

Republika Srbija Autonomna Pokrajina Vojvodina  
**POKRAJINSKI SEKRETARIJAT ZA ENERGETIKU I MINERALNE SIROVINE**



21000 Novi Sad  
Bulevar Mihajla Pupina 16  
tel: +381 21 487-4337  
fax: +381 21 456-653



**S T U D I J A**

**POTENCIJALI I MOGUĆNOSTI BRIKETIRANJA I  
PELETIRANJA OTPADNE BIOMASE NA TERITORIJI  
POKRAJINE VOJVODINE**

**NOVI SAD, decembar 2007.**



**UNIVERZITET U NOVOM SADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET  
NOVI SAD**



**PODACI O STUDIJI**

Naziv studije: **„POTENCIJALI I MOGUĆNOSTI BRIKETIRANJA I PELETIRANJA OTPADNE BIOMASE NA TERITORIJI POKRAJINE VOJVODINE”**

Ugovor broj: **401-01355/2007 od 25.05.2007.**

Rukovodilac studije:  
**Dr Miladin Brkić, red. prof.**

Organizacija koordinator:  
**Poljoprivredni fakultet, Novi Sad**

Organizacije učesnicie na izradi studije:  
**1. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad**  
**2. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad**

Radni tim na izradi studije:

- 1. Dr Miladin Brkić, red. prof,** Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad,
- 2. Dr Miloš Tešić, red.prof, dopisni član VANU,** Fakultet tehničkih nauka, Institut za mehanizaciju, Novi Sad,
- 3. Dr Timofej Furman, red. prof,** Poljoprivredni fakultet, Deaprtman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad,
- 4. Dr Milan Martinov, red. prof,** Fakultet tehničkih nauka, Institut za mehanizaciju, Novi Sad,
- 5. Dr Janić Todor, vanr. prof,** Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad.

Vreme izrade Studije:  
**1. jun do 31. decembar 2007.**

## SADRŽAJ

	Strana
1. <b>Uvod</b> . . . . .	5
2. <b>Cilj i zadatak studije</b> . . . . .	11
3. <b>Raspoloživi potencijali otpadne biomase iz poljoprivrede, šumarstva i industrije prerade drveta (drvni otpad-piljevina)</b> . . . . .	13
3.1. Raspoloživi potencijali otpadne biomase iz poljoprivrede	
3.2. Raspoloživi potencijali otpadne biomase iz šumarstva i industrije prerade drveta (drvni otpad – piljevina)	
4. <b>Biološke, hemijske, fizičke i termičke karakteristike biomase za briketiranje i peletiranje</b> . . . . .	35
5. <b>Savremene tehnologije na pilot postrojenjima za proizvodnju briketa i peleta od biomase</b> . . . . .	47
6. <b>Ocena rada instalisanih pilot postrojenja za briketiranje biomase koje je finansirao Komitet za energetiku Izvršnog veća Vojvodine osamdesetih godina</b> . . . . .	67
7. <b>Iskustva zemalja sličnih potencijala (Danska, Holandija, Hrvatska) i tendencije u EU u vezi proizvodnje i korišćenja briketa i peleta u energetske svrhe</b> . . . . .	77
8. <b>Pregled proizvođača i proizvodnog programa opreme za briketiranje i peletiranje biomase u AP Vojvodini</b> . . . . .	97
9. <b>Utvrđivanje tehničkih karakteristika postojećih briketirница i peletirница u AP Vojvodini</b> . . . . .	105
10. <b>Kvalitet rada postojeće opreme za peletiranje i briketiranje biomase</b> . . . . .	109
11. <b>Vrste i kvalitet proizvedenih briketa i peleta od biomase</b> . . . . .	129
12. <b>Problemi koji se javljaju u praksi</b> . . . . .	147
13. <b>Troškovi proizvodnje i cene briketa i peleta od biomase</b> . . . . .	149
14. <b>Tehno-ekonomska opravdanost proizvodnje briketa i peleta od biomase u odnosu na konvencionalna goriva (“Cost-benefit” analiza)</b> . . . . .	155
15. <b>Utvrđivanje obima proizvodnje briketa i peleta od biomase u Vojvodini i mogućnosti za zamenu klasičnih vrsta energenata</b> . . . . .	167
16. <b>Zaštita životne sredine pri korišćenju briketa i peleta u energetske svrhe</b> . . . . .	173

17. Uslovi za stvaranje tržišta briketa i peleta od biomase u Vojvodini . . . . .	183
18. Mogućnosti za dobijanje podsticajnih i kreditnih sredstava za osnivanje malih preduzeća za briketiranje i peletiranje biomase (određivanje prioriteta za sprovođenje mera) . . . . .	187
19. Predlog projekata koji mogu aplicirati u Evropskoj Uniji za sredstva iz fondova . . . . .	193
20. Zaključci i preporuke za korišćenje peleta i briketa . . . . .	195
21. Prilozi . . . . .	199
22. Literatura . . . . .	227

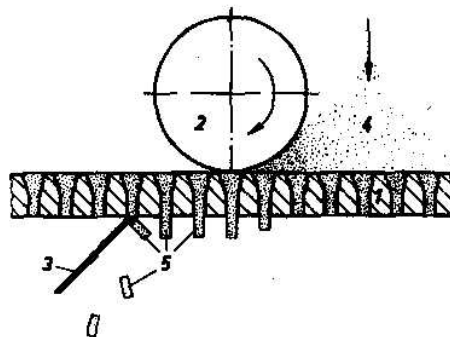
## 1. UVOD

*Dr Miladin Brkić, red. prof.*

Proces briketiranja primenjuje se odavno u rudnicima uglja. Na klipnoj presi presuje se prašina i sitni otpaci od uglja. Reč „briquet” na engleskom jeziku znači cigla ili opeka. Zbog toga briket može da bude u obliku opeke (prizmatičan) ili u obliku cilindričnog valjka. Dimenzije prizmatičnog briketa mogu da budu 80 x 80 x 50 mm (Stanković, L, 1964). Na ovakvim i sličnim konstrukcijama presa još pre šezdeset i tri godine (krajem Drugog svetskog rata) počelo se sa presovanjem suvih rezanaca šećerne repe. Pre briketiranja materijal je morao nekoliko časova da se drži u vodi (da se navlaži), da bi nabubrio.

Procesom briketiranja stočne hrane, smanjuje se njena zapremina i povećava specifična masa. Masa suve hrane (sa dozvoljenim sadržajem vlage) iznosi od 200 do 250 kg/m<sup>3</sup>, kod drugih vrsta hraniva iznosi i do 300 kg/m<sup>3</sup>, dok kod briketirane, odnosno presovane hrane, zapreminska masa ili gustina iznosi 650 do 750 kg/m<sup>3</sup>. Time se potreban prostor za smeštaj hraniva smanjuje u odnosu 3:1 (tri puta). Dalja prednost briketiranja je u mogućnosti uvrećavanja briketa, pogodnijeg pakovanja, što olakšava uskladištenje i transport. Sem toga, briketiranjem se smanjuju gubici hrane, koji nastaju pri uskladištenju i transportu.

Prese za briketiranje (odnosno peletiranje, primetio Brkić) suvih rezanaca šećerne repe i druge stočne hrane su drugačije konstrukcije. Princip rada jedne od tih presa prikazan je na sl. 1.1.



Sl. 1.1. Presa sa ravnom matricom

(1-ravna matrica, 2-obrtni valjak, 3-nož za otsecanje, 4-usitnjeni materijal, 5-pelete)

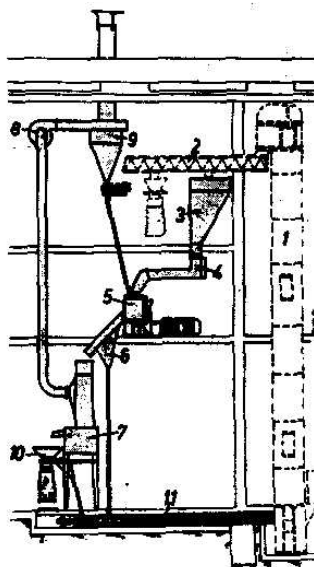
Pomoću obrtnog valjka (sl. 1.1, poz. 2) usitnjen materijal (poz. 4) se presuje sabijanjem u otvore matrice (poz. 1). Ispod matrice je postavljen nož (poz. 3), koji odseca pelete, (poz. 5). Otvori na matrici mogu da budu manji ili veći, u zavisnosti od zahtevane veličine peleta. Za goveda su najpodesnije kockice, čije stranice iznose 18 x 20 mm. Ovakvi briketi (pelete) se pri ishrani stoke ne sitne.

Na sl. 1.2 šematski je prikazan ceo stacionarni uređaj za peletiranje stočne hrane. Elevator (sl. 1.2, poz. 1) podiže suhu hranu do puža-pretovarača (poz. 2). Tu se hrana može uvrećavati do momenta peletiranja ili se može ubaciti u ćeliju silosa (poz. 3). Ispod ćelije se nalazi

---

### STUDIJA

spiralni (pužni) mešać (poz. 4) sa parnim ili vodenim priključkom (kondicioner). Presovani materijal iz prese (poz. 5) pada na kosu ravan (poz. 6) na kojoj se nalazi rotaciono sito, kroz koje prolaze čestice usitnjenog materijala (koje su otpale od briketa-peleta). Pošto se materijal pri peletiranju zagreje, mora se ohladiti na temperaturu okoline, tj. na oko 20°C. Hlađenje ispresovanog materijala se obavlja u komori (poz. 7) pomoću struje vazduha, koju potiskuje ventilator (poz. 8). Lakše čestice materijala koje ponese vazдушna struja odvajaju se od vazduha u ciklonu (poz. 9) i ponovo se vraćaju u presu. Ohlađen materijal pada do uređaja za uvrećavanje, gde je smeštena i automatska vaga (poz. 10) za merenje mase, koja se ubacuje u vreće.



*Sl. 1.2. Stacionarni uređaj za briketiranje (peletiranje) stočne hrane*

*(1-elevator, 2-pužni transporter, 3-čelija silosa (bin), 4-pužni mešać, 5-presa, 6-kosa ravan sa sitom, 7-hladnjak sa rotacionim sitom, 8-ventilator, 9-ciklon, 10-uređaj za uvrećavanje s vagom)*

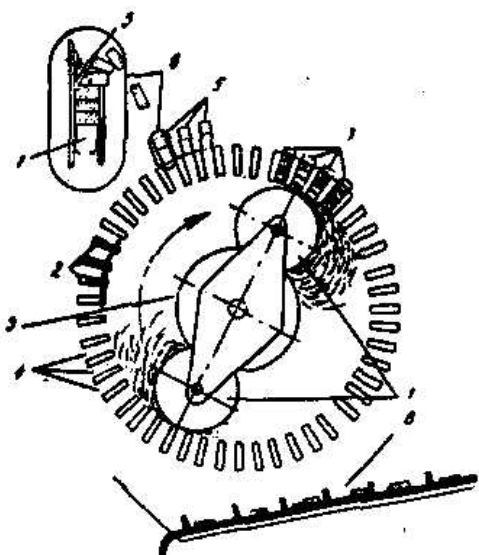
Vreće su od hartije i potpuno štite brikete (pelete) od spoljašnje vlage, štetnih uticaja i zaraza. Pre upotrebe vreće se sterilizuju. Briketi (pelete) mogu se transportovati i u rinfuzi.

Učink prese iznosi od 5 do 6 t/h suvih rezanaca repe. Pogonska snaga elektromotora je 60 do 66 kW.

Da bi se postojanost briketa (peleta) očuvala, materijal treba da ima sadržaj vlage do 15%. Pri presovanju drugih vrsta hrane, kao vezivno sredstvo dodaje se melasa. Sem briketiranja repinih rezanaca prešlo se i na peletiranje sena, slame i lucerkinog brašna. Pored stacionarnih uređaja konstruisani su i pokretni uređaji, koji peletiraju seno direktno iz otkosa na njivi. Takav jedan uređaj konstruisan je od strane američke firme „Landel”. Podizanje mase iz otkosa obavljalo se pomoću posebno izvedenog rotora, čiji broj obrtaja je iznosio 1.000 o/min. Pri tom podizanju seno se intenzivno sitnilo. Iz rotora usitnjeno seno se prebacivalo u komoru, gde se ovlaživalo i mešalo s melasom, ili sličnim komponentama, koje u sebi sadrže hranljive materije. Kvašenje i mešanje sena s melasom bilo je potrebno zbog toga da se smanji trenje pri peletiranju sena, kao i da se stvori dovoljno kompaktna masa peleta. Iz komore masa se transportovala dvostrukim pužnim transporterom u presu. Presa je šematski prikazana na sl. 1.3.

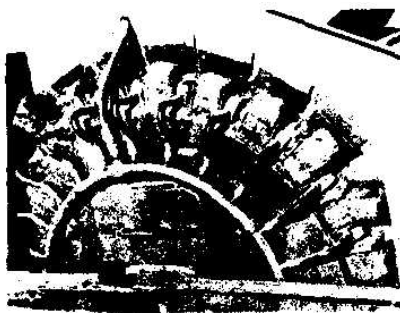
Masa se ubacuje u unutrašnjost prstenaste matrice, gde je zahvataju rotirajući kolutovi (sl. 1.3, poz. 1) i ubacuju je u okrugle ili četvrtaste otvore na matrici (poz. 4). Pri izlasku iz

matrice specijalni pljosnati noževi odrežu masu na zahtevanu dužinu peleta. Na produženom delu matrice nalazi se deflektor (poz. 5), koji vrši odvajanje pojedinih peleta, menjajući im pravac kretanja. Formirani peleti padaju na transporter (poz. 8), koji ih ubacuju u prikolicu. Ovakva presa neprekidnog dejstva je veoma dobra za rad uređaja u pokretu, na polju, pošto se peletiranje izvodi samo rotacionim kretanjem. Zbog toga izbegnute su zamajne mase, kao što je slučaj kod krivajnog odnosno klipnog mehanizma. Zbijenost peleta se može regulisati pomoću sistema hidrauličnog regulatora (poz. 2), koji se postavlja između otvora na matrici. Peleti imaju najčešće kružni ili kvadratni presek. Učinak opisanog uređaja iznosi 5 do 6 t/h. Za pokretanje ovih uređaja potreban je motor SUS snage 92 kW. Za vuču uređaja, čija je masa 1.500 kg, potreban je traktor od 48 kW.



*Sl. 1.3. Šematski prikaz prese „Lendel” sa prstenastom matricom*

Sličan uređaj bio je u primeni osamdesetih godina prošlog veka na VU „Karadorđevo” pored Bačke Palanke. Snaga motora SUS za pogon samohodne briketirke iznosila je 120 kW. Pre presovanja sena bilo je potrebno da se seno popraska specijalnim hemijskim sredstvom, kako bi se što pre osušilo. Podizanje mase sena iz otkosa obavljalo se sa „pick up” uređajem. Ovaj uređaj je doturao masu u komoru gde se seno usitnjavalo. Usitnjeno seno se ubacivalo u presu sa kvadratnim otvorima na matrici (sl. 1.4). Dimenzije briketa iznosile su 30 x 30 x 60 mm. Ovaj oblik briketa nazivaju se kobsovi.



*Sl. 1.4. Prikaz prstenaste matrice sa kvadratnim otvorima*

Na zbijenost i čvrstoću briketa(peleta), proizvedenih od sena ili slame, utiče, sem pritiska prese, još i sadržaj vlage u materijalu i usitnjenost materijala. Ako je sadržaj vlage u

materijalu veći od 15% ili je manji od 10%, zbijenost briketa se smanjuje, pri istom pritisku i istom poprečnom preseku briketa. Sa povećavanjem sadržaja vlage u materijalu potrebna je veća sila presovanja da bi se međusobno zbližile i povezale čestice materijala. Ovo je poznato pošto se zna da je voda nestišljiva, odnosno za istiskivanje suvišne vode iz materijala potrebno je obezbediti dodatnu silu ili energiju. Kod manjeg sadržaja vlage u materijalu, materijal je dovoljno elastičan i teško ga je sabijati, i pri prestanku pritiska sabijeni materijal se širi i puca.

Usitnjeni materijal povećava sabijenost briketa(peleta). Najveća sabijenost se postiže pri peletiranju lucerkinog brašna. Gustina briketa(peleta) može da iznosi 720 do 750 kg/m<sup>3</sup>. Prema američkim ispitivanjima gustina briketa(peleta) iznosi 400 do 450 kg/m<sup>3</sup>, pri sadržaju vlažnosti sena do 25% i slame do 20%. Briketi proizvedeni od materijala dužine 50 do 70 mm mogu da imaju dovoljnu sabijenost, ali im je čvrstoća mala. U takvim slučajevima je potrebno povećati pritisak prese iznad 450 bara ili upotrebiti melasu, kao vezivno sredstvo. Upotrebom melase mora se povećati pritisak prese i do 1.000 bara, pošto melasa značajno povećava trenje materijala (zbog lepljivosti). Iz ovoga se vidi da po nekada materijal nije potrebno mnogo usitnjavati, jer se troši mnogo energije za usitnjavanje.

Veličina pritiska prese se određuje na osnovu fizičkih svojstava materijala. Povećanom pritisku odgovara veća zbijenost materijala (gustina) i obrnuto. Ispitivanjima je dokazano da optimalan pritisak za briketiranje(peletiranje) sena iznosi od 350 do 450 bara. Dalje povećanje pritiska neznatno povećava zbijenost materijala za konstantnu dužinu materijala. Vreme trajanja pritiska prema Dobiju (cit. Stanković, L, 1964) treba da bude 5 do 10 sekundi, kako bi zbijenost materijala praktično bila konstantna.

Proces peletiranja razvio se pre trideset i pet godina u oblasti pogodnog spremanja krmnog hraniva i koncentrata. Reč „pellet” na engleskom znači loptica, kuglica ili valjak. Dakle, proces peletiranja označava sabijanje ili presovanje usitnjenog kabastog biljnog materijala u pogodan oblik, koji ima značajno manju zapreminu u odnosu na početni materijal (sirovinu). Do danas se najviše peletiralo brašno od lucerke posle procesa dehidracije, kao i krmne smeše (koncentrati).

Peletiranje krmnih smeša daje niz prednosti nad brašnastim (Gajić, V, 1975): smanjenje volumena, lakša manipulacija, nema dekonponovanja, smanjenje rastura, lakše skladištenje, itd. Prečnik pelete je različit i iznosi od 2 do 20 mm, ponekad i više, u zavisnosti za koje životinje se sprema. Tako za piliće prečnik peleta je do 3 mm, za živinu i ribe do 5 mm, za prasad do 8 mm, svinje 8 mm, dok za preživare prečnik pelete može da iznosi 10 mm i više.

Procesu peletiranja prethodi termička priprema brašnaste hrane vodenom parom u specijalnom kondicioneru. Dejstvom pare na skrob ovaj postaje lepljiv i pomaže u procesu formiranja peleta. Tu ulogu ima i melasa, kao i neke druge materije, koje se kao tečna komponenta dodaju u kondicioner. Celuloza otežava proces peletiranja i zbog toga su potrebne velike snage motora na presama za kabastu hranu za preživare, kao i za peletiranje brašna od lucerke. Na sl. 1.5 prikazana je šema procesa peletiranja stočne hrane.

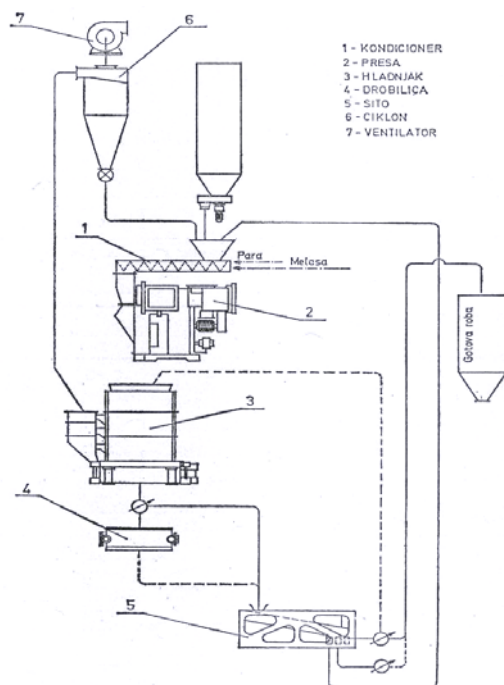
Proces briketiranja ima isti cilj kao i proces peletiranja, ali briketi nisu samo okruglog preseka kao peleti, nego pravougaonog ili valjkastog i većih su dimenzija.

*Peletiranje.* Radi smanjenja gubitaka karotina i drugih labilnih sastojaka, uštede ambalaže, skladišnog prostora, troškova transporta i dr. primenjuje se peletiranje, pomoću specijalnih presa – peletirki. Pelete su u obliku valjka, dimenzija: prečnik 4,7 do 19 mm, dužine cca 2 x d (prečnik), Vlahović, M, 1975. Vezivno sredstvo za lucerku pri peletiranju nije potrebno, izuzev kod povećanog sadržaja vlage u materijalu. Za peletiranje drugih sirovina postoji niz vezivnih sredstava, među njima je najvažnija melasa, sredstva na bazi lignosulfonata, itd. U zavisnosti od vezivnog sredstva, dodata količina varira od 0,5 do 5%.



Postupak kod izrade peleta.

Brašno se iz mlina transportuje u ciklon(sl. 1.5, poz. 6) i preko regulacionog dozatora ispušta u presu(poz. 2), gde se prethodno vrši mešanje sa antioksidantima, parom ili vodom. Tako pripremljena masa dolazi u pužni potiskivač, a zatim pod rotacioni valjak, koji masu potiskuje kroz matricu (kalup-poz. 2). Matrica ima na svom obodu (prstenu) otvore u kojima se formiraju pelete debljine otvora matrice. Iz prese, preko elevatora, pelete odlaze u hladnjak gde se hlade(poz. 3). Iz hladnjaka pelete odlaze u sito(poz. 5), gde se vrši prosejavnje. Cele pelete se transportuju na automatsku vagu i uvrećavanje – automatsko ili ručno. Oštećene pelete iz sita se ponovo vraćaju u proces.



Sl. 1.5. Šema procesa peletiranja brašnaste stočne hrane

(1 - pužni kondicioner, 2 - presa, 3 - hladnjak, 4 - drobilica, 5 - rotaciono sito, 6 - ciklon, 7 - ventilator)

**Briketiranje.** Briketiranje ima isti zadatak kao peletiranje. Lucerka se ne melje, već se uz povećani sadržaj vlage ili dodate melase, briketira u brikete prečnika 20 – 22 mm i dužine 50 – 70 mm.

**Skladištenje.** Pakovanje peleta od lucerkinog brašna obavlja se obično u troslojne papirne vreće dimenzija 60 x 120 cm. U jednu takvu vreću stane 45 – 50 kg peleta. Transport vreća može da se obavlja putem paleta, trakastih transportera, prikolica i kamiona.

## Literatura

- [1] Gajić, V: Industrijska proizvodnja krmnih smeša, Edicija: „Stočna hrana”, Izdavač: NIP „Mala poljoprivredna biblioteka”, Beograd, 1975, s. 45 – 102,
- [2] Stanković, L: Mašine i uređaji u stočarstvu, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 1964, s. 363,
- [3] Vlahović, M: Peletiranje, briketiranje i skladištenje, Edicija: „Stočna hrana”, Izdavač: NIP „Mala poljoprivredna biblioteka”, Beograd, 1975, s. 31 – 32.

---

## STUDIJA

## 2. CILJ I ZADATAK STUDIJE

*Dr Miladin Brkić, red. prof,*

Poznato je da briketiranje biomase u energetske svrhe u Vojvodine je počelo sredinom osamdesetih godina prošlog veka. U to vreme bilo je izgrađeno osam pogona za briketiranje. Početkom devedesetih godina sa briketiranjem poljoprivredne biomase se stalo iz više razloga. Briketirala se samo piljevina. Poslednjih godina obnovljen je postupak briketiranja poljoprivredne biomase u energetske svrhe . Uglavnom se eksperimentisalo sa briketiranjem biomase. 2007. godine započeto je peletiranje biomase. U poslednje dve godine izgrađeno je nekoliko briketirnica i peletirnica biomase.

Cilj ove Studije je da prikupi potrebne podatke i iskustva iz briketiranja i peletiranja biomase, da utvrdi stanje u kojem se trenutno nalazi Vojvodina u odnosu na Evropu i da definiše pravac, tj. konkretno smer u kom treba dalje razvijati tehnologije i tehniku briketiranja i peletiranja biomase.

Zadaci studije su definisani Ugovorom br. 401-01355 od 25.maja 2007 god. koji je potpisan između Pokrajinskog sekretarijata za energetiku i mineralne sirovine i Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. U Ugovoru je definisano 18 radnih zadataka. Svi zadaci su navedeni u sadržaju ove Studije. Prvi zadatak je obeležen rednim brojem 3. Raspoloživi potencijali otpadne biomase iz poljoprivrede, šumarstva i industrije prerade drveta (drvni otpad-piljevina) i tako dalje do broja 20. Zaključci i preporuke za korišćenje peleta i briketa.

### 3. RASPOLOŽIVI POTENCIJALI OTPADNE BIOMASE IZ POLJOPRIVREDE, ŠUMARSTVA I INDUSTRIJE PRERADE DRVETA

*Dr Miladin Brkić, red. prof, dr Todor Janić, vanr. prof.*

#### 3.1. RASPOLOŽIVI POTENCIJALI OTPADNE BIOMASE IZ POLJOPRIVREDE

##### 3.1.1. Uvod

Kada se govori o biomasi u poljoprivredi onda se, pre svega, misli na biljne ostatke iz biljne, voćarske i vinogradarske proizvodnje. Procenjeno je da se svake godine u Srbiji proizvede ukupna količina od 12,5 miliona tona biomase, od toga u Vojvodini 9 miliona tona (72%). U tab. 3.1 dat je pregled potencijalne količine biomase u Srbiji (Brkić, M. i Janić, T, 1998).

Postoje velike mogućnosti za korišćenje biomase u poljoprivredi: za proizvodnju humusa (zaoravanjem), stajnjaka (prostiranjem), stočne hrane (bez tretiranja, sa tretiranjem hemijskim sredstvima, mešanjem sa proteinskim hranivima i dr.), toplotne energije (loženjem), građevinskog materijala (razne presovane ploče i kocke), delova nameštaja (ploče „iverice”), alkohola (vrenjem), biogasa (anaerobnim vrenjem), za proizvodnju papira i ambalaže, sredstava za čišćenje metalnih površina (poliranjem), pudera i drugih kozmetičkih sredstava, ukrasnih predmeta (tapiserija, slamnatih šešira, i dr.) i za druge svrhe.

##### 3.1.2. Diskusija

Između ratara, stočara, tehnologa, mašinaca, ekonomista i ostalih potencijalnih korisnika biomase postoje oprečna mišljenja u koje svrhe bi se mogla najkorisnije upotrebiti biomasa. Ratari smatraju da najveći deo biomase treba zaorati i na taj način povećati plodnost zemljišta, stočari smatraju da treba biomasu koristiti za prostirku i proizvodnju stočne hrane, i sa stajnjakom povećati plodnost zemljišta, tehnolozi smatraju da od biomase treba proizvoditi alkohol, termičari smatraju da biomasu treba koristiti za proizvodnju toplotne energije, itd. Kako pomiriti sve ove struke. Poznato je da biomase ima u ogromnim količinama, da se obnavlja svake godine i da se neracionalno koristi. Najčešće se spaljuju velike količine biomase na njivi, što je zakonom zabranjeno. To znači da za sve privredne delatnosti postoje dovoljne količine biomase.

Mogao bi se napraviti kompromis da se 1/4 biomase zaorava ili kroz prostirku vraća njivi, od 1/4 proizvodi stočna hrana, 1/4 koristi za grejanje objekata i 1/4 za ostale svrhe (u industriji alkohola, nameštaja, građevinskog materijala, papira, ambalaže, kozmetičkih sredstava i dr.).

Tabela 3.1: Potencijalne količine biomase u Srbiji

Red. br.	Kultura	Površina (10 <sup>3</sup> ha)	Prinos proizvoda (t/ha)	Odnos mase	Ukupno biomase (10 <sup>3</sup> t)
1.	Pšenica	850	3,5	1:1	2.975
2.	Ječam	165	2,5	1:1	412,5
3.	Ovas	16	1,6	1:1	25,6
4.	Raž	5	2,0	1:1,2	12
5.	Kukuruz	1.300	5,5	1:1	7.150
6.	Semenski kukuruz	25	2,3	1:1,5	86,25
7.	Oklasak*	-	-	1:0,2	1.430
8.	Suncokret	200	2.0	1:2	800
9.	Ljuske suncokreta	-	-	1:0,3	120
10.	Soja	80	2,0	1:2	320
11.	Uljana repica	60	2,5	1:2	300
12.	Hmelj	1,5	1,6	1:3,3	7,92
13.	Duvan	3	1,0	1:0,35	1,05
14.	Voćnjaci	275	1,05	-	289,44
15.	Vinogradi	75	0,95	-	71,55
16.	Stajnjak**	-	-	-	110,0
	UKUPNO:	3055,5			12.571,31

\* Masa oklasaka je uračunata u masu kukuruzovine

\*\* Masa tečnog stajnjaka nije uračunata u ukupnu količinu biomase

Slama od žitarica i uljarica može da se upotrebi za proizvodnju papira i ambalaže, za prostirku i sagorevanje. Oklasak od kukuruza može da se koristi za proizvodnju stočne hrane, za sagorevanje, za sredstva za čišćenje metalnih površina i za kozmetička sredstva. Ljuske suncokreta mogu da se koriste za proizvodnju stočne hrane (sačma, pogače) i za sagorevanje (proizvodnju toplotne energije). Glave i stabjike suncokreta, ukoliko bi se u pogodnom obliku ispresovale (u bale ili brikete), mogle bi da se koriste za sagorevanje. Stabljike od hmelja i duvana mogu da se iskoriste za proizvodnju toplotne energije ili da se zaoru. Orezane grane voćaka i vinove loze najpogodnije se mogu upotrebiti za loženje.

Najveći deo biomase čini kukuruzovina. Ona se može koristiti kao stočna hrana, zaoravati u cilju povećanja plodnosti zemljišta, sagorevati i koristiti u industriji nameštaja. Kukuruzovina kao stočna hrana može da se upotrebi u više oblika: suva kukuruzovina, skladištena u snopovima na njivi ili na ekonomskom dvorištu; balirana kukuruzovina, skladištena u kamare; kukuruzovina u rinfuzi, skladištena u šupe; silirana sveža kukuruzovina; dehidrirana ili sušena kukuruzovina u dehidratorskim postrojenjima i ventilatorskim sušarama, sa ili bez hranljivih dodataka. Da bi se kukuruzovina intenzivnije koristila za stočnu hranu, potrebno je da se oplemeni. Naime, poznato je da se ćelije celuloze i hemiceluloze kod stabla kukuruzovine nalaze u ligninskom kompleksu. Zbog lignifikacije (inkrustiranja) ovih ćelija, stablo kukuruzovine nije pogodno za samolepljenje. Zbog toga je potrebno obaviti hemijski tretman kukuruzovine sa NaOH ili NH<sub>4</sub> radi delignifikacije ćelija celuloze i hemiceluloze.

Energetska vrednost kukuruzovine kao biogoriva je visoka. Veća je od lignita i iznosi oko 16.600 kJ/kg. Zbog toga, kukuruzovina može da se koristi za dobijanje toplotne energije potpunim ili nepotpunim sagorevanjem (gasifikacijom). Gasifikacijom kukuruzovine postiže se visok stepen korisnosti postrojenja. Proizvedeni biogas može direktno da se koristi u toplotne svrhe. Prečišćen i ohlađen gas može da se koristi za pogon motora sa unutrašnjim sagorevanjem.

Kukuruzovina je sa: oklaskom, komušinom (ogrizinom) i metlicom dugo vremena bila jedino gorivo za zagrevanje seoskih domaćinstava. Drvo je korišćeno samo za potpalu, a uglj za održavanje vatre. Promenom konstrukcije klasične peći, u kojoj bi se vršilo potpuno sagorevanje kukuruzovine sa povišenim stepenom iskorišćenja toplotne energije, mogao bi da se reši problem grejanja velikog broja domaćinstava, kako u selu tako i u prigradskim naseljima. Nisu neostvariva ni savremena rešenja kotlova, koja bi na automatizovan način sagorevala kukuruzovinu. Pored navedenog, postoje velike mogućnosti za korišćenje kukuruzovine za sušenje poljoprivrednih proizvoda. Za ovu namenu potrebno je da se sačuva, često vlažna, balirana kukuruzovina, sve do njene upotrebe.

Pojedini sastavni delovi kukuruzovine mogu da posluže kao sirovina za dobijanje različitih industrijskih proizvoda. Na primer, preradom kukuruzovine mogu da se dobiju sledeći proizvodi: građevinski materijal (ploče vlaknatice, omakal ploče, stramit ploče, ploče za tavanice, presovane kocke i dr.), nameštaj, ambalaža, papir, alkohol itd.

Ako se kukuruzovina ostavlja u polju, sitni i zaorava, kao organsko đubrivo poboljšava strukturu zemljišta, vodno-vazdušni režim, toplotne osobine i održava plodnost zemljišta. Korišćenje ovog postupka za povećanje plodnosti zemljišta bilo je dovedeno u pitanje, jer je potrebno dodatno đubrenje zemljišta sa azotom, koji omogućava mikrobiološku razgradnju celuloze iz biomase.

Koja će od navedenih mogućnosti upotrebe kukuruzovine da se koristi u praksi zavisi od ekonomskog bilansa. Zbog toga treba sve činjenice uzeti u obzir pri projektovanju proizvodnog sistema u praksi.

U tab. 3.2 dati su podaci o energetsom potencijalu biomase u Srbiji, na Vojvodinu otpada 72%. Za obračun uzeto je da se od ukupne proizvedene količine biomase može za proizvodnju toplotne energije upotrebiti 1/4 biomase. Donje toplotne moći za pojedine vrste biomase uzete su iz literaturnih podataka. Na osnovu ovih podataka izračunata je ekvivalentna količina ulja za loženje koja se može uštedeti korišćenjem biomase u toplotne svrhe. Iz tabele se može videti da od ukupne količine biomase namenjene za toplotne svrhe  $3.880,57 \times 10^3$  tona može da se uštedi ekvivalentna količina od  $1.317,51 \times 10^3$  tona lakog ulja za loženje. Identična masa dizel goriva koristi se u celokupnoj poljoprivrednoj proizvodnji u Srbiji.

### 3.1.3. Konstatacije

Na osnovu navedenih podataka može sledeće da se zaključi:

Ukupni potencijal biomase u Srbiji iznosi 12,5 miliona tona godišnje, a u Vojvodini 9 miliona tona ili 72%. Od ove količine 1/4 biomase može da se koristi za zaoravanje ili kao prostirka za proizvodnju stajnjaka u cilju povećanja plodnosti zemljišta, 1/4 može da se koristi za proizvodnju stočne hrane, 1/4 za proizvodnju toplotne energije i 1/4 za ostale svrhe.

Od ukupne količine biomase namenjene u toplotne svrhe  $2.794 \times 10^3$  tona može da se uštedi ekvivalentna količina od  $948,6 \times 10^3$  tona ekstra lakog ulja za loženje. Identična količina dizel goriva troši se u celokupnoj poljoprivrednoj proizvodnji u Vojvodini.

Potrebe za toplotnom energijom u poljoprivredi su značajne. Toplota je potrebna za: zagrevanje objekata (plastenika, staklenika, farmi i radionica), sušenje poljoprivrednih proizvoda i za tehnološke procese finalizacije poljoprivrednih proizvoda.

Tabela 3.2: Energetski potencijali biomase u Srbiji

Red. br.	Biomasa	Biomasa za sagorevanje (25% od ukupne) (10 <sup>3</sup> t)	Donja toplotna moć (MJ/kg)	Ekvivalentna vrednost lakog ulja za loženje (10 <sup>3</sup> t)
1.	Pšenična slama	743,75	14	247,92
2.	Ječmena slama	103,13	14,2	34,87
3.	Ovsena slama	6,4	14,5	2,21
4.	Ražena slama	3,0	14	1,00
5.	Kukuruzovina	1.787,5	13,5	574,55
6.	Kukuruzovina semenskog kukuruza	21,56	13,85	7,11
7.	Oklasak	357	14,7	124,95
8.	Stabljika suncokreta	200	14,5	69,05
9.	Ljuske suncokreta	30	17,55	12,54
10.	Slama od soje	80	15,7	29,90
11.	Slama od uljane repice	75	17,4	31,07
12.	Stabljika hmelja	1,98	14	0,66
13.	Stabljika duvana	0,26	13,85	0,09
14.	Ostaci rezidbe u voćnjacima	289,44	14,15	97,5
15.	Ostaci rezidbe u vinogradima	71,55	14	23,85
16.	Stajnjak	110,0	23,00	60,24
	UKUPNO:	3.880,57	14,26	1.317,51

Korišćenjem biomase iz poljoprivrede za poljoprivredu povećava se stepen energetske autonomnosti poljoprivrede. Poljoprivreda je, inače, proizvodnja kod koje su ulaganja energije manja od dobijene (proizvedene) energije. Postoje kompetentni kadrovski potencijali i proizvodno iskustvo za gradnju postrojenja za sagorevanje biomase. Takođe, postoji dragoceno višegodišnje iskustvo u eksploataciji značajnog broja postrojenja za sagorevanje biomase u cilju proizvodnje toplotne energije.

### Literatura

- [1] Brkić, M, Alimpić, M, Đukić, Đ: Neke mogućnosti korišćenja nekonvencionalnih izvora energije u poljoprivredi i prehrambenoj industriji. Zbornik radova sa VI savetovanja stručnjaka poljoprivredne tehnike Vojvodine, Vojvođansko društvo za poljoprivrednu tehniku, Dubrovnik, 1979, s. 573-584,
- [2] Brkić, M: Korišćenje nekih nekonvencionalnih izvora energije u protekloj deceniji u Vojvodini, časopis: „Savremena poljoprivredna tehnika”, VDPT, Novi Sad, 12(1986)3, s. 81-85,
- [3] Brkić, M: Određivanje zakonitosti promene otpora čestica pri strujanju vazduha kroz sloj kukuruzovine u zavisnosti od načina pripreme materijala za skladištenje, Doktorska disertacija, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1986, s. 160,

- [4] Brkić, M, Janić, T: Prikupljanje, skladištenje i briketiranje biomase u poljoprivredi, Zbornik radova sa I savetovanja: „Značaj i perspektive briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Šumarski fakultet Beograd, Savezno ministarstvo za nauku, razvoj i životnu sredinu, Vrnjačka Banja, 1996, s. 15 – 24,
- [5] Brkić, M, Janić, T: Mogućnosti korišćenja biomase u poljoprivredi, Zbornik radova sa II savetovanja: „Briketiranje i peletiranje biomase u poljoprivredi i šumarstvu”, Regionalna privredna komora iz Sombora i „Dacom” iz Apatina, Sombor, 1998, s. 5 – 9,
- [6] Ninić, N, Oka, S: Sagorevanje biomase u energetske svrhe, Jugoslovensko društvo termičara, „Naučna knjiga”, Beograd, 1992, s. 103.

### **3.2. RASPOLOŽIVI POTENCIJALI OTPADNE BIOMASE IZ ŠUMARSTVA I INDUSTRIJE PRERADE DRVETA (DRVNI OTPAD-PILJEVINA)**

U ovom delu studije prikazaće se stanje šuma u Vojvodini. Sadašnja površina šuma, šumskog zemljišta i zaštitnog zelenila u Vojvodini iznosi 179.151 ha. Od te površine pod šumama se nalazi 137.094 ha, a pod zaštitnim zelenilom 9.156 ha. Tako zastupljenost šuma, šumskih zemljišta i zaštitnog zelenila iznosi 8,33% u odnosu na ukupnu površinu, a stvarna šumovitost 6,79% (Danon, G, et al, 2003).

Šume u Srbiji zauzimaju 27%, a u Sloveniji 60% ukupne teritorije. Dakle, šumske površine u Vojvodini bi se mogle i morale udvostručiti. Projekti za pošumljavanje su urađeni, ali nedostaju sredstva za finansiranje ovog obimnog posla. Sopstvenim novcem „Vojvodinašume” godišnje zasade 2.000 ha šuma i to ih košta 500 do 600 miliona dinara, što je za ovo preduzeće veliki novac, a radi se o vrlo skromnim površinama za Pokrajinu. „Vojvodina šume“ danas gazduju sa 130.000 ha šuma, a 40.000 ha se nalazi u vlasništvu Nacionalnog parka „Fruška gora”, drugih preduzeća i privatnih vlasnika.

Danas su šumski zasadi u Vojvodini gotovo isključivo prostorno svedeni i ograničeni na uske lokalitete duž rečnih tokova, zatim na pribrežne i brdske predele Fruške gore i Vršackog brega i na prostore Deliblatskog peska i Subotičko-horgoške peščare. Na ovim prostorima se nalazi oko 90% površina šuma i zaštitnih zasada, a samo oko 10% površina rasuto je po poljima Vojvodine. Ako se ovim malim površinama šuma koje su rasute po vojvodjanskim poljima doda oko 11.600 km zelenih drvoreda, onda stvarna obraslost vojvodjanskih polja iznosi samo oko 1,5% od ukupne poljoprivredne površine.

Vojvodina je izrazito ravničarsko i poljoprivredno područje. Polazeći od toga i uvažavajući sve druge karakteristike i specifičnosti, razmatranje pitanja optimalne šumovitosti mora početi od toga, da ona treba da obezbedi najpotpunije i raznovrsno zadovoljenje potreba privrede u drvetu i opštu zaštitu teritorije, odnosno zaštitu i unapredjivanje životne sredine. Odredjivanje optimalne šumovitosti Vojvodine, koja će biti u funkciji zadovoljavanja potreba društva u drvetu i svih drugih infrastrukturnih potreba, moguće je bez obzira na njen ravničarski karakter. Ta nelogičnost može se objasniti činjenicom da je uzgoj mekih lišćara (topola i vrba) najdinamičniji razvojni deo šumarstva, a da je njihovo drvo, zahvaljujući tehnologiji prerade, dobilo svestranu, samostalnu upotrebu i da više nije supstitut za drvo drugih vrsta drveća, pa se sve više traži na tržištu. Da se ne polazi od takvog saznanja ne bi se moglo govoriti o optimalnoj šumovitosti Vojvodine, nego samo o „zaštitnoj” šumovitosti vojvodjanske ravnice sa poljoprivrednom namenom.

