

DRVO UMEMSTO UGLJA

*Marin A. Ivošev¹, Milorad Bojić²,
Spyros Kyritsis, George Papadakis, Loukia Gornekolou³*

SAŽETAK:

Glavni ciljevi rada su dobijanje odgovora na pitanje koliko zamena uglja, mazuta ili prirodnog gasa sa drvetom u kotlovima Zastave poboljšava ekološki aspekt sagorevanja i proizvodnje toplote, kako utiče na finansijski aspekt korišćenja kotlova i kakve su praktične mogućnosti eksploatacije specijalnog drveta u tim kotlovima.

Rad daje odgovore i na pitanje kako Uredba Vlade Republike Srbije, od 15. 12. 2005. godine, o uvođenju ekoloških taksu na stvaranje emisija sumpor-dioksida (SO₂), azotovih oksida (NO_x) i čestica (pepela, čađi itd.) utiče na povećanje troškova proizvodnje toplote. Osim toga, rad ilustruje i sadašnje troškove korišćenja uglja u poređenju sa onim troškovima koji bi nastali kada bi se za ovo gorivo, primenjivale ekološke takse nekih država EU.

Ključne reči: *obnovljivi vidovi energije, produkti sagorevanja, ekološke takse*

1. ODNOS ENERGETIKE I OKOLINE U URBANOJ SREDINI

Rastuću potražnju toplote za potrebe grejanja i proizvodnju električne struje u svetu danas zadovoljavaju uglavnom ugalj i druga fosilna goriva. Oni obezbeđuju preko tri četvrtine ukupne potrošnje (ugalj sam preko četvrtinu), a svi ostali izvori (hidro, nuklearni, i dr.) zajedno samo trećinu [10]. Ovo ilustruje slika 1. 1. Sa druge strane, rastuća potražnja toplote i električne struje iz fosilnih goriva dovešće do još veće emisije zagađivača, ali i do stvaranja ozbiljnijih i novih

¹ Dr Marin A. Ivošev, dipl. inž. „ENERGETIKA” doo Kragujevac

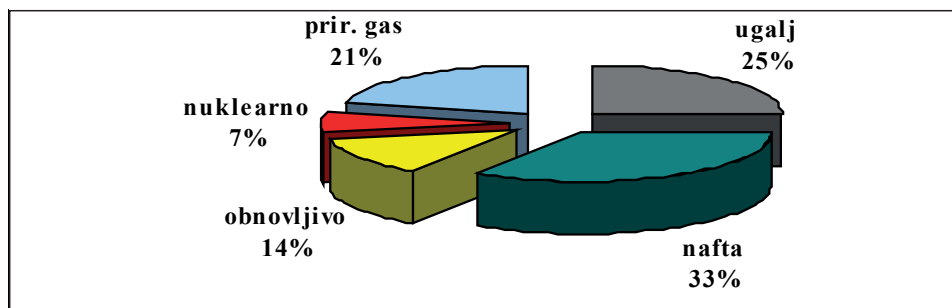
² Prof. dr Milorad Bojić, dipl. inž, Mašinski fakultet Kragujevac

³ Prof. dr Spyros Kyritsis, prof. dr George Papadakis, Loukia Gornekolou, Agricultural University of Athens, Greece

ograničenja [1]. Ova konstatacija nužno otvara pitanje uloge uglja u budućnosti i njegove zamene kao pogonskog goriva.

2. PRIMER „ZASTAVA ENERGETIKA,, KRAGUJEVAC

U poslednjih četrnaest godina je i „Zastava” iz Kragujevca najviše sagorevala uglj, mazut i prirodni gas [2]. Instalirana oprema svih izvora toplote u „Zastavi”, a delom i na teritoriji grada iznosi oko 350 MW. U ovom periodu se količina utrošenog uglja kretala između 70.000 i 120.000 tona godišnje. To kragujevačku toplanu čini, posle Beograda i Novog Sada, trećom po veličini u Srbiji. Udeo toplote koja se proizvede na uglj je oko 65 %, na mazut oko 5 % i na prirodni gas oko



Slika 1.1 Struktura goriva u ukupnoj portošnji primarne energije 2004. godine***

30 % Već na osnovu ovih podataka može se zaključiti da se u slučaju „Zastave,, radi o veoma velikom industrijskom energetskom objektu i istovremeno o veoma velikom zagađivaču životne sredine [4].

