

ISSN 2706-4131

OTO 2020

**29. Međunarodni znanstveni skup
'ORGANIZACIJA I TEHNOLOGIJA
ODRŽAVANJA'**

**29th International Scientific Conference
'ORGANIZATION AND MAINTENANCE
TECHNOLOGY'**

**ZBORNIK
RADOVA
Knjiga 2**

**CONFERENCE
PROCEEDINGS
Book 2**

Osijek, 12. 12. 2020.

Osijek, 12 December 2020

Panon – Institut za strateške studije - Osijek
Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija - Osijek
Građevinski i arhitektonski fakultet - Osijek
Centar kompetencija d.o.o. za istraživanje i razvoj - Vinkovci

Panon – Think tank for strategic studies - Osijek
Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology - Osijek
Faculty of Civil Engineering and Architecture - Osijek
Competence Centre Ltd. for research and development - Vinkovci

29. Međunarodni znanstveni skup 'ORGANIZACIJA I TEHNOLOGIJA ODRŽAVANJA' OTO 2020.

Zbornik radova – knjiga 2

29th International Scientific Conference 'ORGANIZATION AND MAINTENANCE TECHNOLOGY' OTO 2020

Conference Proceedings - book 2

Osijek, 2020.

Izdavači / *Publishers*

Panon – Institut za strateške studije, Osijek
Panon Think tank for strategic studies, Osijek - www.panon.eu
Alberta naklada Osijek
Alberta publishing Osijek-www.alberta-naklada.com

Partner konferencije / *Conference partner*

UNIKOM d.o.o. Osijek - www.unikom.hr

Mjesto i datum održavanja konferencije / *Venue and date of the conference*

Osijek (Croatia), 12.12. 2020.

Organizacijski odbor / *Organizing Board*

Davor Vić, dipl. ing. građ. – predsjednik / *Chairman*
dr. sc. Milan Ivanović
dr. sc. Zlatko Lacković
izv. prof. dr. sc Tomislav Keser
mr. sc. Tatjana Mijušković-Svetinović
mr. sc. Držislav Vidaković

Portal konferencije / *Conference Web*

<https://oto2020.panon.eu/>

Službeni jezici / *Official Languages*

Službeni jezici konferencije su hrvatski i engleski.
The official languages of the conference are Croatian and English.

Uredništvo / *Editorial Board*

doc. dr .sc. Olivera Galović - glavni urednik
izv. prof. dr .sc. Drago Bešlo
izv. prof. dr .sc. Ranko Gantner
doc. dr .sc. Goran Rozing
Davor Vić, PhD student

Grafička oprema / *Design and layout*

Alberta naklada - Osijek

Tisak / *Printed by*

Skripta d.o.o. - Osijek

Naklada / *Issue*: 200

ISSN 2706-4131 – knjiga 2

Kontakt / *Contact*

e-mail: panon.institut@gmail.com

Zbornik radova sadrži radove koji su prošli dvije neovisne recenzije. Organizator konferencije nije ulazio u načine izražavanja te oni predstavljaju stavove i stil autora.

Each paper in the conference proceedings was reviewed by independent reviewers. The content of the conference proceedings does not reflect the official opinion of the conference organizers. Responsibility for the information and views expressed in the papers lies entirely with the respective author(s).

Međunarodni programski odbor / International Programme Committee

(Prema abecednom redu prezimena / List in alphabetical order)

prof. emer. dr. sc. Safet Brdarević (BiH)
prof. dr. sc. Eleonora Desnica (Serbia)
prof. dr. sc. György Elmer (Hungary)
izv. prof. dr. sc. Hrvoje Glavaš (Croatia)
prof. dr. sc. Lajos Jozsa (Hungary)
doc. dr. sc. Svilen Radoslavov Račev (Bugarska)
izv. prof. dr. sc. Ljiljana Radovanović (Serbia)
prof. dr. sc. Tihomil Rausnitz (Germany)
doc. dr. sc. Nataša Šuman (Slovenija)
izv. prof. dr. sc. Damir Varevac (Croatia)
prof. dr. sc. Drago Žagar (Croatia)

Znanstveni odbor / Scientific Committee

(Prema abecednom redu prezimena / List in alphabetical order)

izv. prof. dr. sc. Naida Ademović (BiH)
dr. sc. Ivan Ambroš (Croatia)
doc. dr. sc. Josip Cumin (Croatia)
doc. dr. sc. Josip Balen (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Tomislav Barić (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Marinko Barukčić (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Damir Blažević (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Mirjana Bošnjak-Klečina (Croatia)
doc. dr. sc. Tihomir Dokšanović (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Irena Galić (Croatia)
dr. sc. Ivan Grgić (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Krešimir Grgić (Croatia)
ak. prof. dr. sc. Zijad Haznadar (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Marijana Hadzima-Nyarko (Croatia)
dr. sc. Ivana Hartmann Tolić (Croatia)
prof. dr. sc. Željko Hocenski (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Aleksandar Jurić (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Josip Job (Croatia)
prof. dr. sc. Isak Karabegović (BiH)
doc. dr. sc. Mirko Köhler (Croatia)
doc. dr. sc. Goran Knežević (Croatia)
doc. dr. sc. Krešimir Lacković (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Časlav Livada (Croatia)
doc. dr. sc. Ivica Lukić (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Predrag Marić (Croatia)
doc. dr. sc. Emmanuel Karlo Nyarko (Croatia)
doc. dr. sc. Barbara Pisker (Croatia)
doc. dr. sc. Mirjana Radman-Funarić (Croatia)
prof. dr. sc. Mirsad Raščić (BiH)
doc. dr. sc. Goran Rozing (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Sebastijan Seme (Slovenia)
izv. prof. dr. sc. Marinko Stojkov (Croatia)
prof. dr. sc. Damir Šljivac (Croatia)
izv. prof. dr. sc. Marija Šperac (Croatia)
prof. dr. sc. Andrej Štrukelj (Slovenia)
ak. prof. dr. sc. Božo Udovičić (Croatia)
dr. sc. Bruno Zorić (Croatia)

Predgovor predsjednika Organizacijskog odbora konferencije OTO 2020

Međunarodni znanstveni skup OTO 2020 „Organizacija i tehnologija održavanja“ pripreman je i održan u (globalnim) COVID 19 pandemijskim uvjetima – što nam je svima, kako u radu tako i u privatnom životu, nametnulo različita ograničenja, primarno u vidu značajnog ograničavanja fizičkog okupljanja ljudi, a koje čini neizostavan dio znanstvenih skupova.