Tako se optimalna šumovitost u specifičnim uslovima Vojvodine određuje na 14,32%. Kod ovako određene šumovitosti postojeća površina šuma i zaštitnog zelenila po glavi stanovnika u Vojvodini iznosila bi 0,16 ha. Ovako određena optimalna šumovitost Vojvodine bila bi veća za 5,99% od sadašnje šumovitosti, koja iznosi 8,33% (0,09 ha/stanovniku).

Polazeći od činjenice da su topole i vrbe brzorastuće vrste drveća, koje se gaje veštačkim putem osnivanjem različitih oblika zasada, uslovljenih namenom proizvodnje određene količine i vrste sortimenata, kao i činjenica da na području Vojvodine i drugih ravničarskih krajeva u Srbiji postoji dovoljno prostora u kojima vladaju optimalni uslovi za gajenje topola i vrba, a to sve skupa sa stečenim dosadašnjim iskustvima i rezultatima sopstvenog naučno-istraživačkog rada u ovoj oblasti, predstavlja realni potencijal da se u postojećim zasadima obezbede dovoljne količine drveta za rad postojećih preradnih kapaciteta, a osnivanjem novih namenskih zasada za proizvodnju celuloznog drveta i drveta za energetske potrebe na novim površinama obezbede i dodatne količine ove sirovine za postepeni razvoj.

U tabeli 3.3, prikazan je obim seča u državnim šumama Vojvodine za deset godina, ne računajući šume Nacionalnih parkova. Učešće šuma Nacionalnih parkova u ukupnom šumskom fondu Vojvodine je oko 10%, a saglasno tome je i njihovo učešće po potencijalu, obimu seča, strukturi i dr.

*Tabela 3.3: Pregled ukupne proizvodnje drvnih sortimenata u periodu 1992 – 2001 god. u državnim šumama Vojvodine (bez šuma Nacionalnih parkova) (u 000 m<sup>3</sup>)*

Vrsta proizvodnje	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Neto drvni sortiment	286,3	210,0	231,2	363,9	362,7	380,9	422,7	370,8	521,7	396,6
Tehnički oblo drvo	141,4	95,0	109,8	214,6	210,0	251,0	268,8	228,9	304,3	243,6
Prostorno drvo	144,9	115,0	121,4	149,3	152,7	129,9	153,9	141,9	217,4	153,0

Izvor: dokumentacija JP "Srbijašume", Beograd

Na osnovu iskazanih podataka može se zaključiti da je izvršeni obim seča u šumama Vojvodine u periodu 1985-1989. god. bio za oko 17% manji od mogućeg. U godinama koje su sledile (1992 - 2001), došlo je do značajnog prosečnog pada proizvodnje, naročito u državnim šumama. Taj pad proizvodnje je iznosio oko 48% u odnosu na prosečnu proizvodnju u rečenom petogodišnjem periodu.

Kako se može videti iz navedenih prikaza o izvršenom obimu seča u navedenom desetogodišnjem periodu, izvršeni obim seča u državnim šumama je znatno ispod mogućeg, a koji je ustanovljen osnovama za gazdovanje šumama. Obim seča se u državnim šumama bez nacionalnih parkova, bez značajnijih kolebanja kretao oko proseka od 354.694 m<sup>3</sup>, što jasno ocrta privredni ambijent u oblasti proizvodnje i potrošnje drveta. Ta konstatacija se u manjoj meri odnosi na privatne šume, s obzirom na veliku sposobnost privatnog sektora da se prilagodi tržišnim uslovima.

Danas „Vojvodinašume” godišnje poseku 500.000 m<sup>3</sup> drveta, namenjenog uglavnom domaćem tržištu, i to je 97% od onoga što je odgovarajućim propisima dozvoljeno za seču. Pošto je potražnja drveta izuzetno velika, ovo preduzeće ne može da podmiri ni sve domaće proizvođače, tako da nema prostora za izvoz drveta. Naime, izvozi se samo celuloza od kada je sremskomitrovačka fabrika "Matroz" prestala da radi.

Prema raspoloživim podacima u Vojvodini i ravničarskim delovima Srbije pod različitim oblicima zasada i prirodno nastalih sastojina topola i vrba nalazi se 53.971 ha. Procenjena drvena masa topola i vrba iznosi 8,3 miliona m<sup>3</sup>, što u odnosu na ukupnu drvenu masu šuma iznosi 2,7%. Godišnji prirast topola i vrba je oko 355.000 m<sup>3</sup>, a to je oko 11% od ukupnih seča u Srbiji.

Korisnici koji gazduju topolama i vrbama su šumarske i vodoprivredne organizacije (državna preduzeća) sa 80%, i poljoprivredne organizacije (društveni sektor) sa 8%, privatni i



ostali sektor sa 12%. Struktura površina i drvnih masa po vrstama, uzgojnom obliku i korisnicima prikazana je u tabeli 3.4.

Navedeni podaci o površinama se odnose na šume i zasade topola koji su evidentirani u statistici, a isti se Zakonom o šumama vode kao šume. Međutim, posebno u Vojvodini, topole su masovno sadjene kao drvoredi, manje grupe i pojedinačna stabla uz puteve, manje reke, lokalne puteve, oko ekonomija i slično. Podataka o ovim (neto) površinama, kao i drvnim masama u statistici nema, niti su u bilansima prikazani.

Tabela 3.4: Površine i drvene mase po vrstama i korisnicima

Vrsta	Evroameričke topole			Domaće topole i vrbe			Svega		
	P (ha)	V (000) (m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> /ha)	P (ha)	V (000) (m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> /ha)	P (ha)	V (000) (m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> /ha)
Šumarstvo	30.025	5.112	172	7.981	1.053	132	38.006	6.165	162
Vodoprivr.	1.537	210	137	2.810	371	132	4.347	606	142
Poljoprivr.	3.835	571	149	388	35	90	4.223	606	142
Ostali	477	72	151	772	94	121	1.249	166	133
Privatno	1.570	239	113	4.576	549	120	6.146	788	128
Svega	37.444	6.204	166	16.527	2.102	127	53.971	8.306	154

Izvor: dokumentacija JP "Srbijašume", Beograd

Od ukupne površine pod topolama i vrbama od 53.971 ha, zasadi evroameričkih topola zauzimaju 37.444 ha (70%), domaće topole (crna i bela topola) 1.322 ha (2%), vrbe 15.205 ha (28%). Po načinu uzgoja plantažni uzgoj topola se obavlja na 13.105 ha (25%), klasični zasadi topola zauzimaju 24.339 ha (45%), klasične kulture vrbe iznose 6.942 ha (13%) a prirodno nastale šume domaćih topola zauzimaju 1.322 ha (2%) i prirodno nastale šume vrba 8.263 ha (15%). Od ukupne površine 53.971 ha zasada i prirodnih šuma topola starosti do 5 godina je 14%, od 6 do 10 godina 18%, od 11 do 15 godina 18%, od 16 do 20 godina 13%, od 21 do 25 godina 17%, od 26 do 30 godina 11% i preko 30 godina 9%.

### 3.2.1. Mogućnosti za povećanje proizvodnje drveta

Prethodno date ocene stanja šuma, kao izrazito nepovoljne, osnova su šumarske razvojne strategije koja ima za ciljeve:

- da popravi stanje postojećih šuma i
- da uveća površinu šumskog fonda.

Ulaganjem u infrastrukturu u šumarstvu, pre svega u otvaranje šuma šumskim komunikacijama, stvorile bi se mogućnosti za korišćenje šuma na celokupnom prostoru Vojvodine. Time bi se stvorile mogućnosti da se iskoristi celokupni sečivi etat, što danas nije moguće. Pored toga, povećanje obima seča uslovljeno je odgovarajućom tražnjom, kao i odgovarajućim cenama šumskih sortimenata. Sadašnji privredni ambijent se može oceniti kao nepovoljan za značajnije povećanje proizvodnje u šumarstvu Vojvodine.

Procenjuje se da bi se raznim meliorativnim merama u narednom srednjoročnom periodu, pored drugih dobitaka, postojeći šumski fond mogao dovesti u približno optimalno stanje, što bi kao krajnji efekat imalo proizvodnju još oko 7.000.000 m<sup>3</sup> drveta u narednih deset godina.

Uvažavajući navedene činjenice koje uslovljavaju planiranje seča, tokom narednih 10 godina u prirodnim sastojinama i zasadima topola i vrba ovim planom za seču je predviđeno

25.000 ha, što iznosi oko 93% od površina šuma topola i vrba starosti preko 15 godina. Planirani obim seča:

Procenjena drvena masa na 25.000 ha iznosi 5.900.000 m<sup>3</sup>.

Prirast drvene mase na 25.000 ha x 10 m<sup>3</sup>/ha x 5 godina 1.250.000 m<sup>3</sup>.

Svega sečiva bruto masa u narednih 10 godina 7.150.000 m<sup>3</sup>.

U postojećem fondu topola i vrba nalazi se oko 15.000 ha zasada topola i vrba starosti do 10 godina. Oko polovine istih zasada je u gustinama koje zahtevaju prorede, a to obezbeđuje proizvodnju sledeće drvene mase:

5.000 ha zasada topola x 85 m<sup>3</sup>/ha 425.000 m<sup>3</sup>.

2.000 ha zasada vrba x 60 m<sup>3</sup>/ha 120.000 m<sup>3</sup>.

Svega: 7.000 ha za proredu zasada topola i vrba 545.000 m<sup>3</sup>.

Na osnovu iznetih pokazatelja o planiranim čistim sečama i proredima u mlađim zasadima topola i vrba u narednom periodu od 10 godina, moguća proizvodnja drvnih masa iznosi: 7.795.000 m<sup>3</sup> bruto drvene mase.

Primenjeni metod ocene mogućnosti proizvodnje drveta u postojećim šumama i zasadima topola i vrba u narednih 10 godina uvažava sve relevantne faktore, koji su u funkciji unapređenja postojećeg stanja topola i vrba, s tim što se sa sečom mora ući u manje produktivne šume koje su uglavnom prestarele, u kojima dominira prostorno - celulozno drvo.

Nakon realizacije godišnjeg etata u šumama topola i vrba ostaje 93.500 m<sup>3</sup> drvnog materijala koji se trenutno ne koristi. Isti se nakon određenog prilagođavanja (iveraja) može koristiti kao energetska gorivo za različite namene.

Iznete činjenice koje ukazuju na efekte u realizaciji navedenog plana proizvodnje drveta topola i vrba do 2010. godine upućuju na zaključak da je ovaj program od šireg društvenog značaja i da država mora obezbediti razne stimulatívne mere i normativno-zakonskim putem regulisati gazdovanje društvenim dobrom, koje je (šuma) u najvećoj meri državna svojina.

### 3.2.2. Potrošnja trupaca u preduzećima za preradu drveta

Regionalna zastupljenost preduzeća drvene industrije je relativno dobra, odnosno poklapa se sa raspoloživom sirovinom osnovom i potrebama stanovništva Vojvodine. U pojedinim regionima, kao što je Srem, zahvaljujući ranijoj politici korišćenja sredstava iz Fonda za nerazvijene, drvena industrija se relativno dobro razvila. Raspoloživi tehnički kapaciteti u preradi drveta se koriste sa 49,3% u primarnoj i 38,2% u finalnoj preradi drveta, a radno vreme uposlenih sa oko 56 %. To je razlog što su, kao osnova za procenu snage drvene industrije u nekoj od oblasti, uzete godišnje količine prerađenog drveta, a ne instalisani kapaciteti za preradu.

Podaci o potrošnji trupaca dati su u tabeli 3.5. Utrošene količine su podeljene prema vrsti proizvoda i date su za svaku od vrsta drveta posebno. U pregled nisu uključeni ostali meki i tvrdi lišćari, a pod pojmom četinari misli se pre svega na jelu i smrču.

Tabela 3.5: Potrošnja trupaca u preduzećima za preradu drveta (po nameni i vrsti drveta) u m<sup>3</sup>

Red. br.	Vrsta prerade	Bukva	Hrast	Četinari	Topola	Zbirno
1.	Zbirno	17.608	13.135	0	289.776	320.519
2.	Pilanska	17.608	13.135	0	123.785	154.528
3.	Furnir ploče	0	0	0	165.991	165.991
4.	Hemijska	0	0	0	0	0

Navedeni podaci se odnose na 2001. godinu. Uz ovu količinu treba dodati trupce koje je otkupila trgovina i čija dalja sudbina nije poznata. Deo ovih trupaca je otišao za potrebe malih preduzeća, u građevinarstvo i druge privredne grane.

### 3.2.3. Drvni ostaci u šumarstvu i industriji prerade drveta

#### *Drvni ostaci u šumarstvu*

Iz bruto zapremine posečenog drveta izrađuju se dve grupe sortimenata: tehničko oblo drvo i "prostorno" drvo. U toku njihove izrade javlja se ostatak koji ostaje u šumi. Može se računati da se u proseku dobija 82% do 88 % tehničkog oblog i "prostornog" drveta, a da drvni ostatak čini 12% do 18 % od bruto drvene zapremine. Pored ovog ostatka, u šumi na svakih 100 m<sup>3</sup> krupnog drveta ostane i 15 m<sup>3</sup> sitne granjevine i oko 25 – 30 m<sup>3</sup> panjevina i korenja.

Na osnovu rečenog, stablo se sastoji od nekoliko kategorija drveta: tehničko (oblo) drvo 24%, „prostorno” drvo 34%, kora oblovine 4%, šumski ostatak sa korom 9%, sitna granjevina sa korom 11% i panjevina sa žilama 18%. Prilikom pravljenja bilansa zanemareni su lišće i četine, čije se učešće kreće u granicama od 1,5 – 4% od bruto zapremine posečenog drveta.

Iz navedenih podataka se vidi da u ukupnoj zapremini stabla tehničko oblo i „prostorno” drvo učestvuju u proseku sa 58%, a da ostatak pri proizvodnji drvnih sortimenata u šumi i neiskorišćeni deo grana i panja čine 42%. To znači da bi, ukoliko bi se iskoristio kompletan potencijal šuma Vojvodine, na raspolaganju za korišćenje u različite svrhe moglo biti još oko 3 miliona kubnih metara drveta. Radi se o sirovoj šumskoj biomasi različitog oblika i veličine, dispergovanoj u pojedinim krajevima Vojvodine. Ova drvena zapremina bi se, obzirom na kvalitet i druge karakteristike, mogla iskoristiti kao izvor energije u izvornom ili transformisanom obliku, naravno ukoliko bi se stvorili odgovarajući uslovi. Na namenu i obim eventualnog korišćenja šumskog ostatka utiču različiti faktori tehničko-tehnološke i ekonomske prirode. Koji bi se deo od ovog ostatka i u kojoj količini mogao iskoristiti, zavisi pre svega od terenskih, sastojinskih i drugih uslova, gde se taj ostatak generiše. U intenzivnim ravničarskim šumskim zasadima tehnički je moguće iskoristiti gotovo 100% drveta iz kategorije drvnog ostatka. Stvarni obim iskorišćenja zavisi i od ekonomskih faktora. Ukoliko bi jedinična cena drvnog ostatka bila odgovarajuća, tehničko-tehnološki problemi oko sakupljanja i transporta preostalih delova stabla drveta posle seče mogao bi se rešiti na zadovoljavajući način.

Potencijalna količina drvnih ostataka iz šuma Vojvodine nameće pitanje mogućnosti i načina njegovog korišćenja. Primera radi, samo krupnog šumskog ostatka pri izradi šumskih sortimenata (isečci, gule, kratice, obradci, brada, stope grana i sl.), ostane u šumi 2,8% od ukupno izrađene neto drvene zapremine šumskih sortimenata bukve. To znači, da se od ukupnog potencijalnog obima seča šuma u Vojvodini, od oko 788.850 m<sup>3</sup> šumskih sortimenata, može očekivati oko 22.088 m<sup>3</sup> krupnog drvnog ostatka, koji se može neposredno ili u transformisanom obliku dalje koristiti.

Struktura potencijalnog šumskog ostatka je sledeća: lišće i iglice 4,7%, panjevina i korenje 41,2%, sitna granjevina 24,6% i okrajci (i piljevina) 29,5%.

#### *Drvni ostatak u preradi drveta*

Industrija prerade drveta koristi drvo u oblom (trupci, oblice) i cepanom obliku. Prema mogućoj nameni drvo za preradu deli se na: drvo za mehaničku preradu i drvo za hemijsku preradu drveta. Mehanička prerada drveta podrazumeva promenu oblika i dimenzija drveta uz upotrebu mehaničkih sredstava (pila, noževa i sl.). Hemijska svojstva drveta pri tome ostaju

nepromenjena. Ulazni materijali za mehaničku preradu su trupci za piljenje, trupci za izradu furnira, oblice i cepanice. Proizvodi mehaničke prerade drveta dele se na dve velike grupe: proizvodi primarne prerade i proizvodi finalne prerade drveta.

U primarnoj preradi oblovinu se prerađuje u pravougaone - bazirane oblike. To su proizvodi koji predstavljaju osnovni materijal za izradu finalnih proizvoda (daske, planke, letve, grede, gredice, furnir, ploče na bazi drveta i sl.). Pod finalnom mehaničkom preradom podrazumevamo preradu primarno obrađenog drveta u predmete namenjene direktnoj upotrebi (nameštaj, ambalaža, građevinska stolarija i sl.).

Hemijska prerada drveta obuhvata postupke kojima se menjaju i hemijski sastav i svojstva drveta. Sirovinu za hemijsku preradu čine oblice, cepanice i deo otpadaka iz šumarstva i prerade drveta. Proizvodi hemijske prerade drveta se mogu svrstati u četiri odvojene grupe:

- proizvodi dobijeni termičkim razlaganjem drveta kao što su: drveni ugalj, generatorski gas i sl,
- proizvodi dobijeni dejstvom različitih hemikalija: celuloza i sl,
- proizvodi ekstrakcije drveta kao što su: terpentinska ulja, štavne materije i sl. i
- drvnoplastične mase: lignoston, lignofol i sl.

Upotrebljeni termin „otpadak” odnosi se na onaj deo drveta koji se ne može koristiti u daljoj preradi za iste svrhe. Međutim, drvo ima toliko različitih primena gde bi se ovaj ostatak mogao iskoristiti, tako da se termin ”otpadak” može samo uslovno koristiti. Otpadak - ostatak u preradi drveta delimo prema veličini na:

#### **a) Krupan**

- Odrubci (pri kraćenju trupaca),
- Okrajci (sa boka trupaca pri piljenju),
- Odsečci (pri obradi dasaka po dužini) i
- Porupci (pri obradi dasaka po širini).

#### **b) Sitan**

- Iverje (nastaje pri tesanju, piljenju ili glodanju),
- Šuška:
  - krupnija (nastaje pri ručnom struganju),
  - sitnija (nastaje glodanjem, bušenjem ili sl.),
- Piljevina (nastaje pri struganju – piljenju),
- Prašina i
- Drveno brašno.

#### **c) Koru**

Kora se pojavljuje kao nemerani otpadak. Ako se trupci prerađuju zajedno sa korom ona povećava zapreminu krupnog i sitnog otpatka svuda gde se trupci prerađuju. Ako su trupci pre primarne prerade oguljeni, onda je kora posebno na raspolaganju, što olakšava njenu eventualnu primenu.

Drvni otpaci se javljaju i u fabrikama hemijske prerade drveta. Oni mogu biti u čvrstom, tečnom i gasovitom stanju. Nastaju u postupku pripreme i u procesu prerade. U fazi pripreme drvo se guli i usitnjava, pa se otpadak pogodan za korišćenje, ako se uopšte pojavljuje, javlja u vidu kore, iverja ili šuški ujednačenih dimenzija. U samom procesu javljaju se lug i isparenja.

### 3.2.4. Bilansi u preradi drveta

Svaka mehanička ili hemijska prerada drveta usmerena je na proizvodnju određenih sortimenata i proizvoda i ima svoj bilans proizvodnje, odnosno bilans korišćenja ulazne sirovine.

#### *Pilanska prerada*

Trupci dovezeni iz šume se obično pre piljenja odkoravaju. Glavni proizvod pilanske prerade je rezana građa. Učešće, karakteristike i struktura otpatka u preradi zavisi od vrste drveta i zahteva kupaca, odnosno plana rezanja. Građa se pre isporuke, ukoliko za to postoji zahtev ili potreba, hidrotermički obrađuje (pari i/ili suši).

U tabeli 3.6 dati su odvojeno bilansi zapreminskog korišćenja dve različite grupe drveća. U prvu grupu su svrstani tvrdi lišćari, a u drugu meki lišćari i četinari.

Tabela 3.6: Bilans utrošenog drveta u pilanskoj preradi

Ulazna sirovina: pilanski trupci	Procentualno učešće (%)	
	Tvrđi lišćari	Meki lišćari i četinari
Glavni proizvod: Rezana građa	50	65
Otpadak	50	35
Ukupno (rezana građa i otpadak)	100	100
Kora	14	14

Krupan otpadak, ukoliko je bez kore i zdrav, može se iskoristiti u proizvodnji ploča iverica ili vlaknatica. Ostatak, piljevina, prašina, kora i krupan otpadak sa korom, može se upotrebiti za loženje.

#### *Proizvodnja furnira i furnirskih ploča*

Pri izradi furnira koriste se dve međusobno različite tehnologije: sečenje i ljuštenje furnira. Sečenjem se dobija plemenit furnir za oblaganje nameštaja. Za ovu namenu se koriste tvrdi lišćari (hrast, orah, bukva, voćkarice...) i to najkvalitetniji tzv. furnirski (F) trupci.

Trupci se pre obrade pile u oblik pogodan za sečenje i hidrotermički pripremaju - pare. Sečeni furnir se nakon izrade suši, seče u formate i pakuje, prema određenom planu, u pakete spremne za isporuku. Za izradu ljuštenog furnira koriste se uglavnom topolovi i bukovi trupci (za koji je bilans prikazan u tabeli 3.7, ali i druge vrste kao što su breza, jela, smrča i sl.). Trupci se pre ljuštenja mogu, ali i ne moraju hidrotermički pripremiti. Ljušteni furnir je namenjen za oblaganje neizloženih površina kod nameštaja, za izradu furnirskih ploča i ambalaže.

Tabela 3.7: Zapreminski bilans utrošenog drveta pri proizvodnji furnira

Ulazna sirovina: furnirski trupci	Zapreminsko učešće (%)		
	Sečeni furnir		Ljušteni furnir
	hrast	orah	bukva
Glavni proizvod: furnir	39,7	36,2	55
Otpadak	60,3	63,8	45
Ukupno (furnir i otpadak)	100	100	100
Kora	16	14	14

U tabeli 3.8 dat je bilans utrošenog drveta pri proizvodnji furnirskih ploča. Bilans iskorišćenja osnovne sirovine kod izrade ploča je niži nego kod ljuštenog furnira (55% prema 41%).

*Tabela 3.8: Bilans utrošenog drveta pri proizvodnji furnirskih ploča*

Ukupna sirovina: furnirski trupci	Zapreminsko učešće (%)
Glavni proizvod: furnirske ploče	41
Otpadak	59
Ukupno (furnir i otpadak)	100
Kora	14

Krupni otpadak od trupaca i furnira može se koristiti za izradu ploča iverica, vlaknatica i celuloze uz uslov da su bez kore i zdravi. Ostatak, koji nije za dalju preradu, je na raspolaganju za energetske svrhe.

### ***Proizvodnja ploča iverica***

Osnovna sirovina za izradu ploča iverica je „prostorno” drvo i krupni otpadak iz mehaničke prerade drveta. U tabeli 3.9 dat je bilans utroška drveta u proizvodnji ploča iverica.

Za izradu m<sup>3</sup> potrebno je 2 – 2,2 m<sup>3</sup> topolovog drveta ili 1,1 – 1,3 m<sup>3</sup> bukovog drveta. Utrošci za ostale navedene vrste nalaze se negde između ovih vrednosti.

Ploče iverice se u Srbiji, kao i u Vojvodini, izrađuju isključivo od bukovog drveta. Prosečan otpadak-gubitak iznosi 23%, od čega 7% čini utezanje ivera pri sušenju, a 15,3% prašina od brušenja i mlevenja, te krupan otpadak kod formatiranja ploča. Drvo se pre iveranja obično ne odkorava, obzirom da se u pločama ivericama toleriše učešće kore od 7% do 10%. Kod drugih vrsta drveća ti odnosi su nešto drugačiji i u korelaciji su sa gustom drveta u apsolutno suvom stanju.

Deo nastalih otpadaka u procesu izrada iverastih ploča se vraća u proces, a ostatak je na raspolaganju za energetske potrebe.

*Tabela 3.9: Zapreminski bilans utrošenog drveta u proizvodnji ploča iverica*

Vrsta drveta	Topola	Smrča	Bor	Jova	Hrast	Bukva
Potrošnja drveta m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	2,0-2,2	1,6-1,8	1,5-1,7	1,2-1,4	1,1-1,4	1,1-1,3

### ***Finalna prerada drveta***

U finalnoj preradi drveta se osušena rezana građa odgovarajućim postupcima pretvara u finalni proizvod. Bilans utrošenog materijala i otpatka-ostatka se menja i zavisi od vrste proizvoda i karakteristika primenjene tehnologije. U tabeli 3.10 dat je bilans utroška drveta za uslovni proizvod tipičan za domaću finalnu preradu. Ulazni materijal je rezana građa merena u m<sup>3</sup>.

*Tabela 3.10: Zapreminski bilans utrošenog drveta u finalnoj preradi drveta*

Ukupna sirovina: piljena građa	Zapreminsko učešće %/
Uslovni proizvod	35
Otpadak	65
Ukupno (proizvod i otpadak)	100

Od ukupne količine 35,8% otpada na krupan otpadak, 18,0% na šušku i 11,2% na piljevinu i drvenu prašinu. Gubitaka na utezanje nema, jer je drvo pre finalne obrade osušeno na konačnu vlagu.

### ***Hemijska prerada drveta***

Proizvodi hemijske prerade drveta dele se, kako je to već ranije rečeno, na četiri odvojene grupe prema tehnologiji procesa. Kao sirovina za preradu koristi se "prostorno" drvo i otpaci iz mehaničkih prerada drveta. Otpaci se u tehnologijama hemijske prerade mogu podeliti na čvrste, tečne i gasovite. Ovde će pažnja biti usmerena na količinu i strukturu čvrstih otpadaka. Tečna i gasna faza otpadaka rešavaju se u okviru osnovne tehnologije prerade i neće biti predmet ovih razmatranja.

Termičkim razlaganjem drveta dobijaju se proizvodi (drveni ugalj, generatorski gas i sl.), koji su namenjeni za energetske potrebe, tako da raspoloživog ostatka praktično nema.

U proizvodnji ekstraktivnih sastojaka iz drveta glavni proizvodi su različite organske materije, koje se koriste u hemijskoj i farmaceutskoj industriji. Posle tretmana, usitnjeno drvo se može koristiti za energetske potrebe. Ekstrahovano drvo u principu ima manju zapreminsku masu i nižu toplotnu moć od polaznog drveta.

Tehnologijom delovanja hemikalijama dobijaju se celuloza, papir i sl. Kao sirovine za preradu koriste se okorano i usitnjeno drvo. Kao čvrsti otpadak ostaje kora i to do 10% od prerađene zapremine drveta. Problem otpadnih voda, koje u sebi sadrže neizreagovane hemikalije, derivate lignina i celulozna vlakanca, rešava se u okviru osnovne tehnologije.

Ostale tehnologije su veoma malo zastupljene i njihovi bilansi korišćenja drveta nisu od važnosti za razmatranu problematiku.

## **3.2.5. Energetski potencijal drvnih ostataka**

### ***Gorive karakteristike drveta***

Osnovne gorive karakteristike drveta su: toplotna moć, sadržaj volatila (isparljivih sastojaka drveta), IR (odnos masenog učešća volatila i koksnog ostatka), količina i sastav pepela, gustina, vlažnost drveta, itd.

Upotrebna vrednost drveta kao goriva može se dobro proceniti ukoliko se zna ili može izračunati njegova gornja toplotna moć. U tabeli 3.11 date su gornje toplotne moći ksilema domaćih vrsta drveća.

*Tabela 3.11: Gornje toplotne moći ksilema i kore nekih domaćih vrsta drveća*

Vrsta drveta	Gornja toplotna moć (MJ/kg)		Zapreminska masa (kg/m <sup>3</sup> )	
	Drvo	Kora	Drvo	Kora
Bukva	18,82	18,00	680	580
Hrast	18,36	19,70	650	425
Crna topola	17,26	18,00	410	412
Smrča	19,66	21,20	430	340
Jela	19,46	21,00	410	460
Bor	21,21	20,62	580	300

Iz tabele 3.11 se vidi da se gornja toplotna moć drveta (u apsolutno suvom stanju) razlikuje od vrste do vrste. Ove razlike su u korelaciji sa učešćem osnovnih komponenata i ekstraktiva

u strukturi drveta. Opšte uzevši, četinari imaju veću toplotnu moć od lišćara što zavisi od količine smolastih materija u drvetu.

Drvo u apsolutno suvom stanju sastoji se od ugljenika, vodonika i kiseonika. Osim ovih osnovnih elemenata u sastav drveta u manjem procentu ulaze azot, sumpor kao i mikroelementi, koji su osnovni sastojci pepela nakon sagorevanja drveta. Elementarni hemijski sastav drveta zavisi od: vrste drveta, starosti drveta, dela drveta odakle se uzima uzorak i sl.

U tabeli 3.12 dati su podaci za elementarni sastav najzastupljenijih vrsta drveta u Vojvodini. Gornja toplotna moć drveta se može dovoljno tačno izračunati, kada znamo elementarni hemijski sastav drveta, uz pomoć posebno prilagođenog obrasca.

$$Hg = 340 C + 1.420,5 (H - O/10), \quad (\text{kJ/kg})$$

gde su: C, H i O – procentualna masena učešća ugljenika, vodonika i kiseonika u apsolutno suvom drvetu.

*Tabela 3.12 Elementarni hemijski sastav nekih vrsta drveta*

Red. br.	Vrsta drveta	Ugljenik, C (%)	Kiseonik, O (%)	Vodonik, H (%)
1.	Bukva	48,5	45,2	6,4
2.	Hrast	49,4	44,5	6,1
3.	Topola	49,7	44,0	6,3
4.	Jela	50,0	43,6	6,4
5.	Smreča	49,6	44,0	6,4

U drvetu se ugljenik, vodonik i kiseonik nalaze pre svega u okviru ugljovodoničnih jedinjenja. Vodonik, čije je prisustvo utvrđeno elementarnom analizom, pored toga što ulazi u sastav uvek prisutne vlage, spojen je sa kiseonikom, u okviru ugljovodoničnih jedinjenja, u hidroksilne (OH) grupe. Takođe, deo kiseonika je hemijski vezan za ugljenik, odnosno azot, a deo je i u slobodnom stanju. To su razlozi što je klasični obrazac nemačkog stručnog udruženja VDI-a modifikovan i umesto 8 (kako je to u osnovnom obrascu) u jednačinu uvršćen delilac 10.

Osnovne komponente koje čine strukturu drveta su celuloza, hemiceluloza, i lignin. Drvo sadrži i male količine ekstraktiva, koji mogu imati velikog uticaja na toplotnu vrednost i gorive karakteristike drveta. Procentualno učešće pomenutih komponenata u drvoju supstanci menja se od vrste do vrste, ali i za različite delove stabla koje se analizira. U suvom drvetu lišćara celuloza prosečno učestvuje sa 43 – 45%, lignin sa 19 – 26%, heksozani 3 – 6% i pentozani 21 – 26%. Kod četinara celuloze ima između 53 – 54%, lignina 26 – 29%, heksozana 13% i pentozana 10 – 12%.

Stvarni energetske efekti, koji bi se dobili sagorevanjem, su uvek manji od energetskog potencijala i zavise od više faktora. Na prvom mestu je svakako vlažnost potencijalnog biogoriva. Toplotni potencijal drveta direktno zavisi od njegove vlažnosti. Drveni otpad iz procesa prerade može imati:

Spoljnu navlaženost, ako je ležalo u vodi, ili zalivano vodom, snegom ili ledom. Ova navlaženost se rešava otapanjem i ceđenjem. Obično se primenjuje ceđenje pod dejstvom gravitacije.

Sopstvenu vlažnost, u kojoj razlikujemo vodu u lumenima i sudovima ćelija tzv. slobodnu vodu i vodu higroskopno vezanu za zidove ćelije, tzv. vezanu vodu. Sopstvena vlažnost se



otklanja prirodnim ili industrijskim sušenjem. Obe vrste sušenja imaju svoje prednosti i mane. Osnovne mane su kod prirodnog sušenja vreme potrebno za sušenje, a kod industrijskog sušenja veliki utrošak energije. Konačna vlažnost drveta, do koje se drvo suši, zavisi od mesta njegove dalje upotrebe.

U nauci o drvetu je uobičajeno da se relativno učešće vlage u drvetu računa u odnosu na apsolutno suhu materiju:

$$u = \frac{(m_{vl} - m_o)}{m_o} \cdot 100 \quad (\%)$$

gde su:  $m_{vl}$  - masa vlažnog drveta;

$m_o$  - masa apsolutno suvog drveta osušenog na temperaturi od 103°C.

Vlažnost nastalog otpatka zavisi od vrste i faze procesa u kome je otpadak nastao, odnosno od vlažnosti sirovine u momentu obrade:

Vlažnost šumskih ostataka se kreće između 40% i 60%;

U pilani ostaci imaju vlažnost koja odgovara vlažnosti trupaca i kreće se između 40 % i 50 %;

Furnirski ostaci imaju:

- u fazi mokrog tretmana 60% do 70% vlage i
- u fazi suvog tretmana 8% do 10% vlage;

Ostaci pri izradi ploča iverica imaju od 7% do 9% vlage;

Ostaci u finalnoj preradi:

- u proizvodnji nameštaja od 6% do 9% vlage i
- u proizvodnji građevinske stolarije oko 12% vlage;

U hemijskoj preradi drveta:

- u mehaničkoj pripremi vlaga se kreće između 40% i 50% i
- posle pranja i koranja, a nakon ceđenja vlažnost kore može biti i preko 100%.

Drvo povećane vlažnosti ima nižu toplotnu moć i manju efikasnost pri sagorevanju. Vlaga pri sagorevanju predstavlja nekoristan sastojak koji dodatno smanjuje toplotnu moć drveta. Deo toplote oslobođene sagorevanjem drveta koristi se za isparavanje vlage i pregrevanje vodene pare do temperature u ložištu. U ložištu kotla troši se približno 2.500 kJ/kg za isparavanje vode i nešto manja količina toplote za njeno pregrevanje. Na ovu količinu oslobođene vode treba dodati i vodu nastalu sagorevanjem vodonika iz goriva. Na sve ovo treba dodati i toplotu koja je potrebna za oslobađanje vezane vode iz drveta. Ovaj gubitak, prema Dunlapu, iznosi 314 kJ po kilogramu isparene vode.

Donja toplotna moć goriva  $H_d$  realnije odražava energetski potencijal goriva. Obrazac za donju toplotnu moć drveta, koji uzima u obzir sve navedene gubitke glasi:

$$H_d = \frac{1}{\left(1 + \frac{u}{100}\right)} \cdot \left[ H_g - 2.500 \cdot \left( \frac{u + 9H}{100} \right) \right] \quad (\text{kJ/kg})$$

gde je:  $u$  - vlažnost drveta u procentima;

$H_g$  - procentualno maseno učešće vodonika u elementarnom hemijskom sastavu drveta.

U tabeli 3.13 uporedo su dati podaci o količini toplote koja se realno može iskoristiti iz 1 kg drveta za različite vlažnosti. Pri tome su uzeti u obzir i vlažnost drveta i odgovarajući stepen iskorišćenja ložišta pri sagorevanju drveta.

Tabela 3.13: Uticaj vlažnosti na energetski efekat drveta

Gorivo	Vlažnost	Gornja toplotna moć	Stepen iskorišćenja ložišta	Korisna toplota
	%	MJ/kg	%	MJ/kg
Drvo	0	19,8	80	15,8
	10	17,8	78	13,9
	40	14,5	74	12,1
	70	12,0	72	8,6

Isparljivi sastojci u drvetu (volatili) su uglavnom lakši ugljovodonići. Maseno učešće volatila u drvetu određuje se merenjem čvrstog ostatka nakon sedmominitnog zagrevanja uzorka drveta u peći, na temperaturi od 900°C i to bez prisustva kiseonika. Srednje maseno učešće volatila u domaćim vrstama drveta je oko 75%, koksnog ostatka od 15% do 20%, a pepela do 0,6%. Navedene vrednosti se razlikuju za različite vrste drveća i delove stabla odakle se uzima uzorak.

Najčešći elementi koji ostaju nakon sagorevanja drveta u obliku pepela su: kalijum, natrijum, magnezijum koji čine od 0,5 do 4% mase drveta. U kori obavezno ima više mineralnih materija nego u samom drvetu. Razlike od uzorka do uzorka su velike, jer na količinu i sastav mineralnih materija ima velikog uticaja i stanište, odnosno sastav zemljišta na kome je drvo raslo. U tabeli 3.14 dati su okvirni sadržaji mineralnih materija u drvetu. Navedeni podaci su važni pri izboru ložišta kotla namenjenog za sagorevanje drvnog otpatka.

Tabela 3.14: Sadržaj mineralnih materija u apsolutno suvom drvetu

Vrsta drveta	Sadržaj u %						
	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Bukva	0,09	0,02	0,06	0,31	0,03	0,01	0,03
Hrast	0,05	0,02	0,02	0,37	0,03	0,02	0,01
Bor	0,04	0,04	0,03	0,14	0,02	0,01	0,04

### 3.2.6. Količine drvnih ostataka u šumarstvu

U tabeli 3.15 dat je prostorni raspored proračunatih količina šumskog ostatka u Vojvodini. Proračun je napravljen u skladu sa struktorom seča u državnim šumama (tabela 3.3, poglavlje 3) i ukupnim procenjenim količinama šumskog ostatka.

Tabela 3.15: Prostorni raspored proračunatih količina šumskog ostatka u Vojvodini

Šumski ostatak				
Lišće i iglice	Panjevina i korenje	Sitna granjevina	Okrajci i piljevina	Ukupno (m <sup>3</sup> )
28.240	240.040	144.730	172.970	585.980

Energetska vrednost proračunatog drvnog ostatka i kore može se samo okvirno sračunati i to za unapred pretpostavljene vrednosti o prosečnim gustinama apsolutno suvog drveta i kore i donjim toplotnim moćima vlažnog drveta i kore (za različite vrste drveća). Na osnovu prosečnih vrednosti za gustinu - zapreminsku masu drveta i kore za domaće vrste drveća,

sračunate su mase drveta i kore za različite vrste drveća i različite tehnologije za oblast i posebno i zbirno za celu Vojvodinu.

Uz masu raspoloživog drvnog otpatka i kore potrebno je, ukoliko želimo da izračunamo energetske potencijal, da utvrdimo i donje toplotne moći svake od vrste drveta posebno. Pri tome treba voditi računa i da je vlažnost otpadaka različita i da zavisi od faze prerade i vrste tehnologije gde nastaje. Pretpostavljeno je da je prosečna vlažnost otpadaka od drveta i kore u pilanskoj preradi 50%, u furnirskoj preradi 60%. Polazni podaci za proračun uzeti su iz Studije Ilić, et al, 2003, gde su date gornje toplotne moći ksilema i kore domaćih vrsta drveća (Danon, G, et al, 2003). Na osnovu ovih podataka i uz korišćenje odgovarajuće formule za izračunavanje, dobijene su vrednosti za energetske potencijal prostornog drveta i šumskog ostatka, koje su date u tabeli 3.16.

Na osnovu izračunatih masa vlažnog drveta i kore i odgovarajućih donjih toplotnih moći dobijeni su okvirni podaci o raspoloživoj energetske vrednosti šumskog ostatka. U proračunu je pretpostavljeno da je prosečna vlažnost svih vrsta otpadaka 60% i da u Vojvodini preovlađuju meki lišćari (100%).

*Tabela 3.16: Proračunate vrednosti energetskeg potencijala prostornog drveta i šumskog ostatka\**

Energetski potencijal (TJ/god)				
Prostorno drvo	Panjevina i korenje	Sitna granjevina	Okrajci i piljevina	Ukupno šumski ostatak
852	1.422	851	1.020	3.293

\* Podaci se odnose na državne šume

Proračunati energetskeg potencijal prostornog drveta iznosi oko 852 TJ godišnje. U proračun je uzeto da se 2/3 raspoloživog prostornog drveta koristi za loženje, a ostatak može da ide u hemijsku preradu.

Energetski potencijal šumskog ostatka je prilično veliki 3.293 TJ godišnje. Problemi nastaju pri njegovom eventualnom korišćenju. Osnova ekonomike korišćenja šumskog ostatka su troškovi prikupljanja i prve faze transporta. Moglo bi se reći da ne postoje značajniji razlozi koji bi te troškove činili znatnije većim od troškova prikupljanja i transporta klasično izrađenog prostornog drveta. U svetu postoje razrađena tehničko-tehnološka rešenja za prikupljanje, odlaganje, pripremu i sagorevanje šumskog ostatka, ali se i pored toga on u našim uslovima nedovoljno koristi. Tehnički gledano, primena ovih rešenja bi bila moguća, uz određena prilagođavanja, i u našim uslovima. Međutim, načini organizovanja gazdovanja šumama u Vojvodini, stručna osposobljenost i tehničko tehnološka opremljenost u ovoj oblasti, važan su preduslov za rešavanje pitanja korišćenja šumskih drvnih ostataka. Osim tehničko-tehnoloških, važno je stvoriti i političko - ekonomske preduslove, naročito u oblasti državne energetske politike. Bez inicijalne podrške države, korišćenje šumskog ostatka (kao izvora energije) ne bi moglo da izdrži konkurenciju ostalih vrsta goriva.

### 3.2.7. Količina drvnih ostataka u preradi drveta

U tabeli 3.17 date su vrednosti proračunatih količina drvnog ostatka i kore u preduzećima za preradu drveta. Proračun potencijalnog ostatka je napravljen u skladu sa bilansima utroška za pojedine tehnologije i vrste drveta. Pri tome je vođeno računa o vrsti drveta i načinu prerade. Rezultati proračuna su dati samo za tri osnovne tehnologije prerade drveta, obzirom

da je proizvodnja iverica u Vojvodini praktično stala, a da finalna prerada drveta za izradu pločastog nameštaja se zasniva na uvozu sirovina. Radi se o oko 10.000 m<sup>3</sup> ploča od usitnjenog drveta tako da se u bilansu može računati na još 1.000 m<sup>3</sup> drvnog otpatka nastalog u procesu obrade ovih ploča.

