

UPOTREBA KOMUNALNOG OTPADA U ENERGETSKE SVRHE U BANJAMA SRBIJE – POTENCIJALI, OGRANIČENJA, PERSPEKTIVA*

Marina Nenković-Riznić¹, Mila Pucar²

SAŽETAK:

Iako je upotreba komunalnog otpada u energetske svrhe u svim zemljama Evropske unije postala standard u proteklih 15, pa i više godina, Srbija na ovom putu čini tek pionirske korake. Jedan od glavnih razloga za kašnjenje u primeni ove tehnologije predstavlja činjenica da je pitanje komunalnog otpada institucionalizovano tek 2003. godine, donošenjem Nacionalne strategije upravljanja otpadom, sa programom približavanja Evropskoj uniji. Redukcija otpada na teritoriji Republike Srbije trebalo bi prvenstveno da bude bazirana na planiranju i određivanju lokacija za transfer stanice i/ili reciklažna postrojenja manjeg kapaciteta, koja bi, pored ambalažnog otpada, pretrađivala i biodegradibilni otpad.

Rad definiše pre svega načine prikupljanja otpada, ali i principe izgradnje deponijskih prostora sa kojih je moguće prikupljati i dalje distribuirati biogas. Takođe su date preporuke za načine distribucije ovog energenta do krajnjih korisnika, kao i ograničenja i potencijali za njegovo korišćenje u banjama.

Ključne reči: *komunalni otpad, banjska naselja, energetske potencijale deponija*

1. UVOD

Privreda i turizam u Srbiji su već dugi niz godina u stagnaciji. Razlozi za ovakvo stanje su mnogobrojni, a posledice je moguće utvrditi u skoro svim turistič-

* Rad je rezultat istraživanja u okviru naučnog projekta „Održivi razvoj i uređenje banjskih i drugih turističkih naselja u Srbiji” TP 16007, koji je realizovan u IAUS-u, a finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

¹ Mr Marina Nenković-Riznić, istraživač-saradnik, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, Bulevar Kralja Aleksandra 73/II tel. 011/ 3370 109, e-mail: marina@iaus.ac.rs

² Dr Mila Pucar, naučni savetnik, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, Bulevar Kralja Aleksandra 73/II tel. 011/ 3370 091 e-mail: milap@iaus.ac.rs

kim područjima, uključujući i banjskim. Za poslednjih dvadeset godina životni standard je opadao noseći sa sobom i lošiji kvalitet života, ali i lošiji kvalitet turističkih usluga i smanjen broj posetilaca u turističkim objektima.

Iz navedenog, nameće se činjenica da su sve ove (ne)prilike kao direktnu posledicu imale stvaranje znatno manje količine otpada na teritoriji turističkih područja Srbije, što je, ekološki gledano, bilo povoljno po životnu sredinu.

Međutim, ovaj problem ima i drugu stranu. Iako je u to vreme stvarana manja količina otpada, s druge strane se dešavalo da se čak i ona odlaže uglavnom neplanski, na divlje deponije, ili čak legalizovane deponije, međutim sa strogo definisanim vekom trajanja, koji je, nažalost, davno istekao.

Stoga, iako je realno bilo proizvedeno mnogo manje smeća, ekološke posledice koje su se javljale bile su veće nego u razvijenim zemljama. Stvaranje otrovnih gasova, namnožavanje glodara koji su potencijalni prenosioci zaraze, zagađivanje reka i podzemnih tokova, samo su neki od indikatora ugroženosti životne sredine odlaganjem otpada na zastarelim i ekološki neobezbeđenim deponijama, sa kojima se turistička područja i dalje suočavaju. Osim toga, energetski potencijal navedenih deponijskih prostora nije korišćen, tako da se toplota praktično zadržavala na deponijama i odlazila u atmosferu.

Generalno gledano, otpadna toplota iz komunalnog i industrijskog otpada se može koristiti ili za dobijanje toplotne ili za dobijanje električne energije. U banjskim područjima, zbog njihove zdravstvene funkcije, nema značajnije količine otpadne toplote iz industrije, jer retko postoji industrijska proizvodnja u okviru naselja, ali je moguća veća upotreba komunalnog otpada.