Koncept znanstvenog skupa „OTO“ od svog početka (1991.) bio je temeljen na primjeni znanosti u gospodarskim, a od 2015. godine i u komunalnim djelatnostima s po nekoliko radova. Ove godine ta zastupljenost komunalnih djelatnosti, točnije - problematika zbrinjavanja komunalnog otpada, je proširena tako da je utemeljena posebna sekcija „Komunalni otpad“. No, zbog rečene pandemije (koju naš svijet dosad nije poznao) nametnuti izazovi su donekle ograničili naše ambicije da problematika zbrinjavanja otpada bude zastupljena s radovima iz svih pet slavonskih županija te da konferenciji nazoče mnogi predstavnici komunalnih poduzeća s područja slavonsko-baranjske regije. U prethodno spomenutom okviru, a uz pomoć svih tehničkih mogućnosti i znanja koja posjedujemo, provedene su potrebne prilagodbe i konferencija je održana u online izdanju (u skladu s epidemiološkim preporukama) uz nadu da će naredna konferencija biti održana u standardnom obliku.

Osim činjenice da komunalne djelatnosti i gospodarenje otpadom imaju sve veću pozornost zbog svog izraženog javnog interesa, treba naglasiti da su u tim djelatnostima načinjeni značajni iskoraci u pogledu primjene novih organizacijskih i tehnoloških pristupa, što je vidljivo i u radovima koje objavljujemo u ovom zborniku. Očekujemo da će u narednim konferencijama OTO i dalje jačati suradnja između znanstvenih institucija i gospodarskih subjekata.

Davor Vić, dipl. ing. građ.

Foreword by the President of the Organizing Board OTO 2020

The International Scientific Conference OTO 2020 „Organization and Technology of Maintenance“ was prepared and held in (global) COVID 19 pandemic conditions - which imposed various restrictions on all of us, both in work and in private life, primarily in the form of significant restrictions on physical gathering, which is an indispensable part of scientific conferences.

The concept of the scientific conference "OTO" from its inception (1991) was based on the application of science in economics, and since 2015 in utilities with several papers. This year, the representation of communal activities, more precisely - the issue of municipal waste disposal, has been expanded so that a special section "Municipal waste" has been established. However, due to the said pandemic (which our world has not known so far), the imposed challenges have somewhat limited our ambitions for the issue of waste disposal to be represented by works from all five Slavonian counties and for many representatives of utility companies from the Slavonia-Baranja region to attend the conference. Precisely in aforementioned framework, and with the help of all technical capabilities and knowledge we have, necessary adjustments were made and conference was held online (in accordance with epidemiological recommendations) with the hope that the next conference will be held in standard form.

Apart from the fact that communal and waste management activities are gaining more and more attention due to their strong public interest, significant strides have been made in these activities in terms of applying new organizational and technological approaches, which is evident in the papers published in this collection. We expect that in the next OTO conferences, cooperation between scientific institutions and economic entities will continue to strengthen.

Davor Vić, BSc of Civil Engineering

S a d r Ź a j

1. Model odvajanja šest frakcija otpada na mjestu njegova nastanka kao najviši europski standard primarne selekcije otpada Tihana Škugor, Davor Vić	9
2. O komunalnom zbrinjavanju otpada u slavonskoj regiji Đorđe Balić	21
3. Razvoj cjelovitog sustava gospodarenja bio-otpadom na području grada Osijeka Davor Vić, Tihana Škugor	29
4. Primjer učinkovitog zbrinjavanja otpada u cilju održivog razvoja Zlatko Lacković	41
5. Selekcija i prerada plastične mase iz komunalnog otpada Milan Ivanović	51
6. Nastajanje i mogućnosti smanjivanja građevinskog otpada Držislav Vidaković, Dražen Hećimović	59
7. Drvni pepeli - otpadni materijali za održivu gradnju cesta Slavonije Sanja Dimter, Martina Zagvozda, Miroslav Šimun, Branimir Milovanović	71
8. Izgradnja postrojenja na biomasu i bioplin – razvojna prilika Slavonije i Baranje Milan Ivanović, Tomislav Barić	79
Dodatak 1	
S konferencije OTO 2020.	91
- OTO 2020 - Program Sekcije „Komunalni otpad“	93
- Fotogalerija OTO 2020.	94
Dodatak 2	
S konferencije OTO 2019.	99
Komunalno zbrinjavane otpada – stanje u gradovima slavonske regije Milan Ivanović	101
Dodatak 3	
Iz prošlosti - Izvještaj zajednici o aktualnim stručnim i znanstvenim dilemama	115
Tematski broj časopisa „Privreda“ o sekundarnim sirovinama (br. 4/1984.)	117
Riječ uredništva	117
1. Gospodarenje sekundarnim sirovinama na području Slavonije i Baranje Milan Ivanović	118
2. Korištenje sekundarnih sirovina starog papira u Kombinat u „Belišće“ Luka Zubčić	123
3. Problematika proizvodnje i primjena tekstilnih regenerata Ivan Ljubić	129

4. Sekundarne sirovine i njihov značaj	134
Milan Miljević	
5. Zbrinjavanje krutog smeća i otpadaka na području Osijeka - stanje, kratkoročna rješenja, dugoročni ciljevi	137
Đorđe Balić	
6. Briketiranje drvnih otpadaka u SOUR-u Kombinat „Belišće“	141
Josip Majdenić	
7. Postići proizvodnju bez ostataka	144
Branko Hebrang	
8. Oprema za korištenje sekundarnih sirovina	147
Josip Hartl	
9. Sistem Bioplam dokazao višestruke uštede	149
Nevenka Stojčević	

C o n t e n t s

1. Model of Separation of Six Fractions of Waste at the Place of its Origin as the Highest European Standard of Primary Waste Selection Tihana Škugor, Davor Vić	9
2. On Municipal Waste Disposal In The Slavonian Region Đorđe Balić	21
3. Development of a Comprehensive Management System Biowaste in Area of The City of Osijek Davor Vić, Tihana Škugor	29
4. Example of Efficient Waste Disposal for the Purpose of Sustainable Development Zlatko Lacković	41
5. Selection and Processing of Plastic From Municipal Waste Milan Ivanović	51
6. Origination and Possibilities of Reduction of Construction Waste Držislav Vidaković, Dražen Hećimović	59
7. Wood Ashes - Waste Materials for Sustainable Road Construction of Slavonia Sanja Dimter, Martina Zagvozda, Miroslav Šimun, Branimir Milovanović	71
8. Construction of a Plant on Biomass and Biogas - a Development Opportunity for Slavonia and Baranja Milan Ivanović, Tomislav Barić	79
Appendix 1	
OTO 2020	81
- OTO 2020 - Program of the Municipal Waste Section	93
- Photogallery of the Municipal Waste Section OTO 2020	94
Appendix 2	
OTO 2019	99
Municipal Waste Management – Situation in Cities of the Slavonia Region Milan Ivanović	101
Appendix 3	
FROM THE PAST Report to the community on current professional and scientific dilemmas	115
Thematic issue of journal "Economy" on secondary raw materials (1984.)	117
Editorial	117
1. Management of Secondary Raw Materials in the Area of Slavonia and Baranja Milan Ivanović	118
2. Use of Secondary Raw Materials of Old Paper in Kombinat "Belišće" Luka Zubčić	123
3. Problems of Production and Application of Textile Regenerates Ivan Ljubić	129

