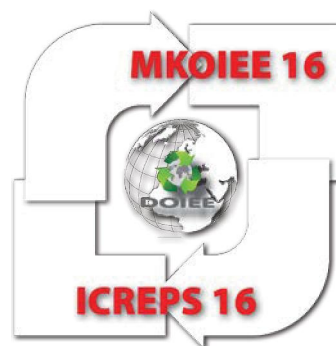


Četvrta međunarodna konferencija
o obnovljivim izvorima
električne energije

The 4th International Conference
on Renewable Electrical
Power Sources



ZBORNIK RADOVA PROCEEDINGS



17. i 18. oktobar 2016.
Beograd, Sava centar



ZBORNİK RADOVA
pisanih za 4. Međunarodnu konferenciju
o obnovljivim izvorima
električne energije

Sava centar
17. i 18. oktobar 2016.

PROCEEDINGS
4th International Conference
on Renewable Electrical
Power Sources

Sava Center
17 and 18 October 2016

Izdavač

Savez mašinskih i
elektrotehničkih inženjera
i tehničara Srbije (SMEITS)
Društvo za obnovljive izvore
električne energije
Kneza Miloša 7a/II,
11000 Beograd

Publisher

Union of Mechanical and
Electrotechnical Engineers and
Technicians of Serbia (SMEITS)
Society for Renewable Electrical
Power Sources
Kneza Miloša str. 7a/II,
11000 Beograd

Predsednik Društva za
obnovljive izvore
električne energije
pri SMEITS-u

Dr Zoran Nikolić, dipl. inž.

President to the Society
for Renewable Electrical
Power Sources
within the SMEITS

Zoran Nikolić, Ph. D.

Za izdavača

Vladan Galebović

For Publisher

Vladan Galebović

Štampa

Graphic studio d.o.o.,
Beograd

Printing

Graphic studio d.o.o.,
Beograd

Tiraž

150 primeraka

Circulation

150 primeraka

ISBN

978-86-81505-80-9

ORGANIZATOR
ORGANIZER

Savez mašinskih i elektrotehničkih
inženjera i tehničara Srbije (SMEITS),
Društvo za obnovljive izvore
električne energije

Union of Mechanical and Electrotechnical
Engineers and Technicians of Serbia (SMEITS),
Society for Renewable Electrical
Power Sources

Kneza Miloša 7a/II, 11000 Beograd

Tel. +381 (0) 11 3230-041, +381 (0) 11 3031-696, tel./faks +381 (0) 11 3231-372
office@smeits.rs • www.smeits.rs

GENERALNI POKROVITELJ
GENERAL PATRON
ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА СРБИЈЕ

PROGRAMSKI POKROVITELJI
PROGRAMM SUPPORTERS



Republika Srbija,
Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja
Ministarstvo rudarstva i energetike



