

ENERGETSKI I EKOLOŠKI ASPEKTI PRIMENE GORIVA DOBIJENOG IZ OTPADA (RDF/SRF)

ENERGY AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF APPLICATION OF FUEL OBTAINED FROM WASTE (RDF/SRF)

Stojan SIMIĆ,
Rafinerija ulja a.d. Modriča,
Vojvode Stepe Stepanovića 49, Modriča, BiH

Miroslav STANOJEVIĆ,
Mašinski fakultet u Beogradu,
Kraljice Marije 16, Beograd, Srbija

Goran ORAŠANIN, Srđan VASKOVIĆ, Jovana PAJKIĆ,
Mašinski fakultet Istočno Sarajevo,
Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo, BiH

U savremenom društvu produkuju se relativno velike količine otpadnog materijala iz različitih izvora. Dobijanje goriva iz otpada od posebnog je značaja kako sa ekološkog, tako i sa ekonomskog aspekta. Gorivo dobijeno iz otpada najčešće se u odgovarajućem odnosu suspaljuje sa čvrstim fosilnim gorivom u gradskim toplonama, termoelektranama, industrijskim energanama i cementarama. Ovo gorivo predstavlja kvalitetan energent koji se koristi za proizvodnju energije i koji zadovoljava kriterijume kvaliteta propisane evropskim standardima za alternativna goriva.

U radu su prezentovana osnovna svojstva goriva dobijenog iz otpada. Detaljno su razmatrani energetski i ekološki aspekti primene ovog energenta. Prikazano je kolika je zastupljenost ovog goriva u industrijski razvijenim zemljama, kao i kakvo je stanje u ovoj oblasti u BiH.

Ključne reči: *otpad, gorivo, korišćenje, energetski i ekološki aspekti.*

Modern society produces relatively large amounts of waste material from various sources. Obtaining the fuel from waste is of particular importance from ecological and economical aspects. Fuel obtained from waste is usually in an appropriate relationship with the co-incineration of solid fossil fuels in urban heating plants, thermal power plants, industrial power plants and cement plants. This fuel represents a high quality fuel source that is used to produce energy and that meets the quality criteria prescribed by European standards for alternative fuels.

The paper presents the basic properties of fuels obtained from waste. Energy and environmental aspects of using this energy source were discussed in details. It is shown the presence of this fuel in industrialized countries, and also mxe situation in this field in B&H.

Keywords: *waste, fuel, use, energy and environmental aspects.*

I. UVOD

Zbog sve većih količina i negativnog uticaja na životnu sredinu, otpad se smatra jednim od najvećih ekoloških problema savremenog društva. Iz otpada energija se može dobiti direktnim sagorevanjem otpada (spaljivanje otpada), suspaljivanjem u odgovarajućem odnosu otpada sa fosilnim gorivom, biološkom konverzijom organske materije otpada u biogas (anaerobna digestija) i drugim biohemijskim postupcima za konverziju otpada u energiju. Gorivo dobijeno iz otpada (RDF) se definiše na različite načine. Iz čvrstog komunalnog otpada ili industrijskog otpada izdvojene komponente sa visokom toplotnom moći se najčešće nazivaju gorivo dobijeno iz otpada ili RDF (Refuse Derived Fuel). Kvalitetu goriva koje se dobija iz čvrstog komunalnog otpada ili industrijskog otpada u poslednje vreme se posvećuje sve veća pažnja. Ovo gorivo je definisano određenim specifikacijama kvaliteta i naziva se čvrsto obnovljivo gorivo, odnosno SRF (Solid Recovered Fuel). Toplotna moć, udeo hlora i teških metala u gorivu su osnovni parametri pomoću kojih se definiše kvalitet goriva dobijenog iz otpada.

U radu se razmatraju energetske i ekološke aspekte primene goriva dobijenog iz otpada (RDF/SRF).

II. 1. OSNOVNA SVOJSTVA GORIVA DOBIJENOG IZ OTPADA

Gorivo dobijeno iz otpada predstavlja kvalitetan energent koji se koristi u gradskim toplanama, termoelektranama i različitim tipovima industrijskih postrojenja. Njegova primena ima relativno dugu tradiciju i široko je prihvaćena u većini evropskih zemalja, a posebno u Nemačkoj, Austriji i Poljskoj. U cementnoj industriji u Evropi prosečna stopa zamene fosilnih goriva primenom goriva dobijenog iz otpada iznosi oko 35 %, u pojedinim zemljama i do 60 %, a u nekoliko fabrika cementa i preko 90 %.