Tabela 3.17: Potencijalne količine otpadaka od drveta i kore u preradi drveta u Vojvodini

Vrsta prerade	Drveni otpad u m <sup>3</sup>					Kore u m <sup>3</sup>
	Bukva	Hrast	Četinari	Topola	Ukupno	
Pilanska	7.572	5.648	0	34.659	47.879	21634
Furnir i ploče	0	0	0	64.737	64.737	23.238
Hemijska	0	0	0	0	0	0
Zbirno	7.572	5.648	0	99.396	112.616	44.872

Energetska vrednost proračunatog drvnog ostatka i kore može se samo okvirno sračunati i to za unapred pretpostavljene vrednosti o prosečnoj gustini apsolutno suvog drveta i kore i donjoj toplotnoj moći vlažnog drveta i kore (za različite vrste drveća).

Na osnovu prosečnih vrednosti za gustinu - zapreminsku masu drveta i kore za domaće vrste drveća, sračunate su mase drveta i kore za različite vrste drveća i različite tehnologije za svaku odgovarajuću oblast i zbirno za celu Vojvodinu. Uz masu raspoloživog drvnog otpatka i kore potrebno je, ukoliko se želi izračunati energetska vrednost, utvrditi i donje toplotne moći svake od vrste drveta posebno. Pri tome treba voditi računa i da je vlažnost otpadaka različita i da zavisi od faze prerade i vrste tehnologije gde nastaje. Pretpostavljeno je da je prosečna vlažnost otpadaka od drveta i kore u pilanskoj preradi 50%, u furnirskoj preradi 60%. Polazni podaci za proračun uzeti su iz Studije Ilić, M, et al, 2003, gde su date gornje toplotne moći ksilema i kore domaćih vrsta drveća (Danon, G, et al, 2003). Na osnovu ovih podataka i uz korišćenje odgovarajuće formule za izračunavanje dobijene su vrednosti za energetske vrednosti drvnog otpada koje su date u tabeli 3.18. Podaci prikazani u tabeli odnose se na raspoložive količine drvnog otpatka dobijenog preradom trupaca posečenih u državnim šumama.

Tabela 3.18: Izračunata raspoloživa energetska vrednost drvnog otpatka u Vojvodini

Vrsta prerade	Potencijalna energetska vrednost (TJ/god)		
	Drvo	Kora	Ukupno
Pilanska	328,1	155,9	484,0
Furnir i ploče	409,1	167,4	576,5
Hemijska	0	0	0
Zbirno	737,2	323,3	1.060,4

Navedene količine se delimično troše za zadovoljenje potreba za toplotnom energijom u pogonima za preradu drveta. Manji deo se briketira.

### 3.2.8. Mogućnost uzgajanja plantaža drveća i žbunja za energetske potrebe

Plantaže za proizvodnju biomase sa kratkim proizvodnim ciklusom, osnivaju se u cilju dobijanja alternativnih sirovina za energetske potrebe, sirovina za farmaceutsku industriju i sirovina za hemijsku industriju – industriju boja i lakova. Od ukupnog broja postojećih, kao i planiranih površina za podizanje ovakvih plantaža, najbitnije su, po značaju sa privrednog i sociološkog aspekta, energetske plantaže.

Najznačajniji efekti proizvodnje i korišćenja biomase dobijene u specijalizovanim plantažama su:

- u obezbeđenju novih energetske izvora - što je od posebnog značaja za zemlje u razvoju, jer smanjuje njihovu zavisnost od uvoza nafte, i tako oslobađa deo sredstava nacionalnih budžeta,
- stvaranjem novih tržišta za promet sekundarnih sirovina šumarstva i poljoprivrede ova tržišta su od posebnog značaja jer su izvor prihoda lokalnom stanovništvu uz istovremeno očuvanje šumskog fonda,
- očuvanje životne sredine kroz prevenciju stvaranja efekata staklene bašte – emitovanje ugljendioksida u atmosferu može biti redukovano očuvanjem šuma i zamenom fosilnih goriva energijom biomase,
- u ekonomskom unapređenju korišćenja otpada – kao oblik za prevazilaženje problema njegovog skladištenja i potencijalnog izvora bolesti i štetočina i
- otvaranje novih radnih mesta – proizvodnja i korišćenje lokalnih izvora utiču na decentralizaciju radnih mesta, posebno u poljoprivredi i šumarstvu.

Među osnovnim uslovima za energetske šumarstvo u širim razmerama presudnu ulogu ima raspoloživi zemljišni fond. Osnovni limitirajući činilac širokom uvođenju energetske plantaže je u činjenici da su potrebne srazmerno velike površine zemljišta da bi se zadovoljio srazmerno manji deo energetske potreba zemlje. Iz tih razloga, u mnogim slučajevima, energetske plantaže su u kompeticiji sa poljoprivrednim zemljištima ili zemljištima namenjenim drugim upotrebama. U cilju otklanjanja postojanja i neželjenih efekata konkurencije između energetske i poljoprivredne proizvodnje, veliki broj analitičara predlaže da se energetska proizvodnja u zemljama u razvoju odvija na degradiranim staništima. Tako će se intenzivirati trend rasta korišćenja marginalnih zemljišta, napuštenih poljoprivrednih zemljišta, polukorišćenih ili nekorišćenih niskih šuma lošeg kvaliteta, odlagališta pepela termoelektrana, zaslanjenih zemljišta, zemljišta duž puteva i vodotokova, itd.

Prilikom podizanja energetske plantaže najveći tehnički izazov je određivanje odgovarajuće dužine ciklusa proizvodnje, kako bi se između dva proizvodna ciklusa odredio povoljan period plodoreda. Plodored ima za cilj da poboljša svojstva zemljišta, kao što su: sadržaj organskih i mineralnih hranjivih materija, vlažnost, i druge osobine, što je jedan od uslova održavanja prinosa plantaže na željenom nivou. Drugi problemi na koje se mora obratiti pažnja su vezani za sve regione u razvoju, npr. vlasništvo nad zemljištem, nedostatak puteva i drugih sredstava za transport proizvedene biomase do postrojenja za preradu, kao i činjenica da u nerazvijenim oblastima vlasnici ne mogu čekati 3 – 8 godina, koliko je potrebno za prve ekonomske rezultate. Iako većina autora zagovara prednosti podizanja jedinstvenih plantaža na velikim površinama, prema iskustvima iz Južne Amerike, uspešno se razvija program šumskih farmi, gde kompanije obezbeđuju materijal i obuku vlasnicima poseda od 1 – 50 ha, uz kasniji otkup dela ili celokupne proizvodnje.

Pravilan izbor vrsta za osnivanje energetske plantaže uslovljen je mnogim činiocima, među kojima su najvažniji sledeći:

- podesnost vrste za ostvarivanje postavljenog cilja gazdovanja;
- brz porast u juvenilnom uzrastu, naročito u visinu;
- usklađenost između stanišnih uslova i bioekoloških osobina vrste;
- otpornost i tolerantnost prema oštećenjima pod uticajem abiotičkih i biotičkih činioca;
- troškovi podizanja plantaža;
- brzina plasmana i naplate proizvoda na tržištu.

Dosadašnja iskustva u korišćenju plantaža za proizvodnju biomase u Evropi i na drugim kontinentima ukazala su na bioekološke prednosti pojedinih vrsta za osnivanje energetske

plantaža na degradiranim staništima, tresetištima i deponijama kopova i termoelektrana. Prilikom izbora vrsta pored bioekoloških karakteristika, ključni kriterijum za selekciju je energetska vrednost dobijenog materijala.

Za svaku novu lokaciju neophodna su specifična prethodna istraživanja kako bi se predupredili neuspesi koji mogu biti izazvani nekim od lokalnih specifičnosti ili nedovoljnim poznavanjem porekla sadnog materijala. Treba posebno imati u vidu da sadni materijal treba proizvesti iz semena ili reznica poznatog porekla u cilju adekvatnog korišćenja njihovog genetskog potencijala.

Za podizanje energetskih plantaža u južnoj hemiosferi najviše se koriste vrste iz roda *Eucalyptus* i vrste iz podredova i podsekcija južnih borova- *Australes*, *Ponderosae*, *Ocarpae*. U severnoj hemisferi, u zavisnosti od stanišnih odlika, prvenstveno se koriste prirodni i kulturni taksoni rodova: *Populus*, *Salix*, *Robinia*, *Platanus*, *Alnus*, *Acer*, *Betula* i *Picea*. U većini evropskih zemalja (Švedskoj, Danskoj, Finskoj, Velikoj Britaniji) favorizuju se vrbe, a u SAD topole. Dužina proizvodnog ciklusa je u dijapazonu 4 do 8 godina za eukalptuse na Novom Zelandu, 3 godine za vrbe u SAD. U evropskim zemljama dužina proizvodnog ciklusa zavisi od vrste ili kultivara od kojeg su plantaže za biomasu osnovane, a srednje vreme trajanja proizvodnog ciklusa je 4 godine za neke sorte vrba i toplja, 5 – 7 godina za neke sorte topola, bagrema i smrče, do 10 godina za javore, jovu, omoriku.

U Srbiji su, do sada, za proizvodnju biomase u specijalizovanim plantažama najbolji rezultati postignuti pri sadnji klonova i (ili) sorti iz rodova *Salix*, *Populus* i *Robinia*. Osnovani pilot objekti sa vrstama iz rodova *Acer*, *Alnus* i *Picea* potvrdili su njihovu potencijalnu vrednost za proizvodnju biomase u specijalizovanim plantažama. Detaljnim upoznavanjem proizvodnih potencijala navedenih vrsta pri gajenju u plantažama za proizvodnju biomase, unapređenjem tehnologije njihovog osnivanja i korišćenja, smanjiće se pritisak na prirodne populacije kao izvore energetskih sirovina, korišćenje fosilnih goriva i električne energije.

### **3.2.9. Ispitivanje gajenja energetskih plantaža topola u Vojvodini**

U Institutu za nizijsko šumarstvo i ekologiju u Novom Sadu obavljena su istraživanja u energetskim plantažama sa više klonova topola. U tom cilju postavljena je serija oglada sa više klonova topola u gustim razmacima sadnje od 1,00 x 0,25 m do 2,00 x 2,00 m, odnosno od 2.500 do 40.000 biljaka po hektaru. Proizvodni ciklusi su trajali od jedne do pet godina, posle čega je iskorišćena sposobnost obnavljanja izbojcima iz panja. Na jednom panju su ostavljena 2 – 3 izbojka, dok su ostali izbojci manjih dimenzija uklonjeni u toku prve vegetacije. Na taj način se prvobitna gustina u narednim turnusima povećava na 5.000 – 100.000 stabala po hektaru u zavisnosti od izabranog razmaka sadnje.

Pri gustini sadnje od 40.000 biljaka po hektaru proizvodni ciklus traje jednu godinu, gde se postižu male dimenzije: prečnik od 2 – 3 cm i visina 3,0 – 3,5 m, odnosno zapremina od 15 – 80 m<sup>3</sup>/ha (prosek 55 m<sup>3</sup>/ha) u zavisnosti od turnusa. Kod takvih zasada postiže se veliki udeo kore, blizu 50% zapremine i preko 50% mase, pri čemu je moguće dobiti prosečno 285 GJ po hektaru godišnje.

Kod zasada osnovanih pri gustini od 1,20 x 0,50 m, odnosno 16.670 biljaka po hektaru proizvodni proces (turnus) traje 2 godine, pri čemu se u drugom i trećem trunusu povećava broj stabala i do 50.000 stabala po hektaru. U takvim zasadima postižu se nešto veće dimenzije: prečnici od 4,0-4,5 cm, visine od 5,0-6,0 m, odnosno zapremine od 25 – 55 m<sup>3</sup>/ha (prosek 40 m<sup>3</sup>/ha) godišnje. Kod takvih zasada učešće kore je nešto manje u odnosu na zasade najveće gustine, pri čemu je moguće dobiti prosečno 216 GJ po hektaru godišnje.

Zasadi osnovani razmacima sadnje od 1,80 x 0,80 m do 2,0 x 2,0 m, odnosno od 2.500 – 7.000 biljaka po hektaru proizvode nešto veće dimenzije stabala u proizvodnom ciklusu od 3

– 4 godine. U proizvodnom ciklusu od 3 godine postižu se srednji prečnici od 6,0 – 7,5 cm, visine od 9 – 11 m, odnosno zapremine od 40 – 60 m<sup>3</sup>/ha (prosek 50 m<sup>3</sup>/ha) godišnje. U proizvodnom ciklusu od 4 godine postižu se srednji prečnici od 8,5 – 13,0 cm, visine od 12,0 – 14,5 m, i zapremine od 50 m<sup>3</sup>/ha godišnje. Energetska vrednost u ovim zasadima je vrlo slična i iznosi oko 250 GJ po hektaru godišnje.

### 3.2.10. Konstatacije

Šume Vojvodine su, pored vrlo značajne i nezamenljive ekološke funkcije, vrlo važan izvor drveta, kao domaćeg obnovljivog industrijskog i energetskog materijala. Procenjeno je da je u postojećem šumskom fondu moguće proizvesti dvostruko više nego danas, odnosno oko 1,4 miliona m<sup>3</sup> trupaca i oblog tehničkog drveta, koji su sirovinska osnova za industriju primarne i finalne mehaničke prerade drveta. Takođe se procenjuje da bi učešće "prostornog" drveta bilo dominantno u ukupnom obimu proizvodnje (oko 72% ili oko 3,6 miliona m<sup>3</sup>). Ovo je skoro pet puta više nego što je proizvedeno 2001. godine. Dve trećine obima proizvodnje ovih sortimenata koristi se za podmirivanje energetskih potreba - kao drvo za ogrev, a samo jedna trećina za industrijsku preradu (proizvodnja celuloze, poluceluloze i drvenih ploča i sl.). Proračunati energetski potencijal prostornog drveta koji sada iznosi 852 TJ godišnje bio bi u istoj srazmeri veći. Energetski potencijal šumskog ostatka iznosi 3.293 TJ/god ili 82.625 t/god lakog ulja za loženje.

Posebno je značajno istaći da troškovi proizvodnje ogrevnog drveta pri sadašnjim cenama (čiji se nivo kontroliše instrumentima državne politike), gotovo da dostižu prodajnu cenu, tako da tu leži i odgovor na pitanje ekonomičnosti korišćenja šumskih drvnih ostataka. Realizacijom planiranih mera za poboljšanje šumskog fonda, kako sa aspekta njegovih produkcionih mogućnosti, tako i sa aspekta povećanja površina pod šumom, značajno, čak višestruko se može uvećati proizvodnja drveta. Za ovu investiciju potrebna je pomoć države.

U fabrikama za preradu drveta, takođe ostaju značajne količine drvnog ostatka, čija je potencijalna energetska vrednost oko 1.060 TJ/godišnje ili 26.500 t/god lakog ulja za loženje. Veći deo ovog ostatka se već sada koristi za proizvodnju toplotne energije potrebne za odvijanje tehnoloških procesa. Preduzećima drvne industrije predstoje strukturne i programske promene koje će podrazumevati i povećanje energetske efikasnosti. Eventualno povećanje količina drvnih ostataka zavisiće od povećanja obima i prestrukturiranja preduzeća za preradu drveta u Srbiji na više faze prerade. Neiskorišćeni deo otpatka uključujući i koru mogao bi se, u prerađenom ili neprerađenom stanju, usmeriti na spoljne korisnike i to kao sirovina ili kao gorivo.

### Literatura

- [1] Ilić, M, Oka, S, Grubor, B, Dakić, D, Tešić, M, Martinov, M, Brkić, M, Novaković, D, Dević, M, Kosi, F, Radivojević, D, Radovanović, M, Danon, G, Bajić, V, Isajev, V, Skakić, D, Bajić, S, Rončević, S: Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije za njenu primenu i energetsko iskorišćenje u Srbiji, Studija rađena za Ministarstvo nauke i zaštitu životne sredine, Institut za nuklearne nauke „Vinča”, Beograd, 2003, s. 179,
- [2] Danon, G, Bajić, V, Isajev, V, Bajić, S, Orešćanin, S, Rončević, S: Ostaci biomase u šumarstvu i preradi drveta i mogućnost gajenja „energetskih šuma”, poglavlje 2 studije: „Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije za njenu primenu i energetsko iskorišćenje u Srbiji”, Šumarski fakultet, Beograd, JP „Srbijašume”, Beograd, Institut za topolarstvo, Novi Sad, 2003, s. 25 – 56,

- [3] Vojvodinašume: Vojvodini nedostaje 170.000 hektara šuma (pošumljenost Vojvodine trebalo bi da bude dvostruko veća), intervju direktorke Marte Takač, „Dnevnik”, 18. avgust 2007. s. 10.



## 4 BIOLOŠKE, HEMIJSKE, FIZIČKE I TERMIČKE KARAKTERISTIKE BIOMASE ZA BRIKETIRANJE I PELETIRANJE

*Dr Todor Janić, vanr. prof., Dr Miladin Brkić, red. prof,*

Biomasa nastaje fotosintezom solarne energije, ugljen-dioksida i vode (biokonverzija). Ona je regenerativni ili obnovljivi izvor toplotne energije. Svake godine se obnavlja. U Vojvodini se proizvede ukupno 9 miliona tona biomase godišnje. Biomasa spada u alternativne vrste goriva. Poznato je da su zalihe konvencionalnih (klasičnih) vrsta goriva sve manje. Zalihe uglja su procenjene na 40 godina. Količine šumskog drveta su sve manje. Takođe, sve su manje zalihe sirove nafte i zemnog gasa.

Biomasa, kao alternativna vrsta goriva, deli se na čvrsto, tečno i gasovito biogorivo. U čvrsto biogorivo spada: slama od žitarica i uljarica, kukuruzovina, oklasak (kočanka), stabljike sirka, ljuške od semena suncokreta, glave i stabljike suncokreta, stabljike ricinusa, ostaci od stabljike konoplje (pozder), lana, hmelja i duvana, stabljike semenske šećerne repe, stabljike pasulja, otpaci od zrna žitarica i uljarica nastali u postupku čišćenja zrna, koštice i ljuške voća, grane od orezanih stabala voća i vinove loze, i dr. U tečno biogorivo se ubraja: sirovo deguminizirano ulje od uljane repice (soje ili eventualno suncokreta), metil-estar ulja od uljane repice (biodizel gorivo), mešavina benzina i alkohola (metil ili etil alkohol) i specijalna vrsta biogoriva dobijena iz alkohola (biometanol ili bioetanol). U gasovita goriva spadaju: biogas dobijen nepotpunim sagorevanjem biomase (čvrstog biogoriva) i biogas dobijen anaerobnom fermentacijom biomase (otpadne organske materije). Glavni proizvod u procesu nepotpunog sagorevanja je ugljen-monoksid (CO), a u procesu anaerobnog vrenja metan (CH<sub>4</sub>).

Biomasa, kao čvrsto biogorivo, ima svoje specifične karakteristike u odnosu na konvencionalne vrste goriva, u pogledu: hemijskog sastava, temperature sagorevanja, tačke topljenja pepela, toplotne vrednosti goriva i stepena zagađivanja okolne sredine. Posebno je neophodno analizirati ekonomičnost primene ovog alternativnog goriva s obzirom na: prikupljanje biomase, transportovanje, pakovanje (u bale ili brikete), investicionu vrednost ložišta, korišćenje produkata sagorevanja goriva i odlaganje otpadnog materijala nastalog u procesu sagorevanja biomase.

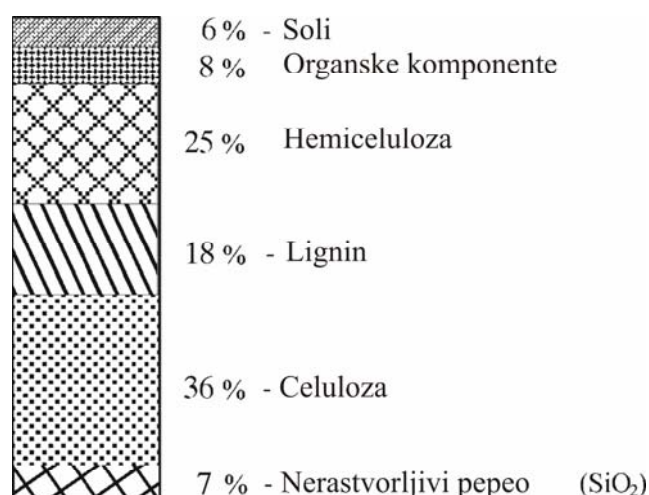
Najopštije bi se moglo reći da sva biomasa svedena na čistu gorivu masu ima praktično isti hemijski sastav, definisan obrascem CH<sub>1,4</sub> O<sub>0,6</sub> N<sub>0,1</sub>, ali postoje velike razlike u prirodi polimera, koji ulaze u njen sastav. Tu se pre svega podrazumevaju: celuloza, hemiceluloza, lignin i ekstraktivna ulja. Tako se za pšeničnu slamu može konstatovati da je lignocelulozni materijal, donekle promenljivog elementarnog sastava, što je uslovljeno čitavim nizom faktora. Rijkens (Janić, 2000) navodi da su osnovne materije koje ulaze u građu žitne slame: celuloza 36%, hemiceluloza 25%, lignin 18%, organske komponente 8%, soli 6% i mineralne materije 7% (slika 4.1).

Dakle, hemijski posmatrano biomasa se sastoji iz više različitih komponenata. Za upoređenje navede se hemijski sastav pšenične slame prema Prevedenu (tabela 4.1):

Tabela 4.1: Hemijski sastav pšenične slame (Preveden, 1980)

Red. br.	Supstanca	Udeo (%)	Red. br.	Supstanca	Udeo (%)
1.	Celuloza	36-54	4.	Lignin	14-16
2.	Pentozani	22-28	5.	Masnoće, vosak	2-4
3.	Furfurol	17-19	6.	Mineralne materije	2-8

Toplotna moć masnoća i smola iznosi 35,6 - 38,1 MJ/kg, celuloze 17,3 - 18,2 MJ/kg i lignina 25,5 MJ/kg. Na osnovu navedenog može da se konstatuje da slama ima relativno visoku toplotnu moć 12,7 do 15,8 MJ/kg.



Slika 4.1: Sastav žitne slame i mogućnost upotrebe pojedinih komponenti, Rijkens (Janić, 2000)

Hemijski sastav pšenične slame, tj, određivanje svih elemenata koji formiraju njenu ukupnu masu određuje se pomoću elementarne hemijske analize. Pšenična slama se sastoji od istih elemenata kao i druga prirodna čvrsta goriva (jednogodišnja i višegodišnja biomasa i fosilna goriva). Tu se podrazumevaju: ugljenik (c), vodonik (h), kiseonik (o), azot (n), sumpor (s), mineralne materije (a) i vlaga (w), što se može predstaviti jednačinom masenih udela (4.1).

$$c + h + o + n + s + a + w = 1 \quad \dots \dots \dots (4.1)$$

Elementarna hemijska analiza nekih vrsta biomasa, svedeno na suhu materiju, pokazuje da je elementarni sastav vrlo sličan drvetu (tabela 4.2).

U tabeli 4.2 je naveden najpovoljniji elementarni hemijski sastav biomase. Procentualni maseni udeo pojedinih komponenata odnosi se na apsolutno suhu materiju. Ukoliko se posebno izražava sadržaj vlage u biomasi (w), onda sve masene udele treba svesti na vlažnu osnovu (bazu).

Tabela 4. 2: Elementarni hemijski sastav biomase (Brkić i sar, 1995)

Red. br.	Hemijski element	Slama (%)	Oklasak (%)	Ljuske suncokreta (%)	Drvo (%)	Kora od drveta (%)
1.	Ugljenik (C)	44,84	48,31	50,57	50,30	50,60
2.	Vodonik (H)	5,68	5,74	5,68	6,20	5,90
3.	Kiseonik + azot (O + N)	41,48	43,13 + 0,66	40,91 + 0,57	43,10	40,70
4.	Pepeo (A)	8,00	2,16	2,27	0,40	2,80

Elementarni sastav pšenične slame (kao i svakog goriva) u mnogome određuje način i karakteristike procesa njenog sagorevanja. Od važnijih karakteristika slame koje su značajne za elementarni hemijski sastav su pre svega:

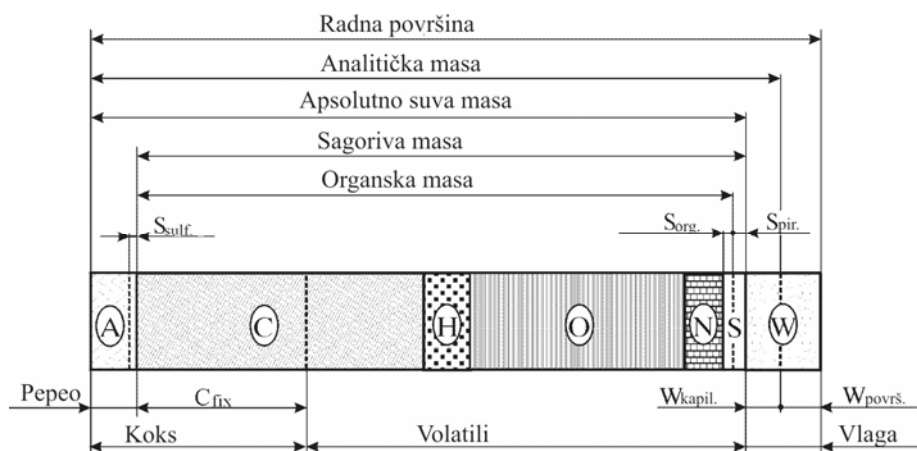
- manji sadržaj ugljenika i vodonika u odnosu na fosilna goriva,
- veliki sadržaj kiseonika čime se smanjuje toplotna moć slame,
- mali udeo azota i sumpora (kojeg ima samo u tragovima), što biogorivo od pšenične slame u velikoj meri čini ekološkim,
- relativno mali udeo mineralnih materija, koje i pored toga posebno usložnjavaju proces sagorevanja pšenične slame (zbog niske temperature topljenja pepela),
- promenljivi udeo vlage, što se u ložištu može manifestovati kao da sagorevaju dva potpuno različita goriva.

Udeo sumpora u prethodnoj tabeli 4.2 je zanemaren. Prema nekim izvorima udeo sumpora u biomasi može da iznosi 0 - 0,1%. Prema drugim izvorima udeo sumpora u ljusci suncokreta može da iznosi do 0,3 %. Udeo sagorljivog sumpora u oklasku kukuruza i ljusci suncokreta može da iznosi do 0,08 %. Kao što se vidi, ove količine sumpora u biomasi nisu značajne. U poređenju sa količinom sumpora kod konvencionalnih goriva (1 - 3%), ovde je količina sumpora 10 - 30 puta manja. Poznato je da se sagorevanjem konvencionalnog goriva stvaraju sumporni oksidi ( $S_nO_m$ ), koji su vrlo štetni za životnu sredinu, naročito kada dođu u dodir s vlagom. Tada se stvara sumporna ili sumporasta kiselina, koja nagriza sve materije s kojima dođe u dodir. Zbog ovoga korišćenje biomase ima velike ekološke prednosti u poređenju sa konvencionalnim vrstama goriva.

Pored elementarne analize biogoriva, koja je važna za sagledavanje njegovog hemijskog sastava, da bi se upoznali sa njim i ocenili mogućnost njegove primene, neophodno je izvršiti i njegovu tehničku analizu. U suštini tehnička analiza određuje fizičko – hemijske osobine biogoriva (kvalitet, svrsishodnost i valjanost) važne sa aspekta njegove primene, tj. sagorevanja. Pod tehničkom analizom se prevashodno podrazumeva određivanje: količine isparljivih i neisparljivih delova biogoriva, gornje i donje toplotne moći goriva (po mogućstvu za: radnu, suhu i sagorivu masu biogoriva), sadržaj vlage, pepela i sumpora (ukupnog, nesagorivog i sagorivog), osobine pepela, dužinu plamena, ponašanje ispitivanog biogoriva pri sagorevanju na rešetki ložišta i dr.

U zavisnosti od elementarnog sastava, uslovno se definišu i različite mase biogoriva, što je prikazano na slici 4.2.

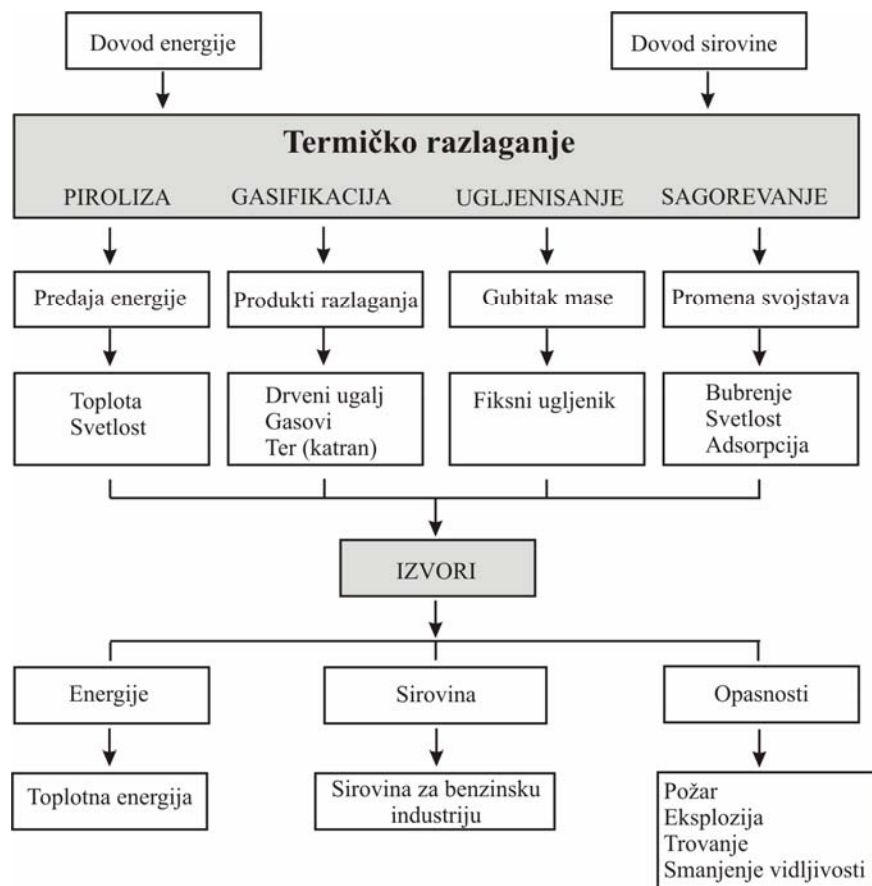
Proces sagorevanja biomase je specifičan. Pre nego što sagori, biomasa se suši i termički razlaže na visokim temperaturama (bez prisustva dovoljne količine kiseonika - proces pirolize ili suve destilacije organske mase). Određivanje sadržaja isparljivih komponenti u biogorivima je od velike važnosti. Pored kvaliteta biogoriva time se određuje i način upotrebe goriva, kao i tip ložišta u kome gorivo sagoreva.



Slika 4.2: Tehnička analiza goriva (Janić, 2000)

( $s_{sulf.}$  - udeo sulfatnog sumpora,  $s_{org.}$  - udeo organskog sumpora,  $s_{pir.}$  - udeo piritnog sumpora,  $C_{fix.}$  - udeo fiksnog ugljenika,  $w_{kapil.}$  - udeo kapilarne vlage i  $w_{površ.}$  - udeo površinske vlage)

Na slici 4.3 šematski je prikazan proces termičkog razlaganja biomase.



Slika 4.3: Šema termičkog razlaganja biomase (Preveden, 1980)

Dakle, zagrevanjem biogoriva dolazi do njegovog sušenja i termičkog razlaganja, što se manifestuje izdvajanjem parogasnih materija iz njega. Taj proces isparavanja - volatilizacije se odvija sve dok se gorivo toliko ne razloži da u njemu ostane samo neisparljivi deo. S

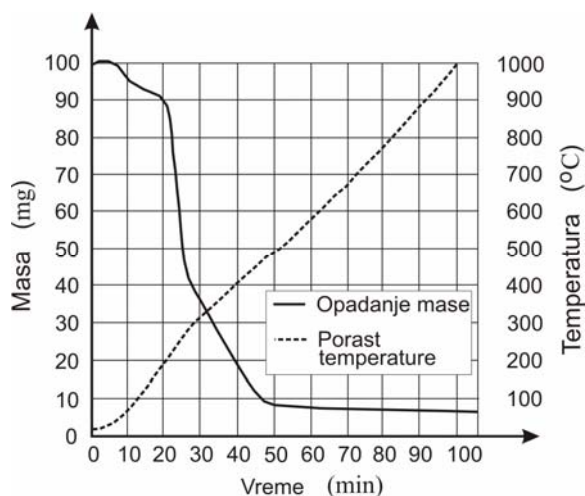
obzirom na složenost biogoriva uopšte, nemoguće je povući oštru granicu između isparljivog i neisparljivog dela. U slučaju da se ta granica i povuče, neophodno je definisati postupak, tj. metod prema kojem je to urađeno. Do danas je razrađeno više metoda za definisanje sadržaja isparljivih materija u gorivu i to prevashodno za fosilna goriva, ali se one mogu primeniti i kod analize biogoriva.

Sastav isparljivih delova biogoriva može biti veoma različit. Pre svega zavisi od: sastava biogoriva, temperature njegovog razlaganja, trajanja procesa zagrevanja, brzine odvođenja produkata razlaganja iz reakcione zone i drugo. Smatra se da se pri nižim temperaturama izdvajaju pretežno jedinjenja ugljenika i kiseonika, dok se pri višim temperaturama u njima povećava i sadržaj vodonika ili njegovih jedinjenja. Pri produženom vremenu zagrevanja i vremenu zadržavanja produkata u reakcionoj zoni prvo-oslobođeni produkti su podvrgnuti dužim i dubljim sekundarnim promenama. U slučaju veoma brzog zagrevanja manjih čestica (npr. do 550°C) fizičko-hemijska struktura biogoriva može ostati skoro nepromenjena, tj. proces zagrevanja se vremenski može razdvojiti od procesa termičkog razlaganja.

Među prvim ispitivanjima takve vrste su eksperimentalna istraživanja Orth-a (Perunović i sar., 1983) kada je u laboratorijskim uslovima ispitivao sagorevanje slame. Specifičnosti njihovih ispitivanja se ogledaju u zanemarivanju perioda zagrevanja materijala za sagorevanje, gde je kao nulti momenat pri merenju usvojen početak intenzivnog izdvajanja gorivih isparljivih materija iz biogoriva do kojeg je dolazilo nakon cca 1 - 2 minuta po dospeću slame u zonu visokih temperatura.

Rezultate koji su se u velikoj meri podudarali sa navedenim ispitivanjima su prikazali Perunović i sar. (1983), koji su ispitujući načine razmene mase i temperature tokom sagorevanja slame u laboratorijskim uslovima došli do sledećih rezultata, koji su prikazani na slici 4.4.

U tim radovima je konstatovano da se u početnoj etapi sagorevanja usled zagrevanja iz biogoriva isparava vlaga. Taj proces je skoro odvojen od procesa termičkog razlaganja i odvija se na temperaturama od 80 - 90°C. U tom periodu nastupa tzv. "endotermski ekstrem", koji nastaje kao posledica odvajanja dela toplote na isparavanje vlage. Posle toga pri temperaturnom intervalu od 80 - 200°C nastaje period skrivenog termičkog razlaganja biogoriva. Prelaskom te temperaturne granice dolazi do značajnije promene mase biogoriva i do tzv. „egzoternskog efekta” koji se javlja u temperaturnom intervalu od 270 - 370°C, što zavisi od brzine zagrevanja.



Slika 4.4: Termička destrukcija pšenične slame usled povišenja temperature. (Perunović i sar., 1983)

To je period maksimalnog izdvajanja isparljivih gorivih materija iz biogoriva, čijim sagorevanjem temperatura ložišta još značajnije raste, što je praćeno naglim smanjenjem mase biogoriva. Navedeni široki temperaturni raspon ukazuje na postojanje lakše i teže isparljivih gorivih materija u biogorivu. Od 350 - 550°C brzina gubitka mase donekle opada, ali je još uvek intenzivna. Prekoračenjem temperature od 550°C proces suve destilacije goriva se završava i nastaje sagorevanje čvrstog ostatka (fiksno ugljenika). S obzirom da je udeo fiksnog ugljenika u masi biogoriva mali, pri daljem sagorevanju goriva neće dolaziti do značajnijeg smanjenja mase bez obzira na povišenje temperature.

Pri tome su autori naglašavali činjenicu da se kod sporijeg zagrevanja goriva proces intenzivnog otpuštanja isparljivih gorivih materija odvijao u uskom temperaturnom intervalu od 200 - 450°C, a sa povećanjem brzine zagrevanja taj period se produžavao na sve širi temperaturni interval (čak do 860°C) i sve više ličio uporednim krivama dobijenih sagorevanjem mrkog uglja.

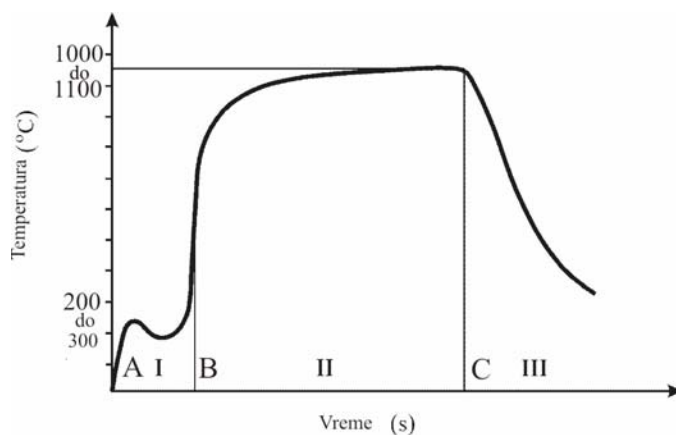
Ponašanje sagorljivih materija (i čvrstog ostatka), pri procesima sagorevanja biomase u stvarnim, tj. eksploatacionim uslovima predstavlja ključni problem njenog sagorevanja i gasifikacije. Ukoliko bi se omogućilo kontrolisano sagorevanje tj. zagrevanje biogoriva i kontrolisano odvođenje parogasnih produkata sagorevanja iz zone reakcije, može se ostvariti potpuna kontrola ložišta, tj. reaktora za dobijanje željenih produkata. U suprotnom velike količine gorivih isparljivih materija u procesu sagorevanja mogu da izazovu visoke temperature u samom ložištu, kao i nepotpuno sagorevanje usled lošeg mešanja s vazduhom ili nedostatka istog.

Još jedna karakteristika koja utiče na proces sagorevanja biogoriva je i njegova temperatura paljenja. Ona predstavlja početak samog procesa sagorevanja. Njeno tačno određivanje je veoma složeno, pošto zavisi od mnogih faktora. Ako se izuzme način određivanja temperature paljenja, na nju još utiču i: karakteristike volatila (sastav, koncentracije zapaljivosti, energija aktivacije, ukupni pritisak i dr), reaktivnost, odnos količine biogoriva i kiseonika, specifične površine reakcije, katalitički uticaj pepela, temperatura, vlažnost, pritisak, opšte stanje okoline i mnogo drugog. Od bitnih uticaja navodi se još i gustina strukture biogoriva (teže se pale starija goriva zbog gušće strukture).

Proces oksidacije teče i pri temperaturi okoline, ali jako sporo. Izlaganjem biogoriva toploti iz njega dolazi do ubrzanog isparavanja gasova i kada temperatura dostigne određeni nivo oni se zapale. To je temperatura samozapaljenja biogoriva. Za proces prinudnog paljenja (koje se dešava u eksploataciji, tj. u ložištu) neophodan je toplotni izvor, čija snaga zavisi od mnogih faktora (sastava zapaljive smeše, temperature, pritiska i svih ostalih parametara koji utiču na proces prenošenja toplote i mase).

Za biogoriva, samim tim i pšeničnu slamu temperatura samozapaljenja se kreće u granicama od 220°C, pa naviše. Sa time se slaže i Radonjić (1979), koji poređenja radi navodi temperature paljenja: lignita od 280 - 300°C, mrkog uglja od 230 - 240°C, kamenog uglja od 150 - 260°C i antracita od oko 485°C.

Karakterističan odnos temperatura-vreme tokom sagorevanja biogoriva u zatvorenom prostoru je veoma slikovito prikazan u radu Prevedena (1980), što je predstavljeno na slici 4.5. Na slici se može uočiti da se prema odgovarajućim temperaturama može izvršiti i podela etapa sagorevanja biogoriva. U periodu I biogorivo se zagreva, suši, razlaže i pali (slika 4.5). Kao što je poznato pri sagorevanju ne gori masa goriva, već produkti termičkog razlaganja te mase, gasovi. Nakon paljenja biogoriva intenzitet sagorevanja se smanjuje. Po površini dela mase na kojoj sagorevaju gasovi stvara se sloj drvenog uglja (ćumura), dok se proces termičkog razlaganja nastavlja. Pod uticajem toplote se, posle određenog vremena, produkti razlaganja cele mase biogoriva naglo oslobađaju, ispunjavaju prostor i pale. Masa biogoriva sagoreva dejstvom turbulentnog plamena i naglim povišenjem temperature.



*Slika 4.5: Tok krive temperatura-vreme procesa sagorevanja biogoriva (I-razlaganje, II-sagorevanje, III-obamiranje) (Preveden, 1980)*

U periodu II gorivo potpuno sagoreva. Razvoj ove faze i tok krive temperatura-vreme u mnogome zavisi od oblika prostora u kome se sagorevanje obavlja, odnosno odnosa biogorivo-vazduh za sagorevanje i dužine zadržavanja čestica biomase u prostoru za sagorevanje (ložištu).

Period III karakteriše obamiranje procesa sagorevanja. Vreme trajanja ovog procesa zavisi od potpunosti sagorevanja biogoriva u periodu II, odnosno od dogorevanja (tinjanja) nepotpuno sagorelih delova biogoriva.

U tabeli 4.2 može da se vidi da se navedena biogoriva po kvalitetu nalaze između domaćeg lignita i mrkog uglja. Biogoriva se međusobno mnogo ne razlikuju po elementarnom hemijskom sastavu. Više se razlikuju po granulometrijskom sastavu i sadržaju vlage. Dok je ljuska suncokreta relativno sitna i ravnomernog granulometrijskog sastava, dotle je izdrobljeni kukuruzni oklasak znatno krupniji i neravnomernog granulometrijskog sastava (veličina čestica se kreće od veličine čestica prašine do komada od nekoliko santimetara).

