

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/311535640>

# DETERMINATION VALUES OF SUBSIDIES IN ACCORDANCE WITH THE EXERGY QUALITY OF FUELS AND HEAT PRODUCED FROM BIOMASS

Conference Paper · December 2016

CITATIONS

0

READS

85

5 authors, including:



**Srđan Vasković**

University of East Sarajevo

52 PUBLICATIONS 101 CITATIONS

SEE PROFILE



**Petar Gvero**

University of Banja Luka

82 PUBLICATIONS 211 CITATIONS

SEE PROFILE



**Vlado Medaković**

University of East Sarajevo, RS, Bosnia and Herzegovina

43 PUBLICATIONS 74 CITATIONS

SEE PROFILE



**Azrudin Husika**

University of Sarajevo

24 PUBLICATIONS 53 CITATIONS

SEE PROFILE



## **ODREĐIVANJE VRIJEDNOSTI SUBVENCIJA U SKLADU SA EKSERGETSKIM KVALITETOM ZA GORIVA I TOPLITU PROIZVEDENU OD BIOMASE**

**Srđan Vasković<sup>1</sup>, Petar Gvero<sup>2</sup>, Vlado Medaković<sup>3</sup>, Azrudin Husika<sup>4</sup>  
Dragana Kalabić<sup>5</sup>**

*Rezime: Značaj proizvodnje energije iz biomase je posebno izražen u posljednje vrijeme. Najznačajniji dio u procesu proizvodnje energije iz biomase je lanac snabdijevanja i proizvodnja goriva od biomase. Zbog jeftinije proizvodnje energije iz fosilnih goriva, energija iz biomase je manje konkurentna od fosilne energije. Iz tog razloga se vrši subvencioniranje proizvodnje energije iz biomase. U Republici Srpskoj i Bosni i Hercegovini definisano je samo subvencioniranje električne energije proizvedene iz biomase, dok se niži oblici energije ne subvencioniraju. Da bi se definisala vrijednost subvencije za proizvedenu toplotu i goriva od biomase, treba se uzeti u obzir eksergetski kvalitet ovih formi. Ovaj rad opisuje jedan takav pristup.*

*Ključne riječi: Biomasa, eksergetski kvalitet, goriva, subvencije, toplota*

### **DETERMINATION VALUES OF SUBSIDIES IN ACCORDANCE WITH THE EXERGY QUALITY OF FUELS AND HEAT PRODUCED FROM BIOMASS**

*Abstract: The importance of bioenergy is particularly evident in recent years. The most important part in bioenergy supply chain is production of fuels. Due to cheaper energy production from fossil fuels, energy from biomass is less competitive than fossil energy. For this reason, there are subsidies for energy production from biomass. In the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina there are defined only subvention for electricity produced from biomass, while the lower forms of energy are not subsidized. In accordance with the defined amount of subsidies for 1 kWh of the produced electricity we can define the value of subsidies for the produced heat energy and fuels from biomass. For that we should take into account exergy quality of these forms in comparison with electricity. This paper describes one such approach.*

*Key words: Biomass, exergy quality, fuels, heat, subsidies*

<sup>1</sup> Doc. dr Srđan Vasković, Mašinski fakultet I. Sarajevo, BiH, e-mail: srdjan\_vaskovic@yahoo.com (CA)

<sup>2</sup> Prof. dr Petar Gvero, Mašinski fakultet Banja Luka, BiH, e-mail: gvero.petar@gmail.com

<sup>3</sup> Doc. dr Vlado Medaković, Mašinski fakultet I. Sarajevo, BiH, e-mail: vlado.medakovic@gmail.com

<sup>4</sup> Doc. dr Azrudin Husika, Mašinski fakultet Sarajevo, BiH, e-mail: husika@lol.ba

<sup>5</sup> Dragana Kalabić, Ministarstvo industrije, energetke i rudarstva RS, e-mail: D.Kalabic@mier.vladars.net