3. BILJNO GORIVO

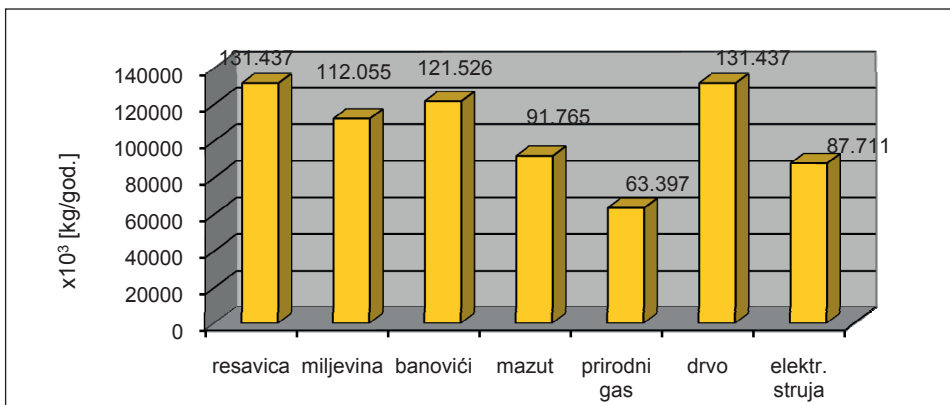
Lišćari imaju različite gorive osobine. Gustina drveta u suvom stanju je oko 550 kg/m^3 , a u sirovom stanju oko 900 kg/m^3 . Prosečan sadržaj vlage u sirovom stanju iznosi 30-50%. U suvom drvetu, nakon godinu dana prirodnog sušenja, prosečan sadržaj vlage iznosi oko 20%. Donja toplotna moć, po jedinici težine i istom procentu vlažnosti, kod četinarara je nešto veća nego lišćara. Sve vrednosti se kreću od 10.500 kJ/kg za zeleno drvo oko 50% vlage, do 16.300 kJ/kg za suvo drvo, sa oko 20% vlažnosti.

U Republici Srbiji je godišnji prirast drvne mase oko $6,18 \times 10^6 \text{ m}^3$. Od ovog iznosa, na teritoriju bez pokrajina ide oko $4,72 \times 10^6 \text{ m}^3$, sa podjednakim učešćem privatnog i društvenog udela. Prosečan specifični prinos se kreće oko $2,65 \text{ m}^3/\text{ha/god}$ [9].

Zbog navedenog energetskog potencijala drveta, 1978. godine, u USA je već bilo instalirano oko 57.000 MW opreme za proizvodnju toplote, na bazi korišćenja samo drvenog otpada. U ovoj državi je započeto i namensko gajenje šuma za proizvodnju energije po nazivu „energetske šume” i iskorišćenje slame [8] kao jedan od značajnih mogućnosti stvaranja obnovljivih izvora energije. U literaturi se ove šume najčešće nazivaju „kratkoroćirajuće šume za proizvodnju bio mase.”

4. PRORAČUNI PRODUKATA SAGOREVANJA

Slike 2. 1, 2. 2 i 2. 3 hipotetički ilustruju izračunate količine produkata sagorevanja (CO_2 , SO_2 i NO_x), pod pretpostavkom da se Kragujevac 2004. godine grejao samo na ugalj [3], samo na mazut, samo na prirodni gas, samo na el. struju ili samo na drvo. Zasnovani su i na godišnjoj proizvodnji toplote u iznosu od 336.962 MWh, za svaki navedeni energent, i stepene energetske efikasnosti kotlova: za ugalj i drvo 0,8%, za mazut 0,85% i prirodni gas 0,9%.



