

ENERGETSKI BILANS ZAŠTIĆENOG PROSTORA NA BAZI ZAGREVANJA BIOMASOM

GREENHOUSES ENERGETIC BALANCE ON THE BASE OF BIOMASS BURNING FOR HEATING

Dr Mirko BABIĆ, dr Ljiljana BABIĆ
Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8,

REZIME

U poljoprivredi Vojvodine proizvode se velike količine biomase zbog dominantne ratarske proizvodnje. Ova biomasa može biti u velikoj meri iskorišćena kao biogorivo. Biogorivo je izvanredna energetska baza za zagrevanje zaštićenog prostora u slučaju kada ono postoji u okolini. Obim i struktura proizvodnje u zaštićenom prostoru zavisi su od količine i strukture biomase koja može biti upotrebljena kao gorivo. Opšta analiza koja je data u radu simulirana je na jednom konkretnom primeru. Ovaj primer može poslužiti kao model proizvodnje na bazi sopstvene biomase kao goriva za veliki broj slučajeva u Srbiji. Ovakvi modeli proizvodnje doprinose povećanje stepena energetske samodovoljnosti poljoprivrede.

Ključne reči: zaštićeni prostor, biomasa, energetski bilans, sistem zagrevanja, toplovodni kotao

SUMMARY

Agricultural farms in Vojvodina region have been producing a large quantity of biomass thanks to predominate field crops production. This biomass, among others, can be used as biofuel in larger scale than it is usual at the present. Biofuel is an excellent base for the heating of greenhouses, if it is on disposal in farm's surroundings. Greenhouse production quantity and structure depend of quantity and structure of biomass, which is used for burning. General analysis presented in this paper, is evaluated by simulation for one specific example in Vojvodina. The results of modeling for vegetables and other field crops production in greenhouses conceptually solved on biofuel heating, can be used for other cases in Serbia. Such model productions conduce to increase energy independence level of agriculture generally.

Key words: greenhouse, biomass, energy balance, heating system, hot water boiler

LISTA SIMBOLA - LIST OF SIMBOLS

A (m ²)	– površina -surface
k $\left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	– koeficijent prolaza toplote - overall coefficient of heat transfer
Q (kW)	– količina toplote za zagrevanje - heat quantity for heating,
Q_1 (kW)	– količina toplote koja prolazi kroz nadzemne granice zaštićenog prostora - heat quantity transfer across upground border of greenhouse,
Q_2 (kW)	– količina toplote koja se razmeni ventilacijom - heat quantity change with ventilation air,
Q_3 (kW)	– količina toplote dozračena od Sunca - heat quantity solar radiation
Q_4 (kW)	– količina toplote koja prolazi kroz zemlju - heat quantity transfer across ground border of greenhouse,
t (°C)	– temperatura - temperature,
t_{in} (°C)	– temperatura okolnog vazduha - inside air temperature
t_{out} (°C)	– temperatura unutrašnjeg vazduha - outside air temperature
Δt (°C)	– razlika temperatura vazduha unutra i spolja - temperature difference of air (inside minus outside)
τ (h)	– vreme - time

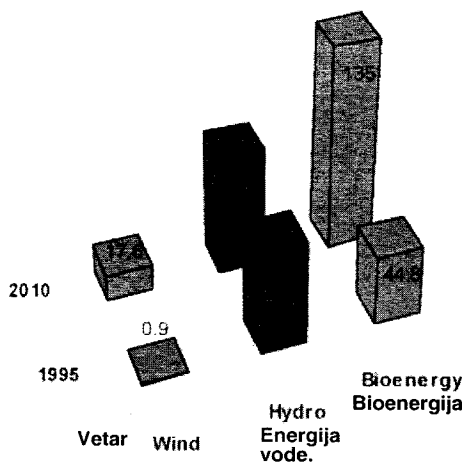
UVOD

Vojvodina, je tokom 80-tih godina intenzivno razvijala i gradila tehničke sisteme konverzije biomase u toplotnu