Gorivi sastojci biomase (C, H, S) čine više od 50% od ukupne količine biomase (tabela 4.2). Udeo pepela u biomasi iznosi 2 - 7% (max. 8%). Udeo pepela je viši nego kod drveta, ali je znatno niži nego kod domaćeg uglja (2 - 7 puta). Sadržaj pepela u oklasku kukuruza je nešto viši nego u ljusci suncokreta i može da iznosi do 6% prema nekim autorima. Sadržaj pepela u ljusci suncokreta je oko 2%, a sadržaj volatila (isparljivog dela goriva - gasovi) relativno je visok i iznosi oko 80%. Pepeo od konvencionalnih goriva je štetan za životnu sredinu, a pepeo od biomase može da posluži kao dobro mineralno đubrivo. Ljuske suncokreta, kao alternativno biogorivo, uspešno se koriste za pogon kotlova u fabrikama ulja u Zrenjaninu, Somboru i Vrbasu.

Oklasak i ljuske suncokreta predstavljaju u osnovi dobro biogorivo. Ono se može sagorevati u sloju (u rešetkastim ložištima raznih tipova) ili u vrtlogu (ciklonska ložišta). Kod sagorevanja oklaska na klasičnoj kosoj rešetki javljaju se ozbiljni problemi vezani za pregrevanje rešetke. Zbog toga ona mora biti izvedena od vatrootpornog materijala. Da ne bi došlo do pregrevanja rešetke koristi se i vodom hladena kosa rešetka. Mleveni oklasak vrlo dobro sagoreva u ciklonskim ložištima. Sagorevanje komadnog oklaska u vertikalnom sloju još nije dovoljno proučeno. U semenskim centrima zdrobljeni oklasak sagoreva u fluidiziranom sloju (Subotica, Bačka Topola, Šid) ili na kosoj rešetki (Sombor, Zemun Polje, Požarevac).

Istraživanjem sagorevanja kukuruzovine pokazalo se da je ona pogodna za upotrebu kao biogorivo. Analizom uzoraka dobijene su prosečne vrednosti sagorljivih komponenti prema Peart-u (Katić, 1982), (tabela 4.3):

## **STUDIJA**

Tabela 4.3: Sadržaj sagorljivih komponenti u kukuruzovini (Pert, prema Katiću, 1982)

Red. br.	Komponente	Jedin. mere	Sirova masa (%)	Suva masa (%)
1.	Sadržaj vlage	(w)	35	15
2.	Isparljivi deo, volatili	(V)	54,6	76,6
3.	Fiksni ugljenik	(C <sub>fix</sub> )	7,2	7,0
4.	Pepeo	(a)	3,2	1,4
5.	Temperatura topljenja pepela	(t)	840 - 954°C	790 - 815°C

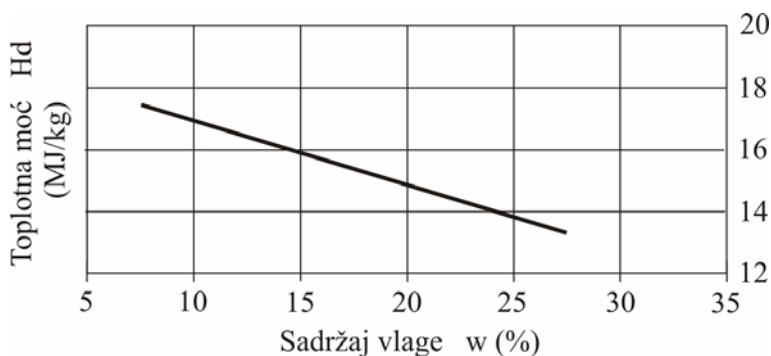
Ako se uzme u obzir apsolutno suva masa kukuruzovine onda isparljivi deo (V-volatili) iznosi 90,12%, fiksni ugljenik (C<sub>fix</sub>) 8,24% i pepeo (a) 1,64% (Katić, 1982).

Samlevana slama dobro sagoreva u prostoru (kovitlac ložišta i ciklonska ložišta). Bale slame obično sagorevaju na ravnoj ili kosoj rešetci.

Jedan od osnovnih pokazatelja upotrebljivosti neke materije kao goriva je njena toplotna moć. Toplotne moći biogoriva se razlikuju u zavisnosti od vrste i sastava biogoriva, kao i od njihovog sadržaja vlage. Martinov navodi vrednost toplotne moći pšenične slame svedene na suhu masu od 15.826,9 kJ/kg. Perunović i sar, (1985) za tu vrednost navode podatak od 16.210 kJ/kg, a Preveden (1980) uvažavajući mnogobrojne uticaje navodi šire granice vrednosti toplotne moći od 15,7 - 18,0 MJ/kg (suve mase).

Povišenjem količine vlage u pšeničnoj slami opada u većoj ili manjoj meri i njena toplotna moć. Tako, Martinov (1980) navodi srednju vrednost donje toplotne moći (za uzorke od 15% vlage) od 13.086,7 kJ/kg, Brkić i Janić (1998) iznose orijentacionu vrednost za donju toplotnu moć kod pšenične slame, pri njenoj skladišnoj vlažnosti od 14%, od 14.000 kJ/kg. Oni su takođe pratili i još neke od faktora koji utiču na toplotnu moć pšenične slame. U tim ispitivanjima su došli do zaključka da: sorta, đubrenje i lokacija uzgajanja ne utiču značajno na toplotnu moć pšenične slame. Iz navedenog se može konstatovati da pšenična slama može da bude u pogledu dobijanja toplotne energije dobro biogorivo, ravno ili bolje od velikog dela domaćih ugljeva.

Toplotna moć žitne i sojine slame iznosi od 12,7 - 16 kJ/kg, a oklasa od kukuruznog klipa 14,7 kJ/kg. Toplotna moć biomase zavisi od sadržaja vlage u biljnom materijalu. Sa porastom sadržaja vlage u biljnoj masi opada toplotna moć biomase. Za apsolutno suv oklasak dobijena je gornja toplotna vrednost od 18,35 kJ/kg. Donja toplotna vrednost oklasa menja se sa sadržajem vlage od 5% - 17,45 kJ/kg, za 10% - 16,4 kJ/kg, za 15% - 15,36 kJ/kg, za 20% - 14,3 kJ/kg i za 25% - 13,3 kJ/kg.



Slika 4.6: Zavisnost toplotne vrednosti oklasa od sadržaja vlage (Katić, 1982)



Na slici 4.6 prikazana je zavisnost toplotne vrednosti oklasaka od sadržaja vlage. Skoro svi semenski centri koriste oklasak kao alternativno gorivo.

Ranije se toplotna vrednost biomase upoređivala sa kamenim ugljem. Danas se upoređuje sa tečnim gorivom (dizel gorivom ili uljem za loženje). Okvirno posmatrano 3 kg slame može da zameni 1 kg dizel goriva ( $D_2$ ) ili ulja za loženje. 2,56 kg oklasaka (sa 7,5% sadržaja vlage) po toplotnoj moći odgovara 1 kg lakog ulja za loženje (EL).

Ljuske od suncokreta, koje nastaju u tehnološkom procesu proizvodnje jestivog ulja, predstavljaju veoma kvalitetno biogorivo, koje je rentabilno sagorevati u ložištima parnih kotlova instalisanim na uljarama. Donja toplotna moć ljuske od suncokreta je 15.600 – 16.700 kJ/kg, zavisno od sadržaja vlage u ljusci. Sadržaj vlage u ljusci obično iznosi 12 - 14%, dok je sadržaj pepela oko 2%, a sadržaj volatila relativno visok (oko 80%). Prema nekim autorima ljuska od suncokreta ima toplotnu moć 17,55 MJ/kg. Jedan kilogram ljuske može da zameni 0,4 kg mazuta. Kod dobrog sagorevanja ljuske u ložištu kotla ne dolazi do zagađivanja okolne sredine. Produkti sagorevanja (dimni gasovi) nemaju štetnih sastojaka, a količina pepela je mala.

Toplotna moć kukuruzovine, kao biogoriva, je dosta visoka, veća je od lignita. Ona iznosi oko 16,6 MJ/kg. Ukoliko se sakuplja vlažna kukuruzovina vlaga joj smanjuje toplotnu vrednost. Sagorevanjem vlažne kukuruzovine troši se vlastita energija na isparavanje vode. Rigins (Katić, 1982) je utvrdio korelaciju između sadržaja vlage i donje toplotne vrednosti za kukuruzovinu (slika 4.6).

$$h_d = 19.002,44 - 186,82 w \quad (\text{kJ/kg}) \dots\dots\dots (4.2)$$

gde je: - w - sadržaj vlage u kukuruzovini (%).

Dakle, istraživanja sagorevanja kukuruzovine pokazuju da je ona pogodna za upotrebu kao biogorivo. Gasifikacijom kukuruzovine postignut je energetska stepen korisnosti gasogeneratora od 85 - 90%, u slučaju kada posle toga sagoreva topao gas, a oko 70%, kad se gas prečišćava i hladi za pogon gasnih motora.

Gornja toplotna moć goriva ( $h_g$ ) dobija se određivanjem u kalorimetrijskoj bombi (najčešće), pri tome se produkti sagorevanja hlade na temperaturu okoline, a vodena para iz produkata sagorevanja se kondenzuje, pri čemu predaje toplotu faze (tzv. „latentnu toplotu“) okolini. Kod donje toplotne moći voda se nalazi u obliku vodene pare.

Poznavajući gornju toplotnu moć i količinu (sadržaj) vodene pare u produktima sagorevanja apsolutno suve biomase može se izračunati donja toplotna moć prema izrazu:

$$h_{ds} = h_{gs} - 24,4 W \quad (\text{kJ/kg}) \dots\dots\dots (4.3)$$

gde je: W- količina vodene pare u produktima sagorevanja, procentualno izražena u odnosu na apsolutno suhu masu goriva (%).

Dobijena vrednost toplotne moći odnosi se na apsolutno suhu masu biogoriva. Preračunavanje toplotne vrednosti na masu vlažnog biogoriva obavlja se uz pomoć izraza:

$$h_{dv} = h_{ds} (100 - w)/100 - 24,4 w \quad (\text{kJ/kg}) \dots\dots\dots (4.4)$$

gde je: w - sadržaj vlage u biogorivu (%).

Gornja toplotna moć izražena u odnosu na vlažno biogorivo je:

$$h_{gv} = h_{dv} + 24,4 (W + w) \quad (\text{kJ/kg}) \dots\dots\dots (4.5)$$

U tabeli 4.4 date su donje toplotne moći različitih vrsta goriva.

Tabela 4.4: Toplotne moći različitih vrsta goriva (Martinov, 1980)

Red. br.	Vrsta goriva	Donja toplotna moć (kJ/kg)
1.	Slama	15827
2.	Drvo	18600
3.	Drveni ugalj	30100
4.	Mrki ugalj	22500
5.	Kameni ugalj	32500
6.	Koks	28800
7.	Ulje za loženje	
	- lako	42080
	- teško	41780
8.	Benzin	42040

Kao što je već istaknuto pepeo biogoriva, pa i pšenične slame predstavlja jednu od najvećih smetnji za adekvatno vođenje procesa njenog sagorevanja. To se posebno odnosi na sagorevanja biogoriva u sloju, gde se mineralne materije tope usled visokih temperatura koje vladaju u koksnoj zoni, a zatim se hlade pri kontaktu sa vazduhom za sagorevanje. Pri tome otvrdnu obrazujući poroznu, ali čvrstu šljaku. Usled toga može doći do začepijavanja otvora za dovod vazduha za sagorevanje i povećanja otpora pri njegovom dovodu, prljanja zagrevne površine postrojenja i prouzrokovanju velikih teškoća u podešavanju rada postrojenja za sagorevanje. Loša osobina pepela se ogleda i u njegovom intenzivnom lepljenju na površine ložišta, izmenjivačkim površinama i dimnim kanalima, što može dovesti do ozbiljnih oštećenja postrojenja za sagorevanje. Taj problem je izuzetno izražen pri sagorevanju pšenične slame (pogotovo visoko alkalne), kod koje agrotehnika u proizvodnji slame nalaže veću primenu mineralnih đubriva.

Ranije se smatralo da je za poznavanje ponašanja mineralnog dela biogoriva dovoljno poznavanje njegove elementarne hemijske analize i karakterističnih temperatura pepela. To nije dovoljno, pa se moralo pristupiti proučavanju mineralološkog sastava pepela, kao i ponašanju pojedinih komponenti u toku procesa sagorevanja.

Na sagledavanju karakteristika pepela od pšenične slame radili su mnogi istraživači. Tako u literaturi za temperaturu omekšavanja pepela navodi se vrednost od 800°C. U radu Perunovića (1985) se ističe da se temperatura topljenja pepela nalazi ispod 900°C, usled visokog sadržaja alkalnih metala u pepelu pšenične slame. Prema njihovom tvrđenju, navodi se da pepeo pšenične slame između ostalog sadrži: kalijuma 11,90%, kalcijuma 2,60%, fosfora 1,50% i magnezijuma 0,60%.

Iz navedenog proizilazi da i pored toga što prilikom sagorevanja pšenične slame ostaje relativno malo pepela, često se stvaraju znatno veći problemi u odnosu na sagorevanje uglja sa znatno višim sadržajem mineralnih materija. Iz tog razloga se mora povesti računa o ograničenju toplotnog opterećenja rešetke i ložišnog prostora postrojenja za sagorevanje (Perunović i sar, 1985).

Osobine pepela, odnosno njegovih komponenti su naročito važne za izbor konstrukcije ložišta i način regulisanja sagorevanja. Maksimalna temperatura produkata sagorevanja je ograničena temperaturom omekšavanja, odnosno topljenja pepela i mora se vrlo precizno regulisati. Visoki procenat Na<sub>2</sub>O, zajedno sa SiO<sub>2</sub> u biomasi (kod pepela slame 30 – 40%), ukazuje na nisku temperaturu topljenja pepela, što je od bitnog uticaja na određivanje temperaturnog nivoa ložišta. U tabeli 4.5 prikazane su temperature topljenja pepela iz biomase, prema DIN normama.

Tabela 4.5: Temperature topljenja pepela iz biomase, prema DIN 51730 (Preveden, 1980)

Red. br.	Parametri	Slama (°C)	Oklasak (°C)
1.	Početak sinterovanja	740	760
2.	Početak omekšavanja	940	970
3.	Omekšavanje pepela	1080	1100
4.	Topljenje pepela	1240	1325

#### 4.1 Konstatacije

Biomasa, kao čvrsto biogorivo, ima specifične karakteristike u odnosu na konvencionalna goriva. Sadrži više kiseonika i zbog toga ima nižu toplotnu vrednost. Sadržaj sumpora je zanemarljiv (6 puta je manji nego u uglju). Količina pepela je 2 do 7 puta manja od količine pepela u uglju. Temperatura sagorevanja je niža u odnosu na konvencionalna goriva. Zbog toga nastaje problem topljenja pepela u ložištima na nižim temperaturama (740-940 °C). Biomasa je kabasta, razgranate strukture i male zapreminske mase (60-80 kg/m<sup>3</sup>). Da bi se mogla transportovati mora se sabijati.

#### Literatura

- [1] Brkić, M, Janić, T, Somer, D: Termotehnika u poljoprivredi - II deo: Procesna tehnika i energetika, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2006, s. 323,
- [2] Brkić, M, Babić, M, Somer, D: Alternativni izvori energije u poljoprivredi i zaštita životne sredine, Zbornik radova sa savetovanja EKO-EK"95: „Bioenergetska reprodukcija u poljoprivredi” (Biomasa), IP „Mladost”, Ekološki pokret, Beograd, 1995, s. 151-161,
- [3] Brkić, M, Janić, T.: Mogućnosti korišćenja biomase u poljoprivredi, Zbornik radova sa II savetovanja: „Briketiranje i peletiranje biomase u poljoprivredi i šumarstvu”, Regionalna privredna komora Sombor, Sombor, 1998., s. 5 – 9.
- [4] Gulić, M, Brkić, Lj, Perunović, P: Parni kotlovi, Mašinski fakultet, Beograd, 1983, s. 510
- [5] Janić, T.: Kinetika sagorevanja balirane pšenične slame, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2000., s. 119,
- [6] Katić, Z: Energetska valjanost poljoprivredne proizvodnje i njena zavisnost sa granicama energetskog obračuna, Zbornik radova: „Aktualni problemi mehanizacije poljoprivrede”, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagerb, 1982,
- [7] Martinov, M: Toplotna moć slame žita uzgajanih na području SAP Vojvodine, časopis: „Savremena poljoprivredna tehnika”, VDPT, Novi Sad, 6(1980)3, s. 95 - 101,
- [8] Perunović, P., Pešenjanski, I., Timotić, U.: Biomasa kao gorivo. časopis: „Savremena poljoprivredna tehnika”, VDPT, Novi Sad, 9 (1983), 1 – 2, s. 9 – 13,
- [9] Perunović, P., Pešenjanski, I., Timotić, U.: Istraživanje procesa sagorevanja poljoprivrednih otpadaka u vertikalnom sloju. Izveštaj za SIZ Vojvodine, FTN, Novi Sad, 1985, s. 83,
- [10] Preveden, Z.: Alternativno gorivo i poljoprivredni otpaci, Zbornik radova: „Aktualni problemi mehanizacije poljoprivrede”, Jugoslovensko društvo za poljoprivrednu tehniku, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb - Šibenik, 1980, s. 579-591

## 5. SAVREMENE TEHNOLOGIJE NA PILOT POSTROJENJIMA ZA PROIZVODNJU BRIKETA I PELETA OD BIOMASE

*Dr Miladin Brkić, red. prof.*

### 5.1. BRIKETIRANJE BIOMASE BEZ VEZIVNIH SREDSTAVA

#### 5.1.1. Uvod

S obzirom na privredni značaj predviđa se da će korišćenje biomase u razne svrhe, kao obnovljive sirovine, biti sve intenzivnije. Da bi kabasta biomasa mogla da stigne i do najudaljenijih korisnika neophodno je istu koncentrisati (sabiti) u najpovoljniji oblik i veličinu za manipulaciju, transport, skladištenje i čuvanje. Na taj način biomasa bi postala roba za tržište, tj. bila bi dostupna većem broju korisnika (Brkić, Janić i Somer 1997).

Potencijalna količina biomase u Srbiji je oko 12,5 miliona tona godišnje. Od toga oko 25% može da se koristi kao prostirka za stoku i da se kroz stajnjak vrati zemljištu u cilju povećanja njene plodnosti, oko 25% može da se preradi u stočnu hranu, oko 25% za proizvodnju toplotne energije i oko 25% za ostale svrhe. U ovom delu studije obrađena je tehnologija korišćenja biomase u energetske svrhe, kao alternativne vrste goriva (tzv. biogoriva).

Najefikasnije je presovanu biomasu koristiti u energetske svrhe blizu mesta prikupljanja (u krugu od 10 do 15 km), u obliku malih prizmatičnih, konvencionalnih (četvrtastih) bala ili valjkastih, okruglih (rol) bala, zbog skupog transporta na veća rastojanja. Prema Tešiću (1983) slama bez pripreme (u rinfuzi), sa sadržajem vlage 15 – 20% ima zapreminsku masu („gustinu”) 20 – 40 kg/m<sup>3</sup>, seckana 40 – 60 kg/m<sup>3</sup>, male četvrtaste bale 80 – 120 kg/m<sup>3</sup> i valjkaste bale 70 – 110 kg/m<sup>3</sup>. Mala vrednost zapreminske mase bala značajno utiče na troškove transporta i skladištenja. Zbog toga se korišćenje biomase ograničava na 10 km od mesta prikupljanja (Perunović, 1996). S druge strane posmatrano, prema Radovanoviću (1985), neracionalan je način sagorevanja biomase u postojećim ložištima u stanju u kome je prikupljena (doziranje biomase u ložište mora biti kontinualno, rastresiti materijal sagoreva velikom brzinom i dr). Zbog toga se danas primenjuje postupak sagorevanja biomase na većim društvenim gazdinstvima u posebno konstruisanim ložištima. Najveća prepreka masovnijem korišćenju biomase u energetske svrhe je visoka cena specifičnih postrojenja za sagorevanje biomase u odnosu na postojeća postrojenja koja koriste fosilna goriva. Cena ovih postrojenja je veća za 1,5 do 2 puta u odnosu na klasična postrojenja (Perunović, 1996).

Za razliku od postupka direktnog sagorevanja biomase upakovane u obliku bala, kojim investitori obezbeđuju sopstveno (autonomno) snabdevanje toplotnom energijom, postupak briketiranja biomase namenjen je pre svega za snabdevanje drugih korisnika (domaćinstava i industrije). Prema Radovanoviću (1995) i Zubcu (1996), briketiranje biomase pokazuje niz prednosti u odnosu na ostale postupke spremanja biomase (smanjuje se volumen, smanjuju se

troškovi manipulacije i transporta, potreban je znatno manji prostor za skladištenje, veća je otpornost materijala na biološke procese kvarenja, povećava se efikasnost u procesu sagrevanja, i dr.)

Energetske brikete mogu da se koriste u svim vrstama ložišta za čvrsto grivo, uz pažljivo doziranje (Herak, 1987). Po energetske vrednosti brikete su slične našim domaćim mrkim ugljevima. Osim toga korišćenje briketa umesto uglja ima značajnu ekološku prednost, jer sadržaj sumpora je u tragovima (manje se zagađuje okolina sa produktima sagorevanja), a pepeo od briketa može da se koristi kao dobro mineralno đubrivo.

### 5.1.2. Istorijat razvoja briketiranja biomase u Jugoslaviji

Prema Radovanoviću (1995), postupak proizvodnje briketa od lignoceluloznih materijala star je oko 90 godina. Naime, 1918. godine u Švajcarskoj je patentirana presa za briketiranje starog papira vlažnim postupkom, a 1923. godine istraživač Albert L. Stilman je dao osnovni princip briketiranja drvene mase (visokim pritiskom i povišenom temperaturom). Na ovom principu zasnovan je i savremeni industrijski postupak briketiranja lignoceluloznog otpada (otpadaka od drveta, treseta i druge biomase).

Postupak briketiranja biomase uvek se aktuelizuje kada se pojavi energetska kriza u svetu. Tako su se 1976. godine, posle porasta cena derivata nafte i gasa, pojavila prva istraživanja briketiranja, prvenstveno drvenih otpadaka, u Jugoslaviji. Tih godina kupovane su i ispitivane briket prese iz uvoza (Švajcarska). Tako na primer, Drvena industrija „Novi dom” iz Debeljače prva je počela sa proizvodnjom energetskih briketa. Ona je brikete prodavala na tržištu. Saradnjom DI „Novog doma”, „UNIS-Igman” iz Konjica i „Vojvodinainvesta” iz Novog Sada, 1983. godine izgrađene su prve linije za briketiranje lignoceluloznih otpadaka iz poljoprivredne proizvodnje (Herak, 1987). Od tada izgrađeno je ukupno 26 briket presa, od toga 25 klipnih i jedna vijčana. Kapacitet presa bio je od 200 do 1.400 kg/h energetskih briketa. Godišnji kapacitet svih pogona bio je 106.000 tona.

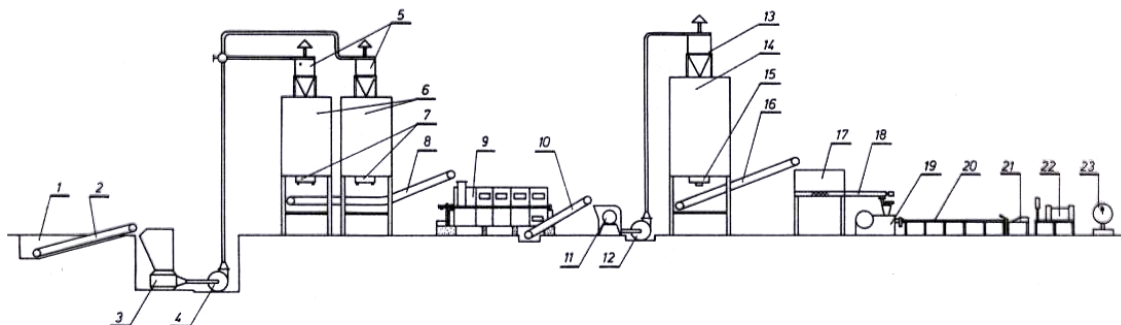
Prema našim saznanjima prva klipna briketirka na mehanički pogon, proizvodnje „UNIS-Igman” iz Konjica za briketiranje slame i kukuruzovine, počela je sa radom 1984. godine u Novom Miloševu, 1985. godine puštena je u pogon klipna briketirka na mehanički pogon, proizvodnje „Utva” iz Pančeva, u Ilandži, 1987. godine počele su sa radom briketirke od istog proizvođača u Banatskom Karađorđevu i Staroj Moravici. U Staroj Moravici korišćena je prirodno osušena masa za briketiranje. Briketirka „UNIS-Igman” instalirana je 1989. godine u Fabrici kudelje u Senti, koja sabija pozder, a 1990. godine instalirana je briketirka, proizvodnje Fabrike „Utva” iz Pančeva, u Fabrici ulja „Dunavka” u Velikom Gradištu, koja služi za briketiranje ljuške suncokreta. Briketirka „UNIS-Igman” montirana je 1991. godine u Padeju i služi za briketiranje piljevine. Briketirka iz Banatskog Karađorđeva preneti je 1994. godine u Fabricu ulja „Dijamant” u Zrenjaninu i služi za presovanje ljuške suncokreta. Klipna briketirka na hidraulični pogon firme „Dekan” iz Vrnjačke Banje proizvedena je 1995. godine. Ona je počela sa radom 1996. godine u firmi „Gočdrvo” u Vrnjačkoj Banji i služi za presovanje piljevine.



Sl. 5.1. Postrojenje za briketiranje biomase

1- zamajac, 2-elektromotor, 3-dozator, 4-jaram na alatu prese

Brikete se mogu proizvoditi uglavnom na dve vrste presa: mehaničke (stacionarne), kapaciteta 250 do 1.500 kg/h i hidraulične (stacionarne, mobilne ili pokretne), kapaciteta 50 do 200 kg/h (Zubac, 1996). Mehaničke prese zahtevaju instalisanu snagu od 20 do 60 kW, smeštaj u zatvoreni prostor veličine 5x10 do 20x70 m i zahtevaju čvrste temelje. Hidraulične prese su mnogo fleksibilnije, imaju znatno manji zahtev za energijom (6 – 10 kW), zahtevaju mali nadkriveni prostor 5x5 m i ne moraju se učvrstiti za podlogu. Značajna novina je što hidraulične prese mogu da se postave na jedinstvenu pokretnu platformu, zajedno sa seckalicom i sušarom (dehidratorom). Tako može da se formira mobilni agregat, koji može da se priključi na električnu mrežu snage 20 kW ili da se pokreće kardanskim vratilom traktora. Mobilni agregat može da priđe stogu ili kamari biljnih ostataka u ekonomskom dvorištu ili na samoj njivi.



Sl. 5.2. Šema postrojenja za briketiranje biomase

(1-prijemni koš, 2-trakasti transporter, 3-procesor za usitnjavanje, 4-transportni ventilator, 5-cikloni, 6-binovi, 7-izuzimači, 8-trakasti transporter, 9-dehidrator, 10-transporter, 11-mlin čekičar, 12-transportni ventilator, 13-ciklon, 14-bin, 15-izuzimač, 16-pužni transporter, 17-prijemni koš, 18-dozator, 19-briket presa, 20-otvorena cev za hlađenje briketa, 21-sto za prihvata briketa, 22-pakerica sa termotunelom za lepljenje termo skupljajuće folije i 23-vaga)

### 5.1.3. Tehnološki postupak briketiranja biomase

Brikete se formiraju presovanjem usitnjenih čestica lignoceluloznog materijala bez vezivnog sredstva pod određenim uslovima: visok pritisak, povišena temperatura i optimalni sadržaj vlage u materijalu. Udarni pritisak klipa prese iznosi 210 bar-a (Herak, 1987). Pri presovanju biološkog materijala zapremina se smanjuje oko 10 puta, pri čemu se postiže zapreminska masa briketa 800-1.200 kg/m<sup>3</sup>. Temperatura alata prese iznosi 90°C. Kompaktnost i zbijenost usitnjenih čestica u briketu obezbeđuje se bez vezivnog sredstva termoplastičnim slepljivanjem čestica biljnog materijala. Osim odgovarajuće granulacije (usitjenosti) polaznog materijala (do 3 mm), pri presovanju biomase značajnu ulogu ima i sadržaj vlage u materijalu. Optimalni sadržaj vlage je oko 15%. Sadržaj pepela posle sagorevanja energetskog briketa iznosi 1 do 9%, sumpora ima u tragovima, a toplotna vrednost briketiranog materijala je 16 do 18,5 MJ/kg. Oblik briketa je valjkast. Prečnik briketa može biti od 25 do 90 mm, a dužina promenljiva. Brikete se obično pakuju u termoskupljajuću foliju, kartonske kutije, papirne ili plastične vreće.

Tehnološki postupak briketiranja usitnjenog lignoceluloznog materijala zasniva se na visokom pritisku u alatu prese 150 do 200 bar-a, koji biomasu pretvara u brikete kompaktne forme velike zapreminske mase (Zubac, 1996). Usled dejstva visokog pritiska na biomasu nastaje trenje čestica materijala, što izaziva povišenu temperaturu materijala 70 do 90°C. Na povišenoj temperaturi dolazi do termoplastičnih deformacija lignoceluloznog materijala i njegovog povezivanja bez dodatka vezivnih sredstava. Da bi se biomasa mogla pretvoriti u

trajnu čvrstu formu potrebno je obezbediti da sadržaj vlage bude 10 do 18% (maksimalno do 25%) i granulaciju (usitnjenost) materijala maksimalno do 10 mm. Zbog toga za obezbeđenje ovih uslova potrebno je biomasu dosušiti, a ponekad i osušiti. Brikete su kalorično biogorivo, jer imaju donju toplotnu moć 15 do 18 MJ/kg. Pri potpunom sagorevanju briketa izdvaja se 0,5 do 7% pepela, ne oslobađaju se sumporni oksidi i ne zagađuje se okolna sredina. Zbog toga se može reći da su energetske brikete ekološko gorivo. Briketirani poljoprivredni ostaci mogu se usmeriti ka proizvodnji stočne hrane za ishranu krupnih i sitnih preživara. Brikete mogu biti kružnog ili pravougaonog oblika minimalne dužine 50 mm. Briketiranjem se zapremina biomase smanjuje 7 do 12 puta i dobija se zapreminska masa briketa 1,0 do 1,4 kg/dm<sup>3</sup>. Brikete se pakuju u kartonske kutije po 10 kg, natron i PVC vreće od 25 – 40 kg ili u termoprijanjajuću plastičnu foliju. Pakovanje briketa je neophodno zbog izrazite higroskopnosti sabijenog materijala. Masa palete sa upakovanim briketama je cca 1.000 kg, a deklariše se sa JUS D.B9.021 standardom.

Dosadašnji klasični način briketiranja biomase, prema Radovanoviću (1995), zasniva se na sledećem: materijal za briketiranje mora biti prethodno dobro usitnjen (čestice drvene mase trebaju da budu manje od 5 mm), sadržaj vlage u briketiranom materijalu treba da se nalazi u granicama 8-12%, sušenje vlažnog materijala postiže se zagrevanjem usitnjene drvene mase u vazdušnoj struji temperature 200 do 300°C. Drvena masa se zagreva na temperaturu 60 do 80°C u toku samog procesa presovanja. U kontaktu briketa sa vodom ili vlagom dolazi do bubrenja briketa. Da bi se dobile brikete odgovarajuće kompaktnosti i čvrstoće presuju se visokim pritiskom 10 do 15 MPa (100 do 150 bar-a). Zapreminska masa briketa nalazi se u granicama 1.100 do 1.400 kg/m<sup>3</sup> (tzv. teški briketi).

Brikete od pšenične slame izrađuju se prečnika 35 do 60 mm i dužine 80 do 120 mm (Tešić, 1983). Masa jednog briketa od slame može da bude 0,04 do 0,15 kg, pri sadržaju vlage 15 – 20%. Zapreminska masa briketa iznosi 700 do 900 kg/m<sup>3</sup>, a u nasipu 300 do 400 kg/m<sup>3</sup>.

Klipne prese za briketiranje biljnog materijala postižu najveće pritiske. Zapreminska masa briketa može da dostigne vrednost 1.000 do 1.400 kg/m<sup>3</sup> (Mitrović, 1990). Međutim, slabim odvođenjem toplote pri briketiranju materijala zapreminska masa briketa smanjuje se na 700 do 800 kg/m<sup>3</sup>. Pužne prese se koriste za presovanje vlažnih materijala. Na primer, brikete proizvedene od pšenične slame na klipnoj presi „UNIS-Igman” iz Konjica, koja je bila instalirana u Banatskom Karađorđevu, imale su sledeće karakteristike: valjkast oblik, prečnik 94,1 mm i dužina 253 mm. Zapreminska masa bila je 776 kg/m<sup>3</sup>, a sadržaj vlage iznosio je 11,06%. Sadržaj vlage u briketu bio je 7,52%, a sumpora 0,2%. Donja toplotna moć briketa bila je 14.910 kJ/kg.

Za proizvodnju briketa prečnika preko 50 mm, pogodne su klipne prese, kao i prese sa spiralom (pužem), koje mogu da ostvare odgovarajući normalni pritisak na presovani materijal. Brikete mogu biti dužine 200 do 300 mm ili kobsovi valjkastog oblika dužine 200 do 250 mm, odnosno kobsovi paralelopipednog oblika (oblik opeke dimenzija 150x150x300 mm), Stanković (1995). Za izradu valjkastih kobsova biomasa se po pravilu sitni postupkom čijanja, a kasnije se uvalja na presama sa radijalnim pritiskom pomoću četiri glatka valjka. Kao vezivno sredstvo primenjuje se raspršena melasa.

Optimalni tehnološki postupak za formiranje kvalitetnih energetskih briketa uslovljen je vrstom materijala, kvalitetom usitnjenosti i sadržajem vlažnosti materijala. Ovaj postupak je veoma složen i skup zbog toga što se upotrebljava lepilo, kao vezivno sredstvo za slepljivanje usitnjenih čestica. Sredstvo za lepljenje učestvovalo je sa 74% (Ostojić, 1996) u ceni troškova briketiranja. To su razlozi zbog čega su mnogi vlasnici briketirnice odustali od ovog načina proizvodnje briketa. Proizvodnja briketa bez učešća vezivnih sredstava (lepila) bitno doprinosi pojeftinjenju procesa proizvodnje i poboljšanju njegove ekološke vrednosti. Takođe, učešće sumpora je zanemarljivo (6 puta manje od uglja), količina pepela je 2 do 7 puta manja u odnosu na ugalj i sadržaj vlage je 2 do 5 puta manji nego u uglju.

Ispitivanjem prese proizvodnje „Utva” iz Pančeva, koja je instalirana u Fabrici ulja „Dunavka” u Velikom Gradištu, za presovanje ljuske suncokreta, dobijeni su sledeći rezultati (Savić, 1995): pritiska čvrstoća briketa, posmatrano poprečno na pravac dejstva sile klipa prese, 0,7 do 1,9 MPa za celu ljusku, 3,8 MPa za samleveni uzorak i posmatrano u pravcu dejstva sile klipa do 58 MPa za celu ljusku. Vreme sagorevanja briketa blago raste sa dužinom briketa. Briketi dužine 20 mm sagorevaju za 29 minuta, a brikete dužine 80 mm, sagorevaju za 42 minuta, pri promaji u ložištu od 2 mm H<sub>2</sub>O. Količina pepela se nije značajno menjala sa dužinom briketa (iznosila je oko 5,1%). Nesagorive materije u pepelu iznosile su 3,2 do 3,6%. Sadržaj pepela kod sagorevanja ostalih biljnih (ratarskih) ostataka iznosio je 2,18 do 4,49%. Sadržaj higroskopske vlage bio je 7,2% kod ljuske suncokreta i 9,19% kod oklaska od kukuruza. Sadržaj volatila bio je prilično visok i iznosio je 70 do 77%. Sadržaj koksnoeg ostatka iznosio je 14 do 22%. Toplotna moć briketiranog oklaska bila je 12,65 MJ/kg, a ostalih uzoraka 15 – 17 MJ/kg. Briketiranjem biomase postignut je visok odnos uložene i potencijalno dobijene energije. Kod ljuske suncokreta to je iznosilo 1 : 8,40. Od rastresitog materijala, tj. od ljuske suncokreta (zapreminske mase do 200 kg/m<sup>3</sup>), dejstvom sile klipa i prinudnim kretanjem biljnog materijala kroz konusni alat, formira se homogena masa-briket (zapreminske mase oko 1.100 kg/m<sup>3</sup>), oblika pravilnog paralelopipeda, sa dve fiksne dimenzije (širina 70 mm, visina 30 mm), dok je dužina bila proizvoljna (do 400 mm). Ljuska suncokreta je vrlo abrazivni materijal, što izaziva povećano habanje delova za doziranje i alata prese. Pozitivan efekat na postupak briketiranja ima ulje iz ljuske, zbog smanjenja trenja materijala pri presovanju. Na osnovu merenja utvrđeno je da se znatno povećava temperatura alata na početku gornje ploče alata, u odnosu na ostala merna mesta. Ovo je posledica pojačanog trenja biljnog materijala, zbog neadekvatnog konstrukcionog rešenja sistema za centriranje klipa prese. Takođe, rezultati merenja pokazuju značajan uticaj temperature alata na kvalitet proizvedenih briketa. Naime, najveća mehanička čvrstoća briketa dobijena je pri najvišim temperaturama alata. Da bi se mogao pravilno voditi postupak briketiranja neophodno je da se ugradi elektronska kontrola proizvodnje briketa. Dopunska investicija od cca 3% od vrednosti postrojenja za ove svrhe smatra se opravdanom. Ispitivano postrojenje zahteva i izvesne tehničke izmene. Umesto mehaničkog pogona treba uvesti hidraulični pogon klipa prese. Takođe, potrebno je skratiti stazu za hlađenje briketa, uvođenjem intenzivnog odvođenja toplote sa briketa. Na sl. 5.3 prikazana je presa za briketiranje biomase proizvodnje „Utva” iz Pančeva.



a)



b)

Sl.5.3 Presa za briketiranje biomase proizvodnje „Utva” iz Pančeva  
(a – presa za briketiranje „Utva”, b – uređaj za hlađenje i pakovanje briketa)



Praćenjem rada prese za briketiranje „UNIS-Igman” iz Konjica, koja je preneti iz Banatskog Karađorđeva u Fabriku ulja „Dijamant” u Zrenjaninu, u briketiranju ljsuke suncokreta, ustanovljeno je sledeće: pritisak presovanja bio je 95 bara, briket je na izlazu iz stezne glave imao temperaturu 30°C. Briket se presovao bez vezivnog sredstva. Pokušalo se sa smanjenjem pritiska presovanja, ali se briket lomio. Temperatura briketa nije bila visoka, pošto ni pritisak presovanja nije bio visok. Postojao je plan da se adaptira hidraulični uređaj za ostvarivanje većeg pritiska presovanja. Pokušalo se sa ubacivanjem pare u biljnu masu, ali pošto je ljsuka masna, a para se kratko vreme zadržava sa ljsukom u prijemnom košu prese, nije postignut cilj da se dobiju kvalitetnije (čvršće) brikete. Takođe, pokušalo se sa dodavanjem i kaše od belog luka kao vezivnog sredstva, ali se ovaj postupak nije isplatio. Mlevenjem ljsuke suncokreta povećava se stepen athezije čestica, ali se ekonomski ne isplati ni ovaj postupak, zbog velikog utroška energije za mlevenje. Pri povećanju sadržaja vlage u materijalu ne dobijaju se kompaktno brikete (drobe se). Pakovanje briketa obavlja se automatski u plastične folije. Dimenzije briketa su: prečnik 95 mm, dužina 350 mm, a toplotna vrednost je 18.400 kJ/kg.

Prema Vašu (1989) prečnik briketa bez vezivnih sredstava u Mađarskoj iznosi 40 do 70 mm. Zapreminska masa briketa može da bude 1.050 do 1.370 kg/m<sup>3</sup>, a u nasutom stanju 300 do 500 kg/m<sup>3</sup>. Utrošak energije za presovanje briketa je 30 do 80 kWh/t. Optimalni sadržaj vlage materijala pri presovanju je 10 do 12%. Toplotna vrednost briketa iznosi 14 do 15 MJ/kg. Energetske brikete od biljnih ostataka su sagorljive u bilo kakvom ložištu ili kotlu za mešovito grivo. Adaptacija na ložištima se odnosi na obezbeđenje mogućnosti dvostepenog sagorevanja, zbog velike količine volatila u biogorivu i obezbeđenja mogućnosti prihvatanja veće količine pepela, nego što je slučaj kod drveta. Takođe, potrebno je sprečiti porast temperature sagorevanja u ložištu na vrednosti koje su više od 950, odnosno 1.000°C. U protivnom se počne stvarati tečna šljaka, koja za kratko vreme začepi otvore na rešetki ložišta. Ovaj problem se može rešiti sa regulacijom dovoda svežeg (sekundarnog) vazduha.

#### 5.1.4. Konstatcije

Tehnološko-tehnički postupak za proizvodnju energetskih briketa iz biomase je u svetu i kod nas praktično rešen, ali je pitanje njegove ekonomičnosti i konkurentnosti u odnosu na druge energetske izvore još uvek neizvesno. Zbog toga se postupak briketiranja biomase još uvek nalazi u fazi usavršavanja i dokazivanja za primenu u praksi.

U prilog primene energetskih briketa, kao alternativne vrste goriva (tzv. biogoriva), pored obnovljivosti izvora sirovina (biomase) svake godine, dolaze do izražaja pozitivni ekološki efekti njihovog korišćenja. Sadržaj sumpora u briketu je zanemarljiv (6 puta je manji nego u uglju). Količina pepela je 2 do 7 puta manja od količine pepela u uglju. Dok je pepeo od uglja štetna materija za okolinu (otpad), pepeo od biomase može da se koristi kao vrlo dobro mineralno đubrivo.

Toplotna vrednost briketa približno je ista kao i domaćeg mrkog uglja (15 do 17 MJ/kg).

Postupkom briketiranja zapremina kabaste biomase se smanjuje za 10 do 12 puta. Zapreminska masa briketa iznosi 1.000 do 1.400 kg/m<sup>3</sup>, a nasipna masa od 400 do 600 kg/m<sup>3</sup>. Na ovaj način pripremljena biomasa je pogodna roba za tržište. S njom može lako da se manipuliše, može da se lako transportuje, skladišti i čuva.

