

ZBORNIK RADOVA

PROCEEDINGS

15. SKUP O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI
15th NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

8. MEĐUNARODNI SKUP O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI
8th INTERNATIONAL NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

HEP-Group
HEP-Plin Ltd.
HR-31000 Osijek, Cara Hadrijana 7

J. J. Strossmayer University of Osijek
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod
HR-35000 Slavonski Brod, Trg I. B. Mažuranić 2

University of Pécs
Faculty of Engineering and Information Technology
H-7624 Pécs, Boszorkány u. 2

PLIN2017 
konferencija-plin.sfsb.hr

Suorganizatori
Co-organizers



Uz potporu
Supported by
Ministarstvo znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske
Ministry of Science and Education of the Republic of Croatia

Osijek, 27.- 29.09.2017.

PLIN 2017

ZBRONIK RADOVA 8. MEĐUNARODNOG SKUPA O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI

PROCEEDINGS OF 8th INTERNATIONAL NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

Izdavač / Publisher: Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu

Email: plin@sfsb.hr

URL: <http://konferencija-plin.sfsb.hr>

All papers are reviewed.

The authors are only responsible for the contents and accuracy of all published material. The Editors do not accept any liability for the contents and accuracy of articles, or responsibility for any mistakes (editorial or typographical), nor for any consequences that may arise from them.

Urednici / Editors:

Pero RAOS, glavni urednik
Tomislav GALETA
Dražan KOZAK
Marija RAOS
Josip STOJŠIĆ
Zlatko TONKOVIĆ

PLIN 2017 Organizacijski odbor / PLIN 2017 Organization committee:

Marija RAOS, Hrvatska, predsjednica organizacijskog odbora
Tomislav GALETA, Hrvatska
Miroslav DUSPARA, Hrvatska
Josip CUMIN, Hrvatska
Renata ĐEKIĆ, Hrvatska
Nada FLANJAK, Hrvatska
Ismeta HASANBEGOVIĆ, BiH
Miroslav MAZUREK, Hrvatska
Ana RADONIĆ, Hrvatska
Pero RAOS, Hrvatska
Josip STOJŠIĆ, Hrvatska
Zlatko TONKOVIĆ, Hrvatska

Sponzori / Sponsors





PLIN 2017 Počasni odbor / PLIN 2017 Honor committee:

Ivan SAMARDŽIĆ, predsjednik, Hrvatska
Bálint BACHMANN, Mađarska
Zvonko ERCEGOVAC, Hrvatska
Perica JUKIĆ, Hrvatska
Tomislav JUREKOVIĆ, Hrvatska
Damir PEĆUŠAK, Hrvatska
Božo UDOVIČIĆ, Hrvatska

PLIN 2017 Znanstveni odbor / PLIN 2017 Scientific committee:

Dražan KOZAK, predsjednik, Hrvatska
Antun STOIĆ zamjenik pred., Hrvatska
Darko BAJIĆ, Crna Gora
Eraldo BANOVAČ, Hrvatska
Károly BELINA, Mađarska
Ivan BOŠNJAK, Hrvatska
Aida BUČO-SMAJIĆ, BiH
Zlatan ČAR, Hrvatska
Robert ČEP, Češka
Majda ČOHODAR, BiH
Ejub DŽAFEROVIĆ, BiH
Tomislav GALETA, Hrvatska
Antun GALOVIĆ, Hrvatska
Hrvoje GLAVAŠ, Hrvatska
Nenad GUBELJAK, Slovenija
Sergej HLOCH, Slovačka
Nedim HODŽIĆ, BiH
Željko IVANDIĆ, Hrvatska
Željka JURKOVIĆ, Hrvatska
Ivica KLADARIĆ, Hrvatska
Milan KLJAJIN, Hrvatska
Janez KOPAČ, Slovenija
Grzegors KROLCZYK, Poljska
Stanislaw LEGUTKO, Poljska
Leon MAGLIĆ, Hrvatska
Damir MILJAČKI, Hrvatska
Ferenc ORBÁN, Mađarska
Branimir PAVKOVIĆ, Hrvatska
Denis PELIN, Hrvatska
Miroslav PLANČAK, Srbija
Dalibor PUDIĆ, Hrvatska
Marijan RAJSMAN, Hrvatska
Marko RAKIN, Srbija
Miomir RAOS, Srbija
Pero RAOS, Hrvatska
Alessandro RUGGIERO, Italija
Aleksandar SEDMAK, Srbija
Marinko STOJKOV, Hrvatska
Josip STOJŠIĆ, Hrvatska
Igor SUTLOVIĆ, Hrvatska

Tomislav ŠARIĆ, Hrvatska
Mladen ŠERCER, Hrvatska
Damir ŠLJIVAC, Hrvatska
Vedran ŠPEHAR, Hrvatska
Zlatko TONKOVIĆ, Hrvatska
Zdravko VIRAG, Hrvatska
Nikola VIŠTICA, Hrvatska
Jurica VRDOLJAK, Hrvatska
Marija ŽIVIĆ, Hrvatska

Sadržaj / Contents

POZVANA PREDAVANJA / INVITED LECTURES

UTJECAJ ZASJENJENJA NA FOTONAPONSKE SUSTAVE 1
D. Topić, G. Knežević, D. Šljivac, M. Žnidarec

ANALIZA SLOŽENIH TEHNIČKIH GVIK SUSTAVA KORIŠTENJEM DINAMIČKOG
MODELIRANJA 12
B. Delač, B. Pavković, K. Lenić

PRIMJENA INFRACRVENE TERMOGRAFIJE U TEHNIČKIM SUSTAVIMA 33
H. Glavaš, T. Barić, M. Stojkov

PLIN I PLINSKA TEHNIKA / GAS AND GAS TECHNIQUE

PROCJENA RIZIKA PRILIKOM OŠTEĆENJA PLINOVODA UZROKOVANIH
ELEMENTARNIM NEPOGODAMA 51
M. Rašić, T. Šolić, D. Marić, M. Duspara, S. Aračić, I. Samardžić

DALJINSKO OČITANJE POTROŠNJE PLINA, UREĐAJI I PRINCIPI RADA 61
K. Pavelić, D. Hećimović, K. Stakor

PODACI O SUNČEVOM ZRAČENJU I MODELI PREDVIĐANJA SUNČEVOG ZRAČENJA
KAO FAKTOR UŠTEDE PRIRODNOG PLINA 67
K. Hornung, M. Stojkov, M. Hornung