energiju. Ovaj razvoj bio je u Vojvodini podstaknut od strane države različitim merama. Kasnije je, kao što je poznato, nastupio period stagnacije i nazadovanja u ovoj oblasti. Nekolicina domaćih naučnika i stručnjaka i manji broj preduzeća sada pokušavaju da ovaj program reanimiraju. Država još nije preduzela bitne korake u ovom pravcu, ali se najavljuje finansiranje razvojnih programa iz ove oblasti. Grupa istraživača, koji su autori ovog rada, najavila je razvojni projekt, čiji je cilj da se izgradi i ispita model proizvodnje povrća i cveća u zaštićenom prostoru, na bazi biomase kao energetskog izvora. Model se postavlja za proizvodne uslove u Vojvodini, pored Zrenjanina.

Predviđa se gradnja plastenika veličine 0,8 ha. Pored energetskog aspekta istraživanja ispitaće se različiti savremeni modeli proizvodnje povrća i cveća u definisanim uslovima mikroklima. Predviđa se da će ovaj model proizvodnje biti ekonomski uspešan, te da će doprineti povećanju korišćenja biomase kao izvora energije. Ovakvi sistemi proizvodnje će doprineti ispunjenju uslova iz protokola iz Kjota u pogledu smanjenja emisije CO₂ u atmosferu. Evropska Komisija predviđa intenzivan porast korišćenja bioenergetskih potencijala (BioGen, 2001). Predviđa se da u Evropi do 2010, bioenergija postane dominantni obnovljivi energetski izvor (sl. 1). Jugoslavija, kao budući član EU, mora voditi računa o ovim planovima i zahtevima EU. Direktno sagorevanje u kotlovima i ložištima je najjednostavniji tehnički sistem konverzije biomase u energiju. Veliki broj istraživača smatra da izgradnja manjih toplotnih jedinica na biomasu (do cca 1 MW) ima najveći strateški i ekonomski značaj u ovom trenutku u Vojvodini (Babic i sar. 1996).

U poljoprivredi Vojvodine dominantna je ratarska proizvodnja. Model proizvodnje u zaštićenom prostoru zasnovan je na energiji iz biomase iz ratarstva.



Sl. 1. Tržište obnovljivih izvora energije prema predviđanju Evropske komisije (British BioGen, 2001) - (Jedinice- milioni tona ekvivalenta nafte)

Fig. 1. European commission projections for the European renewable energy market (British BioGen, 2001) - (Units - Millions of Tonnes of Oil Equivalent)

Model, koji se istražuje lociran je u preduzeću "Dijamant - agrar" iz Zrenjanina. Preduzeće ima razvijenu ratarsku i povrtarsku proizvodnju (oko 5.500 ha) i delimično voćarsku proizvodnju (106 ha). Proizvodnja u zaštićenom prostoru biće baza za povećanje proizvodnje povrća na otvorenom prostoru. Planirani lokalitet plastenika je na rubu grada. Postojeća infrastruktura je solidna (putevi, električna energija i voda). Na lokalitetu postoje pomoćni objekti i hladnjača za voće i povrće. U neposrednoj okolini je voćnjak.

MATERIJAL

Energetski potencijal

U tabeli 1 dat je pregled obima proizvodnje biomase. U analizi energetskog resursa uzeta je mogućnost korišćenja slame strnih žita, biljne mase soje i granjevina iz voćarstva. Ove tri vrste biomase su najinteresantnije u počecima primene ovog energetskog izvora u konkretnom poljoprivrednom preduzeću. Od ostalih kultura proizvode se kukuruz, suncokret, lucerka, šećerna repa i dr. Biljna masa nekih od ovih kultura, takođe, predstavlja značajan energetski potencijal. Ona će biti razmatrana u budućem razvoju korišćenja obnovljivih izvora energije u ovom preduzeću.