Karakteristike i količina čvrstog opada koji se stvori na nekoj teritoriji je u direktnoj vezi sa kvalitetom života stanovnika i njihovim standardom, ali i sa funkcionalnom tipologijom naselja. Stoga se urbana turistička naselja u pogledu strukture komunalnog otpada znatno razlikuju i od urbanih sredina, ali i od sela. U tom pogledu, urbanizovana banjska naselja predstavljaju specifičan slučaj.

Iako mala po broju stanovnika, banjska naselja Srbije se zbog velikog broja jednovremenih korisnika, u određenom periodu godine, mogu posmatrati kao gradske sredine. Upravo zbog navedene činjenice i modusi upravljanja komunalnim otpadom se u ovim naseljima razlikuju u odnosu na naselja iste veličine i broja stanovnika, ali bez specifičnih funkcija [1]. Iskustva zemalja u razvoju ukazuju na to da bi redukcija otpada u banjama trebalo prvenstveno da bude bazirana na planiranju i izgradnji objekata i/ili uređaja koji bi na mikronivou vršili recikliranje komunalog otpada.

To znači da bi se u prvoj fazi vršila samo primarna selekcija, prikupljanje i mehanička prerada otpada, dok bi se u kasnijim fazama vršila i proizvodnja biogasa, kao značajnog toplotnog energenta i izvora električne energije.

2. OTPADNA TOPLOTA – DEFINICIJE I SVETSKA ISKUSTVA

Upotreba komunalnog otpada u energetske svrhe u svim zemljama Evropske unije postala je standard u proteklih 15 i više godina,

Otpadna toplota predstavlja energiju dobijenu sa deponija. U industrijskim zemljama nastaje 300-400 kg smeća godišnje po osobi. Ovo smeće se skuplja i odlaze na bezbednim i sanitarnim deponijama, koje podrazumevaju zaštitu podzemnih voda kao i zaštitu vazduha od prljavog i opasnog deponijskog gasa.

Pomenuti deponijski gas nastaje razgradnjom organskih supstanci pod uticajem mikroorganizama u anaerobnim uslovima. U središtu deponije nastaje natpitisak, pa deponijski gas prelazi u okolinu. Prosečan sastav deponijskog gasa je 35-60% metana, 37-50% ugljen-dioksida i u manjim količinama se mogu naći ugljen-monoksid, azot, vodonik-sulfid, fluor, hlor, aromatični ugljovodonici i drugi gasovi u tragovima. [2]

Na osnovu navedenog sastava deponijskog gasa, može se uočiti da je on vrlo opasan po životnu sredinu, kako za zdravlje živih organizama tako i po infrastrukturne objekte u blizini deponija, jer je metan u određenim uslovima vrlo eksplozivan. Metan je više od 20 puta štetniji po klimu i ozonski omotač nego ugljen-dioksid, što praktično znači da 1 tona metana oštećuje ozonski omotač (efekat staklene bašte) kao 21 tona ugljen-dioksida. Da bi se odstranili negativni uticaji nekontrolisanog širenja deponijskog gasa, izvodi se plansko sakupljanje i prisilno usmeravanje gasa ka mestu sagorevanja i omogućava korišćenje energije na deponiji (grejanje, topla voda, električna energija). Zakonska obaveza sakupljanja i spaljivanja deponijskog gasa nameće pravo rešenje: sagorevanje gasa u energetske svrhe uz stvaranje ekonomske dobiti. Ovakva vrsta tretmana se naročito preporučuje u blizini turističkih naselja, čime bi se sprečilo nekontrolisano oslobađanje metana u atmosferu.

