# SUNCOKRET – JEDNA OD NAJPERSPEKTIVNIJIH KULTURA ZA BRIKETIRANJE

## SUNFLOWER – ONE OF THE MOST PROMISING CULTURES FOR BRIQUETTING

**Dr Dragan Mitić, dipl. inž., mr Emina Mihajlović, dipl. inž., i mr Slobodanka Janković, dipl. inž., Fakultet zaštite na radu Univerziteta u Nišu, Niš**

*Suncokret kao značajan predstavnik industrijskog bilja ima nekoliko svojstava koja ga svrstavaju u veoma interesantan materijal za briketiranje: to je kultura koja nema velikih oscilacija u proizvodnji, jer predstavlja nužnu sirovinu za dobijanje ulja i odlikuje se velikim vegetativnim potencijalom u obliku stabla sa glavom i u obliku ljuske semenke.*

*Nusproizvod u obliku ljuske može se briketirati, ali i koristiti za proizvodnju stočne hrane, dok je stablo nepoželjno kao ostatak na njivi, ne koristi se za zaoravanje, niti ima neku drugu praktičnu primenu. U radu su izloženi sopstveni eksperimentalni rezultati koji se odnose na mogućnost briketiranja, posebno stabla i ljuske semenke, kao i kompozitnih briketa sa drugim materijalima, fizičke karakteristike briketa i njihove energetske vrednosti.*

*Sunflower, a significant representative of industrial crops, has several properties that classify it among the most interesting materials for briquetting: this is a culture which does not have significant production oscillations since it represents a necessary raw material for edible oil production, and it has significant potential in the form of a stalk with the head and seed shells.*

*By-product in the form of seed shell can be briquetted but it can also be used for fodder production while stalks are not desired on a cultivated field, they are not used for ploughing and they have no practical application. The paper deals with experimental results related to possibilities of briquetting stalks and seed shells as well as production of composite briquettes of other materials, briquette physical properties and its energy values.*

***Ključne reči:*** suncokret; stablo; ljuska semenke; biobriket; energija; zaštita životne sredine

***Key words:*** sunflower; stalk; seed shell; bio-briquette; energy; environmental protection

## Uvod – suncokret kao otpadak u preradi industrijskog bilja

Tipičan predstavnik otpatka industrijskog bilja je ljuska suncokretovih semenki i ljuska suncokreta sa silosnom prašinom, pored otpada u preradi hmelja, duvana, kudelje, pamuka, soje, lana i dr. Pri korišćenju ovih vrsta biomase, svakako treba napraviti ustupak svuda gde je moguća proizvodnja stočne hrane, ili postoje drugi viši interesi stručnjaka u poljoprivredi, ali tamo gde ove biomase predstavljaju balast, ili čak postaju ekološki problem, valja ih koristiti kao gorivo. Procene masenih količina za neke predstavnike ovih biomasa nalaze se u tabeli 1.

*Tabela 1. Maseni potencijali nekih biomasa iz prerade industrijskog bilja [1, 3]*

| Redni broj | Biomasa | Količina 10³ [t/god] | Namena* |
|---|---|---|---|
| 1. | Suncokret | 2975 | Stočna hrana, sagorevanje, briketiranje, zaoravanje kao i izolacioni materijal |
| 2. | Suncokret – ljuska | 412,5 | |
| 3. | Hmelj | 25,6 | |
| 4. | Duvan | 12,0 | |

* *Namenu shvatiti kao delimičnu, jer je svakako daleko šira.*

*Suncokret (Helianthus annus)* je zeljasta jednogodišnja kulturna biljka (visoka 0,6–2 m), čije se seme koristi za dobijanje jestivog ulja i stočne hrane (sačma i uljana pogača). Seme suncokreta sadrži 40–45% ulja. To je biljka umerenog pojasa koja traži plodno tlo, a može da podnese veću vlagu i sušu. Poreklom je iz Amerike, ali se najviše gaji u Evropi. Kod nas se suncokret najviše gaji na poljima Vojvodine, ali i u glavnim rečnim dolinama [8].

