic competitiveness in the region and to give an contribution to creation of unique European Research Area.

Globally, we are witnessing a rapid development and a host of new technological solutions, which occur primarily in the multidisciplinary development (mechatronics) but also in development of completely new technologies, such as nanotechnology, biomaterials, bioengineering, new energy sources, intelligent machines and processes, micro-technique, etc. All of this puts researchers and engineers in the new challenges and creates opportunities for products and technologies that provide a precondition for economic recovery and creation of new jobs.

COMETa2016 conference program structure is consisted of the following thematic areas: Production technologies and advanced materials, Energy and environment, Applied mechanics and mechatronics, Development of products and mechanical systems, Quality and management and Organization and maintenance.

Participation in international conference COMETa2016 was achieved by: 202 authors from 9 countries, with a total of 78 papers, including 3 plenary lectures.

Inside of conference COMETa2016 has been planned organization of one working meeting and two round table discussion based on actual topics of conference. During the conference, it will be presented some of technical solutions produced in companies from our region.

The presence of a large number of participants from Bosnia and Herzegovina and abroad as well as the problems which are processed at the conference, coincide with the themes promoted by the European Union in its development programs.

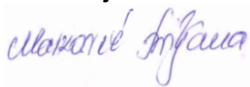
On the basis of previous exposure, a gathering of scientists and researchers at the international conference COMETa should be understood not only as an exchange of knowledge and achievements of the narrower set of scientists and researchers, but also as a constant and serious attempt to focus social consciousness and social life on activities that ensures progress and prosperity of any society, and that is productive work, creating new knowledge and economic development.

On behalf of the Organizing Committee and Scientific Committee of the Conference COMETa2016, we want to express our gratefulness to all authors, reviewers, as well as institutions, companies and individuals who contributed to realization of the Conference.

East Sarajevo, November 19th, 2016.

President of the Scientific Committee

Prof. dr Biljana Marković



President of the Organizing Committee

Prof. dr Ranko Antunović



ISBN 978-99976-623-7-8

