



ODRŽIVO UPRAVLJANJE OTPADOM I MOGUĆNOSTI ISKORIŠĆENJA ENERGIJE IZ GRADSKOG OTPADA

INTEGRATED WASTE MANAGEMENT AND ENERGY RECOVERY FROM MUNICIPAL SOLID WASTE

N.Jovičić¹⁾, D.Jelić²⁾, G.Bošković³⁾, D.Gordić⁴⁾, V.Šušteršić⁵⁾

Rezime: U ovom radu dat je kratak pregled razmatranja koja su korišćena pri izradi modela ekološkog sistema u cilju izbora postupka za upravljanje čvrstim otpadom, posle čega je predstavljena mogućnost upotrebe procesa insineracije na području grada Kragujevca. Takođe je dat i pregled upotrebe otpada kao goriva, institucionalni i finansijski okviri. S obzirom na nedostatak podataka o količinama, sadržaju i tokovima otpada zaključak ovog rada je da je projektovanje postrojenja za insineraciju nemoguće pre nego što se prikupe neophodni podaci.

Ključne reči: komunalni i industrijski otpad, insineracija, energija iz otpada, zdravlje ljudi

Abstract: In this paper, possibilities of applying of the waste incineration process in City of Kragujevac are presented. Also, in this research summary of waste as fuel and needed institutional and financial framework are given. Taking into the consideration the lack of data on waste quantities, content and flow, conclusion of this paper is that design of facility for waste incineration is impossible before gathering necessary data.

Key words: municipal and industry waste, incineration, energy recovery

1. UVOD

U zavisnosti od faze razvoja ljudskog društva, kolektivne i individualne svesti, stanja nacionalne ekonomije, načina življenja i tehnološkog razvoja menja se kvantitet i kvalitet čvrstog otpada, pristup prikupljanju, transportu, tretmanu i njegovom konačnom odlaganju. Ovo je posledica sagledavanja značaja upravljanja čvrstim otpadom sa aspekta očuvanja zdravlja stanovništva i zdrave životne sredine. Neadekvatno zbrinjavanje čvrstog otpada može imati negativan uticaj na osnovne segmente životne sredine (vazduh, voda i zemljište) a samim tim i na zdravlje stanovništva.

S obzirom da je u toku razvoj modela optimizacije izbora postupka za upravljanje čvrstim otpadom, ovde će biti iznesena samo početna razmatranja koja su korišćena pri izradi modela ekološkog sistema.

Osnovna pretpostavka je da je sistem upravljanja čvrstim otpadom čini podsistem ekološkog sistema, a činjenica je da se ekološki sistem može razmatrati kao deo ukupnog sistema kvaliteta. Takođe treba naglasiti da se ekološki sistem ne posmatra sa aspekta bioloških

karakteristika već sa aspekta tehnoloških karakteristika i elemenata kvaliteta.

Model ekološkog sistema se može posmatrati kao poseban model, ili kao ekološki podsistem u modelu sistema kvaliteta. Ovo se postiže razvijanjem novog modela ekološkog sistema, ili dopunom modela sistema kvaliteta kroz nove komponente, elemente, karakteristike, opis ocena za karakteristike i izradu procedura [1].

Cilj definisanja posebnog modela ekološkog sistema je da se omogući projektovanje i sprovođenje ekološkog sistema u praksi. Ovaj cilj se postiže kroz:

- verbalni opis modela
- definisanje strukture modela
- definisanje matematičkog modela i
- uspostavljanje veza u hijerarhijskoj strukturi modela.

Cilj dopune modela sistema kvaliteta sa ekološkim podsistemom sa svim karakteristikama, elementima i procesima jeste dobijanje novog modela sistema kvaliteta koji će omogućiti upravljanje kvalitetom i ekološkim parametrom produkta u svim njegovim fazama (stvaranje, upotreba i postupotreba). Ostvarivanje ovih ciljeva se postiže:

- 1) Prof N.Jovičić¹⁾ Mašinski fakultet Kragujevac, email: njovicic@kg.ac.yu
- 2) D.Jelić²⁾, Mašinski fakultet Kragujevac, Sestre Janjić 6, email: dubravka@ept.kg.ac.yu
- 3) G.Bošković³⁾, Mašinski fakultet Kragujevac, Sestre Janjić 6, email: gboskovic@ept.kg.ac.yu
- 4) dr D.Gordić⁴⁾, Mašinski fakultet Kragujevac, Sestre Janjić 6, email: gordic@kg.ac.yu
- 5) dr V. Šušteršić⁵⁾, Mašinski fakultet Kragujevac, Sestre Janjić 6, email: vanjas@kg.ac.yu