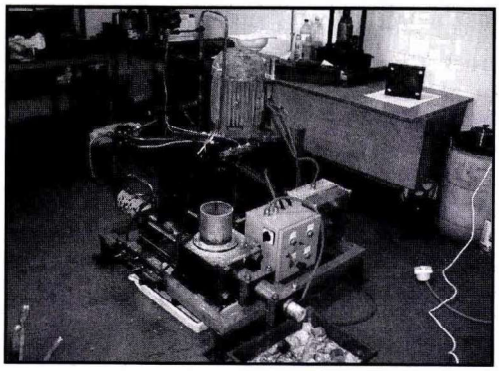
## Materijal i metod

Kao materijal u istraživanjima i eksperimentima, korišćena je ljuska suncokreta i prašina koja se dobija kao otpad pri tehnološkom procesu obrade i uskladištenju suncokreta u industriji ulja. Stablo suncokreta i glava sa ostacima lišća mogu biti, takođe, interesantni kao potencijalno biogorivo, bilo da se prethodno vrši njihova priprema usitnjavanjem, ili da se to ne čini.

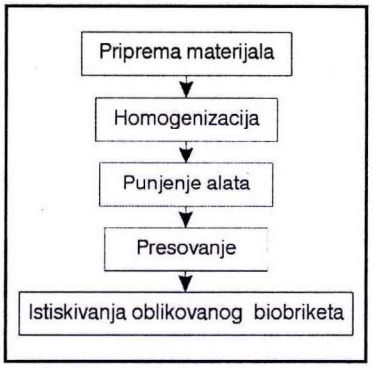
Fizička svojstva suncokreta, od kojih su pravljeni laboratorijski uzorci za istraživanja tehničko-tehnoloških mogućnosti dobijanja biobriketa, kao i fizičke karakteristike samih biobriketa, ispitivani su u Laboratoriji za sagorevanje FZNR u Nišu. Kako ne postoje normativne metode po JUS-u koje se odnose isključivo na analize biomasa, tehničke analize su rađene po normativnim metodama za čvrsta fosilna goriva iz grupe JUS B.H8. XXX [3]. Tehničko-tehnološke mogućnosti briketiranja su ispitivane na: laboratorijskoj ručnoj presi i hidrauličnoj ekstruzionoj presi kao pilot-postrojenju za komercijalnu upotrebu [5].

## Tehničko-tehnološke mogućnosti briketiranja biomasa

**Teški biobriketi** su istraživani u pogledu mogućnosti dobijanja pritiscima do 20 MPa, sa sadržajem vlage od 10 do 18% i granulatom 0 do 5 mm (prosečno 3 mm). Takođe je izvršena serija ispitivanja za neusitnjene materijale (Ø 20 mm max. sa dužinom ograničenom gabaritom alata) i pritiscima do 300 MPa [3, 4]. U ovim slučajevima vezivna sredstva nisu korišćena, a postignute su zapreminske mase preko 1000 kg/m$^3$.



*Slika 1. Hidraulična ekstruziona presa kao pilot-postrojenje za komercijalnu upotrebu*




*Slika 2. Tehnološki postupak dobijanja teških i specijalnih biobriketa*

Briketiranje neusitnjenog materijala stabla i glave suncokreta obavljeno je na hidrauličnoj ekstruzionoj presi kao pilot-postrojenju za komercijalnu upotrebu. Briket od nepripremljenog materijala pokazao se postojanim pri uskladištenju i u transportu.

**Specijalni biobriketi** takođe predstavljaju proizvod dobijen po originalnom tehnološkom postupku razrađenom u Laboratoriji za sagorevanje Fakulteta ZNR u Nišu. Ovi biobriketi predstavljaju formu gde je osnovna komponenta biomasa na bazi ljuske suncokreta, ali se odgovarajućim adherentima mogu pospešiti neka karakteristična svojstva: toplotna moć, vreme sagorevanja (kinetika procesa), dužina i boja plamena itd. Tehnološki postupak dobijanja teških i specijalnih biobriketa [6] po redosledu radnih operacija prikazan je na slici 2.

## Eksperimentalni rezultati

U tabeli 2 su izloženi rezultati skladišnih zapremina ispitivanih biomasa kao i stanja materijala na kojima su vršena merenja. Pod stanjem materijala se podrazumeva sadržaj vlage kao bitan faktor koji utiče na tehnološke mogućnosti briketiranja, kao i granulacija, eventualna usitnjenost i način slaganja materijala u kojem je vršeno merenje zapreminske mase.

*Tabela 2. Zapreminske mase ispitivanih biomasa–otpadaka u preradi suncokreta [3]*

| Biomasa | Nasipna zapreminska masa ($kg/m^3$) | Sadržaj vlage(%) | Granulacija (mm) | Stanje u kojem je vršeno merenje |
|---|---|---|---|---|
| Suncokret – ljuska | 160 | 7,481 | 5–8 | Nusproizvod u proizvodnji ulja "Rubin" – Kruševac |
| Suncokret – ljuska sa prašinom | 159 | 25,26 | 0–8 | Otpad iz silosa za uskladištenje (sadrži i jezgro semenke) |
| Suncokret – stabljika neusitnjena u snopu | 91,51 | 6,036 | Ø (5–20) x 200 | Stabljike složene po pravcu u snopove |

U tabeli 3 prikazane su tehničke analize biomase–otpadaka u preradi suncokreta.