Tabela 1: Primarni energetski potencijal u "Dijamant agraru"

Table 1: Primary energy potential of "Dijamant agrar"

Vrsta biomase Sort of biomass	Proizvodna površina Production area (ha)	Specifična količina, godišnje Specific harvest per year* (t/ha)	Ukupna količina (t/god) Total harvest (t/year)	Energetski potencijal Gj/god) Energy potential** (GJ/year)
Pšenična slama Wheat straw	2000	2,5	5.000	70.000
Sojina slama Soyabean straw	1100	2,2	2.420	36.300
Granjevina voća Wood waste (fruit)	106	3,0	318	445
Ukupno (Total)				106.745

* izvor/source: Nenic i sar, 1994.

**za obračun korišćen izvor/calculate used source: Babic, M. i sar, 1994.

Energetske potrebe zaštićenog prostora

Nominalne potrebe

Termoenergetski sistem mora da nadoknadi količinu toplote, koja iz zaštićenog prostora prelazi u okolinu. Pored toga postoje i drugi prolazi toplote kroz granice sistema zaštićenog prostora. Ukupna količina toplote, koju treba dovesti je (Babić, Ljiljana i Babić Mirko, 1984):

$$Q = Q_1 + Q_2 - Q_3 \pm Q_4 \quad (1)$$

Toplotni fluks kroz nadzemne granice zaštićenog prostora izračunava se po poznatoj jednačini:

$$\dot{Q}_1 = k \cdot F \cdot \Delta t \quad (W) \quad (2)$$

gde je

$$\Delta t = t_{in} - t_{out} \quad (3)$$

Za zaštićeni prostor izračunava se nominalna potrebna količina toplote radi dimenzionisanja izvora toplote. Ova veličina izračunava se na osnovu projektnih uslova. Maksimalna razlika temperatura spoljnog i unutrašnjeg vazduha iznosi $\Delta t = 23^\circ C$. Ova vrednost proistiće iz klimatskih uslova i zahtevane temperature

vazduha u zaštićenom prostoru. Koeffcijent prolaza toplote k zavisi od vrste materijala. Za jednoslojni polietilen je $k = 6,5$

$\left(\frac{W}{m^2 K}\right)$ (Babić, Ljiljana i Babić. M. 1984, i Fowler, P. A. et al. 1997). Površina plastične folije je oko $A=10.400 m^2$. Na osnovu

ovih podataka dobija se toplotni fluks $\dot{Q}_1 = 1.554.800 W$.

Sezonske potrebe

Energetske potrebe za zagrevanje zaštićenog prostora zavise od klimatskih uslova lokaliteta, zahtevane mikroklimе, agrotehničkih rokova, termotehničkih karakteristika zaštićenog prostora i energetske efikasnosti termoenergetskog sistema. Planiranje potrebnih količina toplote za ovako složen sistem nosi u sebi određene rizike, jer je zasnovan na statističkim pokazateljima. Najveći deo potrebne toplotne energije nadoknađuje gubitke kroz granice sistema, pre svega kroz nadzemni deo.

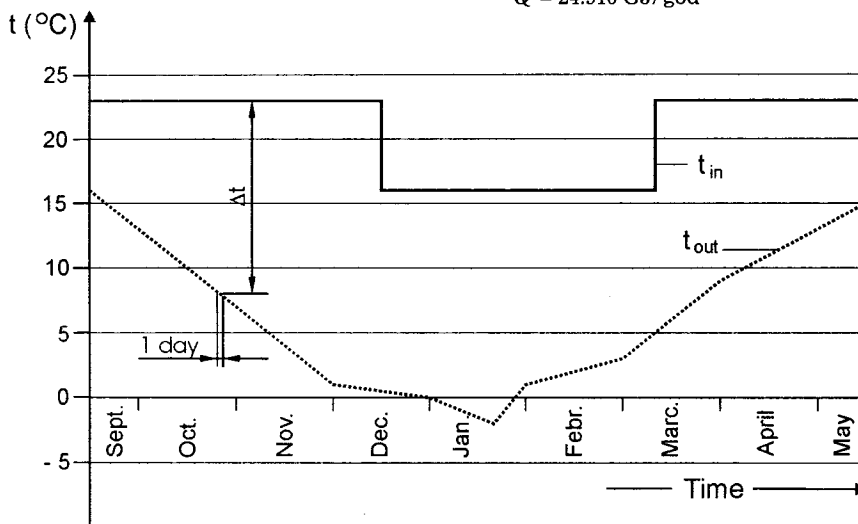
Ukupna godišnja količina toplote koja se razmeni kroz granice nadzemnog dela je:

$$Q_1 = \int_0^{243-24 h} \Delta t(\tau) \cdot k \cdot A \cdot d\tau = k \cdot A \int_0^{243-24 h} \Delta t(\tau) \cdot d\tau \quad (4)$$

Za određivanje prethodnog integrala trebalo bi poznavati funkciju $\Delta t(\tau)$. Ova funkcija može se predviđati na osnovu višegodišnjih statističkih podataka o vrednosti temperature t_{out} . Na slici 2 dat je grubi prikaz promena temperature spoljnog vazduha t_{out} . Temperatura unutrašnjeg vazduha t_{in} zavisna je od agrotehničkih zahteva proizvodnje u zaštićenom prostoru. Ako se poznaje dijagram (sl. 2) tada se može obaviti grafičko integraljenje aproksimujući ga sumom niza:

$$Q_1 = A \cdot k \sum_{\Delta\tau=1}^{5832} \Delta t(\tau) \cdot \Delta\tau \quad (5)$$

Sabirajući niz iz jedn. 5 na bazi dijagrama (sl.2) dobija se:



Sl. 2. Dijagram $t - \tau$ za zaštićeni prostor
Fig. 2 Diagram $t - \tau$ for the greenhouse

Tokom eksperimenta ispitaće se: različiti sistemi postavljanja grejnih cevi, različiti agrotehnički rokovi za pojedine kulture, različiti sistemi uzgajanja (tradicionalni i hidrofonski) i noćno zastiranje spoljnih površina u cilju smanjenja transfera toplote. Takođe će biti upotrebljeni različiti prekrivači (Latimer, J. G, 2001), koji imaju manji koeficijent prolaza toplote. Kada se sve ovo uzme u obzir, može se očekivati i manja količina potrebne toplotne energije za godinu. Ako bi se upotrebila samo sojina slama kao biogorivo, tada bi bila dovoljna produkcija sa 755 ha. Dominantno gorivo biće sojina slama mada će se koristiti i pšenična, jer će se voditi računa da transport biogoriva od njive do mesta korišćenja bude što kraći.

Termoenergetski sistem

Eksperimentom će biti proverena efikasnost termoenergetskog modela. Model će se sastojati od toplovodnih kotlova, akumulatora toplote sa vodom i zagrevanja pomoću toplovodnih cevi. U Jugoslaviji postoje veoma dobra iskustva u gradnji manjih kotlova (do 1000 kW) na slamu (Babić, M. i sar, 2001). Zbog ove činjenice, ali i zbog potrebe rada pri različitim toplotnim opterećenjima (fleksibilnost), opredeljenje da termoenergetski sistem treba da sadrži tri toplovodna kotla učinka po 520 kW. Kotlovi se paralelno sprežu, a u sistemu je i akumulator toplote sa vodom. Zaštićeni prostor biće podeljen u nekoliko nezavisnih mikroklimastkih celina. Sistemom parcijalne regulacije održavaće se zadati uslovi mikroklimе u posebnim celinama.