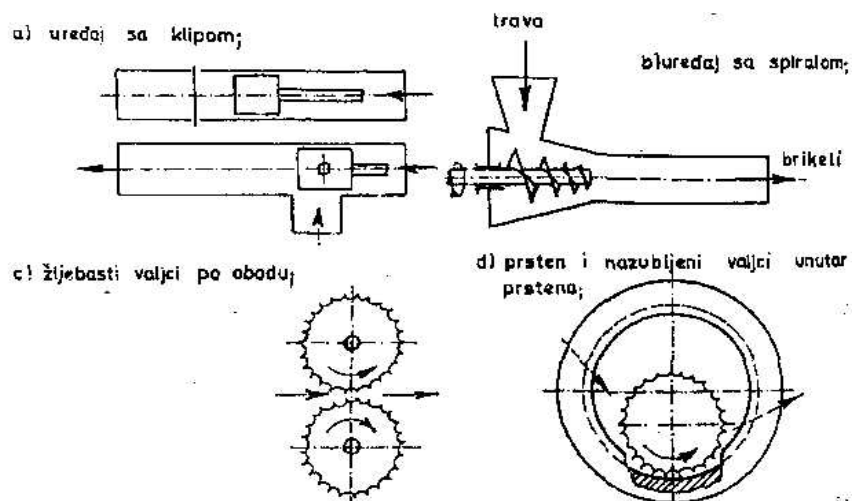
Za kvalitetno briketiranje biomase optimalni sadržaj vlage u biljnom materijalu treba da iznosi od 14 do 18%. Pri manjem i većem sadržaju vlage oblik briketa nije postojan.

## Literatura

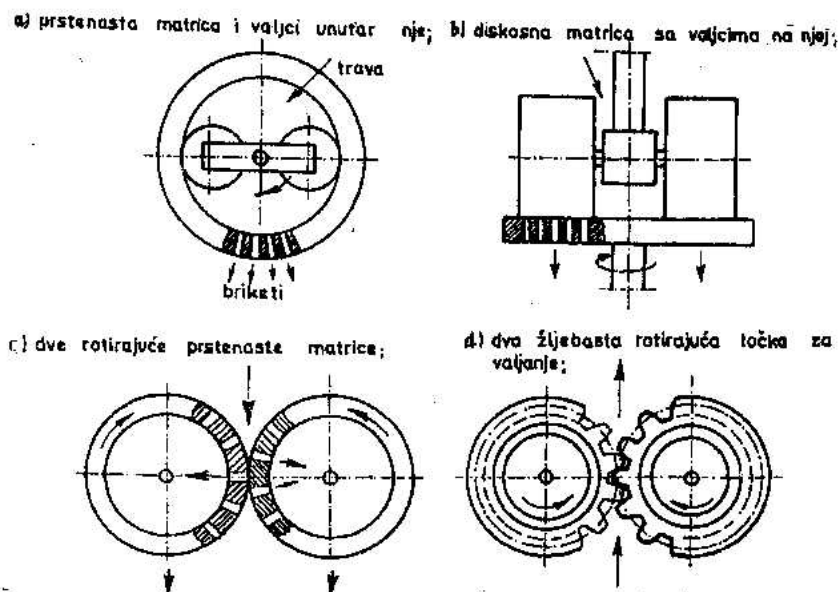
- [1] Brkić, M: Korišćenje nekih nekonvencionalnih izvora energije u protekloj deceniji u Vojvodini, Savremena polj. tehnika, VDPT, Novi Sad, 12(1986)3, s. 81-85,
- [2] Brkić, M, Janić, T: Prikupljanje, skladištenje i briketiranje biomase u poljoprivredi, Zbornik radova: „Značaj i perspektive briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Vrnjačka Banja, 1996, s. 15-24,
- [3] Brkić, M, Janić, T, Somer, D: Karakteristike briketirane biomase bez vezivnih sredstava, PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 1(1997)3, s. 3-6,
- [4] Herak, S: Iskustva u radu linija za briketiranje biomase, Zbornik radova sa XIV savetovanja stručnjaka polj. tehnike Vojvodine, VDPT, Dubrovnik, 1987, s. 279-285,
- [5] Mitrović, D: Briketiranje pšenične slame, Agrotehničar, Zagreb, 26(1990)6, s. 41-43,
- [6] Beradić, L: Energetski bilans i ekonomičnost briketiranja pljoprivrednih otpadaka na DP „Bačka”, Stara Moravica, Zbornik radova sa IV naučno-stručnog skupa PTEP '90, VDPT, Opatija, 1990, s. 84-88,
- [7] Ostojić, D: Ekološka vrednost briketa, Zbornik radova: „Značaj i perspektiva briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Vrnjačka Banja, 1996, s. 39-46,
- [8] Perunović, P, Pešenjanski, I: Korišćenje biomase u energetske svrhe, Zbornik radova: „Značaj i perspektive briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Vrnjačka Banja, 1996, s. 69-74,
- [9] Radovanović, M, Rac, A, Savić, A: Prilog karakterizaciji briketa od ljuske suncokreta, Zbornik radova: „Biomasa”, IPP „Mladost”, Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995, s. 199-208,
- [10] Radovanović, M, Stanojević, G, Stijljković, D, Jeremić, N: Laki biobriketi - nova tehnologija, Zbornik radova: „Biomasa”, IPP „Mladost”, Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995, s. 177-189,
- [11] Savić, R, Rac, A, Radovanović, M: Mogućnost kontrole procesa formiranja briketa od biomase pomoću računara, Procesna tehnika, Beograd, 11(1995)3, s. 200-203,
- [12] Stanković, L, Bugarin, R, Zagorac, R, Samardžija, M: Presovanje otpadaka biomase radi zaštite životne sredine i stvaranja kvalitetnih goriva, Zbornik radova „Biomasa”, IPP „Mladost”, Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995, s. 169-175,
- [13] Tešić, M, Martinov, M, Veselinov, V, Topalov, S, Ličen, H, Simić, L, Horti, J: Studija o mogućnostima mehanizovanog ubiranja, transporta i manipulacije sporednih proizvoda ratarstva, Fakultet tehničkih nauka, Institut za mehanizaciju, Novi Sad, 1983, s. 385,
- [14] Vas, A, Beke, J, Kovač, K: Stanje i rezultati korišćenja biomase u Mađarskoj, Zbornik radova sa III naučno-stručnog skupa PTEP '89, VDPT, Donji Milanovac-„Lepenski vir”, 1989, s. 49-58,
- [15] Zubac, M: Domaća tehnika i tehnologija briketiranja, Zbornik radova: „Značaj i perspektiva briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Vrnjačka Banja, 1996, s. 25-34.

## 5.2. PRESE ZA BRIKETIRANJE BIOMASE

Glavni uređaj za briketiranje odnosno peletiranje biomase je presa. Od rada prese zavisi veličina i kvalitet briketa, odnosno peleta. Usitnjena biomasa se presuje na mehaničkim presama, sve više na hidrauličnim, raznih konstrukcija. Na sl. 5.4, 5.5 i 5.6 prikazane su različite konstrukcije presa za briketiranje (peletiranje) biomase (Stanković, L, et al, 1995).



Sl. 5.4. Šema rada prese za briketiranje (peletiranje) biomase sa normalnim pritiskom na presovani materijal: a – sa klipom, b – sa spiralom (pužem), c – sa žljebastim valjkom po obodu, d – sa prstenastom matricom i nazubljenim valjcima unutar matrice

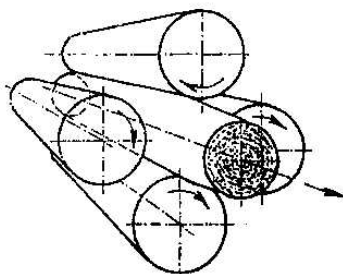


Sl. 5.5. Šema rada presa za peletiranje biomase postupkom normalnog pritiska na presovani materijal: a – prstenasta matrica i valjci unutar nje, b – diskosna matrica i valjci na njoj, c – dve rotirajuće prstenaste matrice, d – dva žljebasta rotirajuća točka (prema Segleru, G, cit. Stanković, L, et al, 1995).

Danas su najviše zastupljene prese za peletiranje sa prstenastim matricama, mada je izrada tih matrica izuzetno teška, posebno termička obrada, jer nastaju dodatne deformacije prstena usled unutrašnjih naprezanja materijala. Stoga se radije koriste diskosne matrice (sl. 5.5b) sa čeličnim valjcima na njoj, posebno kada su u pitanju pelete prečnika do 20 mm i dužine 30 do 50 mm.

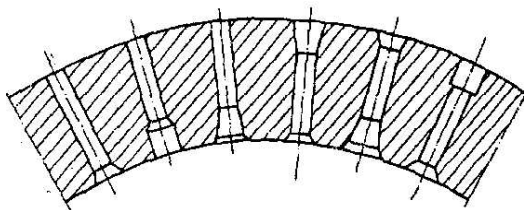
Za brikete većih prečnika, do 50 mm, celishodne su klipne prese (sl. 5.4a), kao i prese sa spiralom (pužem) (sl. 5.4b), koje mogu da ostvare veći normalan pritisak na presovani materijal. Linije mašina za sitnjenje i presovanje su većinom stacionarne, mada se već

proizvode i kao mobilne (prevozne i prenosne) za presovanje biomase direktno u polju. Tada se presuju brikete prečnika i preko 50 mm i dužine 200 do 300 mm, ili kobsovi valjkastog oblika, dimenzija iznad 50 mm i dužine 200 do 250 mm, ili kobsovi u obliku paralelopipeda (opeke), dimenzija 150 x 150 x 300 mm.

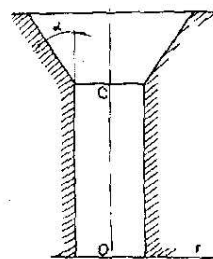


Sl. 5.6. Šema rada prese za briketiranje biomase postupkom radijalnog pritiska na presovani materijal pomoću glatkih valjaka

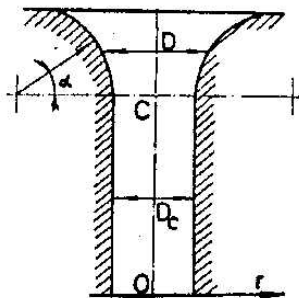
Biomasa za izradu valjkastih kobsova se po pravilu sitni postupkom čijanja, a kasnije se uvalja na presama sa radijalnim pritiskom pomoću glatkih valjaka (sl. 5.6). Za izradu kobsova u obliku blokova ili paralelopipeda, biomasa se takođe čija, a kao vezivno sredstvo primenjuje se raspršena melasa. Na sl. 5.7, 5.8 i 5.9 prikazani su u preseku mogući uzdužni preseki otvora na prstenastim matricama pri peletiranju biomase.



Sl. 5.7. Uzdužni preseki otvora na prstenastim matricama pri peletiranju biomase

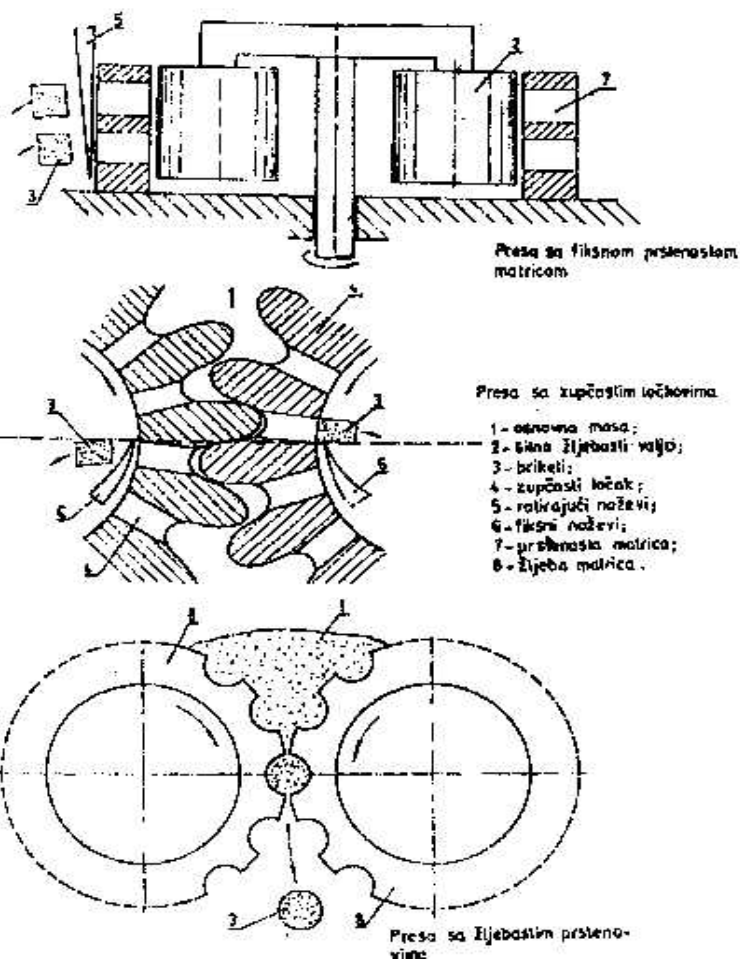


Sl. 5.8. Ulazni otvor sa konusnim proširenjem radi smanjenja otpora sabijanja biomase



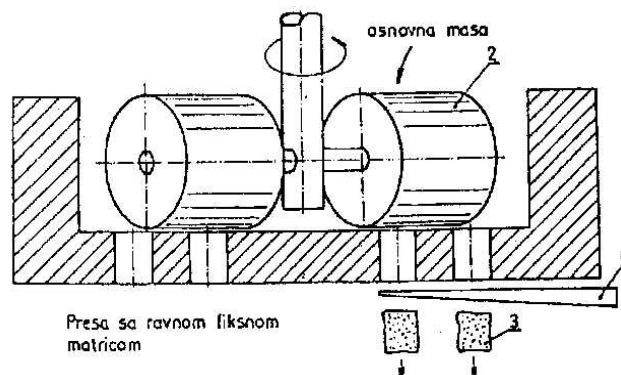
Sl. 5.9. Zaobljeni ulazni otvori radi lakšeg ulaza i sabijanja biomase

Na sl. 5.10 prikazana je šema rada presa za peletiranje biomase postupkom normalnog pritiska na presovani materijal (prema David, L, cit. Stanković, L, et al, 1995).



Sl. 5.10. Šema rada presa za peletiranje biomase postupkom normalnog pritiska na presovani materijal: a - sa fiksnom prstenastom matricom, b - sa zupčastim točkovima i c - žljebastim prstenovima; 1 - osnovna masa, 2 - sitno žljebasti valjak, 3 - pelet, 4 - zupčasti točak, 5 - rotirajući noževi, 6 - fiksni noževi, 7 - prstenasta matrica, 8 - žljebasta matrica

Na sl. 5.11 prikazana je šema rada prese sa ravnom fiksnom matricom za peletiranje biomase postupkom normalnog pritiska na presovani materijal.



Sl. 5.11. Šema rada prese sa ravnom fiksnom matricom za peletiranje biomase postupkom normalnog pritiska na presovani materijal: 1 - ravna matrica, 2 - sitno žljebasti obrtni valjak, 3 - pelete, 4 - osnovna masa, 5 - obrtni noževi

U tab. 5.1 prikazani su tehnički podaci presa sa ravnom fiksnom matricom.

Tabela 5.1: Osnovni tehnički podaci presa sa ravnom fiksnom matricom

Red. br.	Parametri prese	Podaci*
1.	Potrebna snaga za mešanje	2,2 kW
2.	Snaga za presovanje	30 kW
3.	Učink prese: - kockaste pelete	4.000 kg/h
4.	Učink prese: - granule prečnika 4,5 mm	2.000 kg/h
5.	Vezivno sredstvo	Raspršena melasa

Napomena: \* Prema tehničkim podacima firmi: CPM (USA), Werger (USA) i Tempelewood (V. Britanija)

### 5.2.1. Konstatacija

Imajući u vidu veliku uštedu toplotne energije presovanjem otpadaka biomase, radi stvaranja kvalitetnih goriva celishodno je pristupiti konstrukcionoj razradi mehaničkih i hidrauličnih presa za presovanje peleta, briketa i kobsova od biomase radi stvaranja jeftinih i toplotno vrednih goriva, kao i radi zaštite životne sredine.

Time bi se naša zemlja priključila tehnički razvijenim zemljama, kod kojih prikupljanje, skladištenje i presovanje otpadaka raznih poljoprivrednih kultura već odavno zauzima vidno mesto u poljoprivrednoj proizvodnji. Već je naglašeno da u našoj zemlji postoje velike količine biomase koja se ne koristi, iako kao gorivo i hranivo ima svoju vrednost.

Pri konstruisanju presa za peletiranje i briketiranje biomase treba imati u vidu posebne zahteve koji moraju biti ispunjeni:

- učinak prese treba da je oko 2 t/h (tab. 5.1),
- presa treba da bude prevozna ili mobilna,
- za pogon prese koristiti elektromotor snage do 20 kW,
- veličina peleta prečnika 10 do 20 mm i dužine do 40 mm,
- prednost dati presama sa diskosnim (ravnim) matricama i
- presa treba da bude jednostavna i pouzdana u radu.

### Literatutra

- [1] Stanković, L, Bugarin, R, Zagorac, R, Samardžija, M: Presovanje otpadaka biomase radi zaštite životne sredine i stvaranje kvalitetnih goriva, Zbornik radova "Biomasa", IPP "Mladost", Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995, s. 169-175.

## 5.3. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE LAKIH BIOBRIKETA OD DRVNE BIOMASE

Laki briketi proizvedeni od drvne biomase su proizvod novijeg datuma. Prvi uzorci lakih briketa proizvedeni su u laboratorijskim uslovima u prvoj polovini 1994. godine (Radovanović, M, et al, 1995). Njihov naziv, laki briketi, potiču od njihove veoma niske zapreminske mase, u poređenju sa briketima iz klasične proizvodnje. Naime, kod svih probnih uzoraka zapreminska masa je bila do  $500 \text{ kg/m}^3$ , za razliku od apsolutno suve zapreminske mase briketa proizvedenih klasičnim postupkom koja iznosi 1.100 do  $1.400 \text{ kg/m}^3$ .

Za izradu probnih uzoraka u laboratorijskim uslovima korišćeno je više vrsta biomase drvnog porekla, počevši od piljevine, ivera, usitnjene kore, šuške i borovih četina. Mnogi od navedenih materijala su već korišćeni, a i danas se još uvek koriste u svom prirodnom, rasutom stanju. Njihovo korišćenje u svojstvu energetskog materijala u pomenutom obliku je veoma nepraktično za manipulaciju i skladištenje, stoga se primenjuje postupak briketiranja. Još 1923. godine istraživač Albert L. Stilman dao je osnovni princip briketiranja drvene mase (visokim pritiskom i povišenom temperaturom). Na ovom principu zasnovan je savremeni industrijski postupak briketiranja usitnjenog drvnog ostatka.

Daleke 1918. godine u Švajcarskoj je patentirana presa za briketiranje starog papira. U mnogim domaćinstvima su se mogle naći prese različitog oblika za briketiranje papira vlažnim postupkom. U SFR Jugoslaviji u časopisu „Uradi sam” krajem sedamdesetih godina prikazivane su i objašnjavane različite priručne prese za briketiranje starog papira.

Proizvodnja lakih biobriketa se zasniva na sasvim drugačijem tehnološkom postupku u odnosu na proizvodnju klasičnih briketa. Postupak je veoma sličan postupku formiranju lista papira u papirnoj industriji. Polazna sirovina nije prosušena biomasa do optimalne vlažnosti 8 do 12%, već je gruba vodna suspenzija drvene biomase i lignocelulozne pulpe od recikliranog starog papira. U ovom slučaju, pored drvnog ostatka iz primarne i finalne obrade drveta pojavljuje se i reciklirani stari papir kao energetski i vezivni materijal.

U tehnologiji proizvodnje lakih briketa od drvene biomase stari papir u obliku industrijski reciklirane lignocelulozne pulpe vrši funkciju adheziva. Bez dodatka pulpe vodnoj suspenziji biomase ne bi bilo moguće oblikovati briket. Praktičnom primenom navedene tehnologije pruža se mogućnost briketiranja biomase na lakši i jeftiniji način, ne samo u industrijskim pogonima, već i u kućnim radionicama. Kompaktnost briketa uslovljena je prostornom mrežom celuloznih vlakana, koja povezuju masu adherenta – piljevine ili usitnjene kore. Zbog toga, kod ovog postupka izrade briketa nisu potrebni veći pritisci od 0,3 do 0,5 MPa, odnosno 3 do 5 bara. Povećanjem pritiska vrši se istiskivanje vode i dovođenje čestica biomase u blizak kontakt da bi se postigla potrebna čvrstoća briketa pri istiskivanju iz kalupa i prenošenja do mesta prirodnog sušenja. Svi potrebni uzorci lakih briketa od drvnog ostatka su sušeni solarno, na otvorenom prostoru, na Suncu. Briket zapremine 1,5 do 2,0 l pri temperaturi višoj od 25°C, osuši se na vazduhu i kompaktn je za vreme od 7 do 10 dana.

Dosadašnji klasični način briketiranja biomase zasniva se na sledećem:

Materijal za briketiranje mora biti prethodno usitnjen (čestice drvene mase treba da budu manje od 5 mm),

Sadržaj vlage u briketiranom materijalu treba da bude u granicama 8 do 10%. To znači da treba materijal osušiti do nivoa zahtevane vlažnosti. Sušenje drvene mase se postiže prethodnim zagrevanjem usitnjene mase pri temperaturi 200 do 300°C ili zagrevanjem do temperature 60 do 80°C u toku samog procesa presovanja. U kontaktu sa vodom, odnosno vlagom, dolazi do bubrenja i raspadanja briketa,

Briketi potrebne kompaktnosti i čvrstoće mogu se dobiti presovanjem visokim pritiskom 10 do 15 MPa, odnosno 100 do 150 bara,

Zapreminska masa briketa nalazi se u granicama 1.100 do 1.400 kg/m<sup>3</sup> (teški briketi).

Laki biobriket je nastao kao alternativno, jeftinije rešenje dosadašnjem načinu briketiranja biomase biljnog porekla, zasnovano na drugačijem tehničko-tehnološkom konceptu. Predloženo rešenje omogućava:

- briketiranje vrlo heterogenog materijala i sa česticama krupnijim od 5 mm,
- briketiranje bez prethodnog sušenja biomase do nivoa optimalnog sadržaja vlage,
- briketiranje sa niskim pritiscima 0,3 do 0,5 MPa, odnosno 3 do 5 bara,

- skladištenje na duži rok briketiranog materijala, jer usled dejstva vlage ne bubre i ne raspadaju se.

Po predloženom konceptu briketiranja, na Šumarskom fakultetu u Beogradu urađeni su probni uzorci od sledećih vrsta materijala: lišćarske i četinarske piljevine, lišćarske i četinarske kore, a jedan manji deo uzorka je urađen sa dodatkom borovih četina. Učinjen je, takođe, pokušaj briketiranja piljevine sa dodatkom ugljene prašine. Briketiranje je izvršeno u kalupima paralelopipednog oblika sa hidrauličnom presom po sledećem redosledu radnih operacija: doziranje biomase (adherenta), doziranje pripremljene pulpe, homogenizovanje mešavine, punjenje kalupa, presovanje – ceđenje mase, istiskivanje oblikovanog briketa i sušenje na otvorenom prostoru.

Sva ispitivanja su izvršena prema odgovarajućim standardima za ugalj (JUS. B.X8.339, JUS. B.X8.312, JUS. B.X8.338). Tehničkom analizom određene su sledeće karakteristike lakih biobriketa: sadržaj ukupne vlage, sadržaj pepela, sadržaj gorivih isparljivih materija (volatila), sadržaj koksnog ostatka i gornja toplotna moć. Ispitivani su uzorci briketa gustine 240 do 300 kg/m<sup>3</sup> (tab. 5.2), što je 4 do 5 puta manja gustina u odnosu na klasične brikete. Sastav uzoraka biobriketa bio je sledeći: 1. uzorak – briketi od kore četinara i piljevine, 2. uzorak – briketi od bukove piljevine, 3. uzorak – briketi od iglica četinara i 4. uzorak – briketi od piljevine četinara.

Tabela 5.2: Tehnička analiza uzoraka biobriketa

Uzorak	Gustina	Sadržaj vlage	Pepeo	Volatili	Koksnostatak	Toplotna moć
-	kg/m <sup>3</sup>	%	%	%	%	kJ/kg
1.	290	6,92	2,51	71,67	21,41	18.060
2.	300	7,60	0,62	77,70	14,70	17.570
3.	270	6,41	2,26	75,34	18,25	19.354
4.	240	7,61	1,09	74,72	17,67	17.199
5. min	-	23,41	4,74	20,04	24,99	7.566
5. max.	-	54,70	24,02	35,94	35,82	17.940

Sadržaj ukupne vlage u uzorcima iznosio je u intervalu od 6 do 8%. Sadržaj pepela u uzorcima kretao se u intervalu od 0,6 do 2,5%, što predstavlja vrlo nisku vrednost, naročito u poređenju s ugljevima, kod kojih vrednost sadržaja pepela ide i do 40%. Sadržaj gorivih isparljivih materija "Vg" ispitivanih uzoraka je u granicama od 71,6 do 77,70%, a sadržaj koksnog ostatka od 14,7 do 18,25%. Vrednosti toplotnih moći iznosile su u intervalu od 17,19 do 19,35 MJ/kg. Radi komparacije dobijenih vrednosti tehničke analize u tab. 5.2 dati su podaci i za domaći ugalj Kolubara sortimenta 30 do 60 mm (uzorak 5).

### 5.3.1. Konstatacija

Tehnologija proizvodnje lakih biobriketa ne zahteva visoke pritiske pri proizvodnji, ne zahteva prethodno sušenje sirovina, omogućava upotrebu različitih sirovina, kao i upotrebu različitih sortimenata polaznih sirovina. Ove činjenice ukazuju na mogućnost primene ove metode kako u industrijske svrhe tako i za potrebe domaćinstva. Mali pritisci sabijanja ukazuju na ekonomičnost instalacije (nisu potrebne specijalne i vrlo skupe prese), jer se ceo postupak može izvesti i pomoću ručnih presa. Međutim, mali pritisci ostvaruju male gustine dobijenih briketa (4 do 5 puta manje od klasičnih briketa), što povećava troškove skladištenja i transporta ove vrste briketa.



Tehničkom analizom ispitivanih uzoraka dobijeni su sledeći podaci: nizak sadržaj vlage u briketama od 6,4 do 7,6%, vrlo mali sadržaj pepela od 0,6 do 2,6%, visok sadržaj gorivih isparljivih materija od 71,6 do 77,70% i toplotnu moć u opsegu od 17,19 do 19,35 MJ/kg. Toplotna moć približno odgovara toplotnoj moći kvalitetnijih lignita, što se može smatrati zadovoljavajućim rezultatom.

## Literatura

- [1] Radovanović, M, Stanojević, G, Stojilković, D, Jerenić, N: Laki biobriketi – nova tehnologija, Zbornik radova "Biomasa", IPP "Mladost", Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995, s. 177-189.

## 5.4. TEHNOLOGIJA BRIKETIRANJA BIOMASE OD BILJNIH OSTATAKA

Čvrsta biomasa može da se transformiše u toplotnu energiju na više načina. Najneracionalniji način je sagorevanjem u postojećim ložištima u stanju u kome je i prikupljena. Naime, veliki su troškovi transporta zbog male nasipne gustine, zahteva veliki prostor za skladištenje, a doziranje u ložište mora biti kontinuirano, pošto rastresiti materijal sagoreva velikom brzinom. Postupak koji je na većim gazdinstvima već u primeni je sagorevanje balirane slame u posebno konstruisanim ložištima. U zavisnosti od tehnologije baliranja i prethodne pripreme slame razlikuje se i efikasnost sagorevanja kao i ukupni troškovi. Gustina slame bez pripreme je 35 do 70 kg/m<sup>3</sup>, granulirana do 100 kg/m<sup>3</sup> i mlevena do 150 kg/m<sup>3</sup>. Briketiranje je postupak prethodne pripreme biomase, koji pokazuje prednosti u odnosu na ostale postupke. Smanjeni su troškovi transporta, znatno manji prostor za skladištenje, veća otpornost biološkim procesima, povećana efikasnost u procesu sagorevanja, itd. (prema Radovanoviću, M, et al, 1995).

U Srbiji postoji više postrojenja za briketiranje biomase, koja se prvenstveno koriste za briketiranje drvnih otpadaka na mestu njihovog nastajanja. U Vojvodini su se postrojenja za briketiranje više koristila za briketiranje biomase od biljnih ostataka. Odnos uložene energije za dobijanje briketa i energije koja se može dobiti u vidu toplotne energije prikazan je u tab. 5.3.

*Tabela 5.3: Odnos uložene i dobijene energije pri briketiranju (prema Andrašu, T, cit. Radovanović, M, et al, 1995)*

R. br.	Materijal briketa	Uložena energija	Dobijena energija	Odnos
	-	GJ	GJ	-
Tehnologija briketiranja sa stabilnom mehanizacijom				
1.	Slama	7.961	71.000	1:8,9
2.	Kukuruzovina	1.9742	62.500	1:3,2
3.	Ljuska suncokreta	7.114	60.000	1:8,4
Tehnologija briketiranja sa mobilnom mehanizacijom				
4.	Slama	5.526	35.500	1:6,4
5.	Kukuruzovina	10.076	31.250	1:3,1
6.	Ljuska suncokreta	5.526	25.000	1:4,5

Sa stanovišta stepena iskorišćenja, najbolji rezultati ostvareni su pri sagorevanju biomase u fluidizovanom sloju (efikasnost preko 99%). Nije potrebna prethodna zanačajna priprema, manja je emisija azotnih oksida, itd. Takođe, moguće je ostvariti dobre rezultate sagorevanja biomase u ciklonskom ložištu.

Odgovarajući standardi za biomasu kod nas ne postoje sem standarda JUS.D.B9.021 iz 1987. pod nazivom „Energetski briketi od lignoceluloznog materijala”. Ovaj standard ne predviđa dovoljno precizno način ispitivanja i kvantifikaciju rezultata, već samo daje grubu kategorizaciju briketa od lignoceluloznog materijala (prema toplotnoj moći) i način obeležavanja i pakovanja. Ispitivanje biomase urađeno je u svemu prema odgovarajućim standardima za ugalj.

Izvršena je kompletna tehnička analiza uzoraka ostataka ratarske proizvodnje: silosne prašine (otpadni materijal prilikom procesa sušenja i provetravanja zrna u silosu), lista i stabljike kukuruza (tzv. kukuruzovina), ljuske suncokreta, pšenične slame, kao i drvnih otpadaka (strugotine od hrasta, čamovine i bagrema) radi upoređenja. Dobijeni podaci ove analize prikazani su u tab. 5.4.

Tabela 5.4: Rezultati tehničke analize različitih uzoraka biomase

Red. br.	Vrsta materijala	Vlaga $W_h$ (%)	Pepeo A (%)	Koks K (%)	Volatili $V_g$ (%)	Toplotna moć $h_g$ (kJ/kg)	
1.	Silosna prašina	8,89	3,69	14,01	77,10	15.850	
2.	Kukuruzovina	7,43	4,49	18,57	74,00	13.886	
3.	Oklasak od kukuruza	9,19	2,18	17,75	73,06	14.179	
4.	Ljuske suncokreta	7,20	2,93	15,50	77,30	18.124	
5.	Strugotina	hrast	13,01	0,37	14,30	72,65	17.122
		čamovina	7,8	0,33	14,76	77,35	18.167
		bagrem	5,55	2,0	20,06	74,60	18.423
6.	Pšenična slama	7,21	5,45	22,50	70,29	16.902	

## 5.5. MAŠINE ZA BRIKETIRANJE SENA

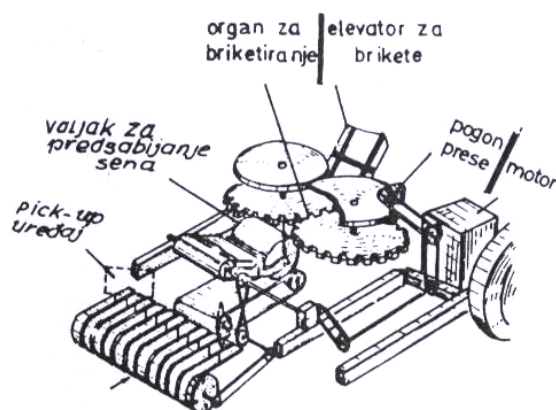
U nekim područjima sa vrlo stabilnom klimom, u kojima se lucerka može sušiti do kraja u polju, oko „dve decenije” (krajem pedesetih godina prošlog veka) primenjuje se proizvodnja briketa od sena. U odnosu na zapreminsku masu bala sena koja iznosi 120 do 180 kg/m<sup>3</sup>, masa briketa je daleko veća i kreće se od 400 do 500 kg/m<sup>3</sup> (Blagojević, M, 1979). Time se mnogo bolje iskoriste transportna sredstva i potreban je znatno manji prostor za skladištenje. Osim toga, briketi su daleko pogodniji za transport od bala, jer predstavljaju »sipki« teret, koji može da se transportuje raznim transportnim sredstvima i sa njima se mnogo lakše rukuje. Pored smanjenja zapremine i transportnih troškova, kao i skladišnog prostora, sa briketama se može lako mehanizovati ishrana stoke (sa energetskim briketama može da se lako mehanizuje hranjenje ložišta, primetio Brkić).

Ispitivanjem je ustanovljeno da je za dovoljnu čvrstoću i stabilnost briketa potreban specifični pritisak od najmanje 350 kg/cm<sup>2</sup> (oko 350 bara), a kreće se i do 700 kg/cm<sup>2</sup> (ili 700 bara). Briketi prizmatičnog oblika pokazali su se stabilniji od valjkastih i za njihovo dobijanje potreban je manji pritisak, a po izlasku iz kompresionog prostora manje se šire, te duže zadržavaju svoju zapreminsku masu. Najpovoljniji sadržaj vlage u senu za briketiranje iznosi u granicama od 15 do 25%. Zapaženo je da briketi od neseckanog sena zadržavaju duže svoju stabilnost i svoju formu (ali, neseckano seno zahteva viši pritisak sabijanja i s tim veći utrošak energije, primetio Brkić). Briketi prizmatičnog oblika imaju obično dužinu oko 60 mm.

### 5.5.1. Konstruktivne izvedbe mašina za briketiranje.

Primenjuju se stacionarne i pokretne mašine. S obzirom na velike pritiske koje je potrebno ostvariti, koriste se motori velikih snaga, oko 73,5 kW, a neki proizvođači izrađuju mašine za briketiranje sa motorom snage 88,2 kW, 110,3 kW, pa čak i 147,0 kW. U većini slučajeva učinak se kreće od 3 do 5 t/h briketa, što zavisi od njihove veličine i jačine motora, a utrošak električne energije iznosi oko 25 kWh/t briketa.

Što se konstrukcije mašine tiče u Rusiji i SAD su u primeni različite izvedbe mašina za briketiranje, a u Evropi je njihova primena ograničena za „sada” samo u eksperimentalne svrhe. Najviše su u primeni klipne prese za briketiranje, zatim sa ozubljenim valjcima (sl. 5.12) i pužnim uređajem za ubacivanje sena u otvore matrice, kroz koje se istiskuju brikete.



Sl. 5.12. Šema mašine za briketiranje sena sa ozubljenim valjcima

Pokretne mašine za briketiranje lucerke u polju podižu biljnu masu sa pick-up uređajem. Pokošeno i zgnječeno seno iz otkosa ubacuje se pick-up uređajem u presu. Ukoliko je vlažnost sena manja od 15 do 17%, uz pomoć rasprskivača vodom iz rezervoara se navlažuje koliko je potrebno, da bi se povećala prionljivost čestica. Dodavanjem melase, umesto vode, ima znatno bolji efekat. Ukoliko se vrši seckanje sena ono mora biti dužine manje od 20 mm, da ne bi dolazilo do zagušenja na ulazu u presu. Iz prese se gotove brikete ubacuju preko transportera u prikolicu koju mašina vuče za sobom.

Na stacionarnim mašinama vrlo često se ugrađuju klipni uređaji za proizvodnju briketa pomoću dva klipa, koji naizmenično rade (recipročni klipni sistem). Otvori na matrici imaju kvadratni ili kružni profil. Jedan od težih tehničkih problema kod svih konstrukcija je ubacivanje dugačkog (neseckanog) sena u uski prostor pre prese, te, da bi se postigao kontinualni rad, vrši se njegovo predsabijanje. Ova operacija je naročito komplikovana kod klipnih mašina, jer seno treba da se ubacuje u kompresionu komoru u intervalima od 25-tog dela sekunde. Kod prese sa kontinuiranim načinom rada, kao što su valjkaste i pužne prese, predsabijanje i ubacivanje sena u kompresioni prostor mnogo su jednostavniji. Međutim, kod pužnih presa potrebno je najduže zadržavanje sena pod pritiskom i najveće je trenje u kompresionom prostoru.

### 5.5.2. Dosadašnja iskustva sa briketiranjem sena i perspektiva njegove primene.

Veličina i oblik briketa zavisi od konstrukcije matrice na klipnim i pužnim presama. Na presama sa valjcima dimenzije briketa određene su širinom valjaka i izvedbom noževa za odrezivanje briketa. Mada su, sa gledišta učinka, od većeg interesa za praksu prese koje daju krupnije brikete, za manipulaciju su se pokazale pogodnije sitnije brikete, naročito kockastog oblika, jer ih stoka jede cele, te je manje krunjenje i gubitak mase pri ishrani (kod energetskih

briketa povoljnije su sitnije i valjkastog oblika brikete za mehanizovano loženje, primetio je Brkić).

Pored problema ubacivanja sena u kompresioni prostor, koji je napred naveden, još nije pronađen odgovarajući materijal za matrice, koje se brzo troše, a inače su skupe. Osim toga, potrebno je obezbediti visok pritisak za proizvodnju briketa, odnosno angažovanje motora velike snage, što poskupljuje cenu koštanja briketa. Pošto se obično vrši briketiranje suvog sena znatni su gubici lišća pri radu podizačkog (pick-up) uređaja. Zato je „sada” briketiranje ograničeno samo za specifična klimatska područja i, uglavnom, za potrebe dužeg transporta sena. Međutim, „vrši” se istraživanje u cilju pronalazačke mašine koja će moći da briketira biljnu masu velikog sadržaja vlage, 50 do 60% ili veće, s tim da se briketi dosušuju, da bi se izbegao gubitak lišća. U izgledu je mogućnost primene takve prese koja radi na principu rada roto-prese (roto balera), uz utrošak snage približno kao kod prese visokog pritiska za baliranje sena. Ali mašina još nije usavršena za praktičnu primenu.

### 5.5.3. Konstatacije

U ovom poglavlju su obrađene: klipne, zupčaste prese sa ozubljenim valjcima, valjkaste i pužne prese. Prese mogu da budu pokretne i stacionarne. Na presama, matrice mogu da budu sa kvadratnim ili kružnim otvorima. Sadržaj vlage u biljnoj masi treba da iznosi 15 do 25%, maksimalno. Za presovanje potrebno je obezbediti specifični pritisak 350, pa čak i do 700 bara. Zapreminska masa sabijenog sena posle presovanja iznosi 400 do 500 kg/m<sup>3</sup>. Na posebnim konstrukcijama presa može da se presuje biljni materijal sadržaja vlage 50 do 60%, pa i više. Presovati se može neseckano seno, kao i seckano manjih dimenzija od 20 mm. Za neseckano seno potrebno je obezbediti veće pritiske sabijanja.

### Literatura

- [1] Blagojević, M: Mašine za briketiranje sena, udžbenik: »Mašine, uređaji i oprema u stočarstvu«, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1979, s. 89-91.

## 5.6. UREĐAJI ZA MELASIRANJE I PRESOVANJE BRAŠNASTE STOČNE HRANE

Presovanje brašnaste hrane vrši se iz više razloga: da se uštedi u skladišnom prostoru, jer je zapreminska masa veća oko 3 puta, bolje je iskorišćene hrane (npr. živina ne može odabirati pojedine komponente, te je ishrana kompletna), rastur je neznatan, lakša je mehanizacija transporta pri raspodeljivanju hrane, a moguća je i automatizacija ishrane (Blagojević, M, 1979).

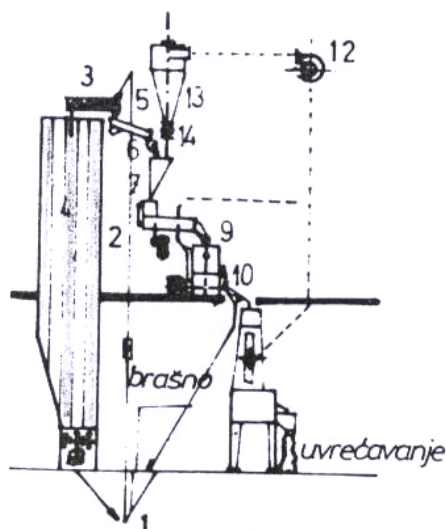
Proizvodi se presovana hrana za sve vrste i kategorije stoke i živine. Najkrupniji su briketi (engl. Wafers) za ishranu krupne stoke, goveda i konja, valjkastog, pločastog i drugog oblika. Kocke (Cubes) veličine 7 do 25 mm služe za ishranu teladi, ovaca i svinja. Peleti – granule (Pellets) valjkastog oblika dužine do 7 mm, koriste se za ishranu živine i riba.

Poprečni presek granule za piliće do 7 dana treba da je 1 do 2 mm, za piliće od 7 – 30 dana 2,2 mm, za piliće starije od mesec dana 3 mm, za odraslu živinu i ribe 5 mm, odbijenu prasid 8 mm, a za odrasle svinje 10 mm. (Dakle, proizvodnja energetskih peleta može da bude različitih dimenzija, prema zahtevu pojedinih termičkih uređaja, primetio Brkić).

Da bi presovani komadi zadržali stabilnost pre presovanja vrši se mešanje sa melasom, kao vezivnim materijalom, te se dodaje za krupne komade do 10%, a za granule samo nekoliko procenata. U rezervoarima za temperiranje melasa se zagreva električnim putem ili vodenom

parom na 50°C, a u uređaj za melasiranje ubrizgava melasu sa pumpom. Pumpa je električnim putem vezana sa transporterom za dotok brašnog materijala za melasiranje, te sa prestankom ulaska materijala pumpa se automatski isključuje. Doziranje melase vrši se promenom veličine brizgaljke ili promenom pritiska ubrizgavanja.