## 1 UVOD

Ukupna vrijednost subvencije proizvedne energije iz obnovljivih izvora izračunava se kao ona cijena po jedinici proizvedene energije koja se plaća proizvođaču obnovljive energije za njegovu proizvodnju kao podsticaj i nalazi se zavisnosti od cijena koje vladaju na tržištu energije. Uobičajeno je da se cijena proizvodnje energije iz obnovljivih izvora energije nalazi iznad referentnih tržišnih cijena energije. Referentne tržišne cijene uglavnom diktira cijena energije proizvedene iz fosilnih goriva. Zbog toga da bi se nadoknadila razlika između cijene energije proizvedne iz obnovljivih izvora energije i tržišne cijene energije potrebna je subvencija i podrška korišćenju obnovljivih izvora energije. Ta razlika svakako određuje i stepen konkurentnosti pojedinih oblika obnovljivih izvora energije. Konačan ishod korišćenja subvencija za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora je postizanje potpune konkurentnosti proizvodnje energije iz obnovljivih izvora sa energijom dobijenom iz fosilnih goriva. O metodologiji proračuna subvencija više u literaturi [1].

Ovaj rad neće se baviti sa metodologijom i samim pretpostavkama za izračunavanje vrijednosti subvencija. Tematika ovog rada je da za već prethodno definisanu vrijednost subvencije za proizvodnju električne energije iz biomase, odredi vrijednosti subvencija za niže energetske forme kao što su toplota i goriva. Pristup definisanju vrijednosti subvencija za toplotu i goriva urađen je uz pomoć faktora eksergetskog kvaliteta ovih formi. Kao primjer u radu su uzeta određena postrojenja iz Republike Srpske za čije su kapacitete izračunate vrijednosti potencijalnih iznosa subvencija a u skladu sa propisanom vrijednosti subvencije za električnu energiju proizvedene iz biomase, propisane od operatera za OIE. Da bi razumjeli primjenu i značaj faktora eksergetskog kvaliteta, u nastavku slijedi njegovo obrazloženje.

## 2 KOEFICIJENT EKSERGETSKOG KVALITETA ZA RAZLIČITE PRODUKTE OD POSMATRANIH ENERGETSKIH LANACA

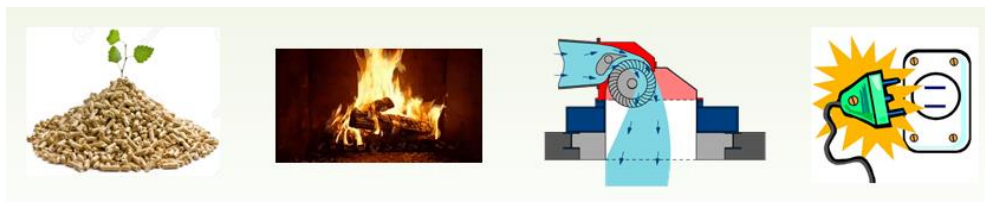
Različite energetske forme imaju i različit kvalitet. Postoje različite osnovne energetske forme: kinetička, potencijalna, toplotna, hemijska, električna energija, elektromagnetna, energija zvuka i nuklearna energija. Kaže se da je energija upotrebljiva ako se kompletna transformiše uz pomoć idealnog sistema (bez gubitaka) u neki drugi tip energije. Ta upotrebljiva energija je poznata pod nazivom kao eksergija i predstavlja samo dio ukupne energije. Električna i mehanička energija su energije visokog kvaliteta i njihov eksergetski indeks je 100%. Eksergetske kalkulacije zavise od stanja okoline. Referentno okruženje je krajnji ponor svih energetskih transformacija [2]. Vrijednost eksergije u određenom energetskom resursu može biti dobijena množenjem te količine energije i faktora kvaliteta energetske forme:

$$q = \frac{\text{eksergija}}{\text{energija}} \quad (1)$$

Hemijska energija je mnogo upotrebljavana kao baza za primarnu energetske konverziju. Eksergetska efikasnost procesa sagorijevanja u idealnim uslovima sagorijevanja definisana je Drugim zakonom termodinamike i zavisi od nivoa temperature sagorijevanja  $T_{\text{combustion}}$  i temperature okoline  $T_0$  [3]. Sadržaj eksergije u toploti zavisi od temperature posmatrane materije, kao i nivoa temperature okoline. Neke energetske forme i respektivno njihovi faktori kvaliteta mogu se pronaći u [4]. Temperatura je glavni parametar kvaliteta toplote. Sadržaj eksergije u određenoj količini toplote ( $Q$ ) računa se prema:

$$E_x = W_{\max} = Q \cdot \left( 1 - \frac{T_0}{T} \right) \quad (2)$$

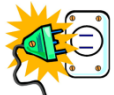


Generalno, kada imamo razmatranje između tri značajne energetske forme: električne energije, toplotne energije i goriva (hemijska eksergija), tada možemo definisati tri različita koeficijenta za njihovo upoređivanje. Kao što znamo, električna energija je najkvalitetnija energetska forma i ima ovaj faktor jednak jedinici. Za sve ostale tipove energetskih formi kao što su gorivo ili toplota ovaj faktor je manji od jedinice. Na slici 1. prikazane su neke od različitih energetskih formi.



Slika 1. Različite energetske forme

U tabeli 1. prikazan je pregled koeficijenata eksergetskog kvaliteta za različite energetske forme.

Tabela 1. Koeficijenti eksergetskog kvaliteta za različite energetske forme

Energetska forma			
	Električna energija	Gorivo	Toplotna energija
Koeficijenti $f_{ex}$			
	$E_j = 1$	$F_j = \mu_{exp}$	$H_j = \left( 1 - \frac{T_0}{T} \right)$

Gdje su:

$\mu_{exp}$  - eksergetska efikasnost za proizvodnju elektriciteta iz različitih tipova goriva za definisanu tehnologiju,

$T_0$  - temperatura okoline [K],

$T$  - temperatura toplotnog izvora [K],

$E_j, F_j, H_j$  - koeficijenti eksergetskog kvaliteta za električnu energiju, gorivo i toplotnu energiju.

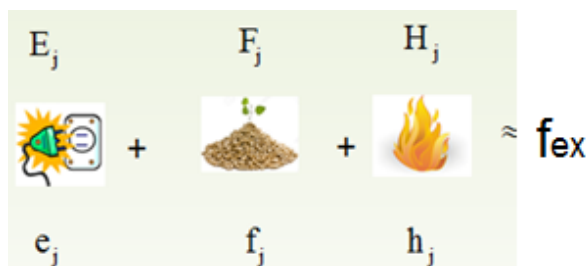
Takođe, možemo definisati kombinovani koeficijent eksergetskog kvaliteta za energetski lanac i njegove produkte:

$$f_{ex} = E_j \cdot e_j + F_j \cdot f_j + H_j \cdot h_j, \quad (3)$$

gdje je :

$$e_j + f_j + h_j = 1, \quad (4)$$

$e_j, f_j, h_j$  - procenat istovremene proizvodnje električne energije, goriva i toplotne energije u energetskom lancu. Na slici 2 prikazan je slikovito način izračunavanja faktora eksergetskog kvaliteta za el. struju, gorivo i toplotu.



Slika 2. Ekvivalentni faktor eksergetskog kvaliteta

### 3 PRIMJER PRORAČUNA SUBVENCIIJA ZA IZABRATA POSTROJENJA

Primjer definisanja subvencija uzet je za tri slučaja: CHP postrojenje, toplana-toplovodni kotao i fabrika peleta. Toplana i fabrika peleta su relana postrojenja koja su već operativna i nalaze se na teritoriji Republike Srpske. CHP postrojenje sa ORC procesom je uzeto iz literature [5].