MODELIRANJE POTROŠNJE PRIRODNOG PLINA JAVNIH ZGRADA INTELIGENTNOM
PODATKOVNOM ANALITIKOM 76
M. Zekić-Sušac

RAZVOJ PLINOFIKACIJE NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU TVRTKE „PLIN PROJEKT“
D.O.O. - NOVA GRADIŠKA 86
M. Ivanović, L. Liović

PRIKAZ ISTRAŽIVANJA RAZVOJA SIMULACIJSKOG MODELA LANCA OPSKRBE
PRIRODNIM PLINOM 97
J. Mesarić, D. Dujak, Z. Tonković

ELEKTROFUZIJSKO SPAJANJE CIJEVI ZA TRANSPORT PLINA IZRAĐENIH OD
POLIMERNIH MATERIJALA 110
V. Starčević, I. Baričić, A. Rebronja, I. Samardžić

BELOW-GRADE NATURAL GAS DISTRIBUTION STATION DESIGN FOR AN URBAN LOCATION.....	120
N. Boskovic, A. Loge, R. Gomez, J. MacLennan, R. Dawes	
TEHNOLOŠKI POSTUPCI IZRADE SPOJEVA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA	133
F. Dako, A. Stoić, I. Samardžić, J. Zima, M. Duspara, D. Marić, V. Starčević, I. Putnik	
ENERGETIKA / ENERGETICS	
UČINKOVITA UPORABA ENERGIJE	139
S. Franjčić	
TERMODINAMIČKA ANALIZA RADA UGRAĐENIH PLINSKIH KONDENZACIJSKIH KOTLOVA.....	146
M. Živić, A. Galović, A. Barac, R. Končić	
ENERGETSKA OBNOVA OBITELJSKIH KUĆA NA PODRUČJU OSJEČKO-BARANJSKE ŽUPANIJE.....	156
D. Hećimović, D. Vidaković, K. Pavelić	
INDIKATORI KVARA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI.....	166
M. Nađ, S. Kaluđer, K. Fekete	
PRIMJENA RAČUNALNOG PROGRAMA THORIUM A+ ZA IZRAČUN UŠTEDE ZAMJENE STANDARDNOG KOTLA S KONDENZACIJSKIM I UGRADNOM TERMOREGULACIJSKIH VENTILA NA OGRJEVNA TIJELA.....	174
M. Rašić, D. I. Rendulić, H. Glavaš, D. Vidaković	
SIMULACIJA UTJECAJA ZASJENJENJA NA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE FOTONAPONSKE ELEKTRANE.....	184
I. Radmanović, G. Knežević, D. Topić, K. Fekete	
HEATING PERFORMANCES ANALYSIS A GHP WORKING WITH DIFFERENT HYDROCARBONS AND HEAT TRANSFER IN A BOREHOLE HEAT EXCHANGER.....	194
R. Bedoić, V. Filipan	
BIOPLINSKE ELEKTRANE U SLAVONIJI I BARANJI	204
M. Ivanović, H. Glavaš, M. Vukobratović	
UTJECAJ ATMOSFERSKOG PRAŽNENJA NA ELEKTRONIKU PLINSKIH BOJLERA .	216
B. Perković, T. Barić, H. Glavaš	
ENERGIJA IZ MULJA.....	226
T. Grizelj, E. Kamenjašević	

ZAKONSKA I TEHNIČKA REGULATIVA U KORIŠTENJU OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE230

E. Kamenjašević, T. Grizelj

KREMATORIJ – ENERGIJSKA EFIKASNOST I OBNOVLJIVI IZVOR ENERGIJE U ZAŠTITI PRIRODE I OKOLIŠA238

E. Kamenjašević, T. Grizelj

VODENI MULJ ALTERNATIVNI IZVOR ENERGIJE242

T. Grizelj, E. Kamenjašević

VODA / WATER

DISTRIBUTIVNA MREŽA VOĐENA POMOĆU SCADE247

F. Galović, S. Kaluđer, K. Fekete

PARAMETRI MODELIRANJA OBORINSKOG OTJECANJA SA ZELENIH URBANIH POVRŠINA.....257

D. Obradović

O RAZVOJU TEHNIČKIH SUSTAVA NA PRIMJERU VODNE REGULACIJE POBOSUĆA267

S. Maričić

VODA NAKON PRANJA VUNE – OTPAD I SIROVINA281

A. Tarbuk, B. Vojnović, A. Sutlović

OPTIMIZACIJA VODOOPSKRBE VIŠIH ZONA288

Em.Trožić, E. Smajić, En.Trožić

MOGUĆNOSTI KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA U VODOVODNIM SUSTAVIMA...294

E. Smajić, Em.Trožić, En.Trožić

EFEKTI USPOSTAVE DALJINSKOG NADZORA U VODOVODNOM SUSTAVU302

En.Trožić, B. Jakovac, Em.Trožić, E. Smajić

ISKUSTVA U ODRŽAVANJU VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA OSIJEKA311

F. Dako, P. Raos, A. Stoić, T. Šarić, G. Šimunović, I. Samardžić, J. Zima

PROIZVODNE TEHNOLOGIJE / PRODUCTION TECHNOLOGIES

RAZVOJNE FAZE I KLJUČNE KARAKTERISTIKE DBAAS CLOUD SERVISIA BAZIRANOG NA KONSOLIDIRANOM INFORMACIONOM MODELU KOMPANIJA ENERGETSKOG SEKTORA319

J. Dizdarević

OPTIMUM DESIGN OF FIXED STORAGE TANK ROOF.....	329
F. Orban, G.C. Nagy	
UNAPRJEĐENJE IZVOĐENJA GRAĐEVINSKIH RADOVA PRIMJENOM LEAN METODOLOGIJE.....	335
D. Vidaković, Z. Lacković, M. Radman-Funarić	
RECIKLIRANJE ŽARULJA.....	347
Z. Mrčela, G. Rozing, T. Malijurek	
NUMERIČKA ANALIZA UDARA ZRAČNOG VALA NA PLINSKU BOCU.....	353
I. Grgić, D. Šotola, Ž. Ivandić	
SILA DUBOKOG VUČENJA.....	363
B. Grizelj, D. Grizelj, V. Jurić Šolto	
REVIEW OF MODELLING METHODS AND COMPUTER MODELS IMPLEMENTED IN RECENT NOWADAYS CAD SYSTEMS.....	373
M. Karakašić, H. Glavaš, M. Kljajin	
MENADŽMENT CJEVOVODNIH MREŽA.....	382
M. Šavar, S. Krizmanić, I. Jovan	
ANALIZA RECIKLIČNOSTI ELEKTRIČNIH KUĆANSKIH APARATA.....	392
I. Lovrić, G. Rozing, A. Katić	
PRIMJENA INFRACRVENE TERMOGRAFIJE U ZGRADARSTVU.....	401
H. Krstić, M. Teni, Ž. Koški	

Bioplinske elektrane u Slavoniji i Baranji ***Biogas power plants in Slavonia and Baranja***

M. Ivanović¹, H. Glavaš², M. Vukobratović²

¹Panon institut za strateške studije u Osijeku, Osijek, Hrvatska

²Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, Osijek, Hrvatska

*Autor za korespondenciju. E-mail: milanivanovi4@gmail.com

Sažetak

U radu se daje pregled izgrađenih bioplinskih elektrana u Republici Hrvatskoj te njihov doprinos elektroenergetskoj opskrbi u zemlji s posebnim osvrtom na stanje na području pet županija istočne Hrvatske (slavonsko-baranjska regija). Prikazuju se tehnološki okviri njihova funkcioniranja, instalirana snaga te njihovi proizvodni učinci.