Deponijski gas sa prosečnim sadržajem metana od 50% ima donju toplotnu vrednost $H_u = 5 \text{ kWh/Nm}^3$, što ga čini dobrim gorivom za pogon gasnih motora specijalno razvijenih za ovu namenu. Ovo znači da se iz 1 Nm^3 deponijskog gasa ($H_u = 5 \text{ kWh/Nm}^3$) dobija 2 kWh električne energije i 2,15 kWh toplotne energije. Dobijena električna energija se koristi za vlastite potrebe ili se predaje u električnu mrežu. Proizvedena toplota se može koristiti za proizvodnju tople vode, u staklenicima i plastenicima za proizvodnju ranog povrća i cveća, za grejanje stambenih zgrada i turističkih i javnih objekata i dr. [2]

U banjskim naseljima je zbog manje količine otpada proizvodnja električne energije praktično nemoguća, a toplotna energija koja se stvori pogodna je za korišćenje i za druge namene. Na ovaj način se može postići koeficijent iskorišćenja od 80% i više. Toplotna nastala na deponijama može se u kogeneraciji koristiti sa geotermalnim izvorima u banjskim područjima.

3. POSTOJEĆE STANJE U SRBIJI

Srbija raspolaže sa oko 59 termalnih banja i većim brojem banja izrazitih mineralnih svojstava. Geotermalni potencijal banja Srbije je izuzetno veliki, ali i nedovoljno iskorišćen. Razlog za ovakvo stanje treba tražiti u činjenici da je tehnologija iskorišćavanja geotermalnih izvora izuzetno skupa za lokalne uslove i da su potrebna visoka inicijalna ulaganja kako bi se ovaka vrsta projekta pokazala ekonomski rentabilnom. U pojedinim banjama Srbije geotermalni potencijal se koristi u skromnim kapacitetima i samim tim nije dovoljno koristiti samo ovaj izvor radi supstitucije tradicionalnih energetske izvora. [3]

S obzirom na to da je u banjama Srbije problem odlaganja komunalnog otpada izuzetno izražen, a da takva vrsta otpada predstavlja značajan energetski potencijal, njegovim iskorišćavanjem moguće je smanjiti upotrebu dosadašnjih izvora energije (ugalj, drvo, nafta). Pored toga, uvođenjem sistema korišćenja energetskog potencijala otpada u banjskim sredinama, značajno bi se smanjio zapreminski udeo komunalnog čvrstog otpada na mestima krajnjeg odlaganja (najčešće su to nesantitarne deponije) i u određenoj meri rešio problem kvaliteta vazduha, vode i zemljišta, kao i kvaliteta života. [4]

Otpad se u banjskim područjima prvenstveno stvara u većim turističkim kompleksima (hoteli, motel, sportski centri itd.) i uglavnom ne podleže niti jednoj vrsti prerade ili iskorišćenja. S druge strane, količina stvorenog otpada u banjskim naseljima se može poistovetiti s onom stvorenom u urbanim područjima, sa izuzetkom biootpada, koga ima nešto više nego u gradovima. Upravo biootpad je glavni generator stvaranja biogasa koji ima visoki toplotni potencijal.

Urbanizovana banjska područja Srbije nemaju istovetni tretman kao i gradska područja u sistemu sakupljanja od strane javnih komunalnih preduzeća (frekvencija prikupljanja komunalnog otpada je značajno manja u odnosu na gradove). Međutim, vrlo često se zbog manje frekvencije u prikupljanju otpada u ovim naseljima formiraju spontane „divlje deponije” koje ne samo da predstavljaju veliki ekološki problem već u velikoj meri narušavaju i osnovnu funkciju banja: zdravstveno-lečilišnu i turističko-rekreativnu. Pored toga, sistem primarnog razvrstavanja otpada ne postoji niti u jednoj banji, već se otpad odlaže neselektovan. Stoga je neophodno definisati sistem mera putem kojih bi se implementirao projekat unapređenja upravljanja komunalnim otpadom u banjskim naseljima, prevashodno u domenu iskorišćenog energetskog potencijala.

U Srbiji se do sada, osim u pojedinačnim slučajevima, nije koristio energetski potencijal iz deponija komunalnog otpada, kao ni otpadna toplota iz industrije, čiji su potencijali izuzetno veliki.

Kao potencijalni izvori energije mogu se smatrati veći deponijski prostori (koji će u perspektivi u Srbiji biti zamenjeni regionalnim deponijama). S tim u vezi,

mreža izvora predstavlja ujedno i mrežu postrojenja i deponija na teritoriji Republike, ali i pojedinačnih regiona.