4. Secondary Raw Materials and their Significance Milan Miljević	134
5. Disposal of Solid Waste and Waste in the Area of Osijek - Situation, Short-term Solutions, Long-term Goals Đorđe Balić	137
6. Briquetting of Wood Waste in Kombinat "Belišće" Josip Majdenić	141
7. Achieve Residue-free Production Branko Hebrang	144
8. Equipment for the Use of Secondary Raw Materials Josip Hartl	147
9. The Bioplam System has Proven Multiple Savings Nevenka Stojčević	149

IZGRADNJA POSTROJENJA NA BIOMASU I BIOPLIN – RAZVOJNA PRILIKA SLAVONIJE I BARANJE

*Construction of a Plant on Biomass and Biogas –
a Development Opportunity for Slavonia and Baranja*

Subject review

Milan Ivanović¹, Tomislav Barić²

¹ Panon, Institut za strateške studije Osijek

² Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

e-mail: milanivanovi4@gmail.com

Sažetak

U radu se daje pregled bioplinskih elektrana u EU i Republici Hrvatskoj te njihove proizvod-nje i korištenje bioplina - s posebnim pogledom na područje pet županija slavonske regije. Ukazuje se na prednosti izgradnje i korištenja bioplinskih elektrana i elektrana na biomasu glede (a) zapošljavanja domaće industrije i projektantskih kuća te hrvatskih radnika, (b) bržeg razvoja ruralnih i zapuštenih područja, (c) ekološkog razvoja i ispunjavanja EU obveza glede klimatskih promjena te (d) smanjenja uvoza električne energije, prirodnog plina te ostalih naftnih goriva, tj. jačanja energetske neovisnosti Hrvatske. Također se ukazuje na nedovoljno korištenje biootpada s odlagališta za proizvodnju bioplina u Hrvatskopj (i regiji Slavonija) za razliku od razvijenih zemalja EU. U zaključku se predlaže pokretanje projekta „100 bioplinskih elektrana i 50 elektrana na biomasu na području Slavonije i Baranje“ i posebno njihova izgradnja na odlagalištima komunalnog otpada.

Ključne riječi: Bioplinske elektrane; Elektrane na biomasu, Odlagališta otpada, Ruralna područja, Slavonija i Baranja

Summary

The paper gives an overview of renewable power plants in the Republic of Croatia with a special view of the area of five counties of the Slavonian region. The advantages of building and using biomass and biogas power plants pointed out in terms of (a) employment of domestic industry and design houses and Croatian workers, (b) faster development of rural and neglected areas, (c) ecological development and fulfillment of EU obligations regarding climate change, and (d) reducing imports of electricity and natural gas and other petroleum fuels, ie strengthening Croatia's energy independence. In conclusion, it is proposed to launch the project "100 biogas power plants and 50 biomass power plants in the area of Slavonia and Baranja" and especially their construction in landfills.

Keywords: Biogas power plants; Biomass power plants, Landfills, Rural areas, Slavonia and Baranja

1. BIOMASA – OBNOVLJIV IZVOR ENERGIJE U KONCEPTU KRUŽNE EKONOMIJE

U našim ranijim radovima ukazivali smo na razvoj proizvodnje električne energije i plina iz obnovljivih izvora - s posebnim osvrtom na elektrane na biomasu i bioplinske elektrane na području slavonsko-baranjske regije te njihove doprinose očuvanju okoliša. [1] - [7]

Biomasa kao obnovljiv izvor predstavlja značajnu alternativu u opskrbi energijom. U usporedbi s konvencionalnim i drugim obnovljivim izvorima energije, biomasa ima niz prednosti; u proizvodnji električne i toplinske energije ima velike ekološke ¹ i energetske prednosti ² koje treba uvažavati glede održivog razvoja i diverzifikacije opskrbe energijom. Isto tako treba ukazati da u tranzicijskim zemljama izgradnja i korištenje ovih elektrana pridonosi uporabi lokalnih prirodnih i proizvodnih resursa. [5] [7]

2. ELEKTRANE NA OBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE

Stimulativni okvir za isplativo korištenje obnovljivih izvora energije (OIE) i kogeneracije u Republici Hrvatskoj postavljen je 2007. godine; sustav poticajnih otkupnih cijena definiranih tarifnim sustavom za proizvodnju električne energije iz OIE i kogeneracije omogućio je isplativost ovakvih investicija. Osim proizvodnje za vlastitu potrošnju važna je i mogućnost prodaje proizvedene električne energije u javnu mrežu. Ovdje treba ukazati i na činjenicu da bioplinske elektrane (kao i elektrane na biomasu) imaju **uravnoteženu** dnevnu, tjednu i mjesečnu **proizvodnju** - za razliku od sunčanih i vjetroelektrana - odnosno da one blagotvorno utječu na stabilnost opskrbe električnom energijom. Važan element u ovim razmatranjima je i uvoz energije (el. energije i prirodnog plina) u Hrvatsku (koji se u posljednjih deset godina kreće od 30 do 40% od finalne potrošnje) što ukazuje na pitanje nacionalne energetske neovisnosti.

2.1. Elektrane na bioplin i biomasu

U usporedbi s drugim obnovljivim izvorima, bioplin ima niz prednosti; koristi se za proizvodnju električne energije, ali njegova je misija povezana i sa zbrinjavanjem stočnog gnoja, otpadnih voda te biorazgradivog komunalnog otpada. Ta ekološka dimenzija ima konkretnu ekonomsku vrijednost koja se mora vrednovati u konceptu održivog razvoja. Isto tako, i proizvodnja topline u bioplinskim elektranama ima ekonomske (i razvojne) doprinose - kao što ima i ostatak iz procesa proizvodnje – digestat (visoko vrijedno organsko gnojivo) - što je novi doprinos kružnoj ekonomiji.