Ključne riječi: Bioplin, Bioplinske elektrane, Obnovljivi izvori, Slavonska regija

Abstract

The paper presents an overview of the biogas plants built in the Republic of Croatia and their contribution to the energy supply in country with special review on the area of the five counties of eastern Croatian (Slavonia-Baranja region). The technological frameworks of their functioning, the installed power and their production effects are shown.

Keywords: Biogas, Biogas power plants, Renewable energy sources, Slavonian region

1. Bioplinska postrojenja u proizvodnji električne energije

1.1. Proizvodnja bioplina kao dio odgovora na ekološku i energetska krizu

Razvojem civilizacije suvremena društva su sve više opterećena energetska i ekološka problemima te povećanjem količine otpada (neorganskog i organskog). Krajem XX. stoljeća ovi su se problemi počeli strateški rješavati kombiniranjem različitih politika i metoda, [1-2]. Tako su zemlje EU započele s održivim gospodarenjem otpadom te sprječavanjem nastajanja, odnosno smanjenja otpada - što je važan dio zajedničkih napora za smanjenje zagađenja i emisije stakleničkih plinova te ublažavanja globalnih klimatskih promjena. Nekontrolirano odlaganje otpada danas nije prihvatljivo, a kontrolirano odlaganje i/ili spaljivanje organskih otpadaka više se ne smatra optimalnim praksama već se razvijaju politike recikliranja sirovina ili njihovo učinkovito energetska korištenje, [3-4]. Bioplinske elektrane su jedno od takvih učinkovitih rješenja.

Osnovne prednosti primjene bioplina su [5]:

- smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima,
- smanjenje količine otpada,
- smanjenje emisije stakleničkih plinova,
- manje neugodnih mirisa i insekata,
- smanjenje potrošnje vode u energetici,
- jednostavan postupak proizvodnje,
- zatvoren ciklus hranjivih tvari,
- visoka energetska učinkovitost i rentabilnost,
- korisni nusproizvodi (gnojivo iz krutih ostataka),
- energetski i ekološki održiva proizvodnja hrane.

S gledišta nacionalne razvojne politike ovdje treba dodati još tri prednosti: (a) smanjenje uvoza energije, (b) novo zapošljavanje i (c) dodatni prihodi lokalnog stanovništva.

1.2. Proizvodnja bioplina u Europskoj uniji

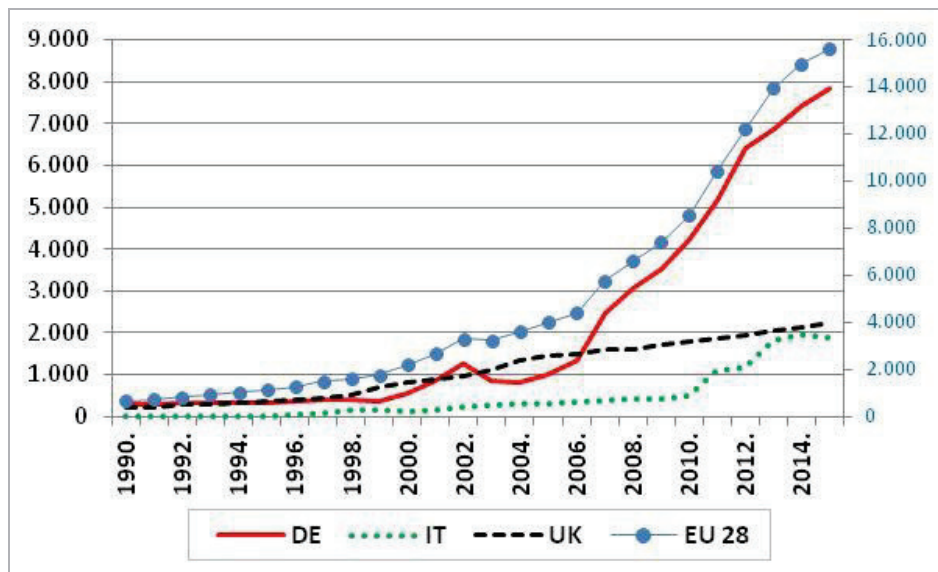
Značajnija izgradnja postrojenja za korištenje bioplina i razvoj tehnologija za ove proizvodnje u EU počinje 1990-tih godina, a vrlo ozbiljna razvojna politika u ovom sektoru započela je donošenjem niza strateških dokumenata EU glede energetskog razvoja i ekoloških politika; [6-8]

- Direktiva o odlagalištima otpada (1999/31/EZ) pridonosi EU ciljevima proizvodnje bioplina; zemlje članice moraju smanjiti količini biorazgradivog otpada koji se odlaže na odlagališta.
- Direktiva 2008/98/EZ o otpadu potiče uporabu i ponovnu uporabu otpada
- Direktiva o obnovljivoj energiji (2009/28/EZ) je pridonijela promociji korištenja energije iz obnovljivih izvora, a definiran je i cilj od 20% OIE u ukupnoj konačnoj potrošnji energije u 2020. godini.

Većina zemalja članica EU je - u okviru nacionalnih akcijskih planova za obnovljivu energiju - razradila programe razvoja tržišta bioplina te potiče proizvodnju bioplina povlaštenom otkupnom cijenom (feed-in tarife), zelenim certifikatima, ili isplatom poticaja za korištenje energetskih usjeva. Poticanje Feed-in tarifama se razlikuju u zemljama EU, a ovisi o: (1) supstratu koji se koristi, (2) veličini postrojenja, (3) iskorištenju toplinske energije i (4) transportu sirovine. Te su mjere dale rezultate i u EU je značajno porasla proizvodnja i korištenje bioplina; slika 1.