- dopunom verbalnog opisa modela sistema kvaliteta
- dopunom strukture modela sistema kvaliteta
- dopunom matematičkog modela novim elementima i
- dopunom veza u hijerarhijskoj strukturi modela sistema kvaliteta

Trajno rešenje ekoloških problema moguće je uključivanjem faze postupotrebe u upravljanje kvalitetom, uvođenjem ekoloških obeležja u kvalitet produkta i rešavanjem ekoloških problema u fazama u kojima se mogu dobiti najoptimalnija rešenja. Da bi se ovo i ostvarilo potrebno je definisati elemente faze postupotrebe, uporediti elemente faza stvaranja i upotrebe, povezati u jednu celinu i stvoriti osnovu za integralno upravljanje kvalitetom proizvoda.

Uključivanjem faze postupotrebe u proces upravljanja kvalitetom dobija se osnova za celovito tretiranje svih parametara kvaliteta uključujući i ekologiju. U kontekstu tretmana i tehnologija za održivo upravljanje otpadom, postoje različiti pristupi. U praksi razvijenih zemalja, najčešće to su: deponovanje, reciklaža, kompostiranje i ponovna upotreba dela otpada, kao i spaljivanje (insineracija) otpada. Pored ovih standardnih tehnologija, postoje i sofisticirane tehnologije za iskoriščavanje energije iz otpada, kao što su piroliza, gasifikacija i plazma. Nažalost, praksa u upravljanju otpadom u našoj zemlji je na prilično niskom nivou. Kao najčešći način tretmana otpada primenjuje se neselektivno odlaganje na deponije, čime se pored nesagledivih posledica za životnu sredinu, krajnje neekonomski postupa sa materijalima i energijom iz otpada. Na osnovu sprovedenih istraživanja u okviru tekućih projekata, kao i raspoloživih podataka iz realizovanih studija o stanju i perspektivama gradskog otpada [2] u radu je napravljen pokušaj uprošćene tehno-ekonomske analize opravdanosti prihvativog rešenja postrojenja za insineraciju kragujevačkog otpada. Takođe, u radu su evidentirani i neki od preduslova koji se moraju stvoriti da bi se realizovalo društveno i ekonomski prihvativi rešenje.

2. OTPAD KAO GORIVO

Za uspešnost projektovanja insineratora ključna stvar je što tačnija procena količine i karakteristika otpada u budućnosti. Otpad koji se koristi u procesu insineracije mora da zadovolji određene uslove, i to na prvom mestu, njegova donja kalorična vrednost mora da bude veća od minimalno propisane vrednosti. Prosečna donja kalorijska vrednost otpada mora da bude minimalno 6 MJ/kg po svim godišnjim dobima, a prosečna godišnja minimum 7 MJ/kg [3]. Drugi

uslov koji treba da bude ispunjen je odgovarajući sastav otpada. Otpad sastavljen od peska i plastike ne zadovoljava uslove insineracije bez obzira što je njegova donja kalorična vrednost veća od minimalno potrebne vrednosti. Sledeći uslov koji treba da bude ispunjen je stabilnost količine i sastava tokom godine. U skladu sa preporukama za održivost opcije spaljivanja otpada u malim zajednicama (ispod 200.000 stanovnika) godišnja količina otpada za insineraciju ne bi trebala da bude manja od 50,000 tona, a nedeljne varijacije u isporukama otpada ne bi smeale da budu veće od 20% [2]. Da bi projekat potencijalnog insineratora bio što korektniji potrebno je pouzdano odrediti količinu otpada, njegov sastav i promene u godišnjoj proizvodnji otpada, a sve to u cilju što tačnije procene generisanja otpada za vreme predviđenog rada insineratora. S obzirom, da sastav i količina otpada zavise od kulturno-ekoloških, klimatskih i socio-ekonomskih uslova, nemoguće je koristiti podatke dobijene za neko drugo područje, već je neophodno praviti vlastitu procenu za svako područje na kome se planira izgradnja insineratora. Smernice koje bi trebali da imaju u vidu projektanti u zemljama u razvoju su smanjenje količine otpada zbog povećanja korišćenja komponenti otpada pogodnih za reciklažu, visok stepen vlažnosti i pepela u otpadu prikupljenom iz domaćinstava i otežanost prikupljanja komercijalnog i industrijskog otpada koji sa izuzetkom otpada iz trgovine ima veću kalorijsku vrednost [4]. Prikupljanje podataka o proizvodnji i sastavu otpada mora da bude izvedeno od strane stručne, iskusne i nezavisne organizacije i na osnovu savremenih metoda za realizaciju takvog kompleksnog istraživanja [5], [6]. Prepostavke o prikupljanju i dopremanju industrijskog i komercijalnog otpada u postrojenje za insineraciju treba da bude zasnovano na pozitivnim i negativnim stimulacijama za posteće institucije i organizacije koje se bave prikupljanjem ove vrste otpada da koriste postrojenje za insineraciju.