U tabeli 4 prikazane su skladišne karakteristike biomasa na bazi suncokreta i biobriketa koji su proizvedeni od njih.

Kod briketa od suncokretove ljuske dobijenih suvim postupkom primećeno je da vremenom pucaju i postaju voluminozni.

Verovatno da je to posledica povećanog sadržaja ulja u nepreradenim semenkama suncokreta.

Po klasifikaciji Jugoslovenskog standarda za energetske biobrikete od lignoceluloznog materijala, zapreminska masa biobriketa iznosi najmanje 800 kg/m$^3$ pri dozvoljenom sadržaju vlage i njihovim toplotnim moćima ovi briketi se svrstavaju u prvu i ekstra klasu.

*Tabela 3. Tehničke analize ispitivanih biomasa – otpadaka u preradi industrijskog bilja [3]*

| Red. br. | Uzorak | $W_{ta}$ (%) | $A_a$ (%) | $Vol_a$ (%) | $C_{fix}$ (%) | Koksni ostatak (%) | Sagorljivo (%) | $H_{ga}$ (MJ/kg) | $H_{da}$ (MJ/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Ljuska suncokreta | 7,481 | 2,986 | 72,63 | 16,903 | 19,889 | 89,533 | 20,781 | 19,266 |
| 2. | Ljuska suncokreta sa prašinom | 25,26 | 3,153 | 54,94 | 16,641 | 19,794 | 71,581 | 18,002 | 16,155 |
| 3. | Konoplja* | 6,036 | 2,120 | 80,76 | 11,084 | 13,204 | 91,844 | 17,401 | 15,934 |

** S obzirom da nisu vršene tehničke analize stabla suncokreta, ovde je u cilju orijentacionog sagledavanja navedena analiza za stablo konoplje.*

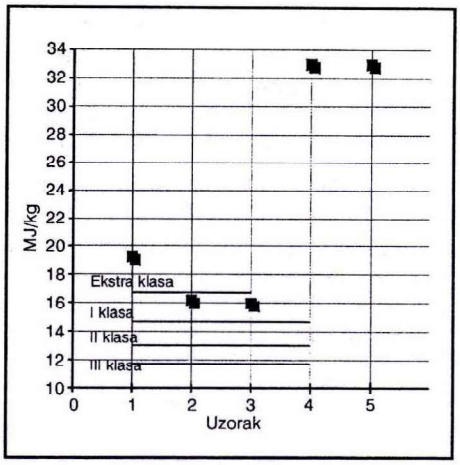
*Tabela 4. Zapreminske mase i skladišne karakteristike biomasa – otpadaka u preradi suncokreta i biobriketa [3]*

| Biomasa | Zapreminske mase | | | Karakteristika | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nasipne | | | | | | |
| | biomase | biobriketa | biobriketa | B | $K_b$ | $K_{eb}$ | $\eta_{tb}$ |
| | kg/m$^3$ | kg/m$^3$ | kg/m$^3$ | – | – | – | (%) |
| Suncokret – ljuska | 160 | 627 | 933 | 0,67 | 5,83 | 0,25 | 74,5 |
| Suncokret – ljuska sa prašinom | 159 | 563 | 840 | 0,66 | 5,3 | 0,29 | 71,4 |
| Konoplja – stabiljka | 38 | 393 | 1152 | 0,341 | 30,3 | 0,097 | 90,3 |

*Tabela 5. Klasifikacija energetskih biobriketa od lignoceluloznog materijala [2]*

| Klasa | Donja toplotna moć najmanje do (MJ/kg) |
|---|---|
| Ekstra klasa | 16,75 |
| I klasa | 14,65 |
| II klasa | 12,98 |
| III klasa | 11,72 |

*Slika 3. Klase biobriketa (teških i specijalnih) [2] prema JUSD. B9.021; 1. ljuska suncokreta, 2. ljuska suncokreta sa prašinom, 3. konoplja, 4. specijalni briket: suncokret–ljuska/vezivo Ø 82 mm, 5. specijalni briket: suncokret–ljuska/vezivo Ø 20 mm*




U tabeli 6 su iznesene karakteristike teških biobriketa dobijenih od biomasa na bazi suncokreta. Posle 20 do 30 dana dolazi do pucanja briketa jer popuštaju interkorpuskularne sile veze.