U zaštićenom prostoru biće proverena efikasnost različitih sistema postavljanja toplovodnih cevi za zagrevanje (sl. 3). Očekuje se da sistem B obezbedi najravnomernije temperaturno polje vazduha u unutrašnjosti zaštićenog

$$Q_1 = 21.586 \text{ GJ/god}$$

Količine toplote Q_2 , Q_3 i Q_4 ispitaće se u eksperimentu, a procenjuje se da one iznose oko 25 % (Babić, Ljiljana i Babić, M, 1984). Prema tome, godišnje potrebe toplotne energije su:

$$Q = 16.190 \text{ GJ/god}$$

Uzimajući u obzir zahtevani koeficijent korisnog dejstva termoenergetskog sistema od 65% (Babić, M. i sar. 2001) potrebna količina primarne energije je:

$$Q' = 24.910 \text{ GJ/god}$$

prostora, zbog prikazanog očekivanog prirodnog strujanja vazduha u unutrašnjosti.

Eksperimentalna proizvodnja

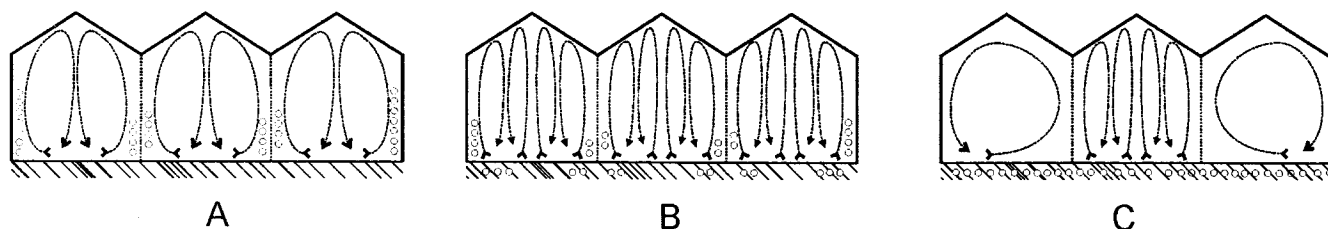
Eksperimentalna proizvodnja biće realizovana tokom 2002/2003 (jesen, zima i proleće). Tada će se obaviti multidisciplinarna istraživanja postavljenog modela, koja su naznačena u ovom radu. Istraživački projekt će trajati tri godine, sa predviđenim promenama faktora eksperimenata i ponavljanjima eksperimenata.

ZAKLJUČAK

Na osnovu interdisciplinarne analize proizvodnje u zaštićenom prostoru, koja je u glavnim crtama izložena u ovom radu zaključuje se da je predviđeni model proizvodnje u zaštićenom prostoru održiv. Razvoj ovakvih sistema korišćenja biomase kao izvora energije doprinosi povećanju udela obnovljivih izvora energije i smanjenju efekta staklene bašte.

Ispitivanja koja će se obaviti u narednom periodu doprineće decidnom određivanju relevantnih parametara proizvodnje. Pored toga, biće urađena i studija ekonomičnosti proizvodnje da bi se odredila dinamika povraćaja uloženog novca. Očekuje se da će rezultati ispitivanja i sam proizvodni model podstaći proizvodnju u zaštićenom prostoru u severnim delovima Srbije, posebno u Vojvodini.

Izgradnja različitih termoenergetskih sistema u poljoprivredi na bazi obnovljivih izvora energije povećaće i ukupno učešće obnovljivih izvora u energetsom bilansu zemlje, što se očekuje od svih zemalja koje nameravaju da postanu članice EU.



Sl. 3. Uticaj pozicije postavljenih toplovodnih cevi na prirodno strujanje vazduha u zaštićenom prostoru (A – cevi iznad zemlje, B – kombinovano pozicioniranje, C – cevi u zemlji)

Fig. 3 Impact types of position heating tubes onto natural air flow into greenhouse (A- tubes on ground, B – combine position, C – tubes in ground)

LITERATURA - REFERENCES

[1] Babić, Ljiljana, Babić, M: Objedinjavanje relevantnih faktora na energetski bilans zaštićenog prostora zagrevanog niskopotencijalnim radnim fluidom, 5. Jugoslovensko savetovanje Pla – Sta 84, zbornik radova, 1984. s.140-147.