3. INSTITUCIONALNI OKVIRI

Osim karakteristika otpada i primenjene tehnologije, uspeh postrojenja za insineraciju komunalnog otpada zavisi u mnogome i od institucionalnih okvira. U tom smislu, od suštinske važnosti su četiri sektora: komunalni sektor, organizacija i menadžment samog postrojenja, energetski sektor i nadležne institucije odgovorne za kontrolu i sankcionisanje.

Institucionalni okvir komunalnog sektora i upravljanje otpadom mora da bude na odgovarajućem nivou da bi mogla da se obezbedi dovoljna količina i kvalitet otpada za

funkcionisanje insineratora. Komunalni sektor treba da obezbedi i sanitarnu deponiju za odlaganje reziduala od insineracije. Organizaciona struktura koja može da pruži podršku i odobrenje za upotrebu insineracije mora da bude deo upravljačkog sistema postrojenja za insineraciju. To se može postići kroz modalitete zajedničkog vlasništva ili dugoročne ugovore. Dalje, što se tiče upravljanja i funkcionisanja postrojenja, treba imati u vidu objektivan problem koji je evidentan u zemljama u razvoju, a to je privlačenje i motivisanje za rad kvalitetnog i stručnog osoblja. Tradicionalno se na komunalni sektor gleda kao na nepoželjno mesto za rad. U uslovima razvoja ekonomije gde zarade u javnom sektoru ne mogu da prate zarade u privatnim kompanijama to predstavlja dodatnu otežavajuću okolnost. Postrojenja za insineraciju troše i proizvode velike količine energije, pa stoga predstavljaju značajan faktor na energetskom tržištu, posebno kada su u pitanju manje zajednice. S obzirom da je energetski sektor vrlo često strogo ograničen, treba voditi računa o tome da li postoji mogućnost implemeniranja insineratora u zakone kojima je uređeno energetsko tržište. Na osnovu iskustava iz razvijenih zemalja, prozvodnja i prodaja struje i toplotne energije se, uglavnom, ograničava na manji broj državnih ili privatnih preduzeća, što treba imati u vidu [3]. I na kraju, s obzirom na moguće uticaje na životnu sredinu, rad postrojenja za insineraciju mora da bude strogo kontrolisan, što je u nadležnosti odgovarajućih nezavisnih inspekcija i institucija.

4. FINANSIJSKI ASPEKTI POSTROJENJA ZA INSINERACIJU

Insineracija otpada zahteva velike investicione troškove kao i visoke troškove rada i održavanja. Zbog toga su jedinični troškovi otpada tretiranog u postrojenju za insineraciju znatno veći u poređenju sa troškovima tretiranja otpada klasičnim metodama (sanitarne deponije, itd.). Na osnovu podataka i preporuka koje je dala Svetska banka [3] izведен je zaključak da je cena tretiranja tone otpada u insineratorima najmanje dva puta veća od cene odlaganja tone otpada na sanitarnim deponijama. Istovremeno, pri korišćenju insineracije kao načina tretiranja otpada, rizik od finansijskog neuspela je veliki, a razlozi za to su sledeći:

- visoki investicioni troškovi i neophodnost uvoza,
- tehnička i tehnološka kompleksnost uslovjava angažovanost kvalifikovanog i iskusnog osoblja, dostupnost rezervnih delova, itd.,
- specifični zahtevi u pogledu kvaliteta, količine i sastava otpada,

- potreba za odgovarajućim institucionalnim okvirima,

- stabilnost cene i potrošnje energije.

