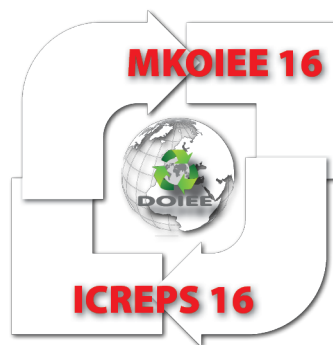


Četvrta međunarodna konferencija
o obnovljivim izvorima
električne energije

The 4th International Conference
on Renewable Electrical
Power Sources



ZBORNİK 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

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

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.

Urednik
Prof. dr Zoran Stević

Editor
Prof. Zoran Stević, 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

CIP - Каталогизacija u publikaciji - Narodna biblioteka Srbije, Beograd

502.171:620.9(082)(0.034.2)

MEĐUNARODNA konferencija o obnovljivim izvorima električne energije (4 ; 2016 ; Beograd)

Zbornik radova [Elektronski izvor] / Četvrta međunarodna konferencija o obnovljivim izvorima električne energije MKOIEE '16, 17. i 18. oktobar 2016. Beograd = The 4th International Conference on Renewable Electrical Power Sources ; [organizator Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS), Društvo za obnovljive izvore električne energije]. - Beograd : Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije - SMEITS, 2016 (Beograd : Graphic studio). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Sistemska zahteva: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovne strane dokumenta. - Tiraž 150. - Abstrakti. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-81505-80-9

1. Савез машинских и електротехничких инжењера и техничара Србије (Београд). Друштво за обновљиве изворе електричне енергије

а) Енергетски извори - Одживи развој - Зборници

COBISS.SR-ID 226526732

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

**ORGANIZACIONI ODBOR
ORGANIZING COMMITTEE**

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

**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

ŠUMSKI POŽARI UGROŽAVAJU PROIZVODNJU BIOMASE U EVROPSKOJ UNIJI: ISKUSTVA PORTUGALIJE, ŠPANIJE I FRANCUSKE NAMEĆU PREVENTIVNE MERE ZA SRBIJU

FOREST FIRES THREATEN BIOMASS PRODUCTION IN THE EU:
EXPERIENCES FROM PORTUGAL, SPAIN AND FRANCE IMPOSE
PREVENTIVE MEASURES FOR SERBIA

Milan MILENKOVIĆ

Geografski institut „Jovan Cvijić” Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd,
m.milenkovic@gi.sanu.ac.rs

Aleksandar DEDIĆ

Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd,
aleksandar.dedic@sfb.bg.ac.rs

Dejan DOLJAK

Geografski institut „Jovan Cvijić” Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd,
d.doljak@gi.sanu.ac.rs

Države Evropske unije u poslednje vreme ulažu sredstva u obnovljive izvore energije, što se posebno odnosi na šumsku biomasu. U Portugaliji, Španiji i Francuskoj se povećava broj termoelektrana i kogenerativnih CHP postrojenja za sagorevanje i gasifikaciju šumske biomase. Sagorevanjem tradicionalne biomase oslobađa se količina CO₂ koja je prethodno uzeta iz atmosfere, tako da je nivo emisije gasova sa efektom staklene bašte niži u poređenju sa tradicionalnim elektranama na uglj. U Portugaliji najveći deo šumske biomase dobija se iz borova i eukaliptusa. Pri tome, više od 50% šumske biomase je iz proreda i čišćenja kultura borova i eukaliptusa. Potrugalija, Španija i Francuska su države Evropske unije koje su posebno pogođene šumskim požarima. U periodu 1980-2014. godine zabeležen je trend porasta ukupne godišnje opožarene površine u Portugaliji, dok je u Španiji i Francuskoj konstatovan trend smanjenja. Naročito velike štete zabeležene su u Portugaliji 2003. godine, kada su požari zahvatili oko 5% teritorije ove države i kada je opožareno 280.000 hektara šuma. U ovom slučaju, problem takođe predstavlja i prisustvo lako zapaljivih vrsta drveća.

Ključne reči: šumski požari; preventivne mere zaštite; države Evropske unije; Srbija;

The EU states have been recently investing in the funds for renewable energy sources, especially for forest biomass. In Portugal, Spain and France, the number of thermal power plants and cogenerative CHP plants for combustion and gasification of forest biomass is increasing. By combustion of traditional biomass, the amount of CO₂ that has been previously taken from the atmosphere is released, so the level of greenhouse gases emission is lower in comparison with conventional coal power

plants. In Portugal, the biggest part of forest biomass is obtained from the pines and eucalyptus. In addition, more than 50% of forest biomass originates from thinning and cleaning of pine and eucalyptus plantations. The EU countries especially affected by forest fires are Portugal, Spain and France. In the period 1980-2014 increasing trend of the total annual burned area was recorded in Portugal, while decreasing trend was registered in Spain and France. Particularly great damage was recorded in Portugal in 2003, when fires covered about 5% of state territory and 280,000 ha of forest were burnt. In this case, the problem is also the presence of flammable tree species.