Proizvodnja bioplina je porasla od 665 milijuna tona ekv. nafte u 1990. na 15,6 milijardi tona ekv. nafte u 2015. godini. Tri su zemlje najveći proizvođači bioplina u EU; Njemačka (50% od ukupne EU proizvodnje), Velika Britanija (14%) i Italija (12%).

U zemljama EU se u 2010. godini 52 % bioplina proizvodio iz poljoprivrednih supstrata, 36% iz deponija smeća (deponijski bioplin) i 12 % iz obrade otpadnih voda. Velika Britanija je u EU najveći proizvođač bioplina iz obrade otpadnih voda, [10].



Slika 1. Primarna proizvodnja bioplina u EU-28 [9]

2. Bioplinске elektrane u Republici Hrvatskoj

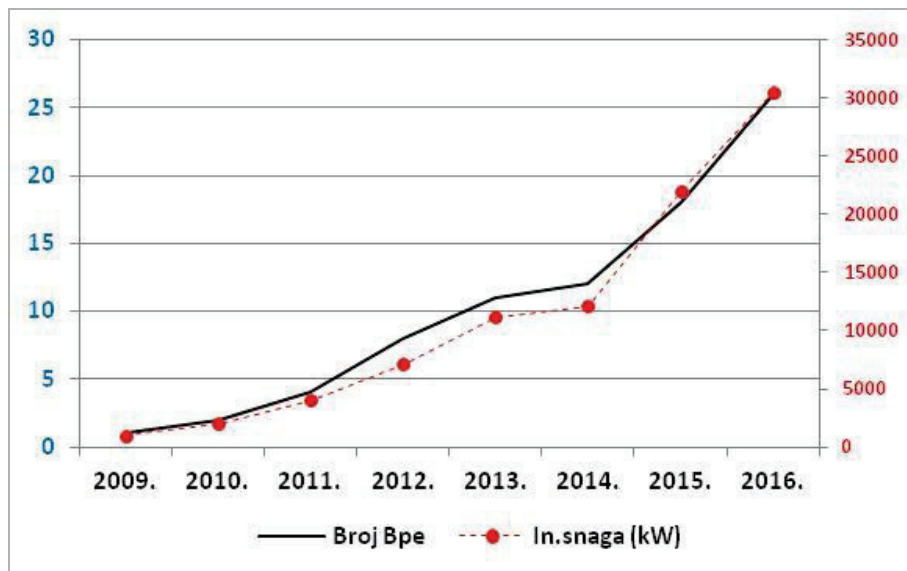
Uvjeti za isplativo korištenje obnovljivih izvora energije (OIE) i kogeneracije u Republici Hrvatskoj postoje od 2007. godine. Sustav poticajnih otkupnih cijena definiranih Tarifnim sustavom za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije omogućio je isplativost ovakvih investicija. Osim proizvodnje energije za vlastitu potrošnju važna je i mogućnost prodaje proizvedene električne energije u javnu mrežu tim prije što je primjena OIE jedan od strateških ciljeva energetske politike RH; 35% OIE u neposrednoj proizvodnji električne energije do 2020. godine.

Tehničke i ekonomske karakteristike bioplinских elektrana ovise o planiranoj lokaciji i blizini ulazne sirovine, vrsti tehnologije za proizvodnju bioplina, ali i o smještaju u elektroenergetskom sustavu. Elektrana na bioplin u pravilu se priključuje na distributivnu elektroenergetsku mrežu te kao takva mijenja uobičajenu prirodu distributivnih mreža iz pasivne u aktivnu. Iz tog razloga svaka elektrana prije konačnog odobrenja za rad mora proći proces ispitivanja i analize utjecaja generatora elektrane na mrežu, provjeru ugrađenih zaštitnih uređaja te ispitivanje kvalitete električne energije prema normi HRN EN 50160, [11].

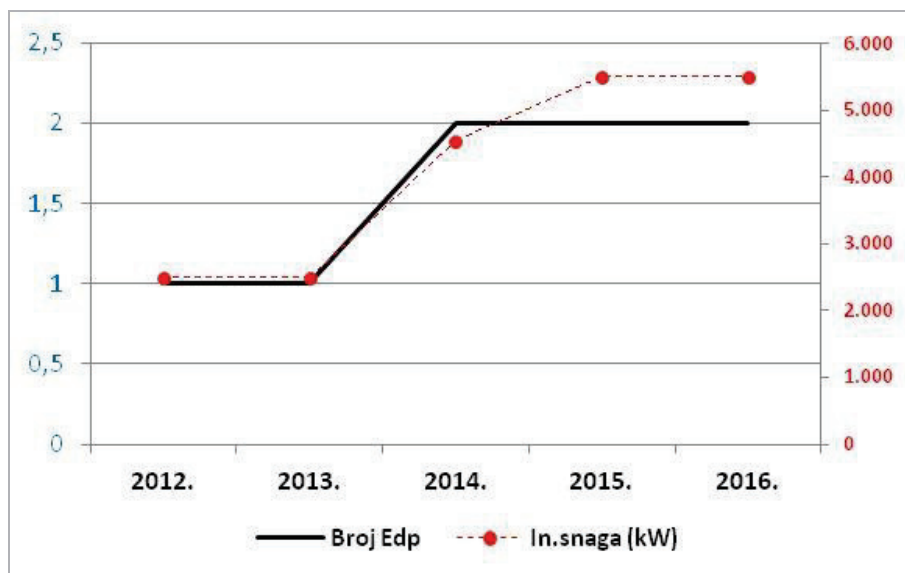
U Hrvatskoj je proteklih godina objavljeno više znanstvenih i stručnih radova o tehničkim karakteristikama i tehnološkim procesima u bioplinским elektranama [12-15] tako da se ovdje to neće ponavljati; u ovom radu će se načiniti pregled izgrađenih bioplinских elektrana u Republici Hrvatskoj te analizirati njihov doprinos energetskej opskrbi u zemlji s posebnim osvrtom na stanje na području pet županija istočne Hrvatske (slavonsko-baranjska regija).

Prva bioplinска elektrana u Hrvatskoj izgrađena je i započela je radom (u svibnju 2009.) u PZ Osatina kod Ivankova (Vinkovci); bioplinски agregat snage 1 MW proizvodi električnu energiju na niskom naponu (420 V) i isporučuje u distribucijsku mrežu HEP ODS DP „Elektra“ Vinkovci na naponu 10 kV [11]. U narednih sedam godina izgrađeno je i pušteno

u rad još 25 bioplinskih postrojenja ukupne snage 29,4 MWel te još dvije elektrane – jedna na deponijski plin i jedna na plin iz obrade mulja otpadnih voda - ukupne snage 5,5 MWel; slike 2 i 3.