Gorivo dobijeno iz otpada je po svojim hemijskim svojstvima slično fosilnim gorivima, kao što je kameni uglj. Ako se uporede ove dve vrste goriva, onda je vidljivo da 1 t goriva iz otpada energetski zamenjuje oko 0,7 t kamenog uglja. Gorivo dobijeno iz otpada je energent koji se koristi za proizvodnju energije i koji zadovoljava kriterijume kvaliteta propisane evropskim standardima. U tabeli 1. prikazane su osnovne klase otpada dobijenog iz goriva prema standardu CN/TS 15359:2006.

Tabela 1. Osnovne klase goriva dobijenog iz otpada

Parametar	Jedinica	Klase				
		1	2	3	4	5
Toplotna moć	MJ/kg	≥25	≥20	≥15	≥10	≥3
Hlor	%	≤0,2	≤0,6	≤1,0	≤1,5	≤3,0
Živa (prosečna vrednost, 80 % analiziranih goriva)	mg/MJ	≤0,02	≤0,03	≤0,08	≤0,15	≤0,5
		≤0,04	≤0,06	≤0,16	≤0,30	≤1,0

Utvrđeno je šest grupa parametara pomoću kojih se definišu karakteristike goriva dobijenog iz otpada:

- toplotna moć i karakteristike procesa sagorevanja,
- način doziranja u ložište i uslovi skladištenja,
- izazivanje korozije,
- svojstva otpada koja utiču na finansijski podsticaj za upotrebu,
- svojstva otpada koja deluju na životnu sredinu u toku korišćenja, i
- svojstva otpada koja dovode do stvaranja nusproizvoda u procesa.

Osnovne komponente goriva dobijenog iz otpada su papir, karton, drvo, tekstil, sitna plastika, i drugi materijali. Karakteristično za ovo gorivo je relativno malo prisustvo vlage, hemijska stabilnost i odsustvo neprijatnih mirisa. U tabeli 2. prikazan je tipični sastav goriva dobijenog iz otpada (RDF/SRF) kao i maseni udeo pojedinih komponenti u ovom gorivu.

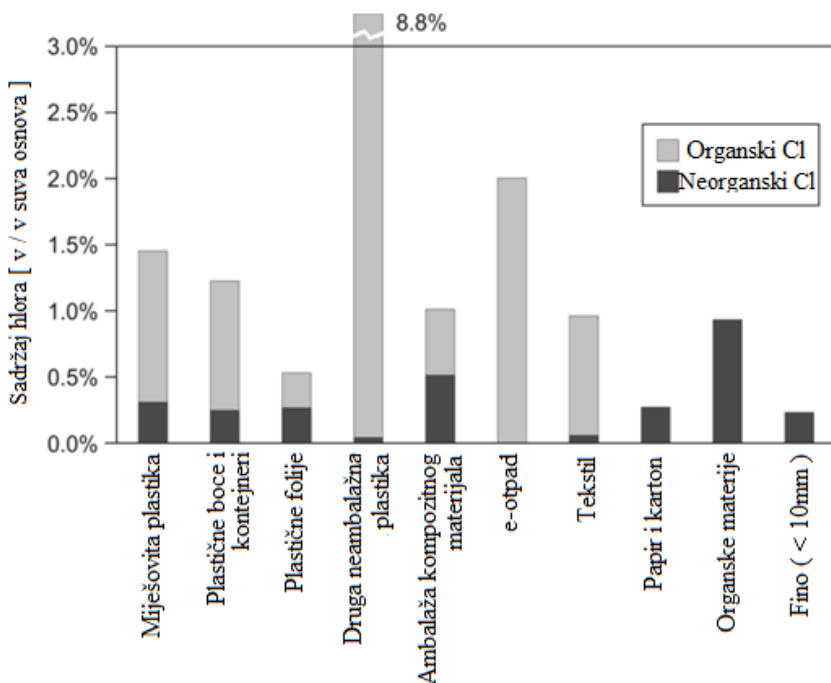
Tabela 2. Tipični sastav goriva dobijenog iz otpada