#### 3.1 Podaci o CHP postrojenju sa ORC procesom:

$P_n = 5140$	nominalna snaga termouljnog kotla u kW
$P_e = 1000 - 50 = 950$	električna snaga postrojenja umanjena za sopstveni utrošak u kW
$P_t = 4095 - 400 = 3695$	toplotna snaga umanjena za snagu sušenja
$T = 353$	temperatura vode dogrijane od strane CHP procesa, 80° C
$T_0 = 273$	referentna temperatura okoline, 0° C
$\eta_b = 0.87$	efikasnost kotla
$\eta = \eta_e + \eta_t = 0.766$	ukupna energetska efikasnost postrojenja
$O = 43$	percentualni sadržaj kiseonika u drvnj sječki, %
$C = 50$	percentualni sadržaj ugljenika u drvnj sječki, %
$H = 6$	percentualni sadržaj vodonika u drvnj sječki, %
$N = 0.3$	percentualni sadržaj azota u drvnj sječki, %
$w = 0.43$	procenat vlage u drvnj sječki
$\eta_{eks} = \frac{e_E + e_T}{e_G} = 0.23$	faktor eksergetske efikasnosti

$$\eta_{eks} = 0.23$$

$$e = \frac{P_e}{P_e + P_t} = 0.205 \quad \text{procenat proizvodnje struje}$$

$$h = \frac{P_t}{P_e + P_t} = 0.795 \quad \text{procenat proizvodnje toplote}$$

$$E = 1 \quad \text{eksergetski faktor kvaliteta struje}$$

$$H = \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) = 0.227 \quad \text{eksergetski faktor kvaliteta toplote za definisane parametre } T \text{ i } T_0$$

$$f_{ex} = E \cdot e + H \cdot h = 0.38 \quad \text{ukupni koeficijent eksergetskog kvaliteta dobijenih produkata el. energije i toplote}$$

Planirana godišnja proizvodnje električne energije:  $E_E$ .

Planirana godišnja proizvodnje toplotne energije:  $E_T$ .

Vrijednost subvencije za električnu energiju  $S_E=0,1620$  KM/kWh za instalisanu električnu snagu do 1 MW za elektrane na čvrstu biomasu [6].

Vrijednost subvencije za električnu energiju  $S_E=0,1468$  KM/kWh za instalisanu električnu snagu od 1 do 10 MW za elektrane na čvrstu biomasu [6].

Ekvivalentna instalisana snaga je približno  $1 + 3,695/3 = 2,231$  MW, što znači da će subvencija ići u kategoriju postrojenja preko 1 MW i iznositi za ovo postrojenje  $S_E=0,1468$  KM/kWh.

Ekvivalentna vrijednost subvencije za proizvedenu električnu energiju i toplotu iznosiće:

$$S_{ek} = f_{ex} \cdot S_E = 0.38 \cdot 0.1468 = 0.055784 \quad \text{KM/kWh} \quad (5)$$

Svedeno po zbirnom kWh proizvedene električne i toplotne energije ovog postrojenja planirana vrijednost subvencije na godišnjem nivou za ovo postrojenje iznosiće:

$$S_{zbit/godini} = S_{ek} \cdot (E_E + E_T) \quad (6)$$

Gdje je  $E_E$ ,  $E_T$  proizvedena količina el. energije i toplote na godišnjem nivou.

### 3.2 Podaci o toplovodnom kotlu – toplana u Prijedoru

$P_t = 10000$  korisna izlazna toplotna snaga iz postrojenja umanjena za snagu sušenja u kW

$T = 383$  izlazna temperatura vode, 110° C

$T_0 = 273$	referentna temperatura okoline, 0° C
$H_d = 7500$	toplotna moć goriva u kJ/kg, odgovara vlažnosti 50%
$\eta_t = \frac{P_e}{\frac{m_f \cdot H_d}{3600}} = 0.832$	energetska efikasnost kotla za 100% opterećenje
$O = 43$	procentualni sadržaj kiseonika u drvnom čipsu, %
$C = 50$	procentualni sadržaj ugljenika u drvnom čipsu, %
$H = 6$	procentualni sadržaj vodonika u drvnom čipsu, %
$N = 0.3$	procentualni sadržaj azota u drvnom čipsu, %
$ehv_0 = 19.49$	$ehv_0$ toplotna moć drveta za jelu, MJ/kg
$w = 0.5$	procenat vlage u drvnom čipsu
$\eta_{eks} = \frac{e_T}{e_G} = 0.16$	faktor eksergetске efikasnosti
$h = 1$	procenat proizvodnje toplote
$H = \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) = 0.287$	eksergetски faktor kvaliteta toplote za definisane parametre $T$ i $T_0$
$f_{ex} = H \cdot h = 0.287$	ukupni koeficijent eksergetskog kvaliteta toplote

Proračunski podaci o postrojenjima preuzeti iz [5].