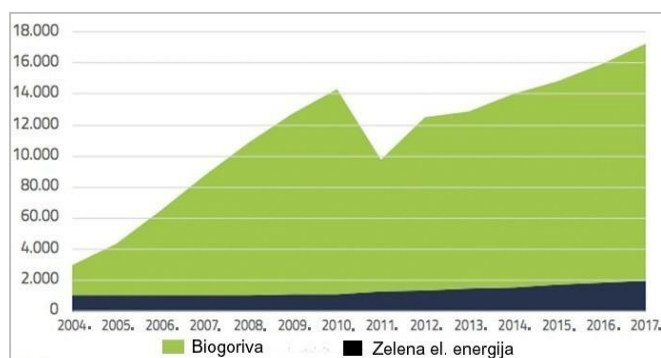
Osim navedenog – rafinirani bioplin (tada = biometan) koristi se već godinama kao pogonsko gorivo u cestovnom prijevozu u razvijenim EU zemljama (sl. 1) ³. Treba ukazati i da je u tranzicijskim zemljama - gdje su naglašeni demografski problemi i procesi emigracije radno sposobnog stanovništva - u razmatranjima o korištenju bioplinskih elektrana važan element i zapošljavanje lokalnog stanovništva na ovim postrojenjima kao i ekonomske koristi za poljoprivrednike-kooperante (proizvodnja silaže koja se koristi u bioplinskim elektranama).

¹ Obnovljiv izvor tzv. zelena energija (korištenje šumske sječke i ostataka agro-proizvodnje), lokalno dostupan, neutralan glede emisija CO₂, lako se skladišti i može se koristiti i kad vjetar ne puše, a sunce ne sja.

² Elektrane su tipičan predstavnik distribuirane proizvodnje u EES-u; postrojenja u kojima se odvija proizvodnja el. energije priključena na distribucijsku mrežu slijedeći načelo „čim bliže potrošnji“.

³ Vozila koja koriste biometan kao gorivo ne emitiraju CO₂, odnosno - biometan ne doprinosi povećanju stakleničnog efekta. Prema istraživanju organizacije "LCA" (Life Cycle Analysis) i mjerenju emisije stakleničnih plinova - od nabave sirovina, proizvodnje, distribucije i iskoristivosti - biometan se smatra najboljim komercijalno obnovljivim gorivom. U 2017. nafta je činila 93% finalne potrošnje energije u EU prometu, dok su obnovljivi izvori (s niskim emisijama) činili 5%. Najveći doprinos obnovljivoj energiji u prometu daju biogoriva i biometan, oko 89%. [8]

Slika 1.
Potrošnja obnovljive energije u prometnom sektoru u EU 28 (toe)
Izvor: [8]



Ne smije se ovdje izostaviti iz razmatranja ni dizanje organizacijske i tehnološke razine poslovnih aktivnosti u ruralnim područjima – što je važan doprinos u nastojanjima da se smanji proces depopulacije. Vrlo slični argumenti vrijede i za elektrane na biomasu. Ovdje se, dakle, ekonomskim terminima rečeno, radi o multiplikatorima vrijednosti u poslovnim aktivnostima. Na te važne ekološke, energetske i ekonomske prednosti ukazivali smo u ranijim radovima [1]-[7]; prve smo dvije skupine prednosti kvantificirali, a ekonomske prednosti smo navodili kao logičke tvrdnje (bez kvantifikacija) – iako se radi o multiplikatorima vrijednosti u poslovnim aktivnostima. No, zahvaljujući studiji „Integralna analiza dosadašnjih učinaka razvoja i izgradnje obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj u razdoblju od 2007. do 2016. godine“ možemo sada, kao potvrdu naših razmatranja, izdvojiti naglaske iz ove studije – temeljem podataka za razdoblje 2007.-2016. ⁴ [9]

U tablici 1 prikazani su multiplikatori bruto dodane vrijednosti (BDV) i zaposlenosti tipa I. i multiplikatori BDV i zaposlenost tipa II. za sva analizirana OIE postrojenja; ove multiplikatore (izračunate prema standardnoj input-output metodologiji) treba interpretirati prema ukupno ostvarenom učinku u ukupnom gospodarstvu na jedinicu investicije isporučene od strane domaćeg proizvođača. S druge strane, učinci ukupnih investicija na domaće gospodarstvo dodatno uključuju i aspekt porijekla investicijske opreme (domaće ili uvoz). Multiplikatori su iskazani u terminima ukupnih induciranih učinaka po jedinici izravnih učinaka (BDV i zaposlenost) domaćih proizvođača.

Tablica 1
Usporedba multiplikatora tipa I i tipa II za OIE postrojenja

Tip elektrane	Vjetro-elektreane		Sunčane elektreane		Biomasa		Bioplin		Male hidroelektreane	
	Kin*	KIP**	Kin*	KIP**	Kin*	KIP**	Kin*	KIP**	Kin*	KIP**
Multiplikator tipa I										
BDV	1,72	1.26	1,76	1,02	1,82	4,56	1,88	3,82	1,85	1,08
Zaposlenost	1,52	12.27	1,80	-	1,66	4,24	1,57	4,89	1,52	1,42
Multiplikator tipa II										
BDV	2,65	1,38	2,67	1,03	2,74	6,34	2,80	4,67	2,74	1,12
Zaposlenost	2,34	18,51	2,83	-	2,54	5,36	2,30	5,73	2,24	1,65

Izvor: [9]; * Kin = Kanal investicija; **KIP = Kanal Intermedijarne potrošnje

⁴ U EU postoji niz analiza multiplikatora vrijednosti u korištenju OIE, ali podaci nisu primjenjivi za Hrvatsku – tako da je, ova studija vrlo značajna. Studiju su izradili EI „Hrvoje Požar“ i Ekonomski institut Zagreb za naručitelje HOPS d.o.o. (Hrvatski operator prijenosnog sustava) i HROTE d.o.o. (Hrvatski operator tržišta energije). [9]

U kanalu investicija, najveći multiplikator BDV tipa I. detektiran je za elektrane na biomasu (4,56) i bioplin (1,88), dok se najmanja vrijednost kod vjetroelektrana (1,72). To znači da se (kod bioplinskih postrojenja) na 1€ BDV koju ostvari izravan dobavljač investicijske opreme - u ukupnom gospodarstvu ostvari još dodatnih 3,56€ (0,88€) BDV kod jedinica uključenih u proizvodni lanac izravnih isporučitelja investicijske opreme; (tab 1).

- Najveći multiplikator BDV tipa II pripisuje se elektranama na biomasu (4,56) i bioplinskim (2,80), a najmanji vjetroelektranama (2,65); na 1€ BDV izravnog dobavljača investicijske opreme u ukupnom domaćem gospodarstvu ostvari se još dodatnih 3,56€ (1,8 €), a prema multiplikatoru zaposlenosti na 1 zaposlenika izravnog dobavljača investicijske opreme u ostalim jedinicama uključenima u lanac dodane vrijednosti, zaposli još od 1,2 do 1,8 osoba.