Sastav RDF/SRF	Papir i karton	Plastika (meka)	Plastika (tvrda)	Tekstil	Guma	Drvo
Maseni udeo, %	56	17,5	7,5	7,8	3,1	5,5

Gorivo iz otpada proizvodi se uglavnom iz neopasnog otpada, pa ulazni otpad odnosno sirovina može biti čvrsti komunalni otpad, poseban otpad iz proizvodnje, industrijski otpad, otpad iz trgovina, mulj iz postrojenja za obradu gradskih otpadnih voda i sl. Najvažniji parametri koji definišu kvalitetu goriva dobijenog iz otpada i utiču na njegovu tržišnu cenu su toplotna moć, udeo hlora i teških metala.

Udeo hlora je jedan od ograničavajućih faktora za primenu i plasman na tržište goriva dobijenog iz otpada. U otpadu iz domaćinstva i komercijalnom otpadu nalazi se relativno velika količina komponente koja sadrži hlor. Udeo hlora u RDF/SRF gorivu je ograničen zakonskim propisima donesenim od strane korisnika ovog goriva zbog tehničkih problema na opremi izazvanih prilikom

sagorevanja hlora. Na slici 1. prikazan je sadržaj hlora u komponentama čvrstog komunalnog otpada produkovanog u industrijski razvijenim zemljama.



Slika 1. Sadržaj hlora u komponentama čvrstog komunalnog otpada produkovanog u industrijski razvijenim zemljama [1]

III. TEHNIČKI I EKOLOŠKI ASPEKTI PRIMENE RDF/SRF GORIVA

Količina otpada koja se proizvodi u svetu je alarmantna, kada se zna da taj otpad treba zbrinuti na ekološki prihvatljiv način. Odbacivanjem otpada na deponije bespovratno se gube dragocene materijalne i energetske vrednosti otpada. Zbog toga je dobijanje goriva iz otpada od posebnog značaja kako sa ekološkog, tako i sa ekonomskog aspekta. Primena goriva dobijenog iz otpada donosi sledeće koristi:

- smanjuje se potrebe za fosilnim gorivima koja predstavljaju neobnovljiv prirodni resurs,
- smanjuje se količina otpada koji se mora zbrinjavati odlaganjem na deponije,
- smanjuju se troškovi za dobijanje energije,
- smanjuje se emisija gasova koji izazivaju efekat staklene bašte, i
- otvaraju se nove mogućnosti za razvoj lokalne zajednice.

Za dobijanje RDF/SRF iz čvrstog komunalnog otpada najčešće se koristi mehaničko – biološki tretman. Mehaničko-biološki tretman (MBT) predstavlja

tretman otpada koji podrazumeva mehanički i biološki tretman komunalnog otpada. Prva postrojenja ovog tipa su razvijena sa ciljem smanjenja negativnog uticaja deponovanja otpada na životnu sredinu. MBT sistemi se koriste:

- za izdvajanje komponenata otpada a zatim njihov tretman; ili
- za tretman otpada, a zatim njegovo razdvajanje.

U nekim slučajevima samo biološki tretman (sa osnovnim mehaničkim odvajanjem) tretira sav komunalni otpad pre odlaganja na deponiju. Iako postoje različiti dostupni biološki tretmani kao i mehanički tretman, ova dva procesa treba da budu optimizovani u smislu krajnjih produkata procesa, kako bi se na najbolji način mogla realizovati njihova tržišna vrednos. Postoji veliki broj različitih koncepata MBT tretmana koji su u upotrebi širom sveta. Većina postrojenja je zasnovana na kombinaciji mehaničkog i biološkog tretmana otpada. Dve osnovne tehnologije mehaničko - biološkog tretmana su:

- Mehaničko - biološki predtretman, kojim se prvo iz otpada uklanja frakcija RDF-a, a zatim se ostatak otpada tretira biološkim tretmanom pre odlaganja na deponiju;
- Mehaničko - biološka stabilizacija kojom se sav otpad kompostira, zatim suši, i nakon sušenja se izdvaja RDF frakcija. Vrlo mali ostatak nakon izdvajanja RDF-a se deponuje.