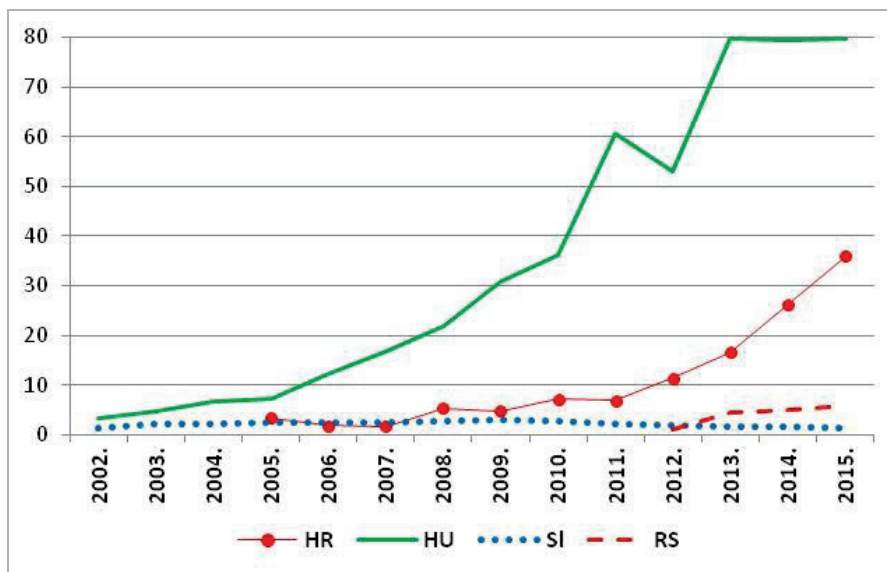
Slika 2. Broj i instalirana (el.) snaga bioplinskih elektrana (Bpe) u Republici Hrvatskoj [16,17]



Slika 3. Broj i instalirana (el.) snaga elektrana na deponijski plin (Edp) u Republici Hrvatskoj [16,17]

Hrvatska proizvodnja bioplina u međunarodnim okvirima [18] prikazana je slikom 4. Za usporedbu su odabrane noma susjedne zemlje; Italija (1,9 milijardi tona ekv. nafte) i Austrija (300 milijuna tona) su daleko iznad okvira usporedbe s RH, a u Bosni i Hercegovini te Crnoj

Gori još nema registrirane proizvodnje bioplina. Hrvatska ima desetak puta veću proizvodnju bioplina od Slovenije i Srbije, a više nego duplo manju proizvodnju od Mađarske.



Slika 4. Proizvodnja bioplina u Republici Hrvatskoj, Mađarskoj, Sloveniji i Srbiji [7]

2.1. Elektrane na OIE u Republici Hrvatskoj

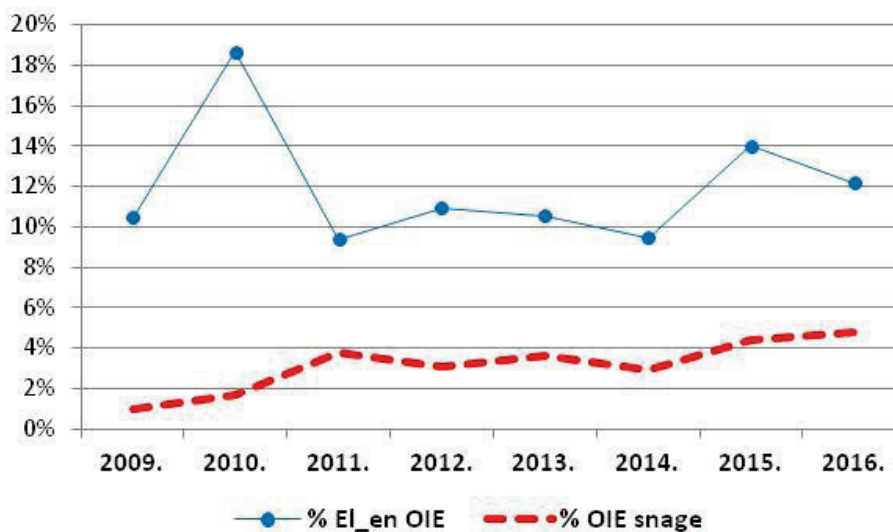
Republika Hrvatska je usvojila više dokumenata kojima se energetska politika RH prilagođavala EU okvirima [19] te je izgrađen sustav poticanja proizvodnje električne energije iz OIE i visokoučinkovitih kogeneracija koji je u primjeni od 1. srpnja 2007. godine. Od te godine počinju aktivnosti na izgradnji elektrana na OIE u Republici Hrvatskoj. Do kraja 2016. godine izgrađeno je i pušteno u rad 1.294 postrojenja za proizvodnju električne energije na OIE ukupne snage 640 MWeI; tablica 1.

Tablica 1. Elektrane na OIE s kojima je HROTE sklopio ugovor o otkupu električne energije po Tarifnom sustavu, a čija su postrojenja u sustavu poticanja; - elektrane na mreži - stanje 31. prosinca 2016. [16]

R/b	Elektrane na OIE	Broj elektrana	Ukupna snaga (kW)	Prosječna snaga	Udio u broju	Udio u snazi OIE elektrana
1.	Sunčane elektrane	1.219	49.479	41	94,2%	7,7%
2.	Hidroelektrane	11	3.885	353	0,9%	0,6%
3.	Elektrane na biomasu	12	25.955	2.163	0,9%	4,1%
4.	Elektrane na bioplin	26	30.435	1.171	2,0%	4,8%
5.	Elektrane na deponijski plin	2	5.500	2.750	0,2%	0,9%
6.	Vjetroelektrane	18	412.000	22.889	1,4%	64,3%
7.	Kogeneracijska postrojenja	6	113.293	18.882	0,5%	17,7%
8.	Ukupno elektrane na OIE	1.294	640.547	495	100%	100,0%