Tablica 2 prikazuje izravne, neizravne i inducirane učinke u terminima bruto domaćeg proizvoda (BDP) i broja zaposlenih na 1 mil. € ukupnih investicija u promatranom razdoblju do 2016. godine. Najveći ukupni učinak na BDP od 674.000 € (na ukupnu vrijednost investicije od 1 mi. €) ostvarile su elektrane na bioplin. Ulaganja u bioplinska postrojenja imaju gotovo 2 puta veći učinak na BDP u usporedbi s ulaganjima u vjetroelektrane. [9]

Tablica 3 prikazuje ukupne učinke intermedijarne potrošnje na 1 mil. € vrijednosti proizvodnje. Ukupni učinci na BDP na 1 mil. € vrijednosti proizvodnje putem kanala intermedijarne potrošnje većeg su intenziteta nego ukupni učinci ostvareni putem kanala investicija. Izravan učinak na BDV u postrojenjima na bioplin i biomasu je nizak (zbog troškova sirovina), ali su njihove međusektorske veze s ostatkom gospodarstva intenzivne, te se ostvaruju razmjerno značajni neizravni i inducirani učinci.

- Multiplikatori u kanalu intermedijarne potrošnje odražavaju intenzitet povezanosti proizvodnih procesa energetske postrojenja tijekom redovnog operativnog rada i ostalih domaćih proizvođača. Postrojenja na bioplin i biomasu u redovnom radu koriste sirovine koji isporučuju ostali domaći proizvođači, te su njihovi multiplikativni učinci visoki. S aspekta kanala intermedijarne potrošnje, elektrane na biomasu bilježe najveći multiplikator BDV tipa I (4,56) i najveći multiplikator BDV tipa II (6,33), dok elektrane koje koriste energiju sunca bilježe najmanji multiplikator BDV tipa I (1,02) kao i najmanji multiplikator BDV tipa II (1,03). [9]

Tablica 2
Kanali investicija, učinci na 1 mil € vrijednosti ukupnih investicija

Indikator	Tip elektrane	Vjetro- elektrane	Sunčane elektrane	Biomasa	Bioplin	Male hidroelektrane
Bruto domaći proizvod (000 €)						
Izravan učinak		739,1	973,6	188,9	215,8	916,3
Neizravan učinak		193,3	17,5	671,5	608,0	73,3
Inducirani učinak		91,0	7,4	336,5	183,5	35,3
Ukupan učinak		1023,3	998,6	1197,0	1007,3	1025,0
Broj zaposlenih u terminima godišnjeg inputa rada						
Izravan učinak		0,6	0	11,7	8,6	6,0
Neizravan učinak		6,5	0,5	37,8	33,3	2,5
Inducirani učinak		3,6	0,3	13,1	7,2	1,4
Ukupan učinak		10,7	0,7	62,7	49,1	9,8

Izvor: [9]

Tablica 3
Kanal intermedijarne potrošnje - ukupni učinci na 1 mil € vrijednosti proizvodnje

Indikator	Tip elektrane	Vjetro- elektrane	Sunčane elektrane	Biomasa	BioplIn	Male hldroelektrane
BDP (000 €)		130,0	238,4	217,1	240,9	235,9
Neizravan učinak		94,2	181,0	178,1	212,9	200,6
Inducirani učinak		120,5	216,9	199,9	220,3	210,7
Ukupan učinak		344,6	636,3	595,1	674,1	647,3
Broj zaposlenih u terminima godišnjeg inputa rada						
Izravan učinak		6,1	8,2	9,8	11,9	11,6
Neizravan učinak		3,2	6,5	6,5	6,6	6,1
Inducirani učinak		5,0	8,5	8,6	9,0	8,3
Ukupan učinak		14,3	23,2	24,9	27,5	26,0

Izvor: [9]

2. 2. Proizvodnja bioplina

Bioplin se dobiva razgradnjom organskih materijala u raspoloživim tokovima organskog otpada; plin se sastoji od 50-75% metana.

Izvori za proizvodnju bioplina su:

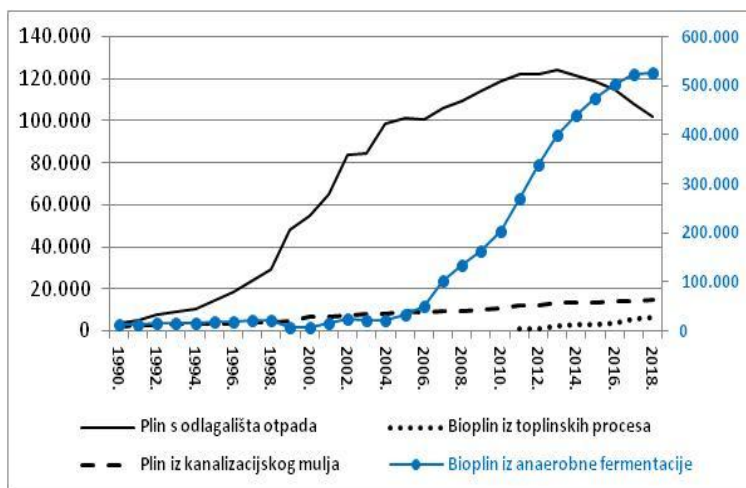
- stajsko gnojivo
- mulj iz kanalizacije
- otpad iz prehrambene industrije
- otpad iz održavanja parkova i vrtova
- komunalni organski otpad
- otpad iz drvne industrije
- otpad iz ugostiteljstva (i sl.)
- odlagališta komunalnog otpada

Najveći potencijal za rast proizvodnje postoji u tekućem i čvrstom gnoju te u organskom otpadu. Ovih godina proizvodnja bioplina u EU dolazi uglavnom iz namjenskih usjeva (51%) i stajskog gnoja (22%).^[10] Do sada je u korištenju bioplina prevladavala je proizvodnja električne energije koja je činila 62% proizvodnje bioplina. Bioplin se podržava uglavnom u elektro-energetskom sektoru, a biometan u sektoru prometa. Da bi se bioplin koristio kao pogonsko gorivo mora se pročistiti na razinu 97-98% udjela metana. Isto tako rafinirani bioplin (metan) se može miješati s prirodnim plinom i distribuirati postojećom plinskom mrežom. ^[11]

2. 3. Potrošnja bioplina na području Europske unije

Proizvodnja bioplina na području EU-28 dosegla je 2019. godine 706.170 TJ; u razdoblju 1990. - 2019. godine ostvaren je rast s prosječnom godišnjom stopom 12,8. Najveći proizvođači (potrošači) bioplina u EU-28 su: Njemačka (46% EU proizvodnje), Velika Britanija (16,4%), Italija (10,8%) i Francuska (5,8%).

U strukturi EU proizvodnje bioplina najzastupljeniji je bioplin iz anaerobne fermentacije (75,4%), a slijede: plin s odlagališta otpada (14,6%), plin iz kanalizacijskog mulja (9,1%) i bioplin iz toplinskih procesa (0,9%); slika 2.