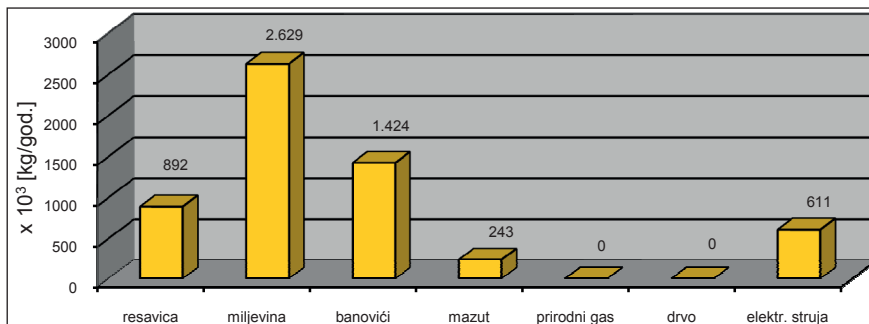
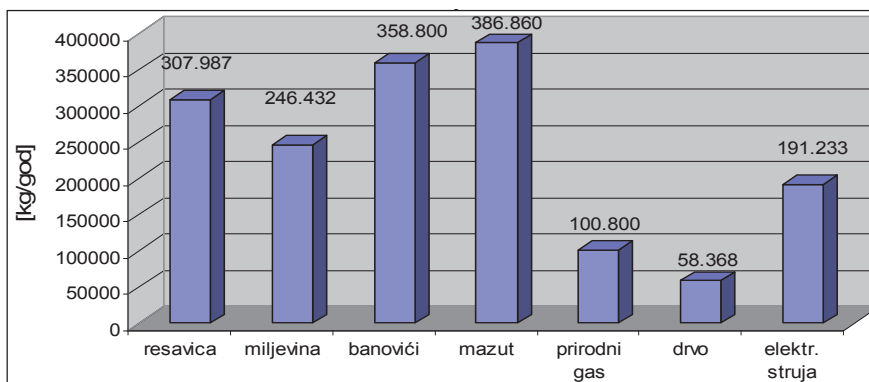
Slika 2.1 Godišnje količine CO_2

Godišnja količina CO_2 izračunata je na osnovu formule $V_{\text{CO}_2} = 1,86 \times C / 100$ [m_n^3/kg] [3], na osnovu utrošene godišnje količine uglja (84.363 tone) i specifične težine CO_2 , oko 1,9 [kg/m_n^3]. Skoro ista količina emisija ugljen-dioksida uglja i drveta proizilazi iz njihovog istog elementarnog sastava ugljenika (kod uglja Resavica oko 44,2%, a drveta oko 44,1% [9]) i iste godišnje količine utrošenog i uglja i drveta.

Na kraju, ista godišnja potrošnja drveta i uglja proizilazi iz skoro iste donje toplotne moći drveta i uglja [7], računata na osnovu elementarnog hemijskog sastava uglja i drveta (ugljenika, vodonika, kiseonika, azota, sumpora i vlage) i formule:

$$H_d = 340 C + 1190 [H - (O + N) / 8] + 93 S - 25 W$$

Na osnovu gornjih napomena i zbog toga što i kvalitet uglja, tokom godine, varira između 14.000 i 16.000 kJ/kg, mogu se za račun pretpostaviti za drvo i ugalj i iste vrednosti emisija CO₂.

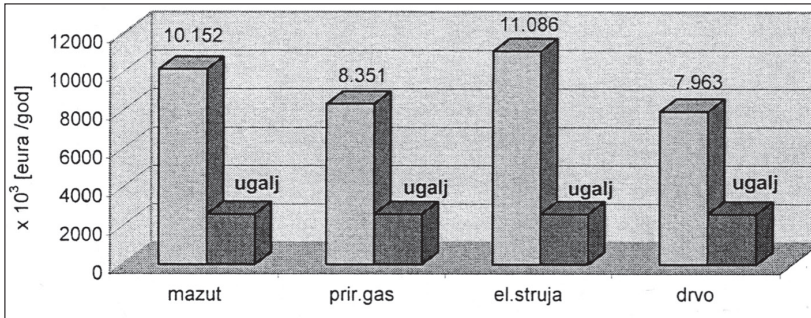
Slika 2.2 Godišnje količine SO₂Slika 2.3 Godišnje količine NO_x

Ukupne emisije sumpor-dioksida, pod pretpostavkom da se ceo grad greje samo na električnu struju, prikazane su na osnovu nekoliko pretpostavki, a diskutabilne su sa više aspekata. U radu je pretpostavka da je količina električne struje koja se proizvodi na hidro energiju oko ¼ od ukupne. Svaka pretpostavka je relativna, jer je ekološki gledano skoro nemoguće preciznije odrediti granice u kojima se sagledava odnos proizvodnje ove dve vrste energije (Srbija, Južna Evropa, cela Evropa i sl.).