Elektrotehnički fakultet, Beograd



Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd



Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju,
Beograd



Institut tehničkih nauka
Srpske akademije nauka, Beograd

POKROVITELJI
SPONSORS



BOSCH
Tehnologija za život

Robert Bosch, Beograd



Inženjerska komora Srbije, Beograd

VIESSMANN

Viessmann, Beograd

–weishaupt–

Weishaupt, Beograd

ZODAX®

Zodax, Beograd

**MEĐUNARODNI
PROGRAMSKI ODBOR
INTERNATIONAL
PROGRAMME COMMITTEE**

Prof. Viorel Badescu	Romania
Prof. dr Pellumb Berberi	Albania
Prof. dr Alla Denysova	Bulgaria
Prof. dr Aleksandar Gajić	Serbia
Prof. dr Branko Kovačević	Serbia
Rastislav Kragić	Serbia
Dr Aleksandar Ivančić	Spain
Prof. dr Miroljub Jeftić	Serbia
Prof. Vladimir Krstić	Canada
Prof. Nikolay Mihailov	Bulgaria
Prof. dr Stefka Nedeltcheva	Bulgaria
Mr Dušan Nikolić	Australia
Dr Zoran Nikolić	Serbia
Elena Ponomareva	Ukraine
Dr Mila Pucar	Serbia
Prof. dr Nikola Rajaković	Serbia
Prof. dr Valerij Sitnikov	Ukraine
Prof. dr Velimir Stefanović	Serbia
Prof. dr Zoran Stević	Serbia (<i>the Committee Chairman</i>)
Prof. dr Zoran Stojiljković	Serbia
Prof. dr Michael Todorov	Bulgaria
Dr Zhongying Wang	China
Dr Wanxing Wang	China
Dr Xuejun Wang	China
Dr Ruiying Zhang	China

**POČASNI ODBOR
HONORARY COMMITTEE**

Prof. Viorel Badescu	<i>Bosch</i> , Beograd
Prof. dr Pellumb Berberi	<i>Inženjerska komora Srbije</i> , Beograd
Prof. dr Alla Denysova	<i>Viessmann</i> , Beograd
Prof. dr Aleksandar Gajić	<i>Weishaupt</i> , Beograd
Zoran Jakšić	<i>Zodax</i> , Beograd

**ORGANIZACIONI ODBOR
ORGANIZING COMMITTEE**

Rastislav **Kragić**
Zoran **Nikolić** (*predsednik Odbora*)
Ilija **Radovanović**
Zoran **Stević**
Žarko **Ševaljević**
Dragomir **Šamšalović**
Vladan **Galebović**

FOREWORD

The world population growth reaching over 7 billion people causes the increasing global energy demand, especially electricity demand. Non-renewable energy sources are depletable and environmentally unacceptable (environmentally unfriendly), since they cause various forms of pollution, as well as one of the biggest challenges in the human history – climate change and global warming. In order to mitigate this, the use of fossil fuels must be reduced, and as long as coal, oil and gas are primary energy sources, the world will not make that necessary step forward. Therefore, a significantly higher share of renewable energy sources is required, and these sources are not only renewable, but also much more environmentally acceptable (environmentally friendly).

As a result, it is believed that renewable energy sources will be increasingly used in Europe, which will lead to the reduction of greenhouse gas emissions and less dependence on oil. Searching for such solutions, the European Union set an ambitious goal – Directive 2009/28/EC, which prescribes the reduction of total energy by 20%, the increase of the share of renewable energy in the total energy by 20% and the reduction of greenhouse gas emission by 20%. The European Union has been making large investments in order to reduce carbon emission, achieve competitive prices and protect the environment.

The main goal of the 4th international conference on renewable electricity (electric power) sources is to analyse the comparative advantages and disadvantages of modern solutions in the field of renewable electricity sources used globally and in this country, and to provide the constructive exchange of competent opinions and ideas related to the development and use of these sources.

This international conference is for the fourth time organised by the Society for Renewable Electricity Sources within SMEITS (Serbian Union of Mechanical and Electrical Engineers and Technicians).

*Belgrade,
October 2016*

PREDGOVOR

Porast broja stanovnika u svetu na preko 7 milijardi uslovljava da svetske potrebe za energijom, posebno električnom, postaju sve veće. Neobnovljivi izvori energije su iscrpivi, nisu ekološki prihvatljivi, jer izazivaju razne oblike zagađenja, kao i jedan od najvećih izazova u ljudskoj istoriji - klimatske promene i globalno zagrevanje.

Da bi se to ublažilo korišćenje fosilnih goriva se mora smanjiti, jer dok god su ugalj, nafta i gas primarni energetske izvori, svet neće napraviti taj neophodan korak napred. Zbog toga se zahteva znatno veće učešće obnovljivih izvora energije koji su pored toga što su obnovljivi, i ekološki znatno prihvatljiviji.