Slika 2
Proizvodnja bioplina po vrstama
području EU-28 (TJ) [12]

na

2.4. Bioplinske elektrane na području Slavonije i Baranje

Prva bioplinska elektrana u Hrvatskoj izgrađena je (započela je radom svibnja 2009.) u PZ Osatina kod Ivankova (Vinkovci); U narednih 11 godina izgrađeno je i pušteno u rad još 38 bioplinskih postrojenja ukupne snage 41,7 MWel uključujući i jednu elektranu na plin iz obrade mulja otpadnih voda te jednu elektranu na deponijski plin (obje ukupne snage 5,5 Mwel). Ovdje treba naglasiti da udio bioplinskih elektrana (i elektrana na biomasu) u ukupnoj instaliranoj snazi elektrana na OIE u Hrvatskoj 4,9% (na biomasu 8,4%), ali je udio u proizvodnji električne energije više nego duplo veći; EI_biop = 11,7% i EI_biom 15,0%. [13] [14]

Od navedenih 39 bioplinskih elektrana u Republici Hrvatskoj 24 se nalazi na području istočne Hrvatske (regija Slavonije i Baranje) i to: 15 na području Osječko-baranjske županije (OBŽ), tri u Virovitičko-podravskoj (VPŽ) i šest u Vukovarsko-srijemskoj županiji (VSŽ). U tablici 4 daje se pregled postrojenja na bioplin i biomasu u funkciji na području slavonsko-baranjske regije.

Tablica 4

Elektrane na bioplin i biomasu na području Slavonije i Baranje - stanje 31.12.2019.

Županija	Broj postrojenja		Instalirana snaga (kWel)		Toplinska snaga (kW)	
	Bioplin	Biomasa	Bioplin	Biomasa	Bioplin	Biomasa
Brodsko-posavska	0	2	0	6.660	0	15.000
Osječko-baranjska	15	7	16.687	12.159	17.338	38.544
Požeško-slavonska	0	1	0	1.525	0	8.000
Virovitičko-podravska	3	3	4.000	8.495	3.655	25.755
Vukovarsko-srijemska	6	4	8.299	14.325	8.299	27.576
Ukupno	24	17	29.986	43.164	30.292	114.875

Izvor: [14]

Na području Brodsko-posavske i Požeško-slavonske županije još nema izgrađenih bioplinskih elektrana, ali su izgrađene elektrane na drvenu biomasu, a nekoliko projekata bioplinskih elektrana je u razvoju.

Značajno je napomenuti da su za veći broj bioplinskih postrojenja u regiji projektiranje, izgradnju i puštanje u pogon (povezivanje na EES) obavili slavonski stručnjaci iz Belišća, Osijeka, Slatine, Slavenskog Broda, Vinkovaca i Vukovara, a značajan je dio investicije realiziran nabavkama domaćih materijala.

Glede energetske učinkovitosti, kružne ekonomije i zaštite okoliša te održivog razvoja treba ukazati i na slijedeće činjenice:

- kod više bioplinskih elektrana otpadna toplina koristi se u dodatnim proizvodnim aktivnostima (staklenici i plastenici za uzgoj povrća, voća i cvijeća);
- veće bioplinske elektrane (2 MW) godišnje zbrinu od 60.000 do 100.000 tona biorazgradivog otpada - stajskog gnoja, komunalnog otpada i otpada iz prehrambene industrije, ugostiteljskih objekata te društvene prehrane;
- nakon svakog ciklusa u bioplinskoj elektrani (cca 29 dana) dobiva se više desetaka tona digestata (ovisno o kapacitetu instaliranih snazi elektrane) – kvalitetnog organskog gnojiva.

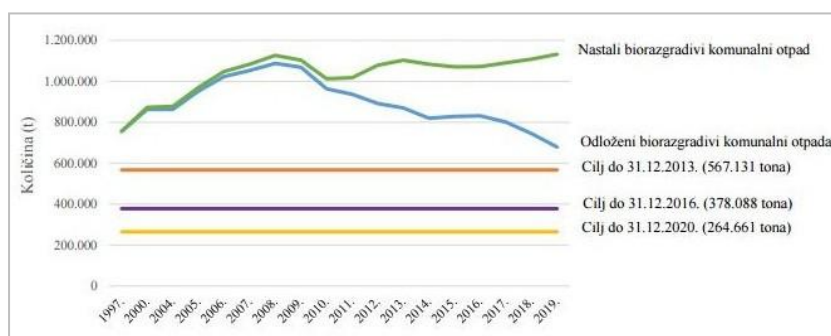
U našim ranijim radovima predložili smo pokretanje dva projekta „50 elektrana na biomasu...“ i „100 bioplinskih elektrana na području Slavonije i Baranje do 2027. godine“. [5] [7] Isto tako naša analiza je pokazala da na području slavonske regije nema izgrađenih postrojenja na odlagalištima komunalnog otpada te da je mali broj bioplinskih postrojenja manje snage⁵ - čija je izgradnja znatno jeftinija i jednostavnija za upravljanje i održavanje. Stoga nastavljamo našu analizu s pogledom na odlagališta komunalnog otpada. [7]

3. BIOOTPAD NA ODLAGALIŠTIMA – ZNAČAJAN POTENCIJALI ZA IZGRADNJU MALIH BIOPLINSKIH ELEKTRANA

3.1. Biorazgradivi komunalni otpad

Biorazgradivi komunalni otpad definiran je kao otpad nastao u kućanstvu i otpad koji je po prirodi i sastavu sličan otpadu iz kućanstva, osim proizvodnog otpada i otpada iz poljoprivrede, šumarstva, a koji u svom sastavu sadrži biološki razgradiv otpad. Biorazgradivi komunalni otpad uglavnom čine vrste otpada poput papira i kartona, biootpada, tekstila i drva i dr., koje bi u što većoj mjeri trebale biti odvojeno sakupljene iz komunalnog otpada i zbrinute na način koji bi omogućio postizanje cilja vezanog za smanjenje odlaganja biorazgradivog komunalnog otpada. [15]

Količina nastalog biorazgradivog komunalnog otpada u 2019. godini iznosila je 1.132.614 t. Odložena količina biorazgradivog komunalnog otpada za 2019. iznosi 679.080 t, što govori da Hrvatska još nije dosegla EU propisani cilj ni za 2013. godinu. (sl. 1)⁶



Slika 1
Nastali i odloženi biorazgradivi komunalni otpad u Hrvatskoj [15]

⁵ U funkciji je 7 elektrana instalirane snage 1700 – 2000 kW; 14 elektrana snage 1000 – 1400 kW i samo 3 snage 300 – 400 kW. [7]

⁶ U razdoblju od 1997. do 2010. godine količine odloženog biorazgradivog komunalnog otpada rastu s porastom količina nastalog biorazgradivog komunalnog otpada. Od 2011. godine nadalje, unatoč evidentiranom porastu nastalih količina, odložene količine su u padu kao posljedica provođenja mjera odvojenog sakupljanja komunalnog otpada te puštanja u rad dva centra za gospodarenje otpadom tijekom prethodne dvije godine.