Jedan od tehnoloških postupaka briketiranja (a pod pojmom briketiranja podrazumeva se proizvodnja ne samo briketa već i granula i peleta) prikazan je šematski na sl. 5.13, a odvija se na sledeći način: usitnjene komponente hrane iz prijemnog koša (1) kofičastim elevatorom (2) i spiralnim transporterom (3) dovode se u mešalicu (4). Po završenom mešanju materijal se kofičastim elevatorom (2) preko vibrirajućeg sita (5), bubnja sa magnetom (6), (posle prolaza kroz uređaj za melasiranje, koji na šemi nije prikazan), zatim, prijemnog rezervoara (7) i spiralnog transportera (8), dovodi u presu (9). Presovani komadi prolaze preko sita (10) u komoru za hlađenje – u suprotnom smeru od toka briketa – a takođe usisava se prašina iz prese. U ciklonu (13) prašina se odvaja od vazduha, a iz njega dospeva u rezervoar (7) i dalje ponovo u presu.



Sl. 5.13. Šema tehnološkog procesa briketiranja brašnaste stočne hrane

(1-prijemni koš, 2-elevator, 3-pužni transporter, 4-bin, 5-vibrirajuće sito, 6-bubanj s magnetom, 7-koš, 8-puž, 9-presa, 10-koso sito, 11-hladnjak i rotaciono sito, 11a-uređaj za uvrećavanje s vagom, 12-ventilator, 13-ciklon, 14-ustava)

Učinkatost prese za krmne smeše zavisi najviše od veličine presovanih komada, te, prirodno, manji je za pelete ili granule, nego za brikete i kocke, a veći je u prvom slučaju specifični utrošak energije (kWh). On zavisi od toga da li se primenjuje tzv. „hladni” ili „topli” postupak briketiranja, kao i od fizičkih i mehaničkih svojstava materijala.

### 5.6.1. Konstruktivna rešenja i odlike glavnih tipova presa za krmne smeše.

U fabrikama stočne hrane, većim mešaoinama i u sastavu uređaja za dehidraciju lucerke i druge stočne hrane, koriste se razne izvedbe presa kao što su:

- prese na principu klipa za dobijanje briketa za krupnu stroku,
- prese sa kružnim (ili drugog oblika) udubljenjima na čeličnim valjcima između kojih se formiraju briketi (sl. 5.14). Daju dosta veliki učinak (do 10 t/h), uz srazmerno mali utrošak energije (oko 7,36 kWh) i prilično su trajne. Ne mogu se s njima dobiti sitni komadi – pelete, granule. Briketi, čak i uz dodatak melase više od 5%, su podložniji lomljenju nego sa drugim presama.

- presa sa ozubljenim točkovima (sl. 5.15), koji se uzubljuju i pri tome stiskaju brašnasti materijal u udubljenjima različitog oblika između zubaca. Na unutrašnjoj strani točkova nož obrazuje brikete u obliku valjaka ili kocki, na dužinu na kojoj je podešen.
- presa sa prstenastom okretnom matricom i podesivom osovinom sa dva valjka, koji istiskuju brikete kroz otvore prstena (sl. 5.16), a kretanje dobijaju trenjem o matricu. Valjci mogu biti u horizontalnoj ili vertikalnoj ravni, a može se podešavati njihov pritisak na matricu. Primjenjuju se u mnogim fabrikama stočne hrane („Promill”, „Temlewood”, „Socam”, „Sprout Waldrow”, „Simon” i dr.). Presovanoj hrani dodaje se do 8% melase. Izrađuje se s matricama različite veličine otvora i naročito su pogodne za presovanje dehidriranog brašna od lucerke i drugih biljaka.

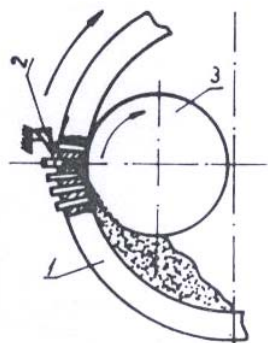


Sl. 5.14. Presa sa kružnim udubljenjima na valjcima

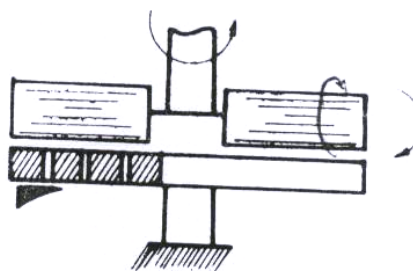


Sl. 5.15. Šema prese sa ozubljenim točkovima

- prese sa horizontalnim nepokretnim matricama i rotirajućim valjcima za sabijanje materijala. Odrezivanje se vrši sa okretnim nožem (sl. 5.17), pokretanje valjka je putem vertikalne osovine. Proizvode se prese sa vertikalnim, takođe nepokretnim, pločama (matricama), dok su valjci i noževi okretni, pa je kod njih istiskivanje briketa bočno.

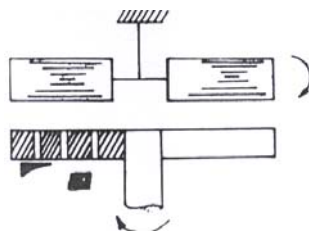


Sl. 5.16. Šema prese sa prstenastom okretnom matricom



Sl. 5.17. Šema prese sa horizontalnom nepokretnom matricom

- prese sa horizontalnom, ali okretnom matricom i pasivnim valjcima (sl. 5.18), koji dobijaju kretanje trenjem o matricu. Za pogon se koriste motori različite snage, počevši od 15 pa i preko 73,5 kW. Učinkak zavisi i od broja valjaka za utiskivanje materijala u otvore matrice, a posebno, od veličine presovanih komada. Obzirom na oblik kompresionog prostora i organa za potiskivanje materijala, postoje i druga konstrukciona rešenja presa (npr, sa hidrauličnim potiskivanjem klipa), ali su ona manje u primeni.



Sl. 5.18. Presa sa horizontalnom okretnom matricom i pasivnim valjcima

Dosadašnja iskustva sa briketiranjem brašnaste (koncentrovane) stočne hrane i neki problemi tehničke prirode koji još nisu zadovoljavajuće rešeni.

I ako sa ovim briketiranjem postoji nešto duže iskustvo nego sa briketiranjem sena, ono je još nedovoljno i smatra se da treba tehnološki proces usavršiti i poboljšati konstrukciju prese. Za presovanje su potrebni veliki pritisci i srazmerno tome, velika snaga motora, što poskupljuje proizvodnju briketa, granula i peleta, a naročito srazmerno kratko korišćenje, inače skupih, matrica. Ova snaga zavisi od oblika i dužine kompresionog kanala, radnog pritiska i koeficijenta trenja u kanalu. Kod tzv. toplog postupka kanali za presovanje su duži, te se ne mogu koristiti iste matrice i za hladni postupak.

Fizička svojstva materijala, kao tvrdoća čestica, oštrina, specifična masa, oblik, sposobnost lepljenja i dr, utiču na koeficijent trenja. Presovanjem tople mase poboljšavaju se fizička svojstva čestica, naročito stoga što delovanjem melase njihova površina omekša. Iz tog razloga se kod primene hladnog postupka preporučuje da posle melasiranja materijal ne ide odmah u presu, već da izvesno vreme odleži.

Temperatura presovanih komada i kod hladnog i toplog postupka je skoro ista, što potvrđuje utrošak veće snage kod hladnog postupka i objašnjava jače trošenje materijala pri njegovoj primeni.

## 5.6.2. Konstatacije

Da bi presovani komadi zadržali stabilnost pre presovanja vrši se mešanje sa melasom, kao vezivnim materijalom, te se dodaje za krupne komade do 10%, a za granule samo nekoliko procenata. Učinak prese za krmne smeše zavisi najviše od veličine presovanih komada, te, prirodno, manji je za pelete ili granule, nego za brikete i kocke, a veći je u prvom slučaju specifični utrošak energije (kWh). On zavisi od toga da li se primenjuje tzv. „hladni” ili „topli” postupak briketiranja, kao i od fizičkih i mehaničkih svojstava materijala.

Konstruktivna rešenja presa mogu biti sledeća: prese na principu klipa, prese sa kružnim udubljenjima na čeličnim valjcima, prese sa ozubljenim točkovima, prese sa prstenastom okretnom matricom i podesivom osovinom sa dva valjka, prese sa horizontalnim nepokretnim matricama i prese sa horizontalnim, ali okretnom matricom i pasivnim valjcima.

Za presovanje su potrebni veliki pritisci i srazmerno tome, velika snaga motora, što poskupljuje proizvodnju briketa, granula i peleta, a naročito srazmerno kratko korišćenje, inače skupih, matrica. Fizička svojstva materijala, kao tvrdoća čestica, oštrina, specifična masa, oblik, sposobnost lepljenja i dr, utiču na koeficijent trenja. Presovanjem tople mase poboljšavaju se fizička svojstva čestica, naročito stoga što delovanjem melase njihova površina omekša. Iz tog razloga se kod primene hladnog postupka preporučuje da posle melasiranja materijal ne ide odmah u presu, već da izvesno vreme odleži.

## Literatura

- [1] Blagojević, M: Uređaji za melasiranje i presovanje koncentrovane stočne hrane, udžbenik: „Mašine, uređaji i oprema u stočarstvu”, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1979, s. 169-174.

## 6. OCENA RADA INSTALISANIH PILOT POSTROJENJA ZA BRIKETIRANJE BIOMASE KOJE JE FINANSIRAO KOMITET ZA ENERGETIKU IZVRŠNOG VEĆA AP VOJVODINE OSAMDESETIH GODINA PROŠLOG VEKA

*Dr Miloš Tešić, red. prof, dr Miladin Brkić, red. prof.*

Pokrajinski komitet za energetiku i sirovine pri Pokrajinskom sekretarijatu za privredu, Izvršnog veća Vojvodine, od 1982. do 1987. godine donosio je programe za korišćenje biomase. Da bi se ovi programi mogli ostvariti obezbeđena su sredstva za podsticanje izgradnje pilot postrojenja. Ova sredstva su prikupljana od prodaje benzina u visini 1% od cene jedne litre benzina. Za izgradnju pilot postrojenja dobijalo se 30% od ukupne investicione vrednosti nepovratnih sredstava, a 70% morao je da uloži investitor. Podsticajna sredstva su usmeravana na: izgradnju pilot kotlovnih postrojenja na biomasu, solarnih instalacija, vetrogeneratora, briketirnice, biogas postrojenja i geotermalnih bušotina (Brkić, M, 1986. i Marojević, R, 1986).

Za razliku od programa direktnog sagorevanja biomase, kojima su investitori obezbeđivali sopstveno snabdevanje sa energijom, programi briketiranja biomase osamdesetih godina prošlog veka bili su namenjeni za snabdevanje drugih korisnika (uglavnom individualnog sektora). Da bi biomasa mogla da stigne do tih korisnika neophodno je bilo da se ista energetski koncentriše (sabije) i da se tako privede pogodnom obliku i veličini za lakšu manipulaciju i upotrebu. Na taj način korišćenje biomase postaje dostupno većem broju korisnika (postaje roba za tržište), ali sa dodatnim troškovima obrade, transporta i prometa. Iz tih razloga ovaj postupak se primenjivao samo tamo gde se biomasa nije mogla "utrošiti" u blizini mesta njene proizvodnje (mesta sakupljanja).

Tehnološko-tehnički postupci za proizvodnju briketa iz biomase su u svetu i kod nas bili praktično rešeni, ali je pitanje njihove ekonomičnosti i konkurentnosti prema drugim energetskim izvorima u to vreme bilo još uvek problematično, zbog čega su se dugo nalazili u fazi ispitivanja i dokazivanja za primenu u praksi. Naime, cene klasičnih izvora energije, a naročito električne, su bile niske, što je značajno uticalo na smanjenje obima korišćenja biomase za energetske potrebe. Devedesetih godina, kada je izbila ratna situacija, ukazala se velika potreba za korišćenje biomase u toplotne svrhe, ali tada nismo imali dovoljno finansijskih sredstava za obimnije investicije.

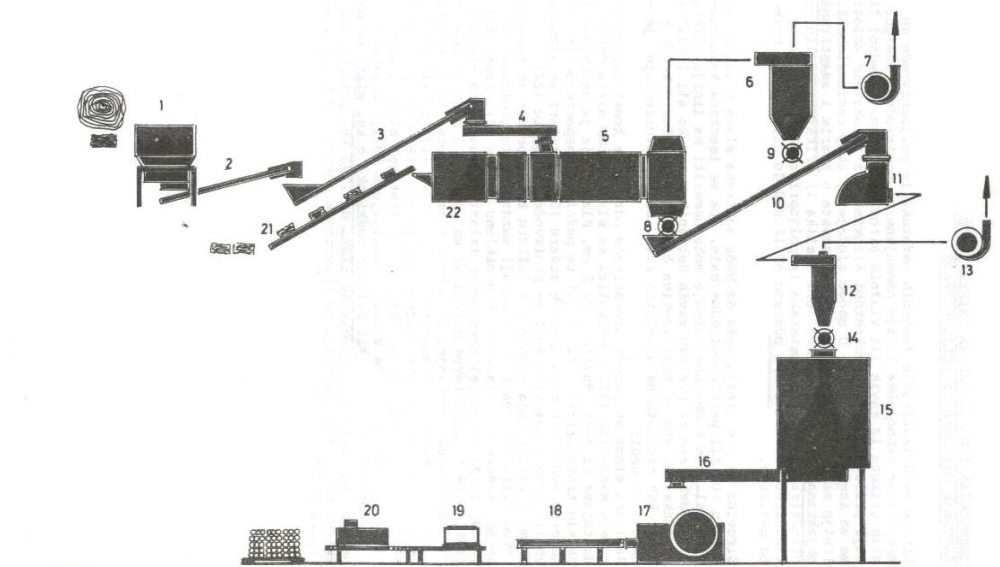
### 6.1. BRIKETIRANJE SLAME I KUKURUZOVINE.

Za briketiranje slame i kukuruzovine formirana su dva eksperimentalna centra u Banatu. Jedan je bio u Novom Miloševu (Severni Banat), a drugi je u Ilandži (Južni Banat). Oba



centra su bila u sklopu poljoprivredno-industrijskih organizacija, koje su imale sopstvenu proizvodnju biomase.

Pilot briketirnica u Novom Miloševu ( PK “Biserno Ostrvo“, RJ “Napredak”) je završena polovinom osamdesetih godina i nalazila se u probnom radu. Investiciono-tehničku dokumentaciju i opremu isporučila je projektantska firma „Vojvodinainvest” iz Novog Sada sa kooperantima (Drveno industrijski kombinat iz Debeljače i „Igman” iz Konjica), sl. 6.1. Tada je proveravana pogonska funkcionalnost postrojenja projektovani učinak od 20.000 do 23.000 t/god. briketa (dve linije), zavisno od toga da li je briketirana slama ili kukuruzovina. Probni rad je pokazao da je bio lakši rad s kukuruzovinom, dok su kod briketiranja slame postojale određene poteškoće koje su remetile kontinualni rad postrojenja. Ustanovljeno je da slama mora da odleži izvesno vreme (oko 6 meseci) pre briketiranja. Briket iz probne proizvodnje je prodavan radnicima zaposlenim u briketirnici i matičnoj poljoprivrednoj organizaciji „Biserno ostrvo” iz Novog Bečaja. Pokazalo se da je briket od kukuruzovine vrlo dobro sagorevao, dok je briket od slame u nekim slučajevima stvarao šljaku na rešetki ložišta. To je ukazalo na potrebu da treba regulisati proces sagorevanja putem doziranja vazduha u ložište, čime bi se izbeglo stvaranje šljake u standardnim pećima za čvrsta goriva.



Sl. 6.1. Tehnološka šema pilot briketirnice u Novom Miloševu (Herak, S, 1990)

(0-bala slame, 1-seckalica (mlin čekićar), 2,3-lančasti transporter, 4-pužni transporter, 5-rotopneumatski dehidrator, 6-ciklon, 7-centrifugalni ventilator, 8,9-ustava, 10-transporter, 11-mlin čekićar, 12-ciklon, 13-centrifugalni ventilator, 14-ustava, 15-bin, 16-puž dozator, 17-briket presa, 18-staza za hlađenje, 19-pakerica, 20-termotunel za lepljenje termofolije, 21-transporter bala, 22-ložište, 23-paleta sa džakovima)

Na sl. 6.1 prikazana je linija briketiranja žetvenih ostataka iz poljoprivrede instalisanog kapaciteta od cca 2 t/h, odnosno od 10.000 do 12.000 tona briketa godišnje (Herak, S, 1987). Sirovina za ovu liniju može da bude balirana slama i kukuruzovina u rol ili paralelopipednim balama. Na liniju se može usmeriti i iseckana kukuruzovina sa silažnim kombajnom. Linija može da prerađuje suve ili vlažne žetvene ostatke. Poznato je da kod kukuruzovine sadržaj vlage može da bude i preko 60% u odnosu na apsolutno suhu masu. Proces proizvodnje briketa sastoji se u sledećem: balirana slama se pomoću utovarivača određene konstrukcije ubacuje u seckalicu (sl. 6.1, poz.1). U seckalici se slama putem mlina čekićara usitnjava na dužinu 3 do 5 cm. Usitnjena slama se lančastim transporterom (2) i (3), te pužnim

transporterom (4) ravnomerno uvodi u rotopneumatsku sušaru (dehidrator), poz. 5. U sušari se slama suši produktima sagorevanja bala slame iz ložišta (22). Bale slame ubacuju se u ložište lančastim transporterom (21). Produkti sagorevanja sa sitnim primesama slame transportuju se centrifugalnim ventilatorom sušare (7) do ciklona sušare (6), gde se primese izdvajaju iz struje produkata i ubacuju na transporter (10). Preko zaustava (8) i (9) osušena slama ravnomerno izlazi iz sušare, takođe, na transporter (10). Ovim transporterom biljna masa se ubacuje u mlin čekićar (11) na drugostepeno mlevenje. Usitnjena slama (prekrupa) pneumatski se transportuje centrifugalnim ventilatorom (13) do ciklona (12) i ustave (14). Iz ustave materijal se ubacuje u bin (15). Pužnim dozatorom (16) materijal se ubacuje u briket presu (17). Formirani briket se hladi u stazi za hlađenje (18) i pakuje u termoskupljajuću foliju u pakerici (19) i termotunelu (20). Upakovane brikete imaju masu oko 8 kg. One se slažu na palete. Masa palete može da bude do jedne tone.

Nakon trogodišnjeg rada ove briketirnice ustanovljeno je da je ona bila nerentabilna iz više razloga. Oprema briketirnice je stavljena u objekat građevinske firme. U dve linije za briketiranje je ubačena sušara (dehidratorsko postrojenje) koja je imala funkciju da suši vlažnu slamu, jer je za briketiranje slame bilo potrebno obezbediti 12 do 15% sadržaja vlage. Za proizvodnju toplotne energije u dehidratoru korišćene su bale od slame, te je velika količina bala odlazila na sopstvene energetske potrebe. Takođe, velika količina energije se trošila za usitnjavanje slame. Pored toga, nije bila obezbeđena dovoljna količina slame za celogodišnji rad postrojenja za briketiranje biomase. Na kraju, radnici koji su rukovali sa postrojenjem su bili građevinski radnicu firme u stečaju, koji nisu bili dovoljno obučeni za rad sa linijama za briketiranje biomase. Zbog neekonomičnog rada briketirnica je zatvorena.

Briketirnica u Ilandži je projektovana sa presama „Utva” iz Kovina. Kapacitet prese je bio 7.000 t/god. biomase. Briketirnica je puštena u pogon polovinom 1986. godine. I u ovoj briketirnici pojavljivali su se razni problemi te je briketirnica stala sa probnim radom. Ipak, rezultate rada ove prese konstruktori „Utve” su koristili za razvoj i usavršavanje ove mašine. Jedna presa je instalirana u fabriku ulja „Dunav” u Velikom Gradištu gde je presovala ljske suncokreta u brikete.

U Bačkoj formiran je pogon za briketiranje u DP „Bačka” u Staroj Moravici i bilo je predviđeno da se formira pogon u Bačkoj Palanci, koji nije zaživeo. Osnovni razlog za donošenje odluke 1986. godine za izgradnju pogona za briketiranje slame bio je nestašica dizel goriva i ulja za loženje. Sem toga, postojala je velika podrška šire društvene zajednice za izgradnju takvih pogona u Vojvodini. U to vreme izgrađeno je 10 linija za briketiranje biomase (Beradić, L, 1990).

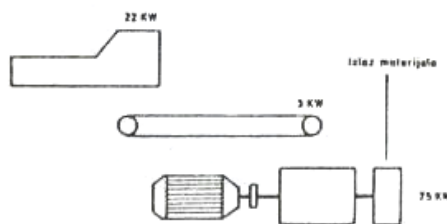
DP „Bačka” u Staroj Moravici je u to vreme imala 1.200 ha pod žitaricama i 1.400 ha pod semenskom lucerkom. Na 138 ha je proizvodila soju. Sa tih površina imala je prinos od 3.000 t pšenične slame, 150 t stabljika semenske lucerke i 150 t sojine slame. Ukupni prinos biomase bio je 3.300 t godišnje. Od ovih količina za potrebe stočarstva korišćeno je oko 1.500 t pšenične slame, 300 t slame se prodavalo direktno sa polja, 120 t slame se baliralo i koristilo kao gorivo za sopstvene potrebe, a za potrebe briketiranja na raspolaganju je ostalo oko 1.500 tona slame. Ova količina slame nije bila dovoljna za celogodišnji rad briketirke. Pored toga, u tadašnjem privatnom sektoru ostajale su znatne količine slame koje su se mogle uključiti u proizvodnju briketa. One nisu korišćene, a postojao je interes od strane zemljoradnika.

Prilikom izbora lokacije za briketirnicu traženo je najekonomičnije rešenje, te je tako izbor pao na lokaciju stočarske farme. Stočarska farma je imala dovoljno mesta za skladištenje slame, imala je izgrađenu trafostanicu sa dovoljnim rezervama snage i putnu mrežu. Na farmi je bilo odgovarajućih objekata (hangara za smeštaj mašina), koji su uz male adaptacije prilagođeni postavljanju linije za briketiranje. Bilo je još prostora za postavljanje druge linije za briketiranje. Dimenzije objekta su 9,4 x 37 m. Prilikom izbora opreme bili su opredeljeni

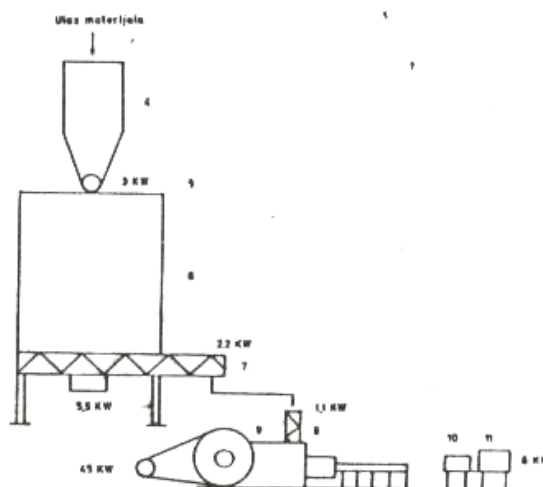
za kupovinu domaće opreme, zbog nižih cena. U pripremnom delu objekta smešten je stacionarni elektromotorni dezintegrator bala, tip SED 1.500 D, snage 22 kW, proizvodnje RO „Bratstvo” iz Subotice, horizontalni trakasti transporter, snage 3 kW, proizvođač PIK „Moravica” iz Stare Moravice i mlin čekičar, tip MP 108, snage 75 kW, proizvođač „Bruno” iz Inđije, sl. 6.2. U briketirnicu smešteni su: prihvatni ciklon, prečnika  $\phi 1.200 \times 3.450$ , ustava, snage 3 kW, dozirni silos  $\phi 3.000 \times 3.500$ , snage 5,5 kW i pužni izuzimač,  $\phi 300 \times 5.300$ , snage 1,1 kW, proizvođača RO „Dehidrator” iz Vršca, puž za doziranje, snage 1,1 kW i briket presa, tip IK 907200, snage 45 kW, proizvođača „Igman” iz Konjica, pakerica snage 1 kW i termotunel, snage 10,4 kW, proizvođač „Belišće” iz Belišća.

U toku trogodišnjeg rada briketirnica je proizvela: 1987. god. 700 t, 1988. god. 600 t i 1989. god. 850 t briketa. Prosečna potrošnja energije, prilikom proizvodnje energetskih briketa iznosila je: za presovanje slame na njivi 40 kWh/t slame, za transport 54 kWh/t, za mlevenje i usitnjavanje slame 80 kWh/t, a za briketiranje i pakovanje 45 kWh/t. Ukupna potrošnja energije iznosila je 219 kWh/t briketa. Od toga potrošnja električne energije iznosila je 125 kWh/t (ili 57%). Energetski potencijal briketa je 3.800 kWh/t, a utrošena energija je 219 kWh/t toni briketa. To je približno 17 puta više od uložene energije. Potrebno je napomenuti da je briketirnica radila uglavnom u vansezoni poljoprivrednih radova od novembra do marta. To nije bilo dovoljno da se ekonomski isplati rad pogona za briketiranje.

a) Pripremna linija



b) Linija za briketiranje



Sl. 6.2. Tehnološka šema postrojenja za briketiranje biomase:

- a) pripremni deo: 1-dezintegrator bala, 2-transporter biomase i 3-mlin čekičar,  
 b) linija za briketiranje: 1-ciklon, 2-ustava, 3-dozirni silos, 4-pužni izuzimač, 5-puž za doziranje, 6-briket presa, 7-pakerica i 8-termotunel.

Fizičke karakteristike dobijenih briketa su: specifična gustina za pšeničnu slamu 1,13 do 1,37 kg/dm<sup>3</sup>, sojina slama 1,31 do 1,35 kg/dm<sup>3</sup>, kukuruzovina 1,29 do 1,31 kg/dm<sup>3</sup>, ljuska suncokreta 1,01 do 1,3 kg/m<sup>3</sup> i piljevina 0,92 do 1,11 kg/m<sup>3</sup>. Sadržaj vlage u materijalu kretao se: 6,3; 8,7; 6,2; 7,1 i 6,1%, respektivno. Donja toplotna moć je iznosila: 15,42; 14,87; 15,49; 17,22; 16,84 MJ/kg, respektivno. Sadržaj pepela bio je: 8,0; 6,5; 6,0; 3,6 i 1,4%, respektivno.

Proizvodni pogon za briketiranje slame suvim postupkom davao je zadovoljavajuće rezultate uz pažljivo skladištenje slame i uz angažovanje iskusnih radnika, naročito rukovaoca prese. Bilo je potrebno da se tehnička rešenja za pripremu slame usavrše u cilju smanjenja utroška električne energije, omogućavanja stabilizacije sadržaja vlage ulaznog materijala i ostvarivanja mogućnosti mešanja različitih vrsta materijala u što tačnijim odnosima. Potrebno je obezbediti da briket presa ne bude suviše osetljiva na promenu sadržaja vlage u materijalu koji se presuje. Habajući delovi prese treba da su urađeni od kvalitetnijeg čelika i da budu lakše zamenljivi. Takođe, lični odnos rukovaoca prema uređajima i opremi je vrlo značajan faktor kod vođenja procesa rada, pošto ove mašine i oprema rade u vrlo teškim uslovima. Zbog toga se zahteva redovno čišćenje i održavanje uređaja i opreme.

Kalkulativna cena jedne tone proizvedenih briketa u decembru 1989. godine bila je sledeća: slama 826.852 dinara, električna energija 626.250 dinara, amortizacija 101.215 dinara, bruto LD 2.091.533 dinara, usluge traktora 123.700 dinara, održavanje 630.000 dinara, folija 829.200 dinara, akumulacija 522.925 dinara, OT 300.000 i ostale obaveze 400.000 dinara. Ukupna cena iznosi 6.452.175 dinara/toni. Izračunata cena u sebi sadrži predviđenu inflaciju za naredni mesec od oko 30%. Bez ovog dodatka ova cena je konkurentna u odnosu na cenu uglja na tržištu.

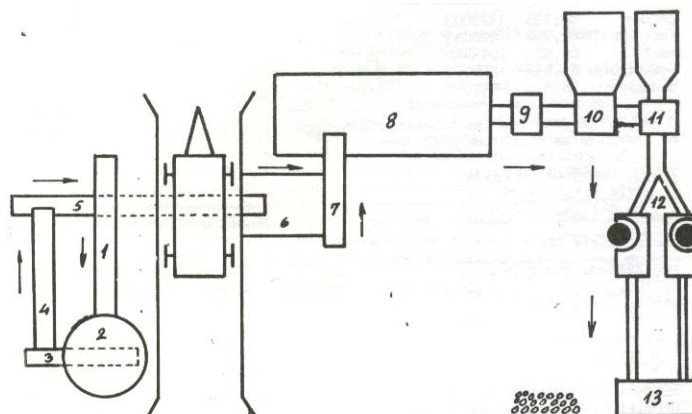
Ako se uzme u obzir da je 20. decembra 1989. godine vrednost nemačke marke bila 70.000 dinara, onda ispada da je vrednost jedne tone biobriketa bila 92,17 DEM. Od ove sume oduzeće se predviđena inflacija za naredni mesec u vrednosti od 30%, tj. 92,17 – 27,65 = 64,52 DEM/t. Ova cena biobriketa bila je u nivou cena domaćeg mrkog uglja.

Na osnovu navedenog može da se konstatuje da je briketiranje bilo ekonomski isplativo iz sledećih razloga: pri izgradnji pogona korišćeni su, uz adaptaciju, postojeći objekti, pažljivo je odabrana oprema, najniža po ceni (domaća oprema), uz zadovoljavajući kvalitet i sa nižim utroškom električne energije, primenjivao se postupak bez prethodnog sušenja materijala i na zadovoljavajući način se sprovodilo održavanje uređaja i opreme. Pored navedenog, veoma važan uslov za ekonomično poslovanje je obezbeđenje dovoljne količine biljnih ostataka (pre svega pšenične slame) za briketiranje. Na ekonomičnost proizvodnje briketa značajno utiče i pažljivo skladištenje biomase, jer se na taj način eliminiše potreba za sušenjem i utrošak energije za sušenje materijala. Na funkcionisanje postrojenja za briketiranje presudni uticaj ima ljudski faktor, a pre svega kvalitetno održavanje uređaja i opreme. Ipak, ovaj pogon je stao sa proizvodnjom briketa početkom devedesetih godina iz organizacionih i ekonomskih razloga.

Na Poljoprivrednom dobru "Begej", ZZ "Karadorđevo" u Banatskom Karadorđevu izgrađen je 1987. godine pogon za briketiranje. Projektovanje linije za briketiranje uradila je „Vojvodina invest” iz Novog Sada, sl. 6.3. Liniju za briketiranje tip 7991 i pakovanje isporučio je „Unis-Igman” iz Konjica, a procesor i transporter uradio je „Dehidrator” iz Vršca. Dehidrator za sušenje krmnog bilja proizvodnje „Rofama” iz Poljske bio je ranije instaliran (1978. godine). Ovaj dehidrator je služio za sušenje vlažne slame, (Mršić i sar., 1990.)

Slama se na njivi presovala u paralelopipedne bale, mase 15 do 25 kg. One su se traktorskim prikolicama prevozile do ekonomskog dvorišta i slagale u kamare udaljene 400 do 500 m od postrojenja za briketiranje. Od kamare bale su prevožene do istovarne rampe, gde su ručno istovarane, odvezivale i stavljale u transporter. Sa transporterom bale slame su

prebacivane do procesora, gde su se usitnjavale na dužinu 20 do 40 mm. Putem više transportera usitnjena slama se transportovala u dehidrator, gde se sušila na 14% sadržaja vlage. Iz dehidratora slama je išla na drugostepeno usitnjavanje (mlin čekićar), gde se usitnjavala na 1 do 8 mm. Tako usitnjena masa preko otprašivača je odlazila u dozirni silos, a odatle na dve briketirke. Posle briket prese briketi se kroz otvorenu cev vode i hlade do pakerice, gde se pakuju u etilenska creva.



Sl. 6.3. Tehnološka šema linije za briketiranje biomase

(1-transporter, 2. procesor za usitnjavanje biomase, 3,4,5,6 i 7-transporteri usitnjene biomase, 8-dehidrator, 9-centrifugalni ventilator, 10-mlin čekićar, 11-dozirni silos, 12-dve briket prese i 13-pakerica)

Kvalitet energetskih briketa od lignoceluloznog materijala regulisan je Pravilnikom br. 07-93/24 iz 1987. god, Službeni list 10/87 i JUS-om D.B9.021 iz 1987. godine. Energetski briket iz Banatskog Karađorđeva imao je sledeće fizičke karakteristike (na osnovu 5 analiza uzoraka): briketi su valjkastog oblika prečnika 94,1 mm i dužine 253 mm, zapreminska masa je  $776 \text{ kg/dm}^3$ , sadržaj vlage bio je 11,06%, sadržaj pepela 7,52%, a sumpora 0,2%. Donja toplotna moć briketa je bila  $14.910 \text{ kJ/kg}$ .

Rezultati rada briketirki u 1988. godine su poslužili za sagledavanje energetske opravdanosti proizvodnje briketa. Za obračun energije korišćene su sledeće relacije: zemni gas ima donju toplotnu moć  $33.767 \text{ kJ/Nm}^3$ , električna energija  $3.600 \text{ kJ/KWh}$ , a briket od slame  $14.910 \text{ kJ/kg}$ . U januaru proizvedeno je 89,14 t briketa, a utrošeno  $14.986 \text{ Nm}^3$  zemnog gasa, u februaru 62,30 t briketa i  $13.162 \text{ Nm}^3$  gasa, u martu 69,98 t briketa i  $16.167 \text{ Nm}^3$  gasa, u novembru 84,44 t briketa i  $19.824 \text{ Nm}^3$  gasa i u decembru 36,02 t briketa i  $5.942 \text{ Nm}^3$  gasa. Koristeći ove podatke može da se izračuna da je za 1 kg proizvedenih briketa potrebno uložiti  $8.555 \text{ kJ/kg}$  energije, a da se od tog kilograma briketa može dobiti  $14.910 \text{ kJ/kg}$  energije. Uložena energija u odnosu na dobijenu energiju iznosi 57,38%.

Briketirka je radila u dve smene. Deklarisani učinak briketirki iznosi  $2 \times 700 \text{ kg/h}$ , a ostvareni učinak bio je  $2 \times 450 \text{ kg/h}$  ili za 35,7% niži. Koeficijent operativne gotovosti briketirki bio je 0,246.

Na osnovu navedenog može da se konstatuje da je briketiranje slame u energetske brikete kao postupak veoma skupo, jer se troši 57,38% od dobijene energije. Na postojećoj liniji za briketiranje postoji niz tehničko-tehnoloških nedostataka, koji su se u eksploatacionom smislu manifestovali s niskim koeficijentom operativne gotovosti (0,246). U procesu dehidracije slame teško se postiže potrebni sadržaj vlage od 14,2%. Stvarni učinak linije za briketiranje je niži za 35,7% od deklarisanog. Pšeničnu slamu i drugu biomasu treba koristiti na tehničko-tehnološki, energetski i ekonomski prihvatljiv način.

Početak devedesetih briketirke su prodate Fabrici ulja „Dijamant” u Zrenjanin, gde su briketirale ljusku od suncokreta za potrebe radnika uljare. Prošle godine (2006) Fabrika ulja je prodala jednu od tih briketirki Drvnom kombinatu „Spačva” iz Vinkovaca.

## 6.2. BRIKETIRANJE DRVNOG OTPADA

U indistriji papira i celuloze „Matroz” u Sremskoj Mitrovici, tokom niza godina rada fabrike stvorena je deponija od oko 250.000 do 300.000 tona otpadnog drveta, kore i piljevine. To je svojevrsni „rudnik” ovih sirovina, koji se nije do danas iskoristio u energanama ove radne organizacije, tim pre što se iz tekućeg procesa proizvodnje stvaralo novih 35.000 t/god. otpada (Brkić, M, 1986. i Marojević, R, 1986).

Iz navedenih razloga korišćenje ovog drvenog otpada bilo je predviđeno u obliku briкета. Investicioni program je izradila projektantska firma „Vojvodinainvest” iz Novog Sada. Projektovani kapacitet linije bio je 12.000 t/god. briкета od otpadnog drveta. Ovaj program se sporo realizovao (tri godine) i nije na kraju zaživeo. Zbog dugog stajanja drvenog otpada na deponiji usled dejstva atmosferilija i bioloških procesa, jedan deo biomase se transformisao u visokovredni kompost. Planirano je da se kompost izdvoji i da se prodaje za uzgoj cveća i rasada ili za popravljavanje strukture zemljišta u staklenicima i plastenicima, posebno ako dođe do realizacije programa korišćenja energije geotermalne vode iz Kupinova. Nažalost, deponija otpadnog drveta se nekoliko puta samozapaljivala i gorila usled samozagrevanja vlažne biološke mase. Ovu masu je bilo veoma teško ugasiti.

Drugi program briketiranja drvenog otpada od reznica voćaka i vinove loze realizovan je u RO „Peščara” u Subotici, kupovinom prese koja briketira sirovi otpad iz poljoprivrede (to je bio sajamski eksponat iz Zapadne Nemačke). Kapacitet ove prese je bio 3.500 t/god. briкета. Presa se mogla relativno lako premeštati sa jednog na drugo mesto. Uporednim radom ove prese i prve tada domaće prese iz Konjica planirano je da se steknu određena iskustva za otklanjanje konstrukcionih nedostataka, što je bilo veoma korisno za dalji razvoj domaće proizvodnje ove opreme za briketiranje biomase.

## 6.3. EKONOMSKA OPRAVDANOST PROIZVODNJE BRIKETA

Prema Beradiću (1990), prosečna potrošnja električne energije iznosi: za mlevenje i usitnjavanje slame 80 kWh/t, za briketiranje i pakovanje 45 kWh/t. odnosno ukupno utrošena energija u briketirnici je 125 kWh/t briкета. Nasuprot ovom, utrošak energije za spremanje slame je: za presovanje na njivi 40 kWh/t i za transport 54 kWh/t, odnosno ukupni utrošak energije za spremanje slame je 94 kWh/t. Ako se sabere iznos utrošene energije za spremanje slame na njivi i utrošak energije za briketiranje slame (sa pakovanjem) dobiće se ukupni utrošak energije od 219 kWh/t briкета. Pošto je energetski potencijal slame 3.800 kWh/t, dobija se da je odnos uložene i proizvedene energije 1 : 18.

Na osnovu rezultata ispitivanja prese za briketiranje "Unis-Igman" iz Konjica, koja je bila instalirana u Banatskom Karađorđevu (Mršić, 1990), može da se konstatuje da je za dobijanje 1 kg energetskih briкета potrebno utrošiti 8.555 kJ energije, da bi se pri tome proizvelo 14.910 kJ energije sadržane u dobijenim briketama. To praktično znači, da od energetske vrednosti briкета uložena energija iznosi 57,37 %, a korisna energija 42,63%.

Odnos uložene i proizvedene energije pri briketiranju biomase, prema Radovanoviću, (1995), iznosi: kod pšenične slame 1 : 8,9; kod kukuruzovine 1 : 3,2 i kod ljuske suncokreta 1 : 8,40, ukoliko je stacionarna mehanizacija, a kod mobilne mehanizacije taj odnos je 1 : 6,4; 1 : 3,1 i 1 : 4,5, respektivno.

Cena briketa proizvedenih u Fabrici ulja „Dijamant”, Zrenjanin, izloženih na Stovarištu u Zrenjaninu, iznosila je 360 din/toni (početkom 1997. god. 1 DEM=4 din). Na troškove proizvodnje briketa značajno utiču skupi rezervni delovi prese i nepravilno održavanje postrojenja za briketiranje. Vrlo brzo se troši alat i ostali delovi prese, pa je neophodno obavljati pravilno centriranje i podmazivanje pokretnih elemenata prese. Najveći problem su slab materijal i loša izrada rezervnih delova prese.

Zbog visokih troškova briketiranja (pri čemu se troši 30 do 60 kWh/t briketa) znatno raste cena briketa. Njihova primena je ekonomski opravdana samo za postrojenja malih snaga, za koja nije isplativo stalno posluživanje, već se lože količinom briketa koje mogu da održe vatru nekoliko sati. Korisnik postrojenja može za to vreme da obavlja druge poslove (Perunović, 1996). Ovakva postrojenja se lože isključivo ručno, pošto postrojenja male snage ne mogu da podnesu troškove automatske manipulacije sa biogorivom.

Da bi troškovi briketiranja lignoceluloznog materijala bili što niži treba voditi računa o sledećem: troškovi sakupljanja, manipulacije i skladištenja sirovina moraju biti relativno niski. Sirovine treba imati u dovoljnoj količini, kako bi pogon za briketiranje mogao kontinualno da radi cele godine (Herak, 1987). Postojeće briketirnice za presovanje biomase radile su, do sada, samo u zimskom periodu (novembar-mart), Beradić, 1990.

Ispitivanjem tržišta za potrebnim količinama energetskih briketa ustanovljeno je da postoji velika tražnja kako za potrebe domaćinstava, tako i za industrijske potrebe (Zubac, 1996). Kod malih postrojenja za briketiranje kapaciteta 50 kg/h, gde su ulaganja najmanja (oko 100.000 dinara), troškovi proizvodnje briketa po jedinici mase iznose 30% od tržišne cene briketa. Kod velikih stacionarnih postrojenja kapaciteta do 1.500 kg/h, gde su ulaganja jedan do tri miliona dinara, troškovi proizvodnje briketa po jedinici mase kreću se do 60% od tržišne cene briketa. Treba istaći da je cena briketa na tržištu varirala od 350 do 400 din/t (drugo tromesečje 1996. god. 1 DEM=3,4 din). U Zapadnoj Evropi cene briketa kretale su se tada oko 100 DEM/toni.

## 6.4. KONSTATACIJE

Odnos uložene i potencijalno dobijene energije pri briketiranju biomase iznosi prosečno 1 : 8,40.

Proizvodnja presa za briketiranje iziskuje veliku stručnost i opremljenost mašinske industrije, jer uslovi briketiranja, visoki pritisak i temperature, uslovljavaju korišćenje specijalnih vrsta materijala, veliku preciznost pri izradi cilindara, klipova i alata prese i veoma kvalitetnu termičku obradu. Zbog toga je potrebno razviti dobre kooperativne odnose između firmi koje su u stanju da to urade. Poseban je problem kvalitetne izrade i nabavke rezervnih delova za briketirke u pogonu. Takođe, kao problem nameće se stručno održavanje briketirke u pogonu, pošto se pokretni delovi prese brzo troše.