Ono što je značajno za zemlje u ekonomskom razvoju je da pri izvođenju procena troškova i dobiti pri povećanom riziku, neophodno je da se uradi studija opravdanosti insineracije. Pri procenjivanju troškova i dobiti treba obratiti pažnju na:

- razdaljinu i rute transporta otpada,
- potrebu za korišćenjem i rekultivacijom zemljišta,
- uticaj na turizam i razvoj grada,
- kratkoročni i dugoročni uticaj odlaganja otpada na životnu sredinu,
- mogućnosti transfera tehnologije i porasta nivoa obrazovanja i stručnosti zaposlenih,
- kapacitet lokalnog tržišta rada,
- održivost procesa proizvodnje energije iz otpada.

Ne treba izgubiti iz vida ni uticaj koji ima politika u svemu tome. Ukoliko je procena troškova i dobiti negativna, onda je odlaganje otpada na sanitарне deponije ekonomski i u cilju očuvanja životne sredine najodrživije rešenje. Poboljšanje kvaliteta i kapaciteta postojećih sanitarnih deponija (u slučaju Srbije njihova izgradnja), su često bolja opcija.

5. UPRAVLJANJE ČVRSTIM OTPADOM GRADA KRAGUJEVCA

Za tretman otpada na području grada Kragujevca zaduženo je JKP „Čistoća“ koje se bavi sakupljanjem, odvoženjem i deponovanjem otpada iz urbanizovane sredine Kragujevca, a korisnici su građani, mala privreda i industrija. Približan broj građana obuhvaćen uslugama ovog preduzeća je oko 150 hiljada. Otpad koji se deponuje sačinjavaju:

- otpad generisan u urbanoj sredini,
- komercijalni otpad,
- industrijski otpad.

Glavna i osnovna tehnika uklanjanja otpada od strane JKP „Čistoća“ predstavlja odlaganje otpada na deponiji u Jovanovcu gde se otpad razastire po deponiji, sabija i prekriva slojem inertnog materijala (zemlja, šut, itd.). Podaci o sastavu otpada na deponiji su dati u tabeli 1 [2].

Prosečno, godišnje, građevinska preduzeća i drugi deponuju oko 20.000 m³ zemlje u rastresitom stanju i drugog inertnog materijala.

S obzirom na trenutno stanje u komunalnom sistemu, svest građana o problemu komunalnog otpada kao i količine otpada, u tekstu koji sledi analizirana je mogućnost upotrebe modularnih postrojenja za spaljivanje gradskog otpada.

Komponente	Industrijski otpad		Komunalni otpad	
	%	t	%	t
Papir i karton	46	15,773.4	23	27,718
Metal-laki	7	2,400.3	2	2,410.3
Staklo	3	2,057.4	1	1,205.1
Plastika	11	3,771.9	9	10,846.2
Organski otpad	0	0	27	32,538.5
Ostalo	33	10,287	38	45,794.9
Σ	100	34,290	100	120,513

Tabela 1- Morfološki sastav otpada u 2003. godini na teritoriji Kragujevca [2]

Modularna postrojenja za spaljivanje su obično montažne jedinice sa relativno malim kapacitetom, u opsegu od 5 do 120 tona čvrstog otpada na dan [3]. Tipična postrojenja imaju od 1

potpuno sagorevanje i koja ujedno služi i kao prvo sredstvo za kontrolu zagađenja vazduha. Kontrola dimnih gasova, odnosno zagađenje vazduha je ujedno i njihova najveća mana ali s druge strane

Energetska ulaganja i ulaz u proces	Po toni obradenog otpada
potrebe za toplotnom energijom	39 kWh
potrebe za električnom energijom	80 kWh
potrebe za prirodnim gasom	19 m ³
potrebe za čistom vodom	731 kg
potrošnja kreča	3.1 kg
potrošnja natrijum karbonata, 30%	2.8 kg
potrošnja amonijaka, 25%	2.8 kg
potrošnja ostalih agenasa	0.2 kg
Energetski dobici i produkti tretmana	po toni obradenog otpada
proizvodnja topotne energije	1800 kWh
proizvodnja električne energije	32 kWh
šljaka i gips	218 kg
metalni delići	24 kg
filterski pepeo	18 kg
filterski kolač	0.9 kg
prečišćena otpadna voda	449 kg
prečišćeni otpadni gasovi	5600 nm ³