Ovdje treba ukazati i na nedovoljno recikliranje i uporabu komunalnog otpada u Hrvatskoj; u tablici 5 prikazano je stanje sakupljenog i oporabljene komunalnog otpada u 2019. na području pet slavonskih županija, a u tablici 6 i 7 podaci za biorazgradivi otpad.

Tablica 5
Sakupljeni i oporabljene komunalni otpad u slavonskoj regiji u 2019.

Županija	Odloženo %	Oporabljeno %	Ostali postupci %
Brodsko-posavska	94	5	0,4
Osječko-baranjska	82	17	0,3
Požeško-slavonska	88	12	1
Virovitičko-podravsko	77	23	0,2
Vukovarsko-srijemska	93	7	0,3

Izvor: [15]

Tablica 6
Nastali i odloženi biorazgradivi komunalni otpad u Slavoniji i Baranji u 2019.

Županija	Nastali biorazgradivi komunalni otpad (t)	Odložen biorazgrad. komunalni otpad (t)	Udio odloženog biorazgrad. kom. otpada (%)
Brodsko-posavska	20.802	19.829	95,3
Osječko-baranjska	46.282	38.860	84,0
Požeško-slavonska	8.152	7.220	88,6
Virovitičko-podravsko	12.906	9.471	73,4
Vukovarsko-srijemska	24.438	34.940	143,0
Ukupno*	112.580	110.320	98,0
Ukupno	112.580	99.818	88,7

Izvor: [16] Napomena* Čini se da podatak za VSŽ o odloženom biorazgradivom komunalnom otpadu nije korektan (upoređujući s podacima o prikupljenom i odloženom komunalnom otpadu) - u našoj analizi pretpostavljeno je da je kompletan nastali otpad završio na odlagalištu – tako da se u daljnjim razmatranjima koristi taj podatak.

3.2. Biootpad u komunalnom otpadu

Biootpad je dio biorazgradivog komunalnog otpada, a obuhvaća: četiri ključne skupine otpada: (a) biorazgradivi otpad iz kuhinja i kantina, (b) jestiva ulja i masti; (c) bio-razgradivi otpad iz vrtova i parkova i (d) otpad s tržnica.⁷

- Ukupna količina odvojeno sakupljenog komunalnog biootpada u 2019. godini iznosila je 97.518 tona. Podaci o nastalom biorazgradivom komunalnom otpadu temelje se na prijavi davatelja javne usluge, reciklažnih dvorišta, trgovaca na malo, sakupljača i obrađivača otpada (biorazgradivi komunalni otpad iz uslužnog sektora) i izvoznika otpada.
- U 2019. godini u Hrvatskoj je bilo aktivno 11 kompostana, od kojih je 10 zaprimalo komunalni otpad. Ukupno je kompostirano 44.927 t komunalnog otpada, a s područja slavonske regije kompostirano je samo u OBŽ ukupno 4.842 t (Unikom d.o.o. Osijek).

⁷ Procijenjene količine nastalog biootpada iz komunalnog otpada ne mijenjaju se značajno od 2012. godine, te u prosjeku iznose oko 530.000 t godišnje. Udio biootpada u miješanom komunalnom otpadu iznosi 37,06%. Udio od 37,06% utvrđen je temeljem utvrđenog sastava miješanog komunalnog otpada u RH uzimajući u obzir slijedeće sastavnice: Vrtni otpad (5,7%), Kuhinjski otpad (30,9%), Koža/kosti (0,5%). Obzirom da se ne zna porijeklo sastavnice drvo, ista se nije koristila kod utvrđivanja udjela biootpada u miješanom komunalnom otpadu. [15]

- Anaerobnom digestijom obrađeno je 17.877 t komunalnog otpada u 6 bioplinskih postrojenja; to je povećanje od 47% u odnosu na 2018. godinu (7.239 t) .
- U 2019. godini odvojeno je sakupljeno 97.518 t biootpada i to: 62% iz vrtova i parkova, 29% iz kuhinja i kantina, 6% jestiva ulja i masti te 3% otpad s tržnica. To je porast 40% u odnosu na 2018. godinu. Na uporabu (kompostiranje, anaerobna digestija) je proslijeđeno oko 14% nastalog biootpada, a ostatak je završio na odlagalištima otpada.

Tablica 7

Količine biootpada 2019. godine na području pet slavonskih županija (t)

Županija	Biootpad (t)	Županija	Biootpad (t)
Brodsko-posavska	2.551	Vukovarsko-srijemska	56
Slavonski Brod	2.551	Vinkovci	0,83
Osječko-baranjska	5.251	Županija	53,3
Belišće	256,5	Borovo	0,25
Donji Miholjac	6,2	Bošnjaci	1,18
Đakovo	27,0	Cerna	0,03
Osijek	4.844	Ivankovo	0,02
Semeljci	117,2	Lovas	0,01
Požeško-slavonska	18	Nijemci	0,03
Lipik	0,03	Nuštar	0,02
Požega	17,8	Privlaka	0,02
Virovitičko-podravska	22	Vođinci	0,02
Slatina	21,8		
Ukupno (pet županija) 7.897			

Izvor: [16]

3.3. Bioplinske elektrane na odlagalištima komunalnog otpada u Slavoniji

Naše analize [6] [7] su pokazala da politika razvoja obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj, pa tako i bioplinskih elektrana, daje prihvatljive rezultate. No, stanje na području Slavonije i Baranje glede odvojenog prikupljanja i zbrinjavanja komunalnog otpada nije dobro kao što nisu dobra demografska kretanja i gospodarski razvoj. S tog naslova uputno je razmišljati i o novom (**dodatnom**) pristupu razvoju bioplinskih postrojenja na području regije. Naime, osim postojećeg tržišnog modela razvoja OIE i stimulacije tarifnim poticajima – zbog: (a) depopulacije u Slavoniji i Baranji, (b) zbog slabe socijalne kohezije i (c) nedovoljnog kapitala - bilo bi dobro pokrenuti društvenu akciju za izgradnju bioplinskih elektrana u područjima gdje do sada nisu izgrađene niti postoje projekti u realizaciji.