Radi lakše distribucije energije dobijene ovim putem, neophodno je nove izvore povezati na postojeće distributivne sisteme i samim tim omogućiti prenos toplotne i električne energije do krajnjih korisnika.

4. ENERGETSKI BILANS SRBIJE U POGLEDU KORIŠĆENJA DEPONIJSKOG GASA

Za proračun energetske bilansa deponijskog gasa, kao polazna vrednost se koristi podatak da po toni komunalnog otpada u vremenskom horizontu od 20 godina, nastaje prosečno 200 Nm³ deponijskog gasa. Za godišnju količinu od 50.000 tona (grad od 150 000 stanovnika) i vreme punjenja deponije od 20 godina, na deponiji bi nastalo 200 miliona kubnih metara deponijskog gasa. Ako bi se sistemom sakupljanja gasa i kontrolom kvaliteta na raspolaganje gasnim motorima stavilo oko 50% navedene količine gasa, to bi značilo da se za proračun energetske bilansa može računati sa oko 100 miliona Nm³ deponijskog gasa, odnosno prosečno godišnje 5 miliona Nm³ tj. 625 Nm³/h. Ova količina gasa sa $H_u = 5 \text{ kWh/Nm}^3$ preko gasnih motora omogućava godišnju proizvodnju od 9 miliona kWh struje i 12 miliona kWh toplote. Proizvedena količina električne energije pokriva potrebe 2 500 porodičnih kuća. Sa ovom proizvodnjom električne energije, štedi se u jednoj elektrani na zemni gas oko 2,5 miliona Nm³ zemnog gasa. Na ovaj način se 300 Nm³/h metana (odnosno $300 \times 0.718 = 215 \text{ kg/h}$) manje predaje u atmosferu, što je važan ekološki aspekt primene gasnih motora u očuvanju ozonskog omotača. [5]

Na osnovu jednog ovakvog elektro i toplotnog bilansa i potrebnih ulaganja, može se izvesti ekonomska računica koja pokazuje da se ulaganja brzo nadoknađuju, pa dalji rad postrojenja ostvaruje dobit.

5. POTENCIJALI I OGRANIČENJA

Prema Programu ostvarivanja strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine, za period od 2007. do 2012. godine [6], korišćenje otpadne toplote iz deponijskih prostora je potencijal za povećanje energetske efikasnosti, naročito u naseljima pretežno turističke namene.

S druge strane, a na osnovu prethodno navedenih parametara za proračun energetske bilansa deponijskog gasa, a po izgradnji regionalnih deponija u Srbiji (na osnovu Nacionalne strategije upravljanja otpadom sa programom približavanja EU [7]), trebalo bi utvrditi i energetske potencijale svake od navedenih regionalnih deponija, kao i za pojedinačna banjska mesta na teritoriji Republike Srbije. Tek ustanovljavanjem navedenih parametara moguće je determinisati realni potencijal otpadne toplote kao energetske izvora u Srbiji.

Ograničenja u determinisanju izvora (u smislu prostorne distribucije i kapaciteta) u Republici Srbiji su za sada mnogobrojna. Jedno od osnovnih ograničenja odnosi se na činjenicu da još uvek nije počela realizacija regionalnih deponija niti sanitarnih deponija na nivou pojedinačnih opština ili turističkih mesta, ali je, na osnovu planiranih kapaciteta deponije, moguće utvrditi energetske bilanse deponijskog gasa.

Pored toga, ograničenje mogu predstavljati i postojeći distributivni sistemi, čija je adaptacija ili zamena neophodna kako bi mogla biti korišćena toplotna energija iz deponija. Takođe, jedno od ograničenja predstavlja i nedovoljna edukacija stručnjaka u ovoj oblasti kao i nedovoljne mere fiskalne politike.

Sva navedena ograničenja bi se mogla prevazići formiranjem zakonskih okvira za upotrebu otpadne toplote i definisanjem akcionih planova na nivou pojedinačnih regiona.