Tabla 2- Energetska ulaganja, dobici i produkti termičkog tretmana otpada

do 4 montažne jedinice, pa je onda kapacitet celog postrojenja od oko 15 do 400 tona otpada na dan. Većina takvih postrojenja proizvodi samo paru. Zbog ovih karakteristika modularni insineratori se koristi u manjim zajednicama (do 200.000 stanovnika), odnosno u komercijalne ili industrijske svrhe. Mogućnost montaže više jedinica u jedno postrojenje znatno smanjuje troškove izgradnje postrojenja, pa su stoga investicioni troškovi znatno niži od troškova izgradnje klasičnih insineratora. Modularni insinerator se sastoji iz dve komore za sagorevanje. Gasovi nastali u jednoj komori se odvode u komoru za dodatno sagorevanje koja osigurava

kvalitetni sistem za sagorevanje otpada sa vodeno hlađenim rešetkama i optimiziranim sekundarnim komorama omogućava tretman otpada sa različitim vrednostima topotne moći [4], [7].

U tabeli 2 su dati podaci izvedeni na osnovu analize o količini energije koja se ulaže u preradu jedne tone otpada kao i količina energije koja se pri toj obradi dobije iz te tone otpada [8].

U konkretnom slučaju Kragujevca, a prema sugestiji stručnjaka iz švajcarske firme „Von Roll”, poznavanje i varijacije u sastavu otpada, a posebno u topotnoj moći tokom godine predstavlja najbitnije tačke u definisanju koncepta postrojenja pre nego što se pređe na definisanje

cene istog. Za cenu postrojenja je takođe važno kako i u kom postotku se planira iskorišćenje energije gasova, a nije beznačajan ni uticaj primjenjenog arhitektonskog koncepta.

Treba napomenuti na koji način je Kragujevac postao interesantan za izgradnju ovakvog postrojenja. Francuska firma „SOFRECO“ vršeći procenu već postojećih infrastrukturnih objekata u Srbiji pogodnih za izgradnju ovakvog postrojenja smestila je Kragujevac i preduzeće „Zastavu“ na drugo mesto na listi odmah posle Rafinerije nafte u Novom Sadu [8]. Na osnovu ove procene izgradnja postrojenja za insineraciju bi stvorila uslove za otvaranje 150-200 direktnih radnih mesta. Nova radna mesta bi bila otvorena i u preduzećima koja bi opsluživala postrojenje. Početna investicija ovakvog postrojenja bi bila na nivou 100 miliona evra, dok bi cena tretiranog otpada iznosila od 100 do 300 €/t u zavisnosti od vrste otpada i načina tretiranja.

Kroz sprovođenje ovakvih analiza stvaranju se preduslovi za razvoj ekonomičnog i održivog tretmana otpada, sa posebnim naglaskom na promociji optimalnih energetskih aspekata. Predviđanje energetskih efekata i ekonomska analiza primene opcije spaljivanja otpada grada Kragujevca, mogla bi da se sproveđe na osnovu postojećih procena količina i sastava otpada. Imajući u vidu da grad Kragujevac proizvodi oko 150.000 t otpada godišnje, može se izvesti gruba procena da se oko 50% otpada može spaliti uz mogućnost dobijanja toplotne i električne energije. Ako se prosečno od tone otpada dobije oko 1.800 kWh korisne energije (toplotne i električne) tada se može očekivati oko 1.800 kWh/t x 75.000t = 135 MWh korisne energije ili približan efekat uštede od oko 6.750.000 € godišnje, računajući sa cenom energije od 0.05 €/kWh. Takođe, ako se analiziraju i ekonomski efekti racionalnog korišćenja otpada, treba imati u vidu i značajna sredstva koja se mogu ostvariti planskim pristupom i tržišnim načinom razmišljanja kada su u pitanju sekundarne sirovine i reciklaža otpada.