Keywords: forest fires; preventive protection measures; EU states; Serbia;

UVOD

Šumski požari predstavljaju jedan od najvećih problema zaštite šuma i jedan od najvećih ekoloških problema uopšte. U Evropi su šumskim požarima posebno pogođene Portugalija i države Sredozemlja. Pored ogromne ekološke štete požari u značajnoj meri ugrožavaju i proizvodnju u šumarstvu. Ovaj problem je naročito izražen u državama članicama Evropske unije, koje poseban značaj pridaju obnovljivim izvorima energije, gde spada i korišćenje šumske biomase. Na nivou EU povećava se broj termoelektrana i kogenerativnih CHP postrojenja za sagorevanje i gasifikaciju šumske biomase. Poznato je da se pri sagorevanju tradicionalne biomase oslobađa CO₂ koji su biljke prethodno uzele iz atmosfere. Rezultat toga je niži nivo emisije gasova sa efektom staklene bašte u poređenju sa onim koji se dobija sagorevanjem u tradicionalnim elektranama na ugalj.

Portugalija, Španija i Francuska predstavljaju države EU u kojima je proizvodnja šumske biomase naročito ugrožena požarima. Zbog toga je cilj rada da se u pomenitim državama analizira ovaj problem, kao i da se razmotre mogućnosti primene stečenih iskustava u uslovima Srbije.

MATERIJAL I METODE

Kao izvor podataka o šumskim požarima poslužio je izveštaj Evropske komisije „Šumski požari u Evropi, na Bliskom Istoku i u Severnoj Africi 2014” [1]. Podaci o šumskim požarima u Portugaliji, Španiji i Francuskoj obuhvatili su period 1980-2014. godina i odnose se na godišnji broj šumskih požara (N) i ukupnu godišnju opožarenu površinu (P). Na osnovu prethodne dve stavke (P/N) došlo se do podataka o prosečnoj opožarenoj površini po jednom požaru.

Za ova tri niza podataka određeni su linearni trendovi. Statistička signifikantnost linearnog trenda utvrđivana je na osnovu broja elemenata niza (n-2) i koeficijenta determinacije (R²). Korišćen je t-test:

$$t = R \sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}} \quad (1)$$

R² je koeficijent determinacije, a n dužina niza.

REZULTATI I DISKUSIJA

Trendovi šumskih požara izračunati su na osnovu preuzetih podataka [1] i prikazani su u tabeli 1.

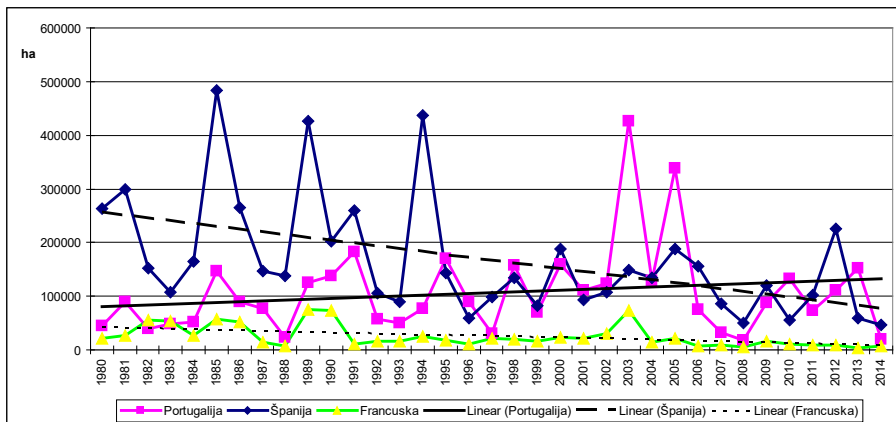
Tabela 1. Trendovi požara za Portugaliju, Španiju i Francusku (1980-2014)

država	Trend broja požara (požara godišnje)	Trend opožarene površine (ha/god.)	Trend prosečne opožarene površine po jednom požaru (ha/god.)
Portugalija	548,45**	1511,4	-0,276**
Španija	216,09**	-5303,2**	-0,7472**
Francuska	-45,286**	-1004**	-0,1731**

** signifikantno na $p \geq 0,01$

Statistički značajan trend porasta broja šumskih požara zabeležen je za Portugaliju i Španiju. Suprotno tome, u slučaju Francuske konstatovano je smanjenje broja požara koje je takođe statistički značajno. Međutim, na terenu je često veoma teško odrediti broj požara. Na osnovu pregleda satelitskih snimaka utvrđeno je da se požari uglavnom ne javljaju pojedinačno, već u većem broju (desetine, stotine, pa i hiljade). Veliki požari se u praksi najčešće sastoje od više manjih. Prema tome, broj pojava nije odgovarajući pokazatelj intenziteta šumskih požara.