6. MOGUĆNOSTI PRIMENE

Da bi se definisali načini i sistem eliminacije komunalnog otpada kao i energetski potencijal na nekoj teritoriji, neophodno je determinisati osnovne ulazne parametre, koje čine podaci o stanovništvu (demografska struktura i projekcije), podaci o broju jednovremenih korisnika (datih kao prosek u toku svakog meseca u godini), podaci o količini i strukturi komunalnog otpada u banjskom naselju i podaci o načinima postojećih tretmana otpada i otpadnih voda iz domaćinstva i turističkih objekata. Zbog povećanja broja korisnika (kvantitativne promene), neophodno je planirati proširenje kapaciteta sakupljanja i prerade otpada (zbog povećanja količine otpada), dok strukturne promene u turističkoj ponudi (kvalitativne promene u pogledu poboljšanja nivoa usluga) mogu uzrokovati i promenu strukture komunalnog čvrstog otpada na predmetnoj teritoriji. Ovi podaci su potrebni radi okvirnog determinisanja kapaciteta objekta za preradu otpada ili objekta (postrojenja) za proizvodnju energije iz deponija komunalnog otpada.

Prema Nacionalnoj strategiji upravljanja otpadom [7], prosečna količina stvorenog komunalnog čvrstog otpada po stanovniku iznosi oko 0.8 kg po danu, dok je u turističkim naseljima, zbog raznovrsnije ponude, prosečna količina oko 1,1 kg/stanovniku po danu. Struktura komunalnog otpada se ne razlikuje od strukture u gradskim naseljima i iznosi oko 40% organskog otpada, 21% plastične ambalaže (iako se po najnovijoj nomenklaturi koju je dala EPA – Environmental protection agency plastika svrstava u organski otpad), 19% papira i kartonske ambalaže, 9% stakla, 4% metala i 7% ostalog otpada (tekstil, gume i dr.).

Na osnovu navedenih podataka o broju stanovnika i procentualnom udelu otpada, moguće je determinisati kapacitete postrojenja za proizvodnju energije na nivou grupacije naselja. Ukoliko se pokaže da je dnevna količina otpada nedovolj-

na za pokretanje postrojenja, moguće je formiranje transfer stanice [8], [9], iz koje bi se otpad transportovao u veće centre u kojima bi se vršila njegova prerada.

7. KOMUNALNI OTPAD KAO ENERAGENT U BANJSKIM PODRUČJIMA

Komunalni čvrsti otpad se može koristiti kao energent na više načina. U zavisnosti od toga da li je primarno selektovan, ili se u kontejnere odlaže bez sortiranja, otpad se može koristiti na sledeće načine:

– *recikliranje otpada* – podrazumeva primarno selektovanje otpada, reciklažu neorganske frakcije (papira, stakla, metala i plastike) na zasebnim tehnološkim linijama i anaerobnu digestiju biološke (organske) frakcije otpada. Time se dobijaju sekundarne sirovine, koje se dalje plasiraju na tržištu i visokovredni biogas, koji može služiti za dobijanje toplotne ili električne energije. Time bi se obezbedilo paralelno korišćenje dva obnovljiva energetska izvora u banjama – geotermalne energije i energije dobijene iz biootpada [10];

– *spaljivanje otpada* – podrazumeva prethodno razvrstavanje otpada na komponente koje imaju veći toplotni potencijal i njihovo kasnije spaljivanje u okviru postrojenja. Iako ovakav tip postrojenja ranije nije bio ekološki prihvatljiv zbog velike količine gasova i otpadnih voda koje se tom prilikom stvaraju, upotrebom novih tehnologija za adekvatnu zaštitu, otpad može spaljivati bez bilo kakve mogućnosti za ekološki hazard [11]. Zaštita se postiže formiranjem sistema usisavanja otpadnih gasova, njihovim filtriranjem i upuštanjem u atmosferu. Ovaj sistem je znatno skuplji od klasične reciklaže, ali se dobijaju veći toplotni potencijali nego standardnim procesom anaerobne digestije. Međutim, negativna strana procesa leži u činjenici da bi postrojenje moralo biti locirano na udaljenosti od najmanje 1 kilometra od banjskog naselja, što povećava troškove transporta;