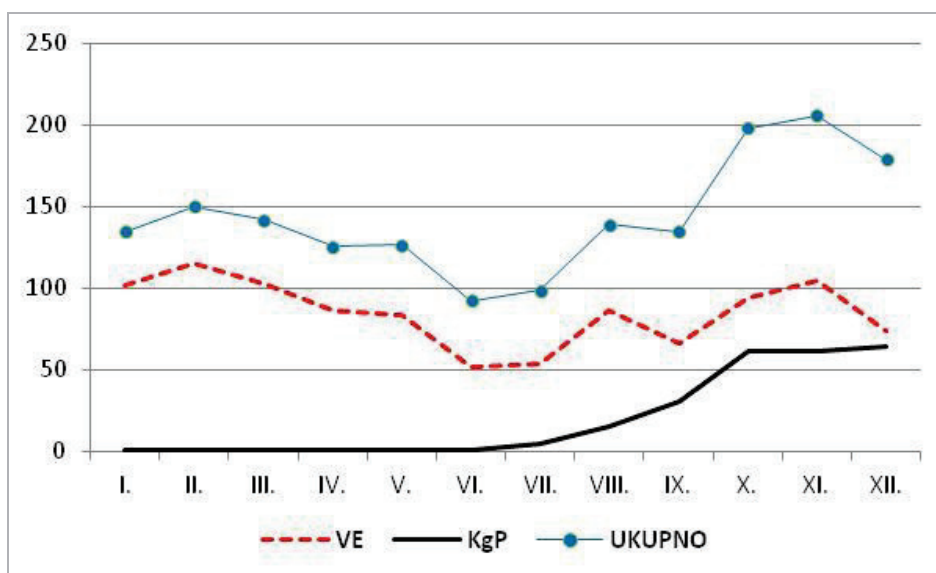
Sve elektrane na OIE u Republici Hrvatskoj proizvele su u 2016. godini 1.726 GWh električne energije, a 28 elektrana na bioplin (26 Bpe+2 Edp) - ukupne snage 39,5 MWeI -

proizvelo je i isporučilo 210 GWh električne energije u elektroenergetski sustav RH - što je 12 % od ukupno proizvedene električne energije u OIE elektranama; slika 5.



Slika 5. Udio elektrana na bioplin u instaliranoj (el.) snazi i proizvodnji električne energije u ukupnim kapacitetima elektrana na OIE u Republici Hrvatskoj [16,17]

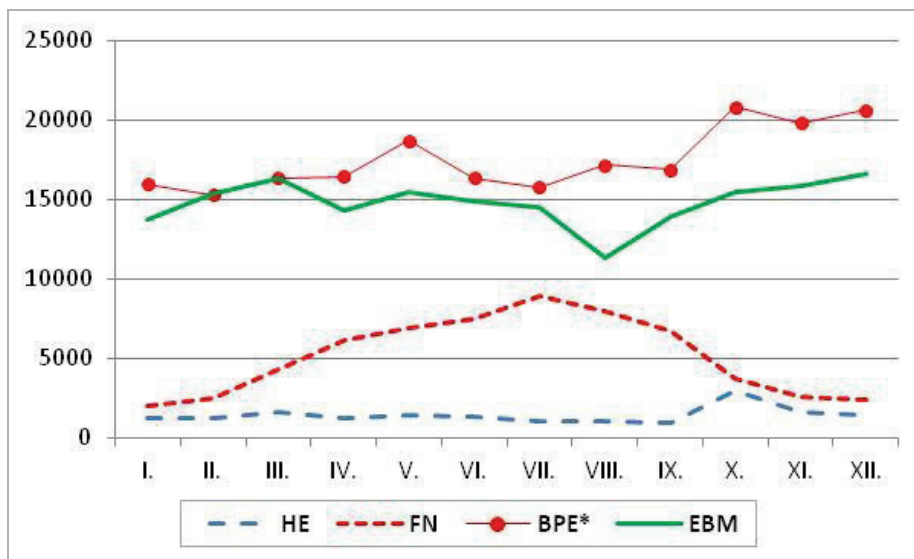
U proizvodnji električne energije na OIE u Republici Hrvatskoj najveći je udio vjetroelektrana (VE - 59%) i kogeneracijskih postrojenja (KgP - 14 %) od ukupne proizvodnje; slika 6 prikazuje dinamiku proizvodnje električne energije po mjesecima u 2016. godini.



Slika 6. Proizvodnja električne energije u vjetroelektranama, kogeneracijskim postrojenjima i ukupnim kapacitetima elektrana na OIE u Republici Hrvatskoj – po mjesecima (GWh) [16,17]

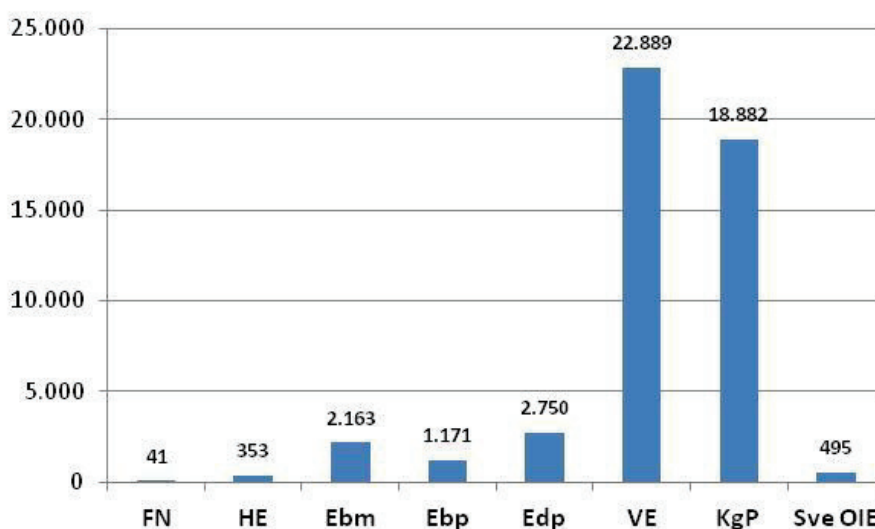
Male hidroelektrane (HE), fotonaponske elektrane (FN), elektrane na bioplin (BPE) i biomasu (EBM) u ukupnoj proizvodnji električne energije iz OIE u RH zastupljene su sa

27 %; slika 7 prikazuje dinamiku njihove proizvodnje električne energije po mjesecima u 2016. godini.



Slika 7. Proizvodnja električne energije u hidroelektranama (HE), fotonaponskim elektranama (FN), elektranama na bioplin (BPE) i biomasu (EBM) u Republici Hrvatskoj – po mjesecima (GWh) [16,17]

Posebno treba ukazati na prosječnu instaliranu (el.) snagu proizvodnih postrojenja u elektranama na OIE u Republici Hrvatskoj [20]; najveću prosječnu instaliranu (el.) snagu po jednoj elektrani u 2016. godini imaju vjetroelektrane i kogeneracijska postrojenja, a najmanju snagu imaju fotonaponske i hidroelektrane; tablica 1 i slika 8.