Društvenom akcijom na ovom projektu trebalo bi motivirati na suradnju poduzetnika, lokalne samouprave (općine i gradovi), regionalne uprave (županije) te građanskih inicijativa da privatno-javnim partnerstvom na komunalnim (zajedničkim) projektima krenu u investicije u bioplinske elektrane - posebno na regionalnim odlagalištima komunalnog otpada i velikih gradova.

Glede navedenih inicijativa predlaže se izrada više regionalnih projekata u okviru posebnog istraživačkog centra koji bi okupio znanstvenike i tehnologe iz više grana na interdisciplinarnim istraživanjima - u okviru tvrtke UNIKOM d.o.o. (znanstveni centar za istraživanja recikliranja komunalnog otpada) kako smo predložili u našem (prethodnom) radu. „Selekcija i prerada plastičnog komunalnog otpada“. [20]

4. Zaključna razmatranja

Naša razmatranja su pokazala da je Europska unija u protekla dva desetljeća usvojila niz dokumenata te provodila razvojnu politiku koja utječe na smanjenje negativnih ekoloških procesa na planetu - po kojim rezultatima EU prednjači u svijetu. Jedna od bitnih mjera EU je i uvođenje modela kružne ekonomije.

U ovom radu smo ukazali na prednosti korištenja bioplina (i biomase) – kao obnovljivih izvora energije – koji u usporedbi s drugim obnovljivim izvorima energije imaju niz prednosti glede recikliranja materijala i održivog razvoja. Bioplin se u svim zemljama članicama EU sve više koristi za:

- proizvodnju električne energije i topline u bioplinskim elektranama,
- ekološko zbrinjavanje stočnog gnoja, otpadnih voda te biorazgradivog komunalnog otpada,
- proizvodnju visoko vrijednog organskog gnojiva (digestat),
- pogonsko gorivo u cestovnom prijevozu (rafinirani bioplin - biometan),
- dopunu u sustavu opskrbe prirodnim plinom (rafinirani bioplin - biometan) kao gorivom energentu.

Isto tako - ukazali smo na i multilikativne učinke korištenja bioplina (i biomase) glede:

- zapošljavanja lokalnog gospodarstva u izgradnji i korištenju bioplinskih postrojenja,
- stvaranja bruto dodane vrijednosti u nacionalnoj privredi,
- podizanja organizacijske i tehnološke razine poslovnih aktivnosti u ruralnim područjima,
- smanjenju uvoza električne energije, prirodnog plina i naftnih derivata u Hrvatsku.

Navedne prednosti korištenja bioplina (i biomase) u energetske opskrbi rezultirale su visokim stopama rasta proizvodnje i potrošnje bioplina (i biomase) u svim zemljama članicama EU – pa tako i u Republici Hrvatskoj. No, Hrvatska bi u narednom razdoblju više pažnje trebala pridati izgradnji:

- bioplinskih elektrana, posebno na odlagalištima komunalnog otpada,
- postrojenja za rafinaciju bioplina.
- elektrana na poljoprivrednu biomasu i preostali (nereckirani) komunalni otpad.

Izgradnjom ovih postrojenja (na bioplin i biomasu) područje Slavonije i Baranje bi iskoristila svoje značajne potencijale za razvoj svojih znanstvenih i stručnih timova, gospodarskih kapaciteta te zapošljavanja mladih ljudi.

Literatura

- [1] Ivanović, M.; Glavaš, H.; Vukobratović, M. Bioplinske elektrane u Slavoniji i Baranji, 15. skup o prirodnom plinu, toplini i vodi, Osijek, 27.-29.09.2017. Zbornik radova
- [2] Ivanović, M.; Glavaš, H.; Bioplinske elektrane u Hrvatskoj i mjere Zimskog paketa EK, 26. Forum - Dan energije u Hrvatskoj - 2017. Zagreb, 17. 11.2017. Zbornik radova
- [4] Glavaš, Hrvoje, Ivanović, Milan; Obnovljivi izvori energije - primarni mehanizam energetske politike Europske unije; XXXV. Međunarodno savetovanje Energetika 2020: 24-27. jun 2020. Zlatibor, Savez energetičara, ISBN 978-86-86199-02-7, pp. 576-581
- [5] Ivanović, M.; Elektrane na biomasu u Hrvatskoj, 11th International Natural Gas, Heat and Water Conference - PLIN 2020, Osijek, Croatia, September 2020, pp 62 - 74
- [6] Ivanović, M.; Bioplin u kružnoj ekonomiji Europske unije, 35th International scientific & expert meeting of gas professionals, Opatija, October 2020, pp 225 - 235
- [7] Ivanović, M.; Kružna ekonomija i bioplinske elektrane u Slavoniji i Baranji: 35th International scientific & expert meeting of gas professionals, Opatija, October 2020, pp 236 - 247
- [8] EBA; Statistical Report 2018, (www.european-biogas.eu/) (pristup. 7.7.2020.)

- [9] EI „Hrvoje Požar“, konomski institut Zagreb; Integralna analiza dosadašnjih učinaka razvoja i izgradnje obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj u razdoblju od 2007. do 2016. Zagreb, 2018. https://www.hops.hr/page-file/CwqtWjjSgKlf9Qfz07pFB5/ostale-publikacije/Analiza_OIE_Final.pdf
- [10] <http://www.aebiom.org/wp-content/uploads/2017/10/final-aebiom-2017-statistical-report.pdf> (pristup. 2.2.2020.)
- [11] Bioenergy Europe; Policy Brief: Bioelectricity, Bioenergy Europe Statistical Report 2020 <https://bioenergyeurope.org/article.html/241> (pristup. 27.7.2020.)
- [12] Eurostat; <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/> (7.7.2020.)
- [13] HERA; <https://www.hera.hr/> (pristupljeno 7.7.2020.)
- [14] HROTE; <http://www.hrote.hr/> (pristup 27.7.2020.)
- [15] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zavod za zaštitu okoliša i prirode; Izvješće o komunalnom otpadu za 2019. godinu
- [16] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja; OTP_2019 Pregled po županijama - 6. Pregled podataka po županijama
- [17] Ivanović, Milan; Znanost i regionalna energetika, Elektrotehnički fakultet Osijek, 2006.
- [18] Ivanović, Milan; Tri eseja o znanosti, Elektrotehnički fakultet Osijek, 2008.
- [19] Ivanović, Milan; Komunalno zbrinjavanje otpada – stanje u gradovima slavonske regije; 28th International Conference OTO 2019. Vinkovci, 12.12. 2019; Proceedings, Volume: 28 - ISSN 2706-4131, pp 163-172
- [20] Ivanović, Milan; „Selekcija i prerada plastičnog komunalnog otpada“; 29th International Conference OTO 2019. Osijek, 12.12. 2020.; Proceedings, Volume: 29 - ISSN 2706-4131, pp 51-58