– *korišćenje baštenskog otpada kao energenta* – podrazumeva korišćenje prethodno sortiranog i očišćenog baštenskog otpada (granje, ostaci od voća i povrća i sl) koji ima izuzetno veliki toplotni potencijal. Ovakva vrsta otpada se spaljuje u insineratorima i produkuje veliku količinu energije koja se može iskoristiti za grejanje u objektima banja. Negativna strana ovog sistema eliminacije otpada je činjenica da se na ovaj način može kompenzovati samo 1% od ukupne potrebne energije u banjskim područjima, odnosno može se supstituisati samo 1% tradicionalnih energetske izvora. [1]

8. PARTICIPACIJA LOKALNOG STANOVNIŠTVA

Upotreba komunalnog otpada u energetske svrhe na teritoriji bilo kog banjskog naselja mora u inicijalnim fazama realizacije projekta uključiti i učešće lokalne uprave, lokalnog stanovništva, vlasnika hotela, kao i buduće investitore.

To, pre svega, podrazumeva edukaciju i anketiranje [12] svih pomenutih interesnih grupa, na osnovu kojih se ustanovljava opšti pristup u realizaciji projekta. Naime, ukoliko predstavnici interesnih grupa nisu zainteresovani za participiranje u ovakvom projektu, čak ni ekonomski najrentabilnije i ekološki najprihvatljivije tehnologije u preradi otpada neće biti moguće sprovesti. Zbog toga je neophodna temeljna prethodna edukacija, u kojoj bi se svim učesnicima u procesu ukazalo na značaj ove kapitalne investicije, kao i konkretne prednosti koje za pojedine interesne grupe ovakav projekat može da ima.

Pored toga, realizacija projekta komunalnog opremanja banjskih naselja može kreirati lokalnu zaposlenost *in situ*. Dakle, moguće je otvaranje novih radnih mesta, što unekoliko može doprineti pobošanju životnog standarda lokalnog stanovništva.

9. ZAKLJUČAK

Na osnovu utvrđenih parametara za definisanje energetske potencijala u banjskim područjima moguće je zaključiti da bi osnovne aktivnosti usmerene ka implementaciji trebalo da budu:

- izgradnja ili unapređenje postojeće distributivne infrastrukture;
- stvaranje uslova za efikasniji tretman i unapređenje korišćenja otpada u energetske svrhe;
- izrada studija opravdanosti o mogućnosti korišćenja deponijskog gasa za proizvodnju toplotne ili električne energije a na osnovu prethodno utvrđenog katastra otpada;
- formiranje baze podataka deponija u banjskim područjima na osnovu kojih bi se utvrdili energetske potencijali svih vidova obnovljive energije, kao i energije iz komunalnih deponija.

Strateški prioriteti u ovoj oblasti odnose se na definisanje mera i smernica u iskorišćavanju otpadne toplote, prema Programu ostvarivanja strategije [6] i to:

- iskorišćenje toplotne energije iz deponija;
- donošenje akcionih planova za upravljanje resursima, upravljanje otpadom i zaštitu životne sredine;
- prilagođavanje standarda Srbije standardima i direktivama EU;
- utvrđivanje zakonskih obaveza za vlasnike deponijskih prostora u smislu korišćenja ovako dobijene energije.

Implementacija projekta komunalnog opremanja urbanih banjskih naselja za iskorišćenje otpadne toplote bi trebalo da se odvija u nekoliko faza: edukacija na nivou lokalne samouprave, edukacija lokalnog stanovništva na terenu uz prikazivanje pozitivnih primera (primeri dobre prakse) za meštane i vlasnike smeštajnih kapaciteta i dr.

Pored toga, na osnovu potreba interesnih grupa u nekom banjskom mestu, kao i na osnovu stvarnih potreba i strateških planova na lokalnom i nacionalnom nivou, potrebno je utvrditi adekvatan sistem tretmana komunalnog otpada i usmeriti ga ka njegovom energetskom iskorišćenju.