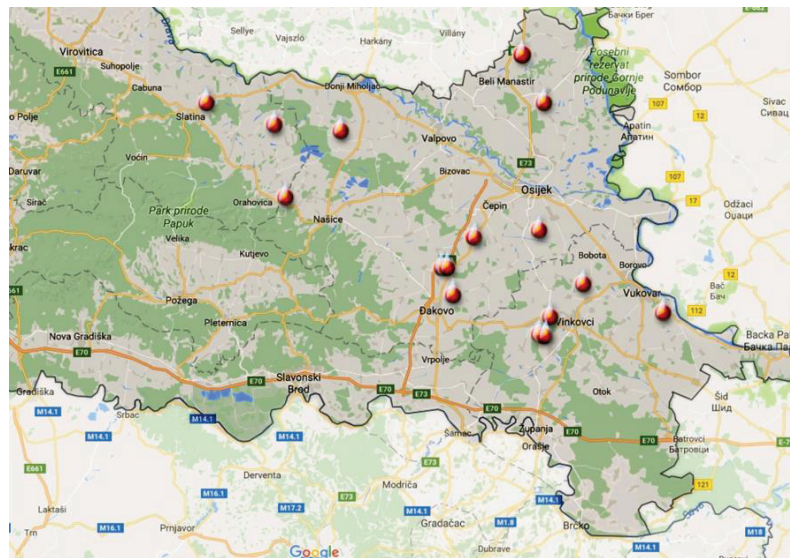


Slika 8. Prosječno instalirana (el.) snaga po jednoj elektrani na OIE u Republici Hrvatskoj prema vrsti OIE (kW) [16,17]

3. Bioplinse elektrane u Slavoniji i Baranji

Od 28 bioplinskih elektrana u Republici Hrvatskoj 17 je izgrađeno na području istočne Hrvatske (regija Slavonije i Baranje) i to: 10 na području Osječko-baranjske županije, dvije u Virovitičko-podravskoj i pet na području Vukovarsko-srijemske županije; slika 9. U tablici 2 daje pregled izgrađenih i puštenih u rad bioplinskih elektrana na području slavonsko-baranjske regije s osnovnim podacima. Na području Brodsko-posavske i Požeško-slavonske županije nema izgrađenih bioplinskih elektrana, već su u pogonu elektrane na drvenu biomasu, [16,17].

Značajno je napomenuti da su za veći broj bioplinskih postrojenja u regiji projektiranje, izgradnja i puštanje u pogon (povezivanje na EES) djelo slavonskih stručnjaka iz Belišća, Osijeka, Slatine, Slavenskog Broda i Vinkovaca.



Slika 9. Lokacije bioplinskih elektrana na području regije Slavonije i Baranje [16,17]



Slika 10. Kompleks bioplinse elektrane Slatina [21]

Tablica 2 Bioplinska postrojenja u funkciji na području slavonsko-baranjske regije [16,17]

Rb	Naziv objekta	kWel	Q (kW)	Mjesto	Županija
1.	Osatina grupa d.o.o. Bioplinsko postrojenje TOMAŠANCI	1.000		31422 Tomašanci	OBŽ
2.	Farma Tomašanci d.o.o. Bioplinsko postrojenje TOMAŠANCI 2.	1.000		31422 Tomašanci	OBŽ
3.	Farma Mala Branjevina d.o.o. Bioplinsko postrojenje MALA BRANJEVINA2	1.000		31403 Vuka	OBŽ
4.	Novi agrar d.o.o. Bioplinsko postrojenje MALA BRANJEVINA1	1.000		31403 Vuka	OBŽ
5.	Energija Gradec d.o.o. Bioplinsko postrojenje MITROVAC	2.000		31309 Kneževi Vinogradi	OBŽ
6.	Osatina grupa d.o.o. Bioplinsko postrojenje SLAŠČAK	1.000		31401 Viškovci	OBŽ
7.	Energija Gradec d.o.o. Bioplinsko postrojenje POPOVAC	1.800		31303 Popovac	OBŽ
8.	Miagro Energo d.o.o. Bioplinsko postrojenje KUĆANCI	490	340	31542 Magadenovac	OBŽ
9.	Farma muznih krava Orlovnjak Bioplinsko postrojenje ORLOVNJAK	1.700	1.800	31216 Antunovac	OBŽ
10.	Osilovac d.o.o. Bioplinsko postrojenje OSILOVAC999	999	1.100	31512 Feričanci	OBŽ
11.	Biointegra d.o.o. Bioplinsko postrojenje SLATINA	2.000	2.000	33520 Slatina	VPŽ
12.	BR Bioplin Crnac1 d.o.o. Bioplinsko postrojenje CRNAC	1.000	0,655	33515 Crnac	VPŽ
13.	Osatina grupa d.o.o. Bioplinsko postrojenje IVANKOVO	1.000		32281 Ivankovo	VSŽ
14.	Bovis d.o.o. Bioplinsko postrojenje IVANKOVO2	1.000		32281 Ivankovo	VSŽ
15.	Landia d.o.o. LANDIA-GRADINA	1.000		32214 Tordinci	VSŽ
16.	Energija Gradec d.o.o. Bioplinsko postrojenje OVČARA	2.000	2.000	32000 Vukovar	VSŽ
17.	Energija Gradec d.o.o. Bioplinsko postrojenje VINKA	2.000	2.000	32100 Vinkovci	VSŽ



Slika 11. Bioplinsko postrojenje Osatina [22]



Slika 12. Osatina – detalj bp [22]

Osim navedenih bioplinskih postrojenja koja su u funkciji na području slavonske regije u izgradnji je još nekoliko objekata; Hrvatski operator tržišta energije (HROTE) je potpisao ugovore s nositeljima projekata o otkupu električne energije za naredno razdoblje. Prema stanju na dan 31.12.2016. potpisano je 25 ugovora za projekte izgradnje bioplinskih elektrana ukupne snaga 25.785 kW. Od toga broja 12 bioplinskih elektrana (ukupne el. snage 13.396 kW) je s područja Slavonije i Baranje; grade se u Cerni, Donjem Miholjcu, Gunji, Hrastinu, Klisi, Lipiku, Slatini, Trpinji, Viljevu i Viškovicima.

4. Zaključne napomene

U radu je ukratko ukazano na: (a) osnovne prednosti primjene bioplina glede ekologije, energetskog snabdijevanja te lokalnog razvoja i (b) temeljne okvire razvojne elektroenergetske i ekološke politike glede stvaranja uvjeta za izgradnju bioplinskih elektrana u Republici Hrvatskoj.

Postavljeni tarfinski sustav i sistem poticanja izgradnje postrojenja za lokalnu uporabu obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj – u našoj analizi glede bioplinskih elektrana - već četvrtu godinu daje dobre rezultate:

- a) U razdoblju od 2012. do 2016. je izgrađeno 20 novih bioplinskih elektrana ukupne snage 26,4 MW tako da je krajem 2016. godine u Republici Hrvatskoj u funkciji 28 bioplinskih elektrana ukupne (el.) snage 35,4 MW.
- b) Proteklih godina (od 2009. do danas) ove su bioplinske elektrane proizvodile i isporučivale u elektroenergetski sustav zemlje u prosjeku 10-tak posto električne energije proizvedene u OIE elektranama. U 2016. godini ova je proizvodnja iznosila 210 GWh.