U slučaju uvođenja ove tehnologije u upotrebu u našoj sredini posebno treba obratiti pažnju na kontakt sa javnošću, i to prevashodno zbog suptilnosti problema, kao i zbog neobaveštenosti javnog mnjenja, a i zbog izrazite politizacije problema. Iz različitih razloga, vrlo često dolazi do pojave netačnih informacija u javnosti, istina i poluistina koje je posle teško i na javnosti blizak način demantovati, što na jedan vrlo specifičan način otežava uvođenje novih tehnologija u tretmanu otpada. Sa sličnim problemima susretali su se i investitori kao i radnici u postrojenjima širom sveta [3]. Jedan od načina da se poboljša komunikacija sa javnošću, su, na primer, veliki elektronski bilbordi na kojima bi se nalazili podaci

kontinualnog praćenja emisije gasova u realnom vremenu. Drugi način koji može naći svoju primenu je telemetrija u praćenju emisije i predstavljanje rezultata monitoringa javnosti putem interneta. Softver koji bi pri tome bio korišćen mogao bi da vrši poređenja trenutnih rezultata sa zakonom propisanim vrednostima i sa vrednostima u drugim fabrikama čime bi se postigla transparentnost u upravljanju fabrikom, a strah i podozrenje prema novim tehnologijama kod šire populacije bi bio smanjen na najmanju moguću meru.

6. ZAKLJUČAK

Sagledavanjem mogućnosti za korišćenje energije iz otpada, u okviru održivog sistema upravljanja komunalnim i industrijskim otpadom na teritoriji grada Kragujevca, kao najvažnije pitanje ističe se poznavanje količine i sastava otpada. Činjenica je da mnogobrojne analize, naših i svetskih eksperata iz oblasti zaštite životne sredine, ukazuju da ne postoje pouzdani podaci o otpadu u Srbiji. Podatke o komunalnom otpadu opštine su napravile kao "najbolju procenu", pošto merenje mase otpada gotovo da ne postoji, a sastav otpada nikada nije u potpunosti proučen. Takođe, evidentirano je da ne postoji mehanizam za prikupljanje podataka od generatora o svim kategorijama otpada koji se stvara. Na osnovu analize Regionalnog centra za životnu sredinu za Centralnu i Istočnu Evropu, Kancelarija u Beogradu, u okviru dokumenta "Strateški okvir za politiku upravljanja otpadom" [9], jedna od primarnih preporuka je uspostavljanje održivog sistema za sakupljanje i upravljanje podacima o otpadu. Podaci o otpadu kojima, u ovom trenutku, raspolaže administracija grada Kragujevca su nepotpuni i nedovoljni za predviđanja u vezi nastajanja otpada u budućnosti. Otuda, kompletna baza podataka o svim kategorijama otpada je esencijalna za razvoj odgovarajuće strategije, a naročito za određivanje potrebnih kapaciteta i vrste postrojenja i opreme za održivo postupanje sa otpadom.

Dakle, u okviru opštih ciljeva u energetski efikasnom upravljanju otpadom, između ostalih, mogu se evidentirati kao ključni i sledeći ciljevi:

- implementacija održavanja informacionog sistema koji pokriva tok materijala svih vrsta otpada, postrojenja za tretman, preradu i iskorišćenje materijala iz otpada i postrojenja za konačni tretman otpada,
- racionalno korišćenje sirovina i energije i upotreba alternativnih goriva iz otpada,
- usmeravanje materijalnog toka otpada zasnovanog na ponovnom iskorišćenju materijala i

energije sa ciljem redukovanja količina, što je poseban nacionalni interes.

LITERATURA

- [1] Ristić M., Grad na deponiji, Zadužbina Andrejević, Beograd,2000
- [2] Održivi sistem odlaganja komunalnog čvrstog otpada u Opštini Kragujevac, Aneks 3 Studija opravdanosti, 2001, Fideco, Kragujevac
- [3] Municipal Solid Waste Incinerator, 1999, World Bank Technical Guidance Report
- [4] Ed. by Hester, R.E.; Harrison R.M.; Waste Treatment and Disposal, 1995, Royal Society of Chemistry, UK
- [5] Dyson B., Chang N.B.: Forecasting municipal solid waste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling, Waste Management, Article in press, 2005, Available online at www.sciencedirect.com
- [6] Navarro-Esbri J., Diamadopoulos E., Ginestar D.: Time series analysis and forecasting techniques for municipal solid waste management, Resources, Conservation and Recycling, Article in press, 2005Available online at www.sciencedirect.com
- [7] A Guide to Energy from Municipal Waste for Small Communities, SW 958, U.S. Environmental Protection Agency, 1982
- [8] Spalionice otpada - Studija tretmana otpada u Evropi i budućnost njihove primene u Srbiji i Kragujevcu, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2005
- [9] Strateški okvir za politiku upravljanja otpadom, Urednik M.Ilić, 2002, REC Beograd