U tabeli 7 prikazane su karakteristike specijalnih briketa.

*Tabela 6. Neki karakteristični podaci koji se odnose na biobrikete na bazi suncokretove ljuske [3]*

| Red. br. | Biomasa | Pritisak formiranja [MPa] | Zapreminska masa [kg/m³] | Granulat [mm] | Vlaga [%] | Donja toplotna moc [MJ/kg] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Suncokret – ljuska | 20 | 933 | 0–8 | 7,5 | 19,3 |
| 2. | Suncokret – ljuska sa prašinom | 20 | 840 | 0–8 | 25 | 16 |

*Tabela 7. Neki karakteristični podaci koji se odnose na specijalne biobrikete na bazi suncokretove ljuske [7]*

| Red. br. | Sastav | Udeo | Br. kom. | Zapr. masa [kg/m³] | Granulat [mm] | Vlaga [%] | Veličina briketa [mm] | Toplotna moc [MJ/kg] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Vezivo i suncokret – ljuska | 0,6<br>0,4 | 2 | 610 | –<br>0–8 | –<br>7,481 | Ø 82 | 32,80 |
| 2. | Vezivo suncokret – ljuska | 0,6<br>0,4 | 2 | 1214 | –<br>0–8 | –<br>7,481 | Ø 20 | 32,80 |

## Zaključak

Na osnovu izvršenih merenja i eksperimenata, mogu se izvesti sledeći zaključci: briketiranje otpadnih biomasa na bazi suncokretove ljuske i nepripremljenog stabla suncokreta može se smatrati opravdanim u cilju dobijanja biogoriva, ukoliko se ljuska ne koristi u svrhu dobijanja stočne hrane, a zna se da samo stablo na obradivim površinama predstavlja veliku smetnju u obradi; proizvedeni biobriketi imaju 3 E karakteristike: ekološku, energetsku i ekonomsku. Energetska karakteristika je ve-

zana za toplotnu moć dobijenih briketa, koja je kao što se vidi iz dobijenih rezultata 16–19 MJ/kg, a sami briketi pripadaju ekstra ili I klasi energetskih briketa. Ekonomska karakteristika nije detaljno ispitivana, ali se može ukazati samo na činjenicu da se briketi proizvode iz otpadnih biomasa koje se za druge svrhe ne mogu koristiti (stablo i glava). Sa inženjerskog stanovišta moguće je projektovati mobilnu mašinu koja bi već na njivi vršila briketiranje.

## Literatura


[1] **Janić, T., M. Brkić:** *Sagorevanje balirane biomase – Combustion of Baling Biomass,* PTEP, časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi (radovi saopšteni na X simpozijumu „Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi – PTEP 1998.") broj 3, Novi Sad, 1998, str. 117–121.

[2] ***: *Jugoslovenski standard JUS D.B9 021. 1987 „Energetski briketi od lignoceluloznog materijala – tehnički uslovi"*

[3] **Mitić, D.:** *Biomase i biobriketi Srbije – potencijalna ekološka goriva,* monografija, Jugoslovensko društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi – Novi Sad, i Jugoslovenski savez inženjera i tehničara zaštite – Niš, Novi Sad, 1998.

[4] **Mitić, D.:** *Briketiranje biomase – Biomass briquetting,* PTEP, časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi (radovi saopšteni na X simpozijumu „Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi – PTEP 1998.") broj 3, Novi Sad, 1998, str. 67–70.

[5] **Mitić, D., A. Manoilov, Emina Mihajlović:** *Izveštaj Laboratorije za sagorevanje i termotehniku FZNR u Nišu,* br. 01/04.12.96. i br. 218/24.05.2001.

[6] **Mitić, D., E. Mihajlović, B. Nešić:** *Biobriketi na bazi resursa sekundarnih sirovina iz poljoprivrede i prehrambene industrije,* zbornik radova sa I jugoslovenskog simpozijuma „Humanizacija rada u poljoprivredi i prehrambenoj industriji", Novi Sad, mart 1999, str. 105–114.

[7] **Mitić, D., Emina Mihajlović, B. Nešić, M. Batrić:** *Istraživanja mogućnosti izrade raznih vrsta biobriketa,* PTEP, časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi (radovi saopšteni na XI simpozijumu „Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi – PTEP 1999."), broj 3, Novi Sad, 1999, str. 29–32.

[8] **Tomas, D. J. M.:** *Botanika,* Vuk Karadžić, Beograd, 1974.