Mehaničkom obradom se izdvaja RDF/SRF i reciklabilne sirovine iz mešanog otpada, koji se nakon toga tretira biološkim tretmanom. Osnovne mehaničke operacije za separaciju različitih materijala su: usitnjavanje, prosejavanje i magnetna separacija.

Tipična postrojenja za mehaničko-tehnički tretman otpada sastoje se iz celina za:

- automatsku selekciju ulaznog otpada,
- biostabilizaciju frakcija otpada (najčešće manjih od 150 mm),
- ručno sortiranje otpada za reciklažu, i
- proizvodnju alternativnog goriva, gorivo iz otpada (RDF/SRF).

Efekti izbora procesa i izgradnje postrojenja na bazi RDF/SRF su sledeći:

- koncept je ekološki daleko čistiji i prihvatljiviji nego klasično spaljivanje otpada u insineratoru: vrši se prethodno izdvajanje i reciklaža metala, stakla i ostalih reciklabila, dva puta je veća toplotna moć goriva nego pri direktnom sagorevanju otpada, manja je količina opasnog otpada od prečišćavanja gasova barem tri puta, manje je pepela i šljake;
- postrojenje i proces su u potpunosti usaglašeni sa odredbama Zakona o upravljanju otpadom i Direktive o deponijama 99/31/EC koje se odnose na zabranu odlaganja netretiranog otpada na deponiju;
- znatno je smanjena ukupna masa otpada;
- procesom se dobija proizvod koji ima finansijsku vrednost - električna energija i toplota za grejanje;
- otpad postaje standardizovan energent/gorivo za korišćenje u energetici i industriji;

- značajne su uštede u korišćenju fosilnih goriva;
- smanjena je emisija gasova sa efektom staklene bašte u odnosu na korišćenje fosilnih goriva;
- ova postrojenja mogu da prihvate i spaljuju mulj od prečišćavanja otpadnih voda.

U zemljama Evropske unije RDF/SRF se najčešće koristi kao gorivo u industriji cementa, energetskim postrojenjima na ugalj, u sistemima za kogeneraciju i spalionicama čvrstog komunalnog otpada. Količina proizvedenog goriva iz otpada i način njegovog korišćenja u industrijski razvijenim zemljama prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Količina proizvedenog goriva iz otpada i način njegovog korišćenja u (kt/god)

	Austrija	Belgija	Finska	Nemačka	Italija	Holandija
Masa proizvedenog RDF/SRF	780	100	500	3100	750	300÷400
Suspaljivanje u cementarama	150	100	-	1500	180	-
Spaljivanje u postrojenjima na ugalj	-	-	-	600	50	-
Kogeneracija	510	-	500	300	40	-
Spalionice čvrstog komunalnog otpada	20	-	-	-	400	-
Izvoz	80÷100	-	-	500÷1000	-	300÷400

Kao što se vidi iz tabele 3. Nemačka je vodeća zemlja po količini proizvedenog goriva iz otpada (RDF/SRF) sa $3,1 \cdot 10^6$ t/god.

IV. POTENCIJAL ZA PROIZVODNJU GORIVA IZ OTPADA U BiH

Kao i većina zemalja u tranziciji Bosna i Hercegovina u upravljanju čvrstim komunalnim otpadom znatno zaostaje za industrijski razvijenim zemljama. U zemlji upravljanje čvrstim komunalnim otpadom nije bilo adekvatno rešeno ni do 1992. godine, a ratna razaranja su samo dodatno pogoršala stanje u ovoj oblasti.

U Bosni i Hercegovini u sistem organizovanog sakupljanja čvrstog komunalnog otpada uključeno je oko 50 % stanovništva. Prema analizama koje su urađene za potrebe Strategije zaštite životne sredine, svaki građanin Bosne i Hercegovine u proseku proizvede godišnje oko 270 kg komunalnog otpada [2].

U tabeli 3. prikazan je sastav otpada i toplotna moć osnovnih komponentata koje se nalaze u strukturi čvrstog komunalnog otpada u Bosni i Hercegovini u posljednjih nekoliko godina.