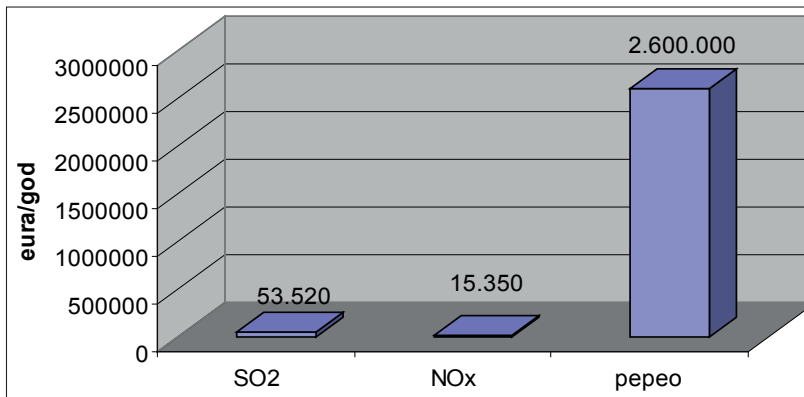
5. TROŠKOVI GORIVA

Troškovi goriva izračunati su pod istim uslovima koji su važili i za proračune produkata sagorevanja, a dati su u poređenju sa ugljem Resavica. Ilustruje ih slika 2.4.

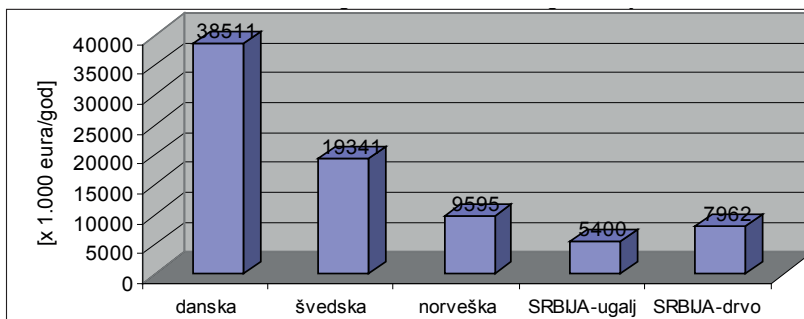
Troškovi električne struje u Zastavi obračunati su na osnovu CENOVNIKA ZA PRODAJU ELEKTRIČNE ENERGIJE JKP „Elektroprivreda Srbije,, od 15.05.2007. godine, na osnovu kategorije potrošnje (na visokom, srednjem i niskom naponu) i obračunskih elemenata (obračunska snaga, aktivna energija i reaktivna energija) u Zastavi.



Slika 2.4 Poređenje troškova uglja Resavica i drugih energenata



Slika 2.5 Dodatni ekološki troškovi uglja RESAVICA



Slika 2.6 Troškovi goriva sa ekološkim ograničenjem

6. TAKSE I POREZI

Uredbom Vlade Republike Srbije, od 15.12.2005. godine, određena je visina ekoloških taksi na emisije sumpor-dioksida (SO_2) u iznosu od 60 €/toni, azotovih oksida (NO_x) u iznosu od 50 €/toni i čestica pepela 100€/toni. Ova činjenica daje mogućnost postavljanja dva važna konkretnih pitanja. To su: (1) koliki su dodatni troškovi proizvodnje toplote na ugalj „Resavica”, u slučaju primene ekoloških taksi Republike Srbije, i (2) kako bi se visine ekoloških taksi iz pojedinih država EU odrazilo kada bi se obračunavale u Srbiji.

Odgovor na prvo pitanje daje slika 2.5, a odgovor na drugo pitanje slika 2.6.