Zbog toga se veruje da će se obnovljivi izvori energije u Evropi sve više koristiti, što vodi smanjenju emisije gasova sa efektom staklene bašte i manjoj zavisnosti od nafte. U traganju za takvim rešenjima, Evropska unija je postavila ambiciozan cilj – Direktivu 2009/28/EC koja propisuje da se do 2020. godine ukupna potrošnja energije smanji za 20%, da u ukupnoj potrošnji energije obnovljivi izvori učestvuju sa 20%, kao i da se emisija gasova sa efektom staklene bašte smanji za 20%. Evropska unija ulaže velika sredstva u ostvarenje ciljeva smanjenja emisije ugljenika, postizanja konkurentnih cena i zaštite životne sredine.

Osnovni cilj 4. Međunarodne konferencije o obnovljivim izvorima električne energije jeste da se analiziraju uporedne prednosti i nedostaci savremenih rešenja u oblasti obnovljivih izvora električne energije u svetu i kod nas, i da se obezbedi plodotvorna razmena kompetentnih mišljenja i ideja vezanih za razvoj i primenu ovih izvora.

Ovaj međunarodni skup po četvrti put organizuje Društvo za obnovljive izvore električne energije u okviru Saveza mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS).

*U Beogradu,
oktobra 2016*

ENERGETSKA OPTIMIZACIJA SRPSKIH ZGRADA KORIŠĆENJEM HOOKE-JEEVES ALGORITMA

ENERGY OPTIMIZATION OF SERBIAN BUILDINGS USING THE HOOKE JEEVES ALGORITHM

Danijela NIKOLIĆ,
Nebojša LUKIĆ, Jasna RADULOVIĆ, Jasmna SKERLIĆ,
Faculty of engineering, University at Kragujevac, Serbia,
danijelan@kg.ac.rs;
lukic@kg.ac.rs; jasna@kg.ac.rs; jskerlic@kg.ac.rs

Danas, radikalni pristup za smanjenje potrošnje energije predstavlja koncept zgrada neto-pozitivne potrošnje energije (positive-net energy building - PNEB). Takođe, obnovljiva energija ima značajan uticaj na životnu sredinu, tako da istraživanja i razvoj obnovljivih energetske izvora i korišćenje obnovljive energije ima suštinski značaj. U ovom radu su analizirane mogućnosti za smanjenje potrošnje energije u srpskim porodičnim zgradama. Istraživana je zgrada sa gasnim sistemom grejanja, fotonaponskim sistemom za generisanje električne energije i sa solarnim kolektorima. Glavni cilj istraživanja je analiza mogućnosti za smanjenje potrošnje primarne energije, kroz varijaciju potrošnje električne energije i toplote vode u zgradi, a sve u cilju postizanja koncepta zgrade neto-pozitivne potrošnje energije. Dobijeni rezultati su dali optimalne vrednosti površine fotonaponskih panela i solarnih kolektora, instaliranih na krovu zgrade. Zgrade su simulirane u okruženju softvera EnergyPlus. Open Studio plug-in u Google SketchUp-u je korišćen za dizajniranje zgrade, Hooke-Jeeves algoritam za optimizaciju, a GENOPT softver za izvršnu kontrolu softvera pri optimizaciji.

Ključne reči: PNEB; fotonaponski paneli; solarni kolektori; simulacija; optimizacija.

Nowadays, a radical approach for the mitigation of the energy demand is the concept of positive-net energy building (PNEB). Also, the renewable energy has a significant impact on the environment, so the research and development of renewable energy resources and the use of renewable energy is essential. In this paper, the possibilities to decrease energy consumption of Serbian residential buildings are analyzed. The building with gas heating system, photovoltaic array for the electricity generation and solar collectors are investigated. The major aim was to analyze the possibilities to decrease primary energy consumption, due to variation of electricity consumption and hot water consumption in building, in order to achieve positive-net energy building. The obtained results gave the optimal size of PV array and solar collectors, installed on the building roof. The buildings are simulated in EnergyPlus environment. Open Studio plug-in in Google SketchUp was used for