Tabela 3. Maseni udeo i toplotna moć osnovnih komponentata u strukturi čvrstog komunalnog otpada [2]

Redni broj	Komponenta	Maseni udeo, %	Donja toplotna moć, kJ/kg
1.	papir i karton	20	13490
2.	biootpad	40-60	9300
3.	otpad od hrane	40-60	7560
4.	plastika	7	26980
5.	drvo	5	16050
6.	guma i koža	4	19538

U Bosni i Hercegovini nema preciznih statističkih podataka o količini čvrstog komunalnog otpada koji se proizvodi u toku godine. Prema proceni u 2015. godini proizvedeno je oko 1,4 miliona tona, a 2020. godine ta količina će iznositi oko 1,6 miliona tona. Količina čvrstog komunalnog otpada koji se proizvodi u toku godine predstavlja relativno veliki potencijal za dobijanje goriva iz otpada (RDF/SRF). U poslednjih dve do tri godina u Bosni i Hercegovini je instalirano nekoliko postrojenja, različitog kapaciteta, koja proizvode gorivo iz otpada. Ovo gorivo se primenjuje kao energent u gradskim toplanama, industrijskim energanama, rotacionim pećima u industriji cementa i dr. Danas najznačajniju primenu ovo gorivo ima u industriji cementa. Prema dostupnim podacima u Fabrici cementa "Lukavac" od ukupne potrošnje goriva u 2015. godini udeo alternativnih goriva je iznosio oko 30 % a u fabrici cementa "Kakanj Cement" oko 10 %. Od ukupne količine alternativnih goriva korišćenih u cementarama oko polovinu je predstavljalo gorivo dobijeno iz otpada (RDF/SRF). U cementarama u Bosni i Hercegovini primenom goriva dobijenog iz otpada smanjena je potrošnja fosilnog goriva (uglja), a ujedno je jedan deo otpada zbrinut na ekološki prihvatljiv način. Primeri iz evropske industrije cementa pokazuju da zamena fosilnih goriva različitim vrstama alternativnih goriva, što obuhvata i gorivo iz otpada, dostiže i 70 % što je jedan od strateških ciljeva poslovne politike cementara u BiH u narednih nekoliko godina. U industrijskim energanama i toplanama za grejanje stambenih jedinica znatno je manja primena ovog goriva, ali je evidentan trend stalnog povećanja njegovog udela u ukupnoj potrošnji goriva.

V. ZAKLJUČAK

U skladu s hijerarhijom upravljanja otpadom, iz čvrstog komunalnog otpada ili pojedinih vrsta industrijskog otpada u postrojenjima za obradu otpada može se dobiti gorivo (RDF/SRF) koje predstavlja kvalitetan energent. Korišćenjem ovog alternativnog goriva kao energenta štede se prirodni resursi i smanjuje emisija gasova koji izazivaju efekat staklene bašte.

Da bi se gorivo proizvedeno iz otpada klasifikovalo kao alternativno gorivo, potrebno je da ispunjava zahteve definisane standardom; gorivo mora biti obrađeno, homogeno i po sastavu zadovoljavati određene kriterijume (vlažnost, toplotnu moć, sadržaj pepela, sadržaj teških metala i dr.).

Gorivo dobijeno iz otpada u industrijski razvijenim zemljama se primenjuje više od trideste godina, a u Bosni i Hercegovini i zemljama u region značajnija primena ovog goriva započela je u poslednjih nekoliko godina. Ovo gorivo je najzastupljenije u gradskim toplanama, industrijskim energanama i industriji cementa. Primena goriva dobijenog iz otpada je opravdana sa: energetskog, ekonomskog i ekološkog aspekta. Ovo gorivo kao energent u industrijski razvijenim zemljama ima relativno veliku zastupljenost, a procene su da će u narednom periodu primena ovog goriva beležiti značajan porast i u zemljama koje se nalaze u fazi tranzicije.

VI. LITERATURA

- [1] **Christensen, H. T.:** Solid Waste Technology & Management, Department of Environmental Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark, 2011.
- [2] **Simić, S. Stanojevic, M., Despotovic, B.:** Review possibility of establishing an integrated municipal waste management system in Bosnia and Herzegovina, 1st International Conference, Ecology of urban areas 2011., Kaštel – Ečka, Zrenjanin, 30.09.2011., pp. 117 – 121.