7. KOMENTARI

Troškovi nabavke uglja u 2007. godini iznosili su oko 2.700.000€. On predstavlja trošak uglja bez ekoloških ograničenja. U ovoj varijanti je korišćenje uglja umesto drveta „rentabilnije”. Međutim, da je u toj godini Zastava Energetika imala trošak ekoloških taksi i poreza, to bi je dodatno koštalo još oko 2.670.000 €. Znači da su troškovi korišćenja uglja sa ekološkim ograničenjima približni troškovima drveta. To je finansijski aspekt.

Ekološki aspekt ukazuje da su produkti sagorevanja drveta mnogo povoljniji od uglja, posebno sumpor-dioksid i azotovi oksidi[5]. To najbolje ilustruju slike 2.1, 2.2 i 2.3. Po međunarodnim kriterijumima na količine ugljen-dioksida ne obračunavaju se dodatne takse, zbog toga što se podrazumeva da je drvo tokom svoga života i „proizvođač” svežeg vazduha

8. ZAKLJUČCI

– Postoje i tehničke i organizacione mogućnosti i ekološke potrebe potpune ili delimične zamene uglja, mazuta i prirodnog gasa na kotlovima za proizvodnju toplote, sa specijalnom vrstom brzorastućeg drveta u regionu Šumadije;

– Sa stanovišta finansijske isplativosti, ova zamena ovog trenutka nije povoljna, jer se u potpunosti ne primenjuju ekološke takse, ali će primena ekoloških ograničenja vezana za kvalitet produkata sagorevanja to preinačiti u korist drveta.

– Znači treba računati da uskoro korišćenje drveta bude i finansijski racionalno.

ZAHVALNOST

Autori rada se zahvaljuju Evrpskoj komisiji za finansijsku podršku istraživanjima na osnovu kojih je došlo do publikovanja ovog rada. Rad na ovim istraživanjima je deo projekta *Res integration* Evropske komisije (Broj ugovora: 509204). Projekat je rađen kroz okvirni program 6. Evropske komisije i predstavlja spe-

cifično podržanu akciju istraživačkog tipa za zemlje Zapadnog Balkana. Njegov puni naziv je „Održivi razvoj u selu integracijom obnovljivih energetskih tehnologija u siromašnim Evropskim regionima”.

9. LITERATURA

- [1] Do. Meadows, De. Meadows, J. Randers, Granice Rasta, *Stvarnost*, Zagreb, 1972.
- [2] *** Interna dokumentacija *Zastava energetike*
- [3] M. Ivošev, *Ekološki aspekti sagorevanja energenata na primeru zastava-energetike*, Magistarski rad, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2002. godina
- [4] M. Ivošev, *Uticaj rada kotlova u zastavi na stanje životne sredine u gradu Kragujevcu* Savetovanje toplana Jugoslavije TOP-YU, Niš, 2000;
- [5] M. Ivošev, *Eliminisanje kritičnih stacionarnih izvora štetnih produkata sagorevanja (aero zagadjenja) u Kragujevcu*, Tehnološki projekat, „Zastava energetika”, 2003;
- [6] M. Ivošev, *Ugalj... ali po koju cenu?*, Savetovanje toplana Jugoslavije TOP-YU, Beograd, 1997;
- [7] N. Ninić, S. Oka, S. Nikolić, M. Nikolić, J. Mičić, *Energetski potencijal biljnih ostataka u Srbiji*, Jugoslovensko društvo termičara, Beograd, 1994. godina
- [8] I. Pešenjanski, *Parametri kinetike reakcije slame pri niskotemp. sagorevanju* Dokt. disertacija, FTN, Novi Sad, 2002.

WOOD INSTEAD OF COAL

ABSTRACT

The main goals of the work are finding answers to the questions to which extent the replacement of coal, heavy fuel oil or natural gas by wood in boilers of Zastava could improve the ecological aspect of combustion and heat production, how it influences the financial aspect of boiler utilization, and what practical possibilities for special wood exploitation are there in those boilers.

The work also answers the question of how The Serbian Government Regulation as of 15 December 2005 on introduction of ecological taxes regarding emission of sulfur dioxide (SO_2), nitric oxides (NO_x) and particles (of dust, soot, etc.) influences cost increase in heat production. Moreover, the work illustrates the present costs in coal consumption compared with the costs that would appear if ecological taxes on coal consumption from some EU countries were applied.

Key words: *Renewable types of energy, combustion products, ecological taxes*