- c) Na ovaj je način Republika Hrvatska postigla novi razvojni korak glede proizvodnje bioplina i ekološkog zbrinjavanja stajskog gnoja u odnosu na više susjednih zemalja.
- d) Od 28 bioplinskih elektrana koje su u funkciji u RH 17 elektrana je izgrađeno na području slavonsko-baranjske regije; 10 u Osječko-baranjskoj, dvije u Virovitičko-podravskoj i pet u Vukovarsko-srijemskoj županiji. Na području Brodsko-posavske i Požeško-slavonske županije nema izgrađenih bioplinskih elektrana, već su u pogonu elektrane na drvenu biomasu.
- d) U projektiranju, izgradnji, puštanju u pogon ovih bioplinskih elektrana značajno je sudjelovanje slavonskih stručnjaka iz Belišća, Osijeka, Slatine, Slavonskog Broda, Vinkovaca i Vukovara.
- e) Izgradnjom ovih bioplinskih elektrana osim ekoloških i energetskih doprinosa važan je uspjeh rečenih projekata u podizanju tehničke razine proizvodnje i poslovanja u regiji Slavonije i Baranje, a ne treba zanemariti ni doprinose zapošljavanju lokalnog stanovništva.

5. Literatura

- [1] Ivanović, M. - Energy consumption, structure and development, in european transition countries; IJECES – International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems, ISSN 1847-6996; Vol. 3, No.2, (2012), pp 7-16
- [2] Ivanović, M.; Capusta, Z.; Erkapčić, Ž. - Renewable Energy Sources in the Regions Embracing Corridor Vc; 3rd International Sympos. "Corridor Vc", Osijek, October 5 – 6, 2006; Ekonomski fakultet, Osijek; ISBN 978-953-253-025-4; Proceedings, pp 97 -108
- [3] Ivanović, M.- European Trends of Renewable Energy Sources; Konferencija „Obnovljivi izvori energije u RH“; Zbornik radova (Štih, K. ur.). Zagreb: Hrvatska gospodarska komora, 2007. pp 237-247
- [4] Ivanović, M.; Glavaš, H.; Gantner, R. - Biofuels in Croatia; Journal of Microbiology & Microbial Technology 1(2): 5 (2016), pp 1 - 5
- [5] Teodorita Al Seadi et al. - Biogas handbook; ISBN 978-87-992962-0-0, University of Southern Denmark, Esbjerg, 2008
- [6] EK - Direktiva o odlagalištima otpada (1999/31/EZ); <http://eur-lex.europa.eu/>
- [7] EK - Direktiva o otpadu; 2008/98/EZ (<http://eur-lex.europa.eu/>)
- [8] EK - Direktiva o obnovljivoj energiji; 2009/28/EZ; (<http://eur-lex.europa.eu/>)
- [9] Eurostat – (<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>)
- [10] Fištrek - Razvoj tržišta bioplina u Europskoj Uniji i potencijali u Hrvatskoj (http://www.biogasin.org/files/pdf/hr_interaktivni/2_Razvoj%20trzista%20bioplina%20u%20EU%20i%20potencijali%20u%20RH.pdf)
- [11] Šljivac, D.; Vukobratović, M.; Stojkov, M.; Nakomčić, B.; Klaić, Z.; Marić, P. - Tehničke i ekonomske karakteristike bioplinske elektrane i utjecaj na elektroenergetsku mrežu; 11th Natural Gas, Heat and Water Conference, Osijek, 25-27.09.2013. Proceedings PLIN2013; Raos, P.; Tonković, Z. (ur.), Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, pp 11-30
- [11] Vukobratović, M.; Šljivac, D.; Nikolovski, S.; Stanić, Z.; Knezević, S. - Energy potential and so far course of action of using biomass and biogas in Croatia; Electricity Distribution - Part 1, CIRED '2009. 20th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution Prague, 8-11.06.2009. Czech Republic

- [12] Topić, D.; Šljivac, D.; Jozsa, L.; Nikolovski, S.; Vukobratović, M. - Cost-benefit Analysis of Biogas CHP Plant; 28th International Conference Science in Practice, Subotica, 2010; Proceedings, Subotica Tech, pp 123-131
- [13] Nikolovski, S.; Klaić, Z.; Kraus, Z.; Vukobratović, M. - Mjerenje i analiza kvalitete električne energije u bioplinskom postrojenju; Drugo savjetovanje hrvatskog ogranka međunarodne elektrodistribucijske konferencije, Umag 2010.; Zbornik radova; Vrankić, Tonković (ur.). HRO CIRED, SO2-09-1-SO2-09-7
- [14] Šljivac, D.; Vukobratović, M. - Analiza opravdanosti izgradnje bioplinske elektrane Landia; Elaborat, Elektrotehnički fakultet Osijek, 2012.
- [15] Jovičić, D.; Kralik, D.; Ivanović, M.; Vukšić, M.; Mirjanić, J.; Dundović, J. - Proizvodnja bioplina iz leguminoza; Europski poslovni forum o obnovljivim izvorima energije : knjiga sažetaka, Zagreb: Hrvatska gospodarska komora, 2010. str. 23-25
- [16] HROTE - Godišnji izvještaj o sustavu poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije u Republici Hrvatskoj za 2013. godinu; 2014.;2015.;2016.
- [17] EIHP - Energija u Hrvatskoj ' 2009.- 2015.; Ministarstvo gospodarstva RH, Zagreb, 2010./15.
- [18] Ivanović, M.; Glavaš, H. - Green Electricity Production in EU-28, Croatia, Germany, Hungary and Serbia; 32nd International Conference „Science in Practice“, Osijek, October 15 –17, 2014, Proceedings, Elektrotehnički fakultet Osijek;
- [19] * * * Strategija energetskega razvitka Republike Hrvatske NN, 130/09
- [20] Ivanović, M.; Glavaš, H.; Špiranović-Kanižaj, D. - Energy Efficiency and Renewable Energy Sources in The Slavonia Region; SIP, Pecs, november 2012; ISBN 978-963-7298-53-0; Proceedings, pp 63 - 70
- [21] Informativni centar Virovitica (<http://www.icv.hr/wp-content/uploads/2017/04/skm8a678.jpg>)
- [22] Osatina grupa (<http://www.osatina.hr/hr/>)