Planirna godišnja proizvodnje električne energije:  $E_e$ .

Planirna godišnja proizvodnje toplotne energije:  $E_T$ .

Vrijednost subvencije za električnu energiju  $S_E=0,1620$  KM/kWh za instalisanu električnu snagu do 1 MW za elektrane na čvrstu biomasu.

Vrijednost subvencije za električnu energiju  $S_E=0,1468$  KM/kWh za instalisanu električnu snagu od 1 do 10 MW za elektrane na čvrstu biomasu.

Ekvivalentna instalisana snaga je približno  $0 + 10/3 = 3,33$  MW, što znači da će subvencija ići u kategoriju postrojenja preko 1 MW i iznositi za ovo postrojenje  $S_E=0,1468$  KM/kWh.

Ekvivalentna vrijednost subvencije za proizvedenu toplotu iznosiće:

$$S_{ek} = f_{ex} \cdot S_E = 0.27 \cdot 0.1468 = 0.0421316 \quad \text{KM/kWh} \quad (7)$$

Planirana vrijednost subvencije za proizvodnju toplote na godišnjem nivou iznosila bi:

$$S_{zbir/godini} = S_{ek} \cdot (0 + E_T + 0) \quad (8)$$

Gdje je  $E_T$  godišnji obim proizvodnje toplote. Ako je približna tržišna cijena 1 kWh proizvedene toplote u BiH jednaka oko 0,07 KM/kWh, onda učešće subvencije prema ovakvom načinu subvencioniranja iznosi oko 60% od cijene 1 kWh toplotne energije.

### 3.3 Podaci o pelet postrojenju:

Kao referentni primjer uzeto je pelet postrojenje: „Preduzeće za izradu ambalaže od drveta i proizvodnju eko briketa-peleta, EU PAL d.o.o. Pale“. Proračunski podaci o postrojenjima preuzeti iz [5].

Godišni kapacitet: 10 000 tona

Za faktor eksergetskog kvaliteta za proizvodnju goriva (peleta) uzima se koeficijent eksergetske efikasnosti proizvodnje električne energije iz CHP postrojenja. Referentno može se uzeti neka srednja vrijednost eksergetske efikasnosti ovih postrojenja. Za naš slučaj je:

$$f_{ex} = \eta_{eks} = 0.16.$$

Toplotna moć peleta je  $H_P = 4,7-5$  kWh/kg, uzeto 15 MJ/kg.

Kapacitet prese je  $K = 2$  t/h.

Približan proračun ekvivalentnog nivoa snage goriva koju presa proizvodi u jednom satu je:

$$P_G = \frac{K \cdot t \cdot H_P}{3.5 \cdot 3600} = \frac{2000 \cdot 1 \cdot 15}{3.5 \cdot 3600} = 2.3 \text{ MW} \quad (9)$$

Postrojenje približno spada u kategoriju postrojenja iznad 1 MW sa ekvivalentnom vrijednošću subvencije od  $S_E = 0,1468$  KM/kWh.

Ekvivalentna vrijednost subvencije za proizvedeno gorivo po 1 kWh toplotne moći iznosiće:

$$S_{ek} = f_{ex} \cdot S_E = 0.16 \cdot 0.1468 = 0.023488 \quad (10)$$

Svedeno po kWh proizvedene količine energije uskladištene u obliku goriva, planirana vrijednost subvencije na godišnjem nivou za ovo postrojenje iznosiće:

$$S_{zbir/godini} = S_{ek} \cdot (0 + 0 + E_G) \quad (11)$$

Gdje je  $E_G$  godišnji obim proizvodnje goriva u obliku peleta. Ako se uzme u obzir da je približna cijena 1 tone peleta na tržištu u BiH jednaka oko 250 KM, približne toplotne moći oko 4,5 kWh/kg, što znaci da je 0,055 KM/kWh vrijednost 1 kWh toplotne moći ovog goriva. U tom slučaju vrijednost subvencije iznosi oko 42% od proizvodne cijene 1 kWh toplotne moći peleta. Približna vrijednost subvencije u skladu sa prethodnim iznosila bi oko 100 KM po svakoj proizvedenoj toni peleta. U ovom radu se ne daju



pregledi vrijednosti subvencija na godišnjem nivou za proizvedenu toplotu i gorivo već samo potencijalno učešće subvencija u ukupnoj proizvodnoj cijeni toplote i goriva. Za konkretna postrojenja mogli bi jednostavno izračunati vrijednost mogućih subvencija premnožavanjem sa ukupnim godišnjim obimom proizvodnje toplote ili goriva.

#### **4 ZAKLJUČAK**

Za uspješno korišćenje obnovljivih izvora energije a posebno biomase, osim praćenja tehnoloških i naučnih dostignuća u ovoj oblasti, dominantan faktor svakako predstavlja ekonomska pozadina cijelog procesa iskorištavanja obnovljivih energetske resursa. S obzirom da biomasa kao obnovljivi izvor energije predstavlja jedan specifičan oblik obnovljivog resursa iz razloga što zavisi od snabdijevačkog lanaca gorivima od biomase. S druge strane posmatrano, Bosna i Hercegovina i Republika Srpska raspolažu sa značajnim količinama biomase, posebno ostatka drvnog porijekla, od gazdovanja šumama i iz primarne i sekundarne prerade drveta. Iz tih razloga neophodno je pomoći ovakvom tipu obnovljivog energetske resursa da bude konkurentan na tržištu energije. Ako se uzme u obzir i to da Republika Srpska i Federacija Bosne i Hercegovine nemaju donešen zakon o toplotnoj energiji kao i da nemaju razvijen sistem subvencioniranja toplotne energije i goriva proizvedenih iz obnovljivih izvora energije, ovakav pristup definisanju subvencioniranja nižih energetske formi može biti jako korisan za određivanje vrijednosti subvencija u odnosu na električnu energiju proizvedenu iz OIE.

Sa druge strane, otvara se jedno interesatno pitanje iz domena energetske filozofije a koje glasi: Da li zaista vrijedi subvencionisati električnu energiju u efikasnim kogeneracijama na biomasu, ako se samo subvencionise električna energija a toplotna energija kao nusprodukt se ne iskorišćava i ako će se opet ta ista subvencionisna električna energija vraćati na niži oblik kvaliteta, tj. koristiti za grijanje? Možda je bolje subvencionisati tačno definisane kapacitete za proizvodnju toplote i goriva uz adekvatno planiranje svih postrojenja (za proizvodnju struje, toplote i goriva) a u skladu sa potrebama tržišta energije? U svakom slučaju ovo pitanje otvara mnogo polemike i diskusije i naravno pravce daljeg istraživanja.

#### **LITERATURA**

- [1] <http://www.worldenergyoutlook.org/>
- [2] Torío H, Schmidt D, (2011) Low- Exergy Systems for High Performance Buildings and Communities.
- [3] Muller A, Kranzl L, Tuominen P, Boelman E, Molinari M, Entrop AG, (2011) Estimating exergy prices for energy carriers in heating systems: Country analyses of exergy substitution with capital expenditures. Energy and Buildings. Vol. 43. pp. 3609-3617.
- [4] Wall G, (1977) Exergy – a useful concept within resource accounting. Report no. 77-42. Institute of Theoretical Physics. Chalmers University of Technology and University of Goteborg.
- [5] Srđan Vasković, (2016), doktorska disertacija, Razvoj modela za ocjenu prihvatljivosti energetske lanaca pri proizvodnji energije i energenata iz biomase, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Mašinski fakultet.
- [6] [http://www.apeor.com/images/Odluka\\_garantovane\\_otkupne\\_cijene\\_nov20131.pdf](http://www.apeor.com/images/Odluka_garantovane_otkupne_cijene_nov20131.pdf)