Mnogo bolji pokazatelj je veličina opožarene površine, kod koje je u slučaju Portugalije zabeležen porast (nije statistički značajan). Za Španiju i Francusku je u istraživanom periodu konstatovan statistički značajan trend smanjenja opožarene površine (slika 1).



Slika 1. Godišnja opožarena površina u Portugaliji, Španiji i Francuskoj (1980-2014)

Uočljivo je da je Francuska, iako najveća od ove tri države, imala najmanju ukupnu opožarenu površinu (881.733 ha) u istraživanom periodu. Najveću je imala Španija (5.775.402 ha), dok je Portugaliji bilo opožareno ukupno 3.747.705 ha. Međutim, ako se ima u vidu da je Portugalija oko 5,5 puta manja od Španije, jasno je da je u istraživanom periodu Portugalija bila daleko najugroženija šumskim požarima. Pri tome su ekstremne požarne sezone zabeležene 2003. i 2005. godine. Posebno je interesantan podatak da su požari tokom 2003. godine zahvatili oko 5% državne teritorije, odnosno 280.000 ha šuma. Zbog velike ugroženosti od požara u Portugaliji, u ovom radu je najviše pažnje posvećeno upravo iskustvima ove države.

Portugalija ima strategiju korišćenja obnovljivih izvora energije, što se odnosi, ne samo na biomasu, već i na energiju Sunca, vetra i morskih talasa. Što se tiče šumske biomase, u Portugaliji se najveći deo dobija iz borova (rod *Pinus* L.) i eukaliptusa (rod *Eucalyptus* L'Hér.). Pri tome, više od 50% šumske biomase je iz proreda i čišćenja kultura vrsta iz pomenutih rodova [2]. I borovi i eukaliptusi su veoma ugroženi od požara, što znači da vrlo lako gore. Proređivanjem i čišćenjem njihovih kultura postižu se dva značajna cilja: dobija se biomasa i smanjuje se količina gorivog materijala. Manja količina gorivog materijala znači i manji intenzitet požara.

Iskustva iz Portugalije bi u značajnoj meri mogla da se primene u Srbiji. Korišćenje veće količine šumske biomase za dobijanje energije dalo bi pozitivne efekte i u zaštiti šuma. Naime, u Srbiji se mere proređivanja i čišćenja kultura nedovoljno sprovode u praksi, a kada se sprovode često se kasni u odnosu na optimalno vreme primene. Ove greške dovode do nepravilnog formiranja stabala, koja u tom slučaju nemaju dovoljno prostora za normalan rast i razvoj.

Pored toga, u Srbiji postoji i problem širenja nepoželjnih drvenastih vrsta. Za ove vrste se u praksi često koristi termin „korovske”. Primena ovog termina nije ekološki opravdana, pošto bi svaku vrstu trebalo posmatrati kao deo ekosistema. Međutim, upravo štetnim delovanjem čoveka pojedine vrste mogu postati problem. U Srbiji je poslednjih decenija konstatovano širenje bagema (*Robinia pseudoacacia* L.), gloga (rod *Crataegus* Tourn. Ex L.), zove (*Sambucus nigra* L.), bagremca (*Amorpha fruticosa* L.), kiselog drveta (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), kao i drugih vrsta. Mnoge drvenaste vrste koje predstavljaju problem javljaju se kao žbunaste, a ima i onih koje rastu kao puzavice. Rešenje problema mnogi vide u korišćenju hemijskih sredstava (herbicidi, arboricidi), ali se pri tome nameće problem zagađenja životne sredine. Efikasno korišćenje biomase nepoželjnih drvenastih vrsta dalo bi pozitivne finansijske efekte, kao i rešenje značajnog problema u gazdovanju šumama.

U sve tri istraživane države značajna materijalna sredstva se ulažu u preventivnu protivpožarnu zaštitu. Aktivnosti prevencije požara u Francuskoj obuhvataju praćenje vremenskih prilika u uslova koji su značajni za nastanak i širenje požara, osmatranje i nadzor (uključujući i patrole), određivanje lokacija za snabdevanje vodom, čišćenje protivpožarnih pojaseva, kontrolisano spaljivanje gorivog materijala, propagandne mere namenjene najširim slojevima stanovništva, formiranje interdisciplinarnih timova od šumarskih stručnjaka, vatrogasaca i policije

za utvrđivanje uzroka požara, organizovanje letova protivpožarnih aviona (vodeni bombarderi) i dr. U Španiji se posebna pažnja posvećuje gašenju požara iz vazduha (avioni i helikopteri), koje se, prema potrebi, može sprovesti u bilo kojem delu države. I Portugalija se u značajnoj meri oslanja na korišćenje vazduhoplova, a interesantan je podatak da je samo u 2014. godini napravljeno blizu 10.000 km šumskih puteva sa prevashodnim ciljem protivpožarne zaštite [1].