Iskorišćenjem organske komponente biootpada u energetske svrhe obezbedile bi se pozitivne ekološke i ekonomske implikacije na predmetnoj teritoriji, budući da se ovim putem otvaraju nova radna mesta i povećava standard stanovnika koji u ovim banjama žive. Samim tim, sprečio bi se odliv stanovništva u gradske centre i pospešio dalji turistički razvoj banja, što je i imperativ održivog razvoja, ne samo u banjskim područjima već i u Srbiji.

10. LITERATURA

- [1] Nenković-Riznić M., Pucar M.: „Modern technologies and their application in waste elimination in Serbia’s urban spa regions”, Proceedings of the 2 nd International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE 2009) and SECOTOX Conference, Mykonos, Greece, june 2009., p. p. 2217-2223
- [2] „Proizvodnja i karakteristike deponijskog gasa”, <http://www.kogeneracija.rs/deponijski.html>
- [3] Nenković, M.: „Prostorni raspored geotermalnih izvora i mogućnosti njihove primene u banjskim područjima Srbije”, rad u Monografiji „Strateški okvir za održivi razvoj Srbije”, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, 2003. str. 221-231
- [4] Nenković-Riznić M, Pucar M., Josimović B.: „Korišćenje savremenih tehnologija u eliminaciji otpada u urbanim banjskim naseljima Srbije”, Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem SAVREMENE TEHNOLOGIJE ZA ODRŽIVI RAZVOJ GRADOVA, Banja Luka, 2008. str. 479-489
- [5] Pucar M., Nenković-Riznić M.: „Studijsko-analitičke osnove strategije prostornog razvoja Republike Srbije, Deo 5. Prostorno uređenje, zaštita i razvoj – Ka održivom, integrisanom razvoju – Tematska sveska: Prostorni i ekološki aspekti korišćenja obnovljivih izvora energije – energetska efikasnost”, Studija za potrebe analitičko dokumentacione osnove strategije prostornog razvoja Republike Srbije, 2009.
- [6] „Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine za period od 2007. do 2012. godine – POS”, Ministarstvo rudarstva i energetike RS, Beograd, 2007.
- [7] Nacionalna strategija upravljanja otpadom sa programom približavanja EU, Ministarstvo zaštite životne sredine, 2003.
- [8] Nenković, M.: „Učešće javnosti (interesnih grupa) u lociranju OMR postrojenja (postrojenja za obnovu materijalnih resursa) u stambenim naseljima”, magistarski rad, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2007.
- [9] Garret, E., Interest group and public interested regulation, Florida State University Law Review, Vol. 28
- [10] Nouri, J., Nadaffi R., et al.: „Energy recovery form wastewater treatment plant”, Asian journal of Water, Environment and pollution, Vol. 4, No 1, Tehran, Iran, 2006

- [11] Glass, C., Chirwa, E. et al.: „Biogas production form steam-trated municipal solid waste wastewater”, Environmental engineering science, Vol 22., No 4, Washington, 2005.
- [12] Nenković, M., Pucar, M.: „Aarhus Convention Aims in Energy Management in Serbia”, Environmental Engineering and Management Journal (EEMJ), Technical University of Iasi, Romania, vol. 5 No 6, Iasi, Romania, 2006, p. p 1371-1379

APPLICATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN ENERGY EXPLOITATION IN SPA REGIONS OF SERBIA – POTENTIAL, LIMITATIONS, PERSPECTIVE

ABSTRACT:

Although the application of municipal solid waste in energy exploitation became a standard in European union in the past 15, or more, years, Serbia is making it's first steps towards it now. One of the main reasons for this is the fact that the solid waste treatment problem has been actualized and institutionalized in 2003., with the National waste management strategy, in the program laws readjustments with the EU. Waste reduction should primarily be based on the planning and determining the locations of transfer stations and/or smaller scale recycling facilities, which would process biodegradable waste, as well as the packaging waste.

The paper will try to define the methods of waste collection, but also to present principles of design of landfill area from where the acquired biogas would be stored and distributed. The paper will also give recommendations on methods of biogas distribution to the end users in spas, as well as limitations and potentials of this energy source in spas.

Keywords: *municipal solid waste, spa regions, energy potential of landfills*