Cena briketirane biomase bez vezivnih sredstava u Srbiji u drugoj polovini devedesetih godina prošlog veka iznosila je 90 do 110 DEM/t briketa. Ukoliko se dodaju vezivna sredstva cena briketa naglo poraste. Da bi se troškovi briketiranja smanjili potrebno je smanjiti troškove sakupljanja biomase, manipulacije i skladištenja. Vlažna biomasa se ne sme veštački sušiti zbog velikog utroška energije, već se mora sušiti prirodnom promajom. Briketi formirani od usitnjenog materijala imaju bolje mehaničke osobine i postojaniji su pri skladištenju i transportu, ali znatno se povećava udeo uložene energije na usitnjavanje materijala.

Da bi se biomasa mogla koristiti u energetske svrhe potrebno je da država povoljno kreditira izgradnju ložišta za sagorevanje biomase. Korišćenjem biomase u energetske svrhe značajno bi se smanjila potrošnja deficitarnih goriva, zaposlila bi se domaća mašinogradnja za izradu pogona za briketiranje i zaposlilo bi se više radne snage u pogonima za briketiranje biomase.

## Literatura

- [1] Beradić, L: Energetski bilans i ekonomičnost briketiranja poljoprivrednih otpadaka na DP „Bačka” Stara Moravica, Zbornik radova sa III naučnog skupa: Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi (PTEP'90), Opatija 1990, s. 84-88,
- [2] Brkić, M: Korišćenje nekih nekonvencionalnih izvora energije u protekloj deceniji u Vojvodini, časopis: „Savremena poljoprivredna tehnika”, Vojvođansko društvo za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 12(1986)3, s. 81-85,
- [3] Brkić, Janić, T, Somer, D: Karakteristike briketirane biomase bez vezivnih sredstava, PTEP, JDPT, Novi Sad, 1(1997)3, s. 3-6,
- [4] Herak, S: Iskustva u radu linija za briketiranje biomase, zbornik radova sa XIV savetovanja stručnjaka polj. tehnike Vojvodine, VDPT, Dubrovnik, 1987., s. 279-285.
- [5] Marojević, R: Izveštaj o aktivnostima „Naftagasa” na istraživanju i korišćenju nekonvencionalnih izvora energije i uglja, SOUR „Naftagas”, RZZS, Sektor za koordinaciju i razvoj, Novi Sad, 1986, (dokumentacija),
- [6] Mršić, S, Mitrović, D, Stanković, Lj: Energetska analiza rada linije za briketiranje pšenične slame u Banatskom Karađorđevu, Zbornik radova sa III naučnog skupa: Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi (PTEP'90), Opatija 1990, s. 89-93,
- [7] Perunović, P., Pešenjanski, I.: Korišćenje biomase u energetske svrhe, Zbornik radova: „Značaj i perspektive briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vjvodine, Vrnjačka Banja, 1996., s. 69-74,
- [8] Radovanović, M, Rac, A, Savić, A: Prilog karakterizaciji briketa od ljuske suncokreta, Zbornik radova: „Biomasa”, IPP „Mladost”, Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995, s. 199-208,
- [9] Zubac, M: Domaća tehnika i tehnologija briketiranja, Zbornik radova: „Značaj i perspektiva briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Vrnjačka Banja, 1996, s. 25-34.



## 7. ISKUSTVA ZEMALJA SLIČNIH POTENCIJALA I TENDENCIJE U EU U VEZI PROIZVODNJE I KORIŠĆENJA BRIKETA I PELETA U ENERGETSKE SVRHE

*Dr Miladin Brkić, red. prof.*

### 7.1. PRERADA BIOGORIVA U PELETE I BRIKETE, karakteristike, korišćenje, skorašnje inovacije u tehnologiji proizvodnje (Brazil, Italija, Nemačka, Belgija)

#### 7.1.1. Važnost sabijanja biomase, zbog šire eksploatacije (korišćenja)

Svi ligno-celulozni materijali kao što su grane od drveća, slama, papir i mnoga vegetaciona vlakna reprezentuju korisne energetske izvore. Glavni problem ovih materijala je njihov veliki volumen u odnosu na masu, osobine za rukovanje, skladištenje i transport. Rad sa njima nije otežan, ali je skup. Ovaj problem može da se savlada preradom ovog materijala sušenjem i onda sabijanjem istog na visoki pritisak radi proizvodnje energetskih (gorivih) briketa i peleta. Ovaj finalni proizvod ima visoku gustinu (više od duplo) i visoku toplotnu vrednost („LAMNET”, 2003).

U više zemalja u razvoju korišćenje briketa ili peleta za dobijanje goriva je uglavnom stvar cene koštanja, i koje treba da ublaži zagađenje životne sredine. U ovim zemljama limitiran je izvoz nafte, gasa i uglja, ali izobilje ligno-celuloznih izvora, bilo bi nelogično da se ne koristi kao vredno gorivo da smanji uvoz konvencionalnih goriva. Ovo je posebno važno za zemlje u razvoju, gde treba da obnovljivo gorivo dostigne kritičnu tačku u primeni. Naime, ove zemlje imaju malo ili nemaju novca za kupovinu nafte, što je limitirajuća konsekvencija za razvoj njihove ekonomije i industrije. Slična je situacija i sa velikim količinama električne i toplotne energije, koje se zahtevaju u industrijskim procesima. Većina ovih zemalja ima u izobilju biomase, u obliku vlažnog materijala i otpadaka. To su vlakna od kokosovog oraha, šećerna trska, stabljike pamuka, itd. Na ovim materijalima treba primeniti proces prerade radi transformacije otpada u korisno gorivo. Proces peletiranja i briketiranja ne samo da se nudi, već je prilika za primenu na njihovom tehnološkom nivou koji je dostignut u njihovim siromašnim zemljama.

Pelete od drveta su poboljšano gorivo od drveta koje se proizvodi od strugotine, samlevene prašine (piljevine), drvenog čipsa, kore od drveta, itd. Sušenjem i presovanjem vlažnog materijala mogu da se proizvedu pelete pri procesiranju grana od drveta i drugih drvenih proizvoda.

Glavne prednosti ovog procesa su:

- povećanje energetske vrednosti ostataka za njihovo brzo korišćenje u daljim termohemijskim procesima konverzije (sagorevanje, gasifikacija, piroliza, karbonizacija, itd.),

- snižavanje zapremine biomase za skladištenje,
- mogućnosti za lakše rukovanje, transport i sniženje njene cene koštanja,
- povećanje energetske gustine sa smanjenjem zapremine,
- eliminisanje gubitaka materijala zbog fermentacionih procesa (truljenja).

### ***Proizvodnja peleta:***

Generalno, proizvodnja peleta ima tri osnovna koraka:

1. Skladištenje i pred tretman sirovog materijala,
2. Sušenje sirovog materijala (na približno 18 do 19% sadržaja vlage),
3. Procesing (proizvodnja) peleta.

Proizvodni proces obavlja se u tri stepena:

1. Rinfuzan sirovi materijal, posle mlevenja na odgovarajuću dužinu, ubacuje se u komoru peletirke,
2. Rotacijom matrice i silom valjaka prese materijal se potiskuje kroz otvore na matrici, sabijanjem istog u pelete,
3. Podešavajući nož seče pelete na željenu dužinu.

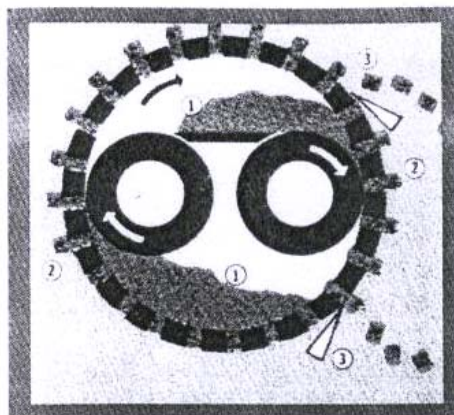
Sa tradicionalnim peletnim sistemom, posle jednog veka razvoja i koji se većinom koristi danas, sirovi materijal se ubacuje unutar matrice i pelete se ekstrudiraju (istiskuju) izvan matrice, u krajnji proizvod peletu, čija prosečna temperatura (zbog efekta visokog pritiska) iznosi između 100 i 120°C. Drugi korak je hlađenje peleta. On se mora obaviti pre pakovanja peleta. Prosečna cena koštanja ovog procesa je 60 do 90 evra/t peleta.

### **7.1.2. Konvencionalna tehnologija**

Konvencionalna tehnologija sastoji se iz:

1. Skladištenja i pred tretmana sirovog materijala,
2. Sušenje sirovog materijala,
3. Proces proizvodnje peleta,
4. Hlađenje peleta,
5. Skladištenje peleta (pakovanje i skladištenje).

Na sl. 7.1. šematski je prikazan uređaj konvencionalne peletirke.



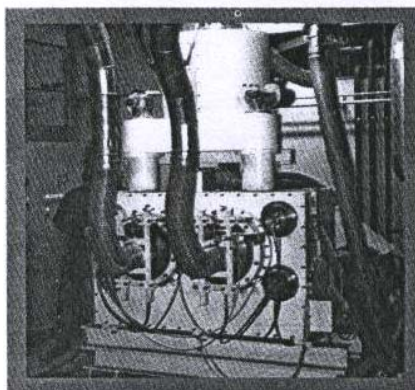
*Sl. 7.1. Šema uređaja konvencionalne peletirke*

### 7.1.3. Inovativna tehnologija

Inovativna tehnologija obuhvata:

1. Skladištenje i pred tretman sirovog materijala – postoji,
2. Sušenje sirovog materijala – ne postoji, izbačeno,
3. Proces proizvodnje peleta – postoji,
4. Hlađenje peleta – ne postoji, izbačeno,
5. Skladištenje peleta (pakovanje i skladištenje) – postoji.

Na sl. 7.2. data je slika uređaja po inovativnoj tehnologiji “Kemyx”



Sl. 7.2. Uređaj po inovativnoj tehnologiji “Kemyx”

Novi proces proizvodnje peleta je posebno sveobuhvatan:

- smanjen je utrošak energije, jer je izbačeno sušenje sirovog materijala i hlađenje peleta,
- ovaj proces je patentiran, ima visoku produktivnost i proizvodi visok kvalitet peleta,
- sadržaj vlage u materijalu do 35% ne predstavlja problem,
- mogu da se proizvedu pelete različitih dužina granula,
- proizvod je stabilan, homogen i gustina je održiva,
- utroši se samo 50 do 100 kWh energije po jednoj toni materijala, sa rasponom sadržaja vlage od 15 do 35%,
- ovaj postupak proizvodnje peleta reprezentuje drastično smanjenje cene koštanja peleta u poređenju sa konvencionalnom presom,
- procesiranje sirovog materijala do 35% sadržaja vlage se lako obavlja, sa nižim temperaturama (mehanički), pri čemu se u isto vreme obavlja sušenje i sabijanje materijala.

Hlađenje peleta nije potrebno.

Kod ovog sistema sirovi materijal ulazi sa strane spoljnog dela matrice, a pelete se proizvode unutar matrice. Temperatura peleta se poveća za 10 do 15°C, a maksimalna radna temperatura matrice je u intervalu 55 do 60°C. Na takvoj relativno niskoj radnoj temperaturi za matricu, nema emisije gasova (isparenja) i/ili para VOC i nije potrebno nabavljati opremu za hlađenje. Druga prednost ovog sistema je što je on sposoban da prikupi sirov materijal sa sadržajem vlage do 35%, bez neke dalje operacije (tretmana) i onda faza sušenja može da se izbegne u većini slučajeva, koja je sa visokom cenom koštanja i početnom investicijom. Za materijal sa sadržajem vlage preko 35% mora da se obavi celokupni proces kao kod konvencionalne tehnologije.

Mlin za pelete je srž (srce) celog sistema. To je posebno višestran uređaj, kod kojeg se mogu procesirati različiti tipovi rinfuznog materijala, takvog kao što je dehidrirani biološki

otpadni materijal, sporedni proizvodi sa postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, biološka ili hemijska đubriva, pulpa (kaša, komina) i troska (šljaka, zgura) od industrijskih procesa, stočna hrana, cerealijske, pleva (trice), komušina, slama i stabljike, narasli otpad, organske frakcije građevinskog industrijskog tvrdog otpada, kompost, papir i karton, fabrički otpad, drveni čips, strugotina, piljevina, šumski otpad, plastični materijali povoljni za paletizaciju, itd.

Mašina za peletiranje sastoji se od jedne ili dve matrice za proizvodnju peleta sa prečnikom u rasponu od 6 do 16 mm i jednom spoljnom cilindrično oblikovanom površinom, sa povlačećim lukom smeštenim u maksimalno pritisnu površinu. Prečnik i obim luka su u funkciji od sirovog materijala i željene veličine peleta. Operacija svih mogućih konfiguracija je potpuno automatska i prati se uz pomoć mikroprocesora opremljenog sa PLC kontrolnom i upravljačkom tablom. Mikroprocesor PLC može automatski podesiti parametre radnog sistema prema karakteristikama sirovog materijala. Moguće zagušenje može lako da se otkloni jednostavnim kretanjem (obrtanjem) matrice u suprotnom smeru, bez rasklapanja uređaja ili nekih drugih operacija.

#### 7.1.4. Komparacija dva procesa: konvencionalnog i inovativnog

U tabeli 7.1 prikazane su karakteristike konvencionalnog i inovativnog procesa

Tabela 7.1: Karakteristike konvencionalnog i inovativnog procesa

Red. br.	Karakteristike procesa	Konvencionalni	Inovativni
1.	Sadržaj vlage u materijalu (%)	8 – 10	8 – 10
2.	Donja toplotna moć (MJ/kg)	15,92 – 17,50	16,76 – 18,47
3.	Ostatak pepela (%)	0,5 – 2	0,5
4.	Nasipna gustina peleta (kg/m <sup>3</sup> )	600 – 620	700 – 750
5.	Utrošak energije (kWh/t)	120 – 200 + e. sušenja	70 – 100
6.	Cena koštanja peleta (evra/t)	60 – 90 + ostali troškovi	30 – 50 + ostali troškovi

Indikativni investicioni troškovi (inovativna paletizacija) u zavisnosti od učinka prese su:

1. za učinak 1 t/h iznose 380.000 evra,
2. za učinak 4 t/h iznose 650.000 evra i
3. za učinak 5 t/h iznose 830.000 evra.

Garantuje se najmanje 10 godina rada procesnog sistema.

Karakteristike inovativnog peletnog sistema prikazane su u tabeli 7.2.

Tabela 7.2: Karakteristike inovativnog peletnog sistema\*

Red. br.	Sirovi materijal	Sadržaj vlage (%)	Proizvodnja (kg/h)	Energija kWh/t
1.	Mulj, pulpa (kaša), stočna hrana	10 – 40	1.500 – 8.000	35 – 50
2.	R.D.F. kompost	10 – 30	1.000 – 6.000	30 – 50
3.	Drveni čips, strugotina, sečeno drvo, piljevina	10 – 30	600 – 4.000	40 – 60
4.	Plastični materijal	10 – 20	800 – 5.000	30 – 35

\*Napomena: Kao rezultat inovativnih tehničkih karakteristika opisanih ranije, novi peletni sistem ima veoma nizak nivo utroška energije po masi proizvedenih peleta (kWh/t). Električna energija zahteva se samo za pogon mašina. Tipični nivo utroška energije prikazan je u sledećoj tabeli 7.3.

Tabela 7.3: Glavne karakteristike novog peletnog sistema

Red br.	Tehničke karakteristike	Efekti
1.	Ne zahteva specijalni rad radnika	Niski investicioni troškovi
2.	Mala potrošnja električne energije	Niski eksploatacioni (operativni) troškovi. Brz povraćaj investicionih ulaganja.
3.	Visok proizvodni učinak	-II-
4.	Potpuno automatizovane operacije	Niski eksploatacioni (operativni) troškovi.
5.	Lake nezastojne operacije	-II-
6.	Niska radna temperatura. Proizvodnja peleta obavlja se većinom pri ambijentalnoj temperaturi	Nema emisije gasova. Ne treba sistem za hlađenje. Neposredni kapacitet pakovanja. Niski investicioni i operativni troškovi.

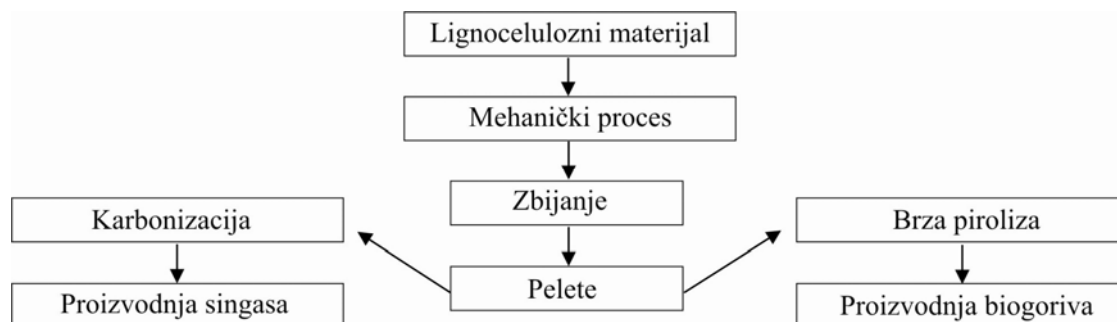
U tabeli 7.4 date su prosečne karakteristike peleta i briketa.

Tabela 7.4: Prosečne karakteristike peleta i briketa

Red br.	Specifikacija parametara	Pelete	Brikete
1.	Toplotna vrednost (MJ/kg)	16,92 – 17,64	16,92 – 17,64
2.	Nasipna gustina materijala (kg/m <sup>3</sup> )	650 – 700	650 – 700
3.	Prečnik (mm)	6 – 16	≈ 65
4.	Dužina (mm)	20 – 30	25 – 200
5.	Sadržaj pepela (%)	0,4 – 1,0	≈ 0,5
6.	Sadržaj vlage (%)	7 – 12	7 – 12

### 7.1.5. Peletni protočni dijagram

Na sl. 7.3 prikazan je peletni protočni dijagram.



Sl. 7.3. Peletni protočni dijagram

### 7.1.6. Korišćenje peleta

Pelete su pogodne za male gorionike (npr. domaće peći). Moguće je smatrati pelete slično tečnom gorivu u smislu hranjenja (loženja) gorionika (visoka automatizacija je moguća). Zbog njihove veličine i visoke temperature sagorevanja brikete nisu pogodne da se koriste kao goriva u kotlovima niže termičke snage od 500 kW.

### 7.1.7. Jednačina zapreminskog energetskeg sadržaja

$1 \text{ m}^3$  ulja za loženje (bure nafte) =  $3 \text{ m}^3$  tvrdih drva (složaj) =  $18 \text{ m}^3$  drvenog čipsa (strugotine) =  $3 \text{ m}^3$  drvenih peleta

Energetski (gorivi) briketi sastoje se iz treseta, strugotine, čipsa i piljevine. Ove materije su sporedni proizvodi od industrijske prerade drveta (strugare, pilane, šumska gazdinstva). Materijal se presuje pod visokim pritiskom u briketnoj presi.

### 7.1.8. Konstatacije

Nova tehnologija proizvodnje peleta je posebno sveobuhvatna :

- smanjen je utrošak energije, jer je izbačeno sušenje sirovog materijala i hlađenje peleta,
- ovaj proces je patentiran, ima visoku produktivnost i proizvodi visok kvalitet peleta,
- sadržaj vlage u materijalu do 35% ne predstavlja problem,
- mogu da se proizvedu pelete različitih dužina granula,
- proizvod je stabilan, homogen i gustina je održiva,
- utroši se samo 50 do 100 kWh energije po jednoj toni materijala, sa rasponom sadržaja vlage od 15 do 35%,
- ovaj postupak proizvodnje peleta reprezentuje drastično smanjenje cene koštanja peleta u poređenju sa konvencionalnom presom,
- procesiranje sirovog materijala do 35% sadržaja vlage se lako obavlja, sa nižim temperaturama (mehanički), pri čemu se u isto vreme obavlja sušenje i sabijanje materijala. Hlađenje peleta nije potrebno.

### Literatura

- [1] „LAMNET”, Latin America Thematic Network on Bioenergy, „CENBIO”, Centronational De Referencia em Biomassa, Sao Paulo, Brasil, „ETA”- Florence, Italy, „WIP”- Munich, Germany, „EUBIA”, Brusseles, Belgij, 2003, s. 4. [www.cenbio.org.br](http://www.cenbio.org.br) . (Ova publikacija realizovana je uz pomoć organizacije “LAMNET”, tematske mreže osnovane od Evropske Komisije, DG istraživanja, Program „Potvrđivanje internacionalne uloge istraživanja Zajednice”, project no. ICA4-CT-2001-101106).
- [2] “KEMYX” SPA, Via San Nicola de Tolentino, 1/5 00187 ROMA, Italija, sajt : [www.bioenergy-lamnet.org/network\\_membership](http://www.bioenergy-lamnet.org/network_membership), tel: +390572904394, e-mail: [sales@kemyx.it](mailto:sales@kemyx.it) ; [www.kemyx.it](http://www.kemyx.it)

## 7.2. TRŽIŠTE PELETA U ITALIJI, GLAVNE BARIJERE I PERSPEKTIVE

### 7.2.1. Rezime

Tržište peleta u Italiji egzistira sada u pozitivnom periodu, posle stadijuma tehnoloških i ekonomskih izazova. Tehnologija za proizvodnju opreme za peletiranje izgleda sada bogatija i zrelija i omogućava proizvođačima da proizvode opremu dobrog kvaliteta.

Proizvođači peleta su se duplo uvećali u poslednje dve godine i mnogi žele da uđu u tržište peleta. Nacionalna proizvodnja peleta je povećana poslednjih godina od oko 100.000 tona na 160.000 tona godišnje, dok nacionalna potrošnja peleta je povećana na 210.000 tona. Zbog toga veliki deo zahteva je pokriven od uvoza peleta iz inostranih zemalja (Zaetta, C, et al, 2004).

Potencijali biomase iz pilana (strugara za drvo) i industrije prerade drveta su dostigli njegov limit. Potrebno je da se investira u više izvora sirovina da bi se obezbedio dobar pelet. Takođe, treba koristiti ostatke iz poljoprivrede.

Za vreme prošlih godina, zbog nedostatka specifikacije hemijskih i fizičkih karakteristika peleta, postojala je glavna barijera za njihovu afirmaciju. Ovaj "normativni nedostatak" omogućio je postojanje tržišta umanjenog kvaliteta peleta, tako da je smanjen dobar imidž proizvoda između potrošača. Nedavno je ova specifikacija urađena, različiti subjekti su aktivni na tržištu peleta, imaju dobar alat da naprave pelet i da rašire svoj proizvod na italijanske potrošače, kao i na druge evropske zemlje.

### 7.2.2. Uvod

Daće se opis tržišta peleta u Italiji u cilju ukazivanja na različite uticaje u zavisnosti od razvoja ovog posebnog sektora korišćenja biomase.

Prvi faktor koji će se razmotriti je raspoloživost biomase: za vreme prošlih godina italijanski proizvođači peleta koristili su većinom biomasu raspoloživu od pilana (strugara) i industrije prerade drveta. Cena ostataka drveta je bila povećana do nivoa da proizvođači peleta nisu mogli to da izdrže. Ovo upućuje na potrebu da se nađu različiti i novi izvori. Postoje uglavnom dva moguća izvora biomase: biomasa iz šume i iz poljoprivrede. Međutim, biomasa dobijena od održivog menadžmenta drveta mogla bi sputati ekonomske razloge, zbog morfološke konfiguracije većine italijanskog zemljišta i nedostatka širenja i organizacije sistema menadžmenta italijanskog šumarstva. Poljoprivredna biomasa takođe bi se mogla smatrati prirodnim i održivim izvorom koji bi mogao da se koristi za proizvodnju peleta. Italija ima obimnu poljoprivrednu proizvodnju, ostaci iz ove proizvodnje relativno manje koštaju. Međutim, zahtevaju se nove investicije i razvojni projekti na ovom polju, u cilju implementacije novih rešenja u sakupljanju ovih ostataka sa njive i istraživanja kako bi ona mogla da budu peletirana na efikasan način.

### 7.2.3. Nacionalna proizvodnja i potrošnja peleta

Tržište peleta u Italiji je polako, ali progresivno razvijano, čak iako je njegova veličina još uvek skromna, značajan rast desio se u poslednje 4 godine: u ovom periodu tržište je poraslo sa 20 na 40 proizvođača. Posebno, mogao bi da se posmatra zapaženi pozitivni trend u prvom delu 2003. godine: mnogi učesnici među proizvođačima čipsa i operaterima na pilanama odlučili su da izađu na tržište peleta, korišćenjem velikog potencijala ove vrste biogoriva.

U tab. 7.1 prikazan je broj proizvođača peleta u Italiji.

Proizvođači peleta su veoma promenljivi u veličini i stoga proizvodnja varira značajno; mali proizvođači proizvode 300 t/godišnje, dok jedan veliki proizvodi 25 – 30.000 t/godišnje. Sa ovom promenljivom proizvodnjom, prosečna proizvodnja po proizvođaču nije značajan podatak. Samo dva velika proizvođača proizvode više od 20.000 t/godišnje, druga grupa od tri proizvođača proizvodi oko 8 – 10.000 t/godišnje, svi ostali proizvođači imaju limitirani proizvodni kapacitet. Tako, mogla bi se uočiti važna karakteristika italijanskog tržišta: većina proizvođača je mala, sa rangom aktivnosti limitiranim u okviru lokalnih dimenzija.

U pogledu distribucije na teritoriju proizvođača peleta, blizu 80% od njih su locirani na severu Italije, gde su veliki proizvođači. Na severu, Veneto region pokriva oko 35% tržišta.

Činjenica je, severno-istočni deo je jedan od najvećih industrijskih zona u Italiji i on je takođe „drveno industrijska oblast”, čija je površina specijalizovana u drvenoj industriji. Sa povećanjem tržišta, učešće severnog dela Italije se smanjilo sa 80% na 77%, ovo smanjenje prouzrokovalo je povećanje proizvođača u centralnoj Italiji, u kojoj se broj proizvođača povećao za 4,5%. Ova situacija, u kojoj je izvestan tip industrijske ekspanzije od siromašne površine do cele nacionalne teritorije, je tipični sektor koji je išao ka povećanju proizvođača.

Tabela 7.1: Broj proizvođača peleta u Italiji

Red. br.	REGION	2001	2003	Δ
1.	Lombardia	9	10	+1
2.	Veneto	5	4	-1
3.	Trentino Alto Adige	2	2	0
4.	Friuli Venezia Giulia	2	3	+1
5.	Piomonte	2	2	0
6.	Emilia Romagna	-	1	+1
-	Ukupno severni deo	20	22	+2
7.	Toscana	3	4	+1
8.	Umbria	2	2	0
9.	Abruzzo	3	5	+2
10.	Lazio	1	1	0
11.	Marche	-	1	+1
-	Ukupno centralni deo	9	13	+4
12.	Basilicata	-	1	+1
13.	Campania	-	2	+2
14.	Molise	2	2	0
15.	Puglia	1	1	0
-	Ukupno južni deo	3	6	+3
-	Svega Italija	32	41	+9

Sem toga, na jugu Italije je instaliran veći broj postrojenja za energetske valorizaciju biomase, zahvaljujući prisutnosti obilja drveta i regionalnim i evropskim fondovima koji su obezbedili potrebne ekonomske i finansijske izvore. U perspektivi to je dobar signal takođe za buduću proizvodnju peleta.

Proizvodnja peleta je u principu primarna aktivnost za oko 60% proizvođača, dok za ostatak od 40% proizvođača proizvodnja peleta predstavlja sekundarnu aktivnost, iskorišćenje i stvaranje vrednosti od ostataka i drugih bezvrednih materijala.

Konačno, treba reći da mnogi neregistrovani proizvođači moraju biti dodati među onih 40-ak registrovanih. Činjenica je da mnoge pilane i drvena industrija koriste organske ostatke iz njihove proizvodnje da bi proizvođili pelete za njihovu sopstvenu potrošnju energije. U ovu kategoriju mora da se dodaju uvoznici peleta, od kojih bi mogla biti dva tipa: italijanska



manufaktura koja se odlučuje da decentralizuje proizvodnju u inostranim zemljama (preko svih zemalja Istočne Evrope) da eksploatiše obilje i manje skupe izvore drveta dostupne u ovim zemljama, i strani proizvođači koji izvoze relevantni procenat njihove proizvodnje na italijansko tržište (preko svih švajcarskih i austrijskih manufaktura). Uvoz peleta je naklonjen takođe rastu prodajnih cena, koje stvaraju ekonomski izvodljivu proizvodnju peleta izvan nacionalnih granica. Obzirom na ovo broj proizvođača peleta u poslednjoj kategoriji, može da se poveća na blizu 100. Međutim, ova slika nije u saglasnosti sa statističkim istraživanjima, to je samo gruba procena.

Procenjeno je da ima 80 ljudi zaposlenih u proizvodnji peleta, sa prosečnim brojem od dva čoveka po firmi. Ovu sliku je stvarno teško proceniti, zbog promena u veličini preduzeća: ima "porodičnih preduzeća" u vlasništvu jednog preduzetnika koji predstavlja svoju familiju, malih preduzeća sa jednim radnikom koji radi sa dve mašine, i konačno velikih preduzeća sa 20 radnika.

Nacionalna potrošnja peleta procenjuje se od CTI u 2001. godini na oko 150.000 tona godišnje. Ova slika je prisutna u 2002. i 2003. godini i pokazuje potrošnju od 210.000 tona peleta godišnje za navedene godine. Procene ukazuju na povećanje potrošnje peleta u 2002. i 2003. godini. Ovo ukazuje na sve veće teškoće preduzeća za distribuciju i proizvodnju peleta da udovolje ove zahteve tržišta.

Od ove količine, oko 160.000 tona se proizvodi u Italiji, a oko 20 do 50.000 tona godišnje se uvozi (na primer iz Španije, Austrije, kao takođe iz drugih pristupnih zemalja). Međutim, tačan podatak uvozne količine peleta u Italiju je teško utvrditi, pošto u komercijalnoj statistici nema preciznih kodifikacionih podataka za ove proizvode. Naime, uvozne pelete se svrstavaju u različite grupe, na primer: ogrevno drvo, čips, itd.

#### **7.2.4. Proizvodni troškovi i cena koštanja**

Takođe, situacija u pogledu prodajne cene peleta pokazuje opasan okvir koji se karakteriše kontrastnim signalima. Pregled koji je obavljen između proizvođača ne daje homogen rezultat: trend je generalno povećanje, ali pošto neke proizvođačke cene su porasle, kod drugih su cene ostale prilično stabilne. Ovaj okvir verovatno vodi ka različitim izvorima snabdevanja: proizvođači koji imaju „slobodnu” biomasu ili koji imaju prioritetni pristupni kanal za snabdevanje mogu da održe istu cenu, dok druga lica imaju sve više teškoća da pronađu biomasu i prisiljeni su da podržavaju sve veće i veće troškove.

U poslednje dve godine cena je bila stabilna, ali dalje povećanje moglo bi se lako predvideti u kratkom periodu. U prošloj godini bila je jedna vrsta „trke” za pribavljanjem ostataka od drveta: kao posledica povećanja značajnosti koju će biomasa imati u nastupajućim godinama među obnovljivim energentima, pilana i ostataka iz drvne industrije koji se cene kao dragoceni izvori. Sa razvojem tržišta, zahtevi za ostacima od drveta, od industrijskih ostataka i od šumskog menadžmenta ima kontinualno povećanje, i to sada postaje oskudan izvor. Sem toga, postoji konkurencija za reciklažu drveta (ponovo ga iskoristiti), koja koristi industrijske ostatke za proizvodnju drvenih panela i peleta.

U prethodnim istraživačkim studijama (na primer CTI, PROBIO program) maloprodajna cena na tržištu kvantifikovana je unutar granica od 0,21 i 0,26 evra/kg za godine 2001-2002. Za godinu 2003, prodajna cena je u granici od 0,25 do 0,35 evra/kg i preovlađuje kao maloprodajna cena na tržištu, zavisna je i od sezonskih promena. Postoji, međutim, minimum od 0,18 evra/kg i maksimum od 0,40 evra/kg. Ovo pokazuje da tržište još nije potpuno strukturirano, sa razlikom na regionalnom nivou i, na istom regionu, između različitih proizvođača. Za veletrgovinsko tržište, cena se nalazi u granicama od 0,15 do 0,25 evra/kg. U tab. 7.2 prikazani su podaci proizvodnih troškova i cena za pelete proizvedene u 2001.-2002. godini.

Tabela 7.2: Proizvodni troškovi i cena za pelete proizvedene u 2001.-2002. godini.

Red. br.	Cena peleta	evra/kg
1.	Proizvodni troškovi (uključen sirovi materijal)	0,07-0,10
2.	Veletrgovačka cena	0,15-0,25
3.	Maloprodajna cena	0,25-0,35

### 7.2.5. Izrada opreme za peletiranje

Situacija koja preovlađuje u sektoru izrade opreme za peletiranje reflektuje se na neizvesnosti koje su upravo objašnjene za proizvodnju peleta i tipično nekompletno strukturano tržište peleta.

Kao posledica ovoga u ovoj godini mnoga preduzeća imaju isti problem, koj je u vezi s nedostatkom preciznog tehnološkog znanja i tendencija da se gradi postrojenje na bazi onoga rešenja koje se već koristi za proizvodnju peleta za ishranu životinja.

U Italiji su indentifikovana 4 nacionalna preduzeća i dva uvoznika/distributera (oprema iz SAD). Tri karakteristike definisale su italijansko tržište:

Prvo, tendencija je da se proizvođači peleta opremaju za njihovo sopstveno konverziono preduzeće, kombinovano komponentama od različitih proizvođača opreme.

Drugo, specifični proizvođači peletnog sistema nameravali su da izgrade liniju za preradu biomase sa povećanim procentom sadržaja vlage preko 35%, da bi se izbeglo korišćenje sistema za sušenje.

Treća karakteristika koja se razlikovala od italijanske tehnologije za proizvodnju peleta u komparaciji sa drugim zemljama je u proizvodnji peleta bez vezivnih sredstava.

Posle tranzicionog perioda, postojeći tehnološki sistem peletiranja mora da dostigne potrebnu zrelost da bi ušao na tržište bez mnogih problema.

### 7.2.6. Energetski konverzioni sistem

Pelet je biogorivo koje se tradicionalno koristi za tri različite svrhe: za grejanje građana, u velikim postrojenjima za proizvodnju energije i za grejanje naselja (distrikta).

Korišćenje peleta za grejanje građana je testirano i značajno povećano u poslednjim godinama, kao potvrda porasta broja prodatih maloprodajnih peći i kotlova na pelete. Oko 60 proizvođača je bilo praćeno. Ovo stanje bilo je nekompletno. Činjenica je, kao u slučaju proizvođača peleta, da se italijansko tržište karakteriše sa malim proizvođačima, sa ograničenom veličinom aktivnosti.

Postoji samo pet velikih proizvođača peći i kotlova, na celoj italijanskoj teritoriji. Ovi proizvođači stvorili su specifične proizvode i zahvaljujući njihovom komercijalnom imidžu, imali su uspeha u publikovanju i prodaji peletne opreme.

Postoje dva principijelna faktora koji sprečavaju difuziju (širenje) peći i kotlova na pelete:

Postojanje pravila i zakona koji ograničavaju instalisanje opreme za grejanje sa biomasom na urbanoj površini,

Postojanje opreme na tržištu peleta slabijeg kvaliteta koja prouzrokuje slabo funkcionisanje sistema za grejanje. Ovo snižava kod potrošača peleta stepen poverenja.

Prvi faktor vezan je za staro verovanje da biomasa više zagađuje okolinu od drugog goriva, ali ovo verovanje je, u njenom preokretu, vezano za korišćenje starih peći sa veoma malom efikasnošću.

Drugi problem mogao bi da bude rešen sa uvođenjem specifičnih normativa za pelete koji će regulisati i standardizovati proizvode.

Korišćenje peleta kao goriva u velikim postrojenjima za proizvodnju energije je druga mogućnost korišćenja peleta. Veoma je teško da se nađe informacija u pogledu instaliranja postrojenja za sagorevanje koje koristi pelete proizvedene od drveta ili poljoprivrednih ostataka kao goriva. Činjenica je, da sva postrojenja registrovana kao "postrojenja na biomasu" koriste druge vrste biomase sem peleta, kao na primer: čips, piljevinu itd.

U 2003. godini bilo je 41 malih sistema za grejanje naselja (distrikta) loženih sa drvenom biomasom, u malim komunama na Alpama na severu Italije, ali korišćenjem peleta u malim količinama.

Korišćenje peleta se značajno širi u malim postrojenjima mini mreža za grejanje naselja, koja treba dodati prethodnom popisu. Ova mala postrojenja služe za građansku strukturu kao što su sportski centri, škole i sajmovi i imaju kotlove sa prosečnom snagom od 600 do 1.000 kW.

### 7.2.7. Zakonski propisi

Do maja 2004. god. Italija nije imala specifične propise za čvrsta biogoriva, zbog toga pelete se svrstavaju u okvir drugih zakonskih propisa, a posebno u zakonsku regulativu „otpaci”.

Mnogi učesnici, koji su aktivni na ovom tržištu, smatraju da većina problema koji su opteretili ovaj sektor nalaze se u aktuelnoj zakonskoj regulativi ili da budemo precizni, stvaraju se zbog nedostatka odgovarajućih propisa.

Regulatorni aktuelni režim u mestu, zakonski dekret br. 22/1997, takođe poznat kao Ronči Dekret, donet je da se otpad koji je proistekao iz poljoprivrede, agro-industrije, industrijske ili zanatske aktivnosti smatra "specijalnim otpadom" i tretira se kao posledica proizvodnje. Ovo implicira potrebu korišćenja specifičnog sistema tretiranja u preradi ovog otpada, za sve energetske potrebe. Pored toga, isti dekret dozvoljava korišćenje uprošćenih pravila, tj. propisa, radi poređenja sa posebnim otpacima identifikovanim kao bezopasne materije: među ovim ostacima postoji biljni otpadak ili otpaci od netretiranog drveta iz industrijske proizvodnje. Na drugoj strani, odluka koja uključuje biomasu u generalnu kategoriju otpadaka, na neki način sprečava njenu valorizaciju i stvara probleme u njenom tretmanu.

Pravila koja su u vezi sa emisijom polutanata su dalji argument za nastavak rada s peletama. Teškoće koje su nastale zbog restriktivnih granica emisije gasova date su u specifikaciji tehnologije korišćenja peleta i biomase. Ove teškoće su faktor koji treba da doprinese širenju ove vrste opreme.

Zbog svih navedenih razloga Ronči dekret je popravljen drugim vladinim odlukama, DPCM 02/03/2003, koje definišu jasan put za dobijanje karakteristika goriva i biogoriva i tehnološke karakteristike postrojenja za sagorevanje. Ali, kada je DPCM konstituisan veliki korak napred u sektoru propisa zanemaren je od prethodnih propisa. To nije bilo definitivno rešenje i to nije razjasnilo neke tačke koje zahtevaju precizne propise. Posebno, italijanski sektor za biogorivo tražio je „specifikaciju”, specifična pravila za discipline celog sektora u svakom pojedinom delu, tj. hemijsko-fizičke karakteristike goriva, tehničke karakteristike proizvedene opreme i korišćenja biogoriva. Sem toga ovi propisi treba da se reorganizuju na organski način koji racionalizuje celu materiju.

CTI (Termotehnički komitet Italije) je tehničko telo koje pripada UNI, i ono radi mnogo godina u sektoru energetskog iskorišćenja čvrstog goriva. Iz navedenih razloga, CTI je konstituisao „Specijalni komitet” da proučava specifična pravila i standarde za sektor, u saradnji sa Ministarstvom za zaštitu životne sredine. Sem toga, CTI konstituisao je okrugli sto sa principijelnim aktivnim učesnicima na tržištu peleta, da proučavaju specifikaciju

proizvodnje peleta. Ovo proučavanje je bilo vezano sledećim evropskim pravilima definisanim od CEN (evropski klasifikacioni normativ) i koji su doneti u maju 2004. godine. Taj dokument se zove: „Karakteristike peleta za energetske namene”. Pelete su jasno podeljene u tri kategorije: „A”, „B” i „C”, svaka sa različitom i preciznom indikacijom za definiciju kvaliteta proizvoda. Svaka kategorija definiše precizne vrednosti za parametre kao što su veličina, sadržaj vlage, mehanička trajnost, sadržaj pepela, posebnost (osobitost), sadržaj azota i sumpora i prisutnost vezivnog sredstva (vidi poglavlje 11.5.).

Prva kategorija se delila u dve podkategorije: „A bez vezivnog sredstva” i „A sa vezivnim sredstvom”. U ovom okviru, kategorija „A” treba da bude idealna za “građansko korišćenje” u malim pećima i kotlovima, dok druge dve definišu pelete koje mogu da se koriste u industrijskom sektoru ili u postrojenjima za proizvodnju energije, gde je ložište za sagorevanje manje osetljivo za deponovanje posebnih formacija (troska, šljaka, zgura, prljavština), emisija (prašina, gas i aerosol) i problema sa korozijom.

Ako u ovoj „specifikaciji” nema vezivnog agensa, kada je bio precizno definisan kvalitet za proizvod „pelete” tržište konačno ima instrumente da na korektan način radi: poznat je postupak izrade opreme za peletiranje, koje karakteristike proizvod treba da ima, i proizvođači peći imaju potrebne smernice za rad njihove opreme.

Proizvodnja kvalitetnog proizvoda i stvaranje sinergije između proizvođača peleta i opreme za grejanje je samo način da se stvori kod potrošača potrebno poverenje za razvoj tržišta peleta.

### **7.2.8. Pelete od poljoprivrednih ostataka**

Pelete mogu da budu proizvedene korišćenjem poljoprivrednih ostataka kao izvora biomase; pregledom ovih tržišta dobija se jedan od zadataka koji trebaju biti izvedeni u okviru evropskog projekta „Pelete za Evropu”.

Italijansko tržište poljoprivrednih peleta je još u eksperimentalnoj fazi, bazirano na pilot i demonstracionim postrojenjima. Danas, postoji samo jedan nacionalni proizvođač peleta od poljoprivrednih ostataka i nekoliko drugih eksperimentalnih projekata finansiranih iz javnih fondova (nacionalnih ili evropskih).

Nekoliko problema treba prevazići u svakoj pojedinoj fazi u peletnom lancu u cilju unapređenja velike skale valorizacije poljoprivrednih ostataka. Prva i glavna barijera je organizacija efikasnog sakupljačkog sistema koja bi mogla biti adaptirana kao realistična na italijanskoj teritoriji: tradicionalne tehnologije sakupljanja i rešenja mogu da se koriste za sakupljanje ostataka sa polja, eksperimentisanje sa novim vrstama mašina i metoda sakupljanja, sa nižim troškovima izrade već postojećih mašina koje su se dokazale u praksi.