I pored značajnih materijalnih ulaganja šumski požari svake godine nanose ogromne štete. U ekstremnim uslovima požari se šire velikom brzinom pa ih je praktično nemoguće zaustaviti i pored primene savremenih protivpožarnih mera. Gomes i Radovanović [3] upravo su za požare u Portugaliji naveli aktivnost Sunca kao mogući uzrok. Prema ovoj hipotezi, visokoenergetske čestice Sunčevog vetra na pojedinim mestima probijaju geomagnetnu zaštitu i nakon otvaranja strujnog polja dospevaju do površine naše planete gde izazivaju požare vegetacije. Ovaj problem analiziran je i za SAD, Južnu Evropu, kao i za druge oblasti, a rezultati istraživanja idu u prilog pomenute hipoteze [4-7]. Ova proučavanja mogla bi da posluže kao osnova za uspostavljanje sistema kratkoročne prognoze šumskih požara.

Za dugoročniju prognozu šumskih požara trebalo bi analizirati vezu između klimatskih indeksa i požara. U tom smislu su interesantna istraživanja Milenkovića i sar. [8], koji su utvrdili korelaciju između Atlantske višedecenijske oscilacije i šumskih požara u Francuskoj.

ZAKLJUČAK

Statistički značajni trendovi godišnjeg broja šumskih požara utvrđeni su za sve tri države obuhvaćene istraživanjima (za Portugaliju i Španiju zabeležen je trend porasta, a za Francusku trend smanjenja). Kod ukupne godišnje opožarene površine statistički značajan trend smanjenja utvrđen je za Španiju i Francusku. Za sve tri države zabeležen je trend smanjenja prosečne opožarene površine po jednom požaru. Od istraživanih država Portugalija je najviše pogođena šumskim požarima, a na taj način je ugrožena i proizvodnja šumske biomase. Poseban problem predstavlja prisustvo kultura lako zapaljivih borova i eukaliptusa, iz kojih se dobija najveći deo šumske biomase. U Srbiji bi znatno veću pažnju trebalo posvetiti proizvodnji šumske biomase, čime bi se, pored napretka u oblasti obnovljivih izvora energije, rešili i neki aktuelni problemi zaštite šuma (izostanak mera proreda i čišćenja, širenje nepoželjnih drvenastih vrsta).

LITERATURA

- [1] ***, Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2014, Joint Report of JRC and Directorate-General Environment, European Commission, Joint Research centre, Institute for Environment and Sustainability, Ispra (VA), Italy
- [2] **Väättäinen, K., Y. Nuutinen**, *Forest Biomass use for Energy in Portugal*, Joensuu, Finnish Forest Research Institute, 5 EURES (EIE/04/086/S07.38582) Project Report 22, 2007, 13 str

- [3] **Gomes, J. F. P., M. Radovanović**, *Solar Activity as a Possible Cause of Large Forest Fires - A case study: Analysis of the Portuguese forest fires*, Science of the Total Environment, 2008, 394 (1), str. 197-205
- [4] **Radovanović, M., Y. Vykylyk, A. Jovanović, D. Vuković, M. Milenković, M., Stevančević, N. Matsiuk**, *Examination of the Correlations between Forest Fires and Solar Activity using Hurst Index*, J. Geogr. Inst. Cvijic., 63 (2013), 3, str. 23-32
- [5] **Radovanović, M. M., T. M. Pavlović, G. B. Stanojević, M. M. Milanović, M. A. Pavlović, A. R. Radivojević**, *The Influence of Solar Activities on Occurrence of the Forest Fires in South Europe*, Thermal Science, 19 (2014), 2, str. 435-446
- [6] **Radovanović, M. M., Y. Vykylyk, S. B. Malinović-Milićević, D. M. Jakovljević, M. R. Pecelj**, *Modelling of Forest Fires Time Evolution in the USA on the Basis of Long Term Variations and Dynamics of the Temperature of the Solar Wind Protons*, Thermal Science, 19 (2014), Suppl. 2, str. 437-444
- [7] **Radovanović, M. M., Y. Vykylyk, M. Milenković, D. B. Vuković, N. Matsiuk**, *Application of Adaptive Neuro-fuzzy Interference System Models for Prediction of Forest Fires in the USA on the Basis of Solar Activity*, Thermal Science, 19 (2015), 5, str. 1649-1661
- [8] **Milenković, M., V. Ducić, D. Burić, B. Lazić**, *The Atlantic Multidecadal Oscillation and the Forest Fires in France in the Period 1980-2014*, J. Geogr. Inst. Cvijic., 66 (2016), 1, str. 35-44