[2] Babić, M. Babić, Ljiljana: Energetske pretpostavke povećanja proizvodnje u zaštićenom prostoru individualnog sektora. 5. Jugoslovensko savetovanje Pla – Sta 84, proceedings, 148-155.

[3] Babić, M. i sar.: Stanje i mogućnosti korišćenja biomase kao goriva u poljoprivredi, Savremena poljoprivredna tehnika, XX-4, 1984. 1994. s. 171-178.

[4] Babić, M., i sar: Pravci razvoja procesne tehnike i energetike Jugoslavije, TOSS 06 Jugoslovensko društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Novi Sad, 1996. s.15.

[5] Babić, M. i sar.: Program korišćenja biomase kao goriva u Vojvodini, PTEP-časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Novi Sad. V-3, 2001. s.57-61.

[6] Fowler, P. A. et al.: Comparison of energy needed to heat and insulated frame buildings used in agriculture, University of Florida, Cooperative Extension service, 1997. CIR 1198, 4.

[7] Latimer, J. G.: Dealing with the High Cost of energy for greenhouse operations, Virginia cooperative extension, publication 430-101, 8. 2001.

[8] Nenić, N. i sar: Energetski potencijal biljnih ostataka u Srbiji. Jugoslovensko društvo termičara, Beograd, 1994. s.55.

[9] British BioGen: Changing Priorities in Energy Markets. British BioGen - Trade Association to the UK Bioenergy Industry, 2001. www.britishbiogen.co.uk

Primljeno: 22.03.2002.

Prihvaćeno: 27.03.2002

Bibliid: 1450-5029 (2002) 6; 1-2, p. 14-17

UDK: 662.8052:628.4.042

Pregledni rad

Review

ANALIZA STANJA I PRAVCI RAZVOJA BRIKETIRANJA BIOMASE

ANALYSIS OF STATE AND DIRECTIONS DEVELOPMENT OF BRIQUETTING BIOMASS

Dr Miladin BRKIĆ, dr Todor JANIĆ

Poljoprivredni fakultet, 21000 Novi Sad, Trg D. Obradovića 8

REZIME

U radu je dat pregled dosadašnjih iskustava u radu sa postrojenjima za briketiranje biomase. Ustanovljeno je da brikete mogu da zadrže svoj oblik ako presa ostvaruje visok pritisak od 150 do 200 bara i povišenu temperaturu od 90 do 95°C. Optimalni sadržaj vlage za presovanje usitnjenog materijala je 14 do 18%. Konstatovano je da cena briketa iznosi od 60 do 75 EVRA/t materijala. U radu je naglašeno da su brikete od biomase vrlo pogodno gorivo i stočna hrana za tržište. Energetske brikete su ekološki čistije gorivo od domaćeg uglja.

Ključne reči: biomasa, briketi, biogorivo, stočna hrana, ekologija.

SUMMARY

In this paper are given the review of former experiences in the work with installations for briquetting of biomass. It was found that the biomass briquettes might retain its shape if the press realizes high pressure of 150 to 200 bars and increased temperature of 90 to 95°C. The optimal moisture content for pressing of chopped material is 14 to 18%. It was found that the price of briquettes amounts of 60 to 75 EURO/t material. In this paper, it was pointed that the briquettes of biomass were very convenient biofuel and feed cattle for the market. Energetic briquettes are ecologically cleaner as a fuel than domestic coal.

Key words: biomass, briquettes, biofuel, feed cattle, ecology.

UVOD

Ukupni prinos biomase u Srbiji iznosi oko 13 miliona tona godišnje, a u Vojvodini oko 9 miliona tona (Brkić i Janić, 1996).

Od ove količine biomase 25% može da se koristi za zaoravanje ili kao prostirka za proizvodnju stajnjaka u cilju povećanja plodnosti zemljišta, 25% može da se koristi za proizvodnju stočne hrane, 25% za proizvodnju toplotne energije i uštedu