Takođe, projektovanje i izrada opreme za peletiranje treba da poboljša: proizvodnju kvalitetnih peleta od poljoprivrednih ostataka (još zahteva istraživačke aktivnosti), da se pronade korektna mešavina ostataka koji opravdavaju proizvodnju peleta obzirom na različite hemijske i fizičke karakteristike poljoprivredne biomase u odnosu na tradicionalnu drvenu biomasu.

Kada je specifikacija proizvodnje peleta skicirana, poljoprivredne pelete su jasno definisane i mogu da nađu svoje precizno mesto korišćenja na tržištu.

Dalji važan aspekt treba da bude razmotren i rešen: to je kulturni faktor, koji ukazuje da italijanski farmeri nevoljno koriste poljoprivredne ostatke za energetske svrhe. Farmeri su naviknuti da koriste ove ostatke za hranjenje životinja ili za đubrenje zemljišta zajedno sa hemijskim đubrivima.

Promena ovog ponašanja zahteva kampanju da se pokrene svesno javno mišljenje na ovu temu, kao što je implementacija mehanizma podsticaja od Italijanske vlade.

## 7.2.9. Konstatacije

Posle 15 godina razvoja evropskog tržišta peleta ono ima progresivni porast u veličini i obimu razmene proizvoda. Sada je na putu da se učini definitivni skok u pravcu zrelog tržišta. Mnogi problemi imali su uticaj na tržište peleta u prošlim godinama:

- zahtevi za visoke investicije, naročito u prvoj fazi,
- u nekim slučajevima proizvođači su se sretali sa teškoćama u radu sa mašinama za peletiranje,
- susretali su se sa velikim teškoćama u nalaženju biomase; koja je bila posledica u sakupljanju biomase od mnogih malih vlasnika i u konkurenciji sa drugim mogućnostima za iskorišćenjem drveta,
- postojeće centrale za zagrevanje naselja(distrikta) ili dela naselja direktno su "hranjene" sa čipsom koji se efikasno koristi za proizvodnju peleta,
- potrebne su institucionalne inicijative, tj. razvojni i podsticajni programi za korišćenje biomase,
- korisnici biomase imaju oskudno znanje za finalizaciju svojih proizvoda u energetske biogorivo.

Neki od ovih problema bili su prevaziđeni, kao posledica nedostatka preciznih propisa, dok su drugi ostali. Posebno, povećanjem teškoća za pronalaženje biomase prouzrokovalo je povećanje njene cene, koja na duži rok nije održiva za proizvođače. Rešenje ovog problema moglo bi da se ostvari kroz mogućnost peletiranja poljoprivrednih ostataka, izvora u izobilju na italijanskoj teritoriji, ali ne još valorizovanog sa ove tačke gledišta. Korišćenje biomase realizuje se od održivog menadžmenta šuma. Glavni problem je visoka cena koštanja ove vrste proizvodnje: većina dostupne biomase je locirana u planinama ili na brdovitim površinama, teško dostupnim za mehanizovane kamionima. Zbog toga, u ovom sektoru postoji potreba da se investira u istraživanje izvora biomase i demonstraciju aktivnosti, u cilju sticanja znanja i pronalaženja rešenja koja će da budu rezultat tehnički i ekonomski izvodljivog projekta.

Drugi važni faktori treba da budu razmotreni u okviru projekta „Pelete za Evropu”. On pokazuje razvoj tržišta peleta u zavisnosti od principijelnih zahteva, tj. korišćenje peleta u velikim kotlovima u Švedskoj ili u zagrevanju naselja u Danskoj. U Italiji, u građanskom sektoru konstituiše se principijelni zahtev za sigurnim izvorom biomase, koji nema za sada realni osnov za obezbeđenje sirovine za proizvodnju.

Neophodne su precizne političke i pravne intervencije države u cilju korišćenja peleta, predispozicije inicijative i eliminacije postojećih barijera.

## Literatura

- [1] Zaetta, C, Passalacqua, F, Tondi, G: The pellet market in Italy: main barriers and perspectives, Proceedings of 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, ETA-Florence, Rome, Italy, 2004, pp 1843-1847.

## 7.3 DANSKI PEELETNI BUM, PREDUSLOVI ZA USPEŠNI PRODOR NA TRŽIŠTE

### 7.3.1. Rezime

Dansko tržište peleta od drvene biomase razvijalo se brzo u poslednje dve decenije. Novi statistički podaci pokazuju da je potrošnja peleta bila veća od 400.000 tona/godišnje u 2002.

godini. Dva energetska postrojenja su startovala korišćenjem energetskih peleta od biomase: 300.000 tona/godišnje peleta od drveta i 150.000 tona/godišnje peleta od slame. Godišnja potrošnja energetskih peleta u Danskoj biće zbog toga uskoro viša od 850.000 tona/godišnje, stvarajući Dansku najvećim tržištem peleta u Evropi. Danska neće biti samo najveće tržište peleta, već će njeno tržište biti veliko u pogledu raznovrsnosti i tehnologije proizvodnje peleta. Ni jedno drugo tržište nema tako velika iskustva u korišćenju različitih sirovih materijala i tehnologija za proizvodnju malih, srednjih i velikih CHP postrojenja (postrojenja za proizvodnju električne i toplotne energije, tzv. kogeneracija). Svrha prezentacije ovih informacija je da se da pregled danskog razvoja i iskustava, sadašnji tehnički, politički i ekonomski preduslovi za uspešni prodor na tržište peleta. Prezentacija će zbog toga dati korisne inpute i autpute institucija, pojedinaca i učesnika sa evropskog tržišta peleta u cilju razvoja istog.

### **7.3.2. Brzi razvoj danskog tržišta peleta**

Tržište peleta od drveta je brzo raslo poslednje dve decenije. Novi statistički podaci od Danske agencije za energetiku pokazuju da potrošnja peleta prelazi 400.000 tona/godišnje u 2002. godini. U malim pećima i kotlovima za grejanje domaćinstava utrošilo se 48% peleta, u blok postrojenjima 12%, u industriji 8% i u postrojenjima za proizvodnju električne energije i grejanje naselja 32% (Bjerg, 2004). Potrošnja peleta u postrojenjima za zagrevanje naselja bila je konstantna u poslednjoj deceniji. Na razvoj tržišta peleta uticalo je povećanje broja malih i srednjih potrošača peleta. Tako na primer, povećanje potrošnje peleta u danskim selima od 1990. do 2000. godine bio je: 6.000 tona u prve tri godine, 8.000 tona četvrte, 12.000 tona pete, 22.000 tona šeste, 29.000 tona sedme, 36.000 tona osme, 44.000 tona devete i 63.500 tona desete godine. Početkom 2002. godine startovala su dva velika postrojenja za proizvodnju električne i toplotne energije korišćenjem energetskih peleta od biomase: drveta i slame. Postrojenje od 300 MWel. električne snage, Avedoere CHP postrojenje, sa godišnjom potrošnjom od 300.000 tona peleta od drveta i Amager CHP postrojenje sa godišnjom potrošnjom od 150.000 tona peleta od slame.

Potrošnja peleta u Danskoj će zbog toga uskoro preći 850.000 tona/godišnje peleta, stvarajući dansko tržište peleta najvećim evropskim tržištem. Ona neće biti samo najveće tržište peleta po obimu, već će njeno tržište biti veliko u pogledu raznovrsnosti peleta baziranom na različitom sirovom materijalu i tehnologiji proizvodnje malih, srednjih do velikih CHP postrojenja.

### **7.3.3. Ekonomika proizvodnje peleta**

Očekuje se da tržište za prodaju malih postrojenja i blok postrojenja za zagrevanje naselja konstantno raste u godinama koje dolaze. Kombinovana postrojenja za proizvodnju električne i toplotne energije će i dalje konstantno trošiti 300.000 tona/godišnje peleta. Ovo će dalje povećavati potrošnju peleta. Povećavanje potrošnje peleta između malih i srednjih postrojenja je rezultat konstantnog povećavanja ekonomske inicijative za transformaciju energije peleta u toplotnu energiju. Povećavanje cene konvencionalnog goriva i konstantna cena peleta utiče na uštedu za male potrošače od 7 do 17 evra/GJ energije u 2001. godini. Zbog nedavnog pada cena goriva i porasta cene peleta ušteda je smanjena na 10 evra/GJ u proleće 2002. godine.

Ekspanzija tržišta bila je podržana koherentnom nacionalnom politikom do novembra 2001. godine, uključujući subvencije za instalacije za kotlove na biomasu i takse za fosilno gorivo. Subvencije u instalacije nedavno su uklonjene pošto su ekonomske investicije u

kotlove na pelete bile povećane. Proizvodne cene i takse za pelete (uključujući i isporučivanje) i goriva za male potrošače su bile sledeće: lako ulje za loženje 21 evra/GJ, prirodni gas 21 evra/GJ, ulje od repice 18 evra/GJ, pelete 12,5 evra/GJ, drveni čips 7,2 evra/GJ i slama 4,2 evra/GJ. U takse su uključene: taksa za sadržaj sumpora, taksa za proizvodnju CO<sub>2</sub>, taksa za energiju. Bure je bilo uključeno u cenu sa 25% vrednosti.

#### **7.3.4. Uvoz peleta je povećan**

Potencijalni potrošači peleta su zabrinuti oko buduće sigurnosti u obezbedjenju peleta. Da li će cena peleta rasti ili će cena ostati niska? Ova nesigurnost je često značajna barijera za konverziju peleta u grejanje.

Proizvodnja peleta u Danskoj potiče iz suve obrade nameštaja i procesne industrije drveta. Količina ovih izvora je oko 150.000 tona godišnje. Ova količina zavisi od izvoza drveta kao osnovnog proizvoda. Danski proizvođači nameštaja i proizvođači peleta ne očekuju povećanje izvora dobrog suvog materijala za proizvodnju peleta. Zbog toga uvoz peleta je neizbežan. Sadašnje pelete su uvezene od ostataka drveta iz Skandinavskih zemalja, Baltika i Severne Amerike.

Uprkos rapidnom povećanju korišćenja peleta i limitiranim danskim izvorima, cena peleta je ostala niska do leta 2001. godine, uključujući dovoljno jeftine izvore koji su bili dostupni izvan Danske. Danski proizvođači peleta procenili su strane izvore da su obimni i da će cena peleta ostati niska u nastupajućim godinama.

Nažalost danski potrošači peleta imaju iskustva sa dramatičnim povećanjem cene u toku jeseni 2001. godine i proleća 2002. godine. Vlasnici velikih kotlovskih postrojenja za zagrevanje naselja su sada okupirani visokim cenama kada se ponovo ugovara prodaja toplotne energije na duže vreme. Zbog toga je većina danskih proizvođača peleta zabinuto čekala nastupajuću zimu.

#### **Literatura**

- [1] Bjerg, J: The Danish pellet boom, preconditions for successful market penetration, Proceedings on 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Eta-Florence, Milano, Rim, 2004, pp 1697-1698.

#### ***Referenca autora članka***

Gosp. Bjerg je bio koordinator projekta „Pelete za Evropu” koji je bio finansiran od Evropske komisije. U projekat je bilo uključeno 17 eksperata iz 12 zemalja koji su promovisali proizvodnju i korišćenje energetskih peleta od biomase širom Evrope. Rezultati su bili dispergovani i aktivnosti promovisane kroz Evropski peletni centar ([www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info)), koji je počeo sa radom 1. novembra 2003. godine.

Gosp. Bjerg je danski ekspert za tržište biogoriva i primenu biogoriva. On je rukovodilac projekta u firmi FORCE Technology (do nedavno dk-TEKNIK) i Odeljenju za goriva, sagorevanje i ostatke (<http://fuel.dk-teknik.dk>). Gosp. Bjerg je autor knjige “Danske pelete od drveta”, organizator godišnjih konferencija “Danske pelete od drveta” i konsultant za dansko i internacionalno tržište peleta. U Odeljenju za goriva, sagorevanje i ostatke zaposleno je 14 eksperata. Dk-TEKNIK je osnovao Centar za tehnologiju biomase 1986. godine, koji sakuplja i širi informacije o profesionalnoj tehnologiji biomase i tržištu. FORCE laboratorija je sertifikovana za analize čvrstog biogoriva i pepela.

## 7.4. TRENDOVI TRŽIŠTA PELETA U DANSKOJ

U 2003. godini u Danskoj su korišćeni obnovljivi izvori energije u sledećem obimu: energija od vetra 20 PJ, energija od slame 17,5 PJ, energija od drveta 29,38 PJ (energija od peleta 10,4 PJ), energija od biogasa 4,38 PJ, energija od otpadaka 40,63 PJ i energija od drugih materijala 6,25 PJ (Dahl, 2005). U istoj godini potrošnja peleta bila je sledeća: za grejanje naselja 118.750 tona, za samostalno grejanje domaćinstava 195.625 tona, za CHP velika postrojenja 209.375 tona, za industriju 31.250 tona i za blok zagrevanje naselja 46.875 tona. Proizvodnja toplote od drvenih peleta obavljana je u 25 do 30.000 domaćih kotlova i peći, 300 blok postrojenja za zagrevanje naselja i 30 postrojenja za zagrevanje naselja. Dodeljivanje podsticajnih sredstava za investicije i visoka cena ulja za loženje učinili su značajno povećanje kotlova na pelete u periodu 1999. do 2001. godine. Zaustavljanjem podsticajnih sredstava i povećanje cene peleta pokazuju pad ekspanzije kotlova na tržištu u 2002. godini. Gas i zagrevanje naselja prioritetni su unutar grejnih mreža. Glavno tržište je ponovo pogodno za stara ložišta na ulje za loženje. Polako je počela zamena termičkih postrojenja na ugalj u 1990. godini. Nova postrojenja nisu samo bazirana na pelete. Visoka cena peleta uticala su na korišćenje ložišta za više različitih i jeftinijih goriva na biomasu.

Kombinovana proizvodnja toplote i električne energije (CHP) na pelete koristi se u dve centrale: „Avedore II” (300.000 tona peleta od drveta godišnje, goriva prašina i mleveni ugalj) i „Amager” (150.000 tona peleta od slame godišnje). Nova proizvodnja peleta obavlja se u Koge (kapacitet 180.000 tona godišnje i transport sa brodom). U Danskoj u 2003. godini se ukupno proizvodilo 275.000 tona godišnje peleta, a 325.000 tona godišnje se uvozilo. U 2005. godini trošilo se na ulje za loženje 870 evra/1.000 litara ekvivalentnog ulja za loženje za mala postrojenja, a na drvene pelete 175 evra/1.000 litara ekvivalentnog ulja za loženje. Razlika u troškovima korišćenja fosilnog goriva i peleta je bila ušteda. Ta ušteda je iznosila 485 evra/1.000 litara ekvivalentnog ulja za loženje. Za osnovu za računanje je uzet odnos 1.000 litara ulja za loženje da je jednak 2,2 tone peleta od drveta. Na osnovu navedenih podataka proizilazi da je cena peleta 175 evra/t, a uštede 220 evra/t peleta.

### 7.4.1. Konstatacije

Danska je druga zemlja po veličini tržišta peleta od drveta u EU. Predviđa se da će tržište peleta narasti na oko 700.000 tona godišnje. Mali potrošači imali su ekspanziju do 2002. godine, budući da su bili osetljivi na cenu ulja za loženje. Zagrevanje naselja je smanjeno od 2002. godine, pošto su druga goriva od biomase bila mnogo ekonomičnija. CHP postrojenja troše 300.000 tona godišnje zahvaljujući političkim sporazumima. Dalje, 150.000 tona peleta od slame se koristi u centralama. Obim uvoza peleta u Danskoj je veći od domaće proizvodnje peleta. Predviđa se povećanje uvoza. Proizvodnja peleta u Danskoj će biti stabilna. Obim proizvodnje peleta u Danskoj je 275.000 tona godišnje. Cena peleta iznosi 175 evra/t, a ulja za loženje 722 evra/t (4,13 puta skuplje).

### Literatura

- [1] Dahl, J: Trends on the Danish Pellet Market, Presentation on the European Pellet Conference, Wels, Austria, 2005. p. 7 (Source: FORCE Tehnology, Energistyrelsen, [www.ens.dk](http://www.ens.dk)).

## 7.5. POTROŠNJA PELETA OD BIOMASE U DANSKOJ

Potrošnja obnovljivih izvora energije u odnosu na primarnu energiju u Danskoj je 15%, a peleta je 1,7%. U Danskoj ima 15.000 kućnih kotlova i peći na pelete. Razlog velikog broja



kotlova i peći krajem 90tih je zbog visoke cene ulja za loženje i davanje potsticajnih sredstava za investicije od strane Danske vlade (European Pellets Centar, 2007). Broj kotlova i peći je pao posle 2002. godine zbog povećanja cene peleta i smanjenja podsticajnih sredstava. Broj navedenih termičkih postrojenja je ponovo porastao između 2005. i 2006. godine zbog povećanja cene ulja za loženje. Potrošnja peleta od drveta u kućnim instalacijama je dostigla vrednost od 310.000 tona u 2005. godini, a ukupno povećanje potrošnje bilo je 820.000 tona. Domaća proizvodnja peleta je približno 200.000 tona godišnje, a potrebe za peletama su 430.00 tona. Dakle, velika količina peleta mora da se uvozi. Pelete se uglavnom uvoze iz baltičkih zemalja. Druge države su: Kanada, Poljska, Švedska, Finska i sve više Rusija i Nemačka. Standard za kvalitet je definisan od „Statoil”, koji se primenjuje 40% na tržištu. Cena peleta od drveta u trećem tromesečju 2006. godine je iznosila 240 evra/t, čipsa 120 evra/t, a slame 90 evra/t. Cena peleta od drveta se razlikuje od cene čipsa za 120 evra/t, a od cene slame za 150 evra/t. Zbog povećanja potrošnje peleta u termičkim postrojenjima u 2006. godini za 15% u odnosu na 2005. godinu povećao se ukupni potencijal potrošnje na 1.000.000 tona godišnje. Naime, mnogi su sa ulja za loženje prešli na korišćenje peleta od biomase. Potrošnja goriva se promenula u postrojenjima za zagrevanje naselja u 2005. i 2006. godini zbog korišćenja jeftinijeg čvrstog biogoriva. Povećava se potrošnja biogoriva pakovanog u vrećama u odnosu na biogorivo u rinfuzi, zbog toga što domaćinstva nemaju gde da skladište gorivo u rinfuzi i zbog kombinacije sa gasnim kotlovima. Nabavka biogoriva preko interneta povećava potrošnju ovog goriva. Takav je sada trend.

## Literatura

- [1] European Pellets Centar. 1st Newsletter of the Pellets@las project, Development and Promotion of a Transparent European Pellets Market – Creation of a European real-time Pellets Atlas, Intelligent Energy, Europe, 2007. p. 12 ( Internet: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info), Contact: [jxd@force.dk](mailto:jxd@force.dk))

## 7.6. PELETE ZA EVROPU. BARIJERE I PERSPEKTIVE ZA POVEĆANJE PRODORA NA EVROPSKO TRŽIŠTE (PROJEKT „ALTENER”)

### 7.6.1. Rezime

Pelete za Evropu je evropska ekspertska mreža koja radi na peletama u okviru „ALTENER” projekta „Pelete za Evropu”. U 12 evropskih država ima 17 ekspertskih centara koji rade na povećanju proizvodnje i korišćenja peleta od drveta i poljoprivrednih ostataka u Evropi. Tehnologije korišćenja peleta za toplotnu i električnu energiju je komercijalno dostupna u zemljama kao što su Švedska, Danska i Austrija. Pelete su konkurentne ulju za loženje, prirodnom gasu i električnoj energiji u pogledu pogodnosti, pouzdanosti i cene. Efektivna cena peleta označava smanjenje emisije gasova zaštićenog prostora. Svrha ovog rada i cilj uopšte ovog projekta je stimulacija čiste proizvodnje i korišćenja, visokog kvaliteta peleta od biomase za zagrevanje i kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije (CHP) u Evropi. Ostvarenje ovog cilja jeste indentifikacija barijera, rasprostranjenosti informacija i početne promotivne aktivnosti. Rad na projektu je ostvaren u bliskoj saradnji sa lokalnim učesnicima tržišta i uspostavljena je regionalna peletna mreža. Evropski peletni centar osigurava širi evropski uticaj i rasprostranjenost rezultata ovog projekta.

### 7.6.2. Cilj

Projekt „Pelete za Evropu” ima sveobuhvatan cilj da podstiče razvoj evropskog tržišta za pelete. Tehnologija korišćenja peleta za toplotnu i električnu energiju je komercijalno

dostupna u zemljama kao što je Švedska, Danska i Austrija. Pelete su konkurentne ulju za loženje, prirodnom gasu i električnoj energiji u pogledu pogodnosti, pouzdanosti i cene. Efektivna cena peleta označava smanjenje emisije gasova zaštićenog prostora (Bjerg, 2004).

Generalno, posmatrana je stimulacija proizvodnje i korišćenje čistih, visoko kvalitetnih peleta od biomase za zagrevanje i kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije (CHP) u Evropi. Pelete za Evropu integrišu tri projekta koji su bili ocenjeni povoljno sa respektom relevantnosti, objektivnosti, približavanju cilju, rezultatima i konzorcijumu. Generalni ciljevi originalnog projekta su održani u integrisanom projektu: stimulisanje novih tržišta peleta od drveta, stimulisanje novih tržišta peleta od poljoprivrednih ostataka, podrška razvoju i integraciji evropskom tržištu peleta.

### **7.6.3. Opis rada na projektu**

Kvalitet i uticaj primene projekta bio je povećan doprinosom od više partnera. Čak više projekat je sada pokriven i dostiže sva evropska tržišta peleta sa integrisanim približavanjem gledišta.

Za ostvarenje generalnih ciljeva projektna grupa je indentifikovala barijere, rasprostranjenost informacija i početne promotivne aktivnosti. Rad na projektu ostvaruje se u bliskoj saradnji sa učesnicima lokalnog tržišta i uspostavljena je regionalna peletna mreža. Evropski peletni centar će osigurati uticaj širom Evrope i rasprostranjenost projektnih rezultata na sledeći način: stranicom sajta Evropskog peletnog centra (EPCW), evropskim peletnim novinama (EPN), podacima evropskog peletnog tržišta (EPMD), izveštajem za procenu evropskog peletnog istraživačko-razvojnog rada (EPR&D), najboljim preglednim stanjem evropskih peleta (EPBCS), radionicama evropskih peleta (EPW) i konferencijama evropskih peleta (EPC).

#### ***1. Stimulisanje novih tržišta peleta od drveta.***

Saradnja između učesnika na tržištu, kao što su istraživači, trgovačke asocijacije i krajnje-korisničke grupe suštinski razvijaju nove tržište peleta od drveta. Ključni cilj je uspostavljanje regionalne platforme za širenje informacija i mogućnosti za biznis. Potencijal, prepreka, pogoni i faktori uspeha za razvijanje tržišta biće ocenjeni, i uzeti u akciju, i biće sagledani sa glavnim učesnicima tržišta i njihovim reprezentativnim asocijacijama. Za koordinaciju aktivnosti lokalnih upravljačkih grupa biće uspostavljena baza reprezentovana od proizvođača opreme, proizvođača peleta, agencija za energiju, lokalnih vlada, istraživačko-razvojnih institucija i konsultanata.

#### ***2. Stimulisanje novih tržišta peleta od poljoprivrednih ostataka.***

Potencijal poljoprivrednih ostataka u zemljama kao što je Italija i Grčka je mnogo veći nego posmatrajući udruženi potencijal ostataka od šume i šumske industrije, kao što je u skandinavskim zemljama/centralne evropske zemlje. Dok je tržište peleta od biomase komercijalna stvarnost u samim severno evropskim i skandinavskim zemljama, u mediteranskim zemljama njihovo tržište je sada ekstremno ograničeno. Dakle, cilj je pomoći uspešnu akciju plasiranja peleta od biomase na tržištima južnih evropskih zemalja korišćenjem sledećih zadataka: uspostavljanje sadašnjeg statusa tehnologije konverzije peleta i tržišta (zagrevanje, decentralizovana kogeneracija), indentifikacija mogućnosti tehnološko-tržišnog deficita na regionalnom nivou, analiza podataka potencijala za povećanja proizvodnje energije iz peleta od biomase, procena mogućnosti širenja transfera evropske tehnologije korišćenja peleta od biomase, procena efektivnih faktora razvoja peleta od biomase na tržištima zemalja Južne Evrope i izvođenje svesne kampanje na potencijalu korišćenja peleta od biomase.

### ***3. Integracija i razvoj evropskog tržišta peleta.***

Cilj Evropskog peletnog centra (EPC) je da prevaziđe, indentifikuje barijere koje ograničavaju integraciju tržišta i prodor peleta na evropski nivo. Konačno cilj je da se podrži rad na standardizaciji čvrstog biogoriva služeći se infrastrukturom za rasprostranjenje standarda na učesnike tržišta, državne institucije i građanstvo.

#### **7.6.4. Očekivani rezultati**

Sveobuhvatan rezultat će biti povećanje proizvodnje i potrošnje peleta u Evropi. Rezultati mogu biti očekivani na tri načina: 1) novo tržište peleta od drveta, 2) novo tržište peleta od poljoprivrednih ostataka i 3) razvoj i povećanje integracije evropskog tržišta peleta.

##### ***1. Stimulisanje novog tržišta peleta od drveta.***

Očekivani rezultat rada unutar ovog polja je uspostavljanje evropske mreže regionalnih peletnih mreža kao dela već uspostavljene mreže biomase koje će nastaviti započeti rad i nastaviti sa informacijama rasprostranjenosti i kapaciteta izgrađenih aktivnosti. Akcija će takođe voditi ka bilateralnom razvoju biznisa u nekoliko evropskih zemalja. Učesnici tržišta svesni su prednosti transformacije biomase koju treba povećati kao raspoloživu informaciju materijala i izvora za potrošače.

##### ***2. Stimulisanje novog tržišta peleta od poljoprivrednih ostataka.***

Kao rezultat rada unutar ovog polja evropski SME's će pomoći da se koristi nova, efikasna tehnologija za biomasu i male decentralizovane jedinice (zagrevanje, kogeneracija) i proizvodnja i rad postrojenja sa sveobuhvatnim povoljnim balansom cena i performansi.

##### ***3. Integracija i razvoj evropskog tržišta peleta.***

Rezultat Evropskog peletnog centra (EPC) će biti dinamički sajt ([www.peletcentre.info](http://www.peletcentre.info)) koji će sadržavati savremene statističke podatke tržišta, cena, novinarskih listova, najboljih praktičnih slučajeva, publikacija, linkova i ocena kontaktnih baza podataka učesnika tržišta. EPC će kroz internacionalne radionice i evropske peletne konferencije uspostaviti mrežu evropskih znanja sa očekivanim nastavkom rada na ovom polju posle završetka projekta. Konačni izveštaj će dati detaljni pregled nacionalnih i evropskih preduslova za dalji razvoj tržišta za pelete od drveta, kroz indentifikaciju barijera i prilika za dalji razvoj tržišta peleta.

#### **7.6.5. Konstatacije**

Projekt "ALTENER" "Pelete za Evropu" je počeo 2003. godine, a završen 2005. godine. Izveštaji o projektu mogu se naći na sajtu: [www.peletcentre.info](http://www.peletcentre.info). 2005. godine je nastavljeno da se radi na novom projektu "Pelete za Evropu" pellets@las. Sadržaj projekta dat je na napred navedenom sajtu. Završetak projekta predviđa se za kraj 2007. godine.

#### **Literatura**

- [1] Bjerg, J: Pellets for Europe, barriers and perspectives for increased market penetration, Proceedings on 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Eta-Florence, Milano, Rim, 2004, pp 1811-1813.

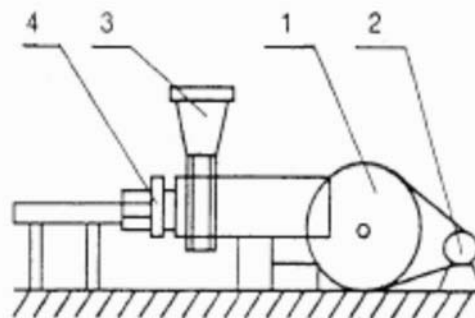
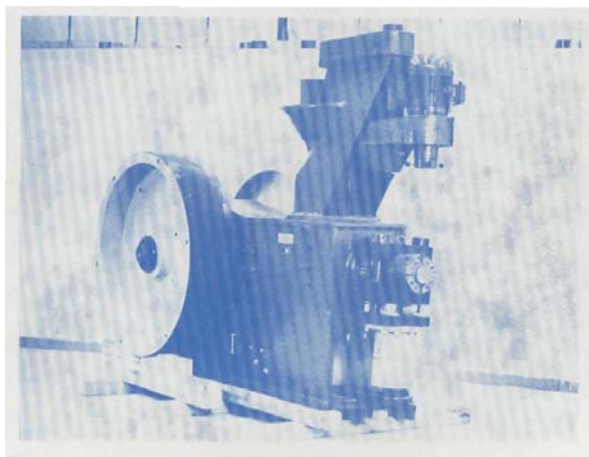
#### **Referenca**

Gosp. Bjerg je danski ekspert za tržište biogoriva i primenu biogoriva. On je rukovodilac projekta u firmi FORCE Technology (do nedavno dk-TEKNIK) i Odeljenju za goriva, sagorevanje i ostatke (<http://fuel.dk-teknik.dk>).

## 8. PREGLED PROIZVODJAČA I PROIZVODNOG PROGRAMA OPREME ZA BRIKETIRANJE I PELETIRANJE BIOMASE U AP VOJVODINI

*Dr Milan Martinov, red. prof., dr Miladin Brkić, red.prof.*

Prvu stacionarnu briket presu na mehanički pogon u bivšoj Jugoslaviji uradila je fabrika „Unis-Igman” iz Konjica (Bosna i Hercegovina). Najveći broj ovih presa bio je osamdesetih godina prošlog veka zastupljen u Vojvodini. Tako je u saradnji sa Drvnim kombinatom „Novi Dom” iz Debeljače i „Vojvodina invest” iz Novog Sada 1983. godine postavljena prva briket presa „Unis-Igman” u Vojvodini. Posle dve godine postavljena je još jedna ista presa. Na sl. 8.1 prikazana je stacionarna mehanička briket presa.



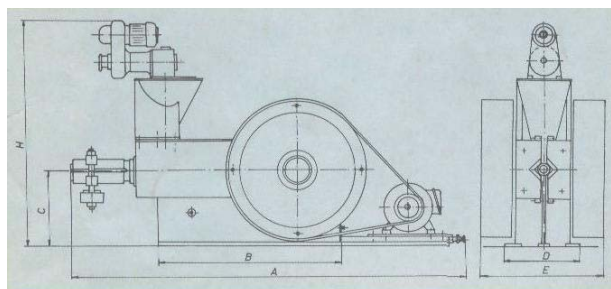
*Sl. 8.1. Mehanička stacionarna briket presa „Igman”, Konjic*

*(1-zamajni točak, 2-elektromotor, 3-koš sa dozatorom, 4- jaram sa alatom prese)*

Presa se sastoji iz: postolja, koša sa dozatorom, cilindra sa klipom, kolenaste osovine s klipnjačom, dva velika zamajna točka, elektromotornog pogona, alata prese, jarma ili stezne glave na alatu prese. Alat prese je cilindar sa unutrašnjom konusnom površinom. Steznom glavom se reguliše sabijenost briketa.

Učinkatost prese zavisi od zapremine biomase usitnjene biomase (40 do 150 kg/m<sup>3</sup>): tip 7992 ima učinak 100 do 250 kg/h, a tip 7991 ima 600 do 1.100 kg/h. Prečnik briketa kod prvog tipa iznosi 50 mm, a kod drugog 90 mm. Instalirana snaga elektromotora je 30 kW kod prvog tipa, a kod drugog 65 kW. Masa prese iznosi 4 t kod prvog, a 7 t kod drugog tipa. Kao sirovina za proizvodnju briketa, uglavnom je služila drvena piljevina bez vezivnih sredstava. Pokušano je da se briketira slama i kukuruzovina, ali sa manje uspeha. Za presovanje poljoprivrednih ostataka moralo se koristiti neko od vezivnih sredstava: melasa, mazut, para ili dr. Ukupno je uradjeno 25 klipnih presa.

Fabrika „Utva” iz Pančeva, RO „Promag”, OOUR „Centar IRA”, drugom polovinom osamdesetih godina prošlog veka proizvodila je sledeću opremu za briketiranje biomase: prese, mlinove čekićare i rotacionu sušaru. Briket prese su imale sledeće tehničke karakteristike: tip BP-125 snage 7,5 do 18,5 kW i učinak 130 do 200 kg/h briketa, tip BP-160 snage 22 do 30 kW i učinak 350 do 650 kg/h i tip BP-200 snage 55-75 kW i učinak 1.000 do 1.500 kg/h. Ova proizvodnja se može obnoviti pošto postoji tehnička dokumentacija. Na sl. 8.2 je prikazana briket presa proizvodnje fabrike „Utva”, a na sl. 8.3 linija za hlađenje briketa i pakerica sa termotunelom.



Sl. 8.2. Mehanička stacionarna briket presa proizvodnje fabrike „Utva” iz Pančeva (koš, dozator, alat prese, radni cilindar sa klipom, zamajni točkovi, elektromotor)

Fabrika „Utva” proizvodila je dva tipa mlina čekićara: ZK 200 L-4 i ZK 225 M-2. Prvi tip ima snagu 37 kW, masu 1.075 kg i učinak 500 do 1.000 kg/h drvenog otpatka sa 14% sadržaja vlage sa sitom prečnika otvora od  $\phi 5$  mm. Drugi tip ima snagu 45 kW, masu 1.155 kg i učinak 1.000 do 1.500 kg/h drvenog otpatka sa 14% sadržaja vlage sa sitom prečnika otvora od  $\phi 5$  mm.



Sl. 8.3. Linija za hlađenje, pakovanje i lepljenje folije

Glavne tehničke karakteristike rotacione sušare su: učinak za piljevinu sa 80% sadržaja vlage na 15% 2700 kg/h, količina isparene vode 1.700 kg/h, toplotna snaga 1.513 kW, temperatura ulazne pare pri 15 bara 185 °C, temperatura izlazne pare 170°C, ukupna instalisana električna snaga 18,5 kW, masa sušare 221 kg i priključak za paru/kondenzaciju NO 100.

Privatna firma „Dekan” iz Vrnjačke Banje počela je proizvodnju hidrauličnih klipnih presa početkom devedesetih godina. Ova firma uspešno radi i danas. Na sl. 8.4 dat je izgled briket prese. Tehničke karakteristike briket presa prikazane su u tab. 8.1. Oznaka HPB označava hidraulični tip prese. Sajt firme je: [www.dekan.co.yu](http://www.dekan.co.yu).



Sl. 8.4. Hidraulična stacionarna briket presa „Dekan” iz Vrnjačke Banje

Tabela 8.1: Tehničke karakteristike presa za briketiranje biomase

Red br.	Tip briket prese	Učolak (kg/h)	Prečnik $\phi$ (mm)	Instalisana snaga (kW)	Masa (kg)
1.	HBP 50	40-50	50	5,5	900
2.	HBP 60	80-100	60	7,5	1.000
3.	HBP 70	130-150	70	11	1.100
4.	HBP 76	180-200	76	15	1.200

Hidraulička briket presa je potpuno automatizovana, namenjena je za briketiranje drvnog otpada kao što su: piljevina, šuška i sl. Pored drvnog otpada može se briketirati slama, trska, lišće, granje, drvena kora, ljuške od krompira, otpaci od šećerne trske, ljuške od suncokreta i sl.

Briketiranje se vrši bez dodatnih vezivnih materijala, uz uslove da usitnjenost bude u određenim granicama i da sadržaj vlage otpada bude od 12 % do 17 %. Briket poseduje specifičnu zapreminsku masu od 0,8 do 1,2 kg/dm<sup>3</sup>, što omogućava lak transport i skladištenje na malom prostoru. Toplotna moć briketa je 14,6 do 18,8 MJ/kg. Briket ravnomerno sagoreva sa malo dima i bez lebdećeg pepela, ima deset puta manje pepela od uglja. Sagorevanjem ne zagađuje životnu sredinu, jer sadrži malo sumpora, čak sto puta manje od uglja. Briket je čist i pogodan za upotrebu u domaćinstvu. Pakuje se u plastične folije što omogućava lakše slaganje i korišćenje.

Firma „Metalkop” Bački Jarak proizvodi peletirke za peletiranje stočne hrane i energetske pelete od biomase (slame). Peletirka se prvenstveno koristi za peletiranje stočne hrane (granulisane) koja se upotrebljava u ishrani živine, svinja, riba, kućnih ljubimaca (psi, mačke, pernati kućni ljubimci) kao i za proizvodnju mamaca za glodare. Proizvodnja peletirki za energetske pelete od biomase je još uvek u eksperimentalnoj fazi. Na sl. 8.5. prikazan je izgled peletirke i oprema uz peletirku. Ova firma proizvodi tri veličine peletirki. Sajt firme je [www.metalkop.com](http://www.metalkop.com).

- MPH7,5 - pogon 7,5 kW, kapacitet 200-350 kg/h stočne hrane  
dimenzije: 1,5x1,5x2,3 m, masa 400kg
- MPH15 - pogon 15 kW, kapacitet 400-600 kg/h stočne hrane  
dimenzije: 1,5x1,5x2,6 m, masa 460kg
- MPH30 - pogon 30 kW, kapacitet 700-1.200 kg/h stočne hrane  
dimenzije: 1,5x1,5x2,6 m, masa 460 kg

Otvori na prstenastoj matrici za peletirke se izrađuju u prečnicima:  $\phi$ 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 i 12 mm.



Sl. 8.5. Oprema za peletiranje biomase „Metalkop”, Bački Jarak

Sem peletirke „Metalkop” proizvodi i:

- linije za hlađenje peleta,
- trakaste elevatore,
- drobilice,
- seckalice i dr.

Linija za hlađenje peleta kapaciteta je do 1500 kg/h. Delovi linije za hlađenje su: vetreni ormar, centrifugalni ventilator jačine 2,2 kW, ciklon, koš gotovih peleta sa grlom za uvrećavanje.

Trakasti elevatori imaju pogon električne snage od 1,5 kW. Traka je od PVC platna širine 400 mm, sa prečagama. Dužina trake može biti po zahtevu kupca. Elevator radi pod uglom do 75°.

Drobrilica ima pogon električne snage od 1,5 kW, može da preradi do 1500 kg/h materijala. Dimenzije su 400x800x800 m, masa 90 kg.

Seckalica ima pogon električne snage od 1,5 kW. Dimenzije su 600x600x1500 cm, masa 90 kg.

Seckalica ima primenu u pripremi jabučastog voća za alkoholno vrenje i usitnjavanje svih pogodnih biljnih plodova za stočnu ishranu kao i druge namene.

Firma „Metal matik”, iz Beočina proizvodi briketirke i peletirke za presovanje stočne hrane i biomase. Sajt firme je: [www.metal-matik.com](http://www.metal-matik.com).

Briket presa namenjena je za presovanje usitnjene biomase, koja se javlja kao nusproizvod u poljoprivrednoj proizvodnji, drvnjoj industriji i dr. Briket presa nalazi primenu u savremenim poljoprivrednim gazdinstvima sa ciljem korišćenja biomase kao obnovljivog izvora energije, u industriji prerade drveta korišćenjem otpada-piljevine. Briket presa je stabilne konstrukcije, na postolju je postavljen pogonski elektromotor koji pokreće hidrauličnu pumpu. Na postolje briketirke je postavljen prihvatni koš sa dozatorom materijala u radni cilindar. Na sl. 8.6 dat je izgled briket prese za presovanje energetskih briketa od biomase. U tab. 8.2 prikazane su tehničke karakteristike briket presa.



Sl.8. 6. Presa za briketiranje biomase „Metal matik”, Beočin

Tabela 8.2: Tehničke karakteristike briket prese „Metal matik”, Beočin

Tip	150
Učolak (kg/h)	do 150
Pogonski motor (kW)	7,5
Dužina (mm)	2.000
Širina (mm)	1.200
Visina (mm)	1.700
Dimenzije briкета (mm)	$\phi 75$

Briket presa je uređaj koji se sastoji od postolja, prihvatnog koša, radnog dela i hidraulične instalacije. Prilikom briketiranja prethodno pripremljen materijal (adekvatno usitnjen i optimalnog sadržaja vlage) se dovodi u prihvatni koš. Dozator na dnu koša uvodi materijal u radni cilindar. Proces presovanja se odvija pod dejstvom hidrauličnog cilindra sa promenljivom brzinom klipa. Materijal prolazi kroz čeljusti ili matricu sa mogućnošću podešavanja i preko vođica odlazi na uvrećavanje.

Peletiranje je tehnološki proces kojim se materijal iz brašnastog prevodi u granulisan oblik odgovarajućeg prečnika i dužine u zavisnosti od namene. Peletirka nalazi primenu u mešaoama stočne hrane, farmama i savremenim poljoprivrednim gazdinstvima. Peletirka je stabilne konstrukcije, koju čini postolje sa nosačem motora, koš iznad postolja, dozator sa frekventnom regulacijom, kondicioner sa priključcima za tehnološku paru, radni deo sa matricom. Matrica se izrađuje sa prečnikom otvora od  $\phi 2$  do  $\phi 10$  mm. Na sl. 8.7 prikazan je izgled peletirke.

U tab. 8.3 date su tehničke karakteristike prese za peletiranje.

Tabela 8.3: Tehničke karakteristike peletirke „Metal matik”, Beočin

Tip	P 500	P 1.000	P 1.500	P 2.000
Učolak (kg/h)	500	1.000	1.500	2.000
Pogonski motor (kW)	18	22	30	37
Dužina (mm)	800	800	1.100	1.300
Širina (mm)	600	600	750	1.000
Visina (mm)	3.000	3.000	3.500	4.000
Masa (kg)	-	-	-	-
Kapacitet je deklarisan za otvor matrice $\phi 5$ mm				





*Sl. 8.7. Presa za peletiranje biomase „Metal matik”, Beočin*

Razlozi za primenu tehnološkog procesa peletiranja su:

- Eliminisanje pojave dekomponovanja (segregacije) izmešane hrane za životinje,
- Smanjuje se utrošak hrane, a povećava prirast životinja,
- Povećana higijenska ispravnost proizvoda,
- Povećanje nasipne mase proizvoda,
- Smanjenje praćenja i rastura hrane,
- Bolje iskorišćenje ambalaže, transportnih sredstava i skladišnog prostora,
- Potpuno eliminisanje problema zasvodnjavanja u binovima.

Mašinsko tehnološka oprema linije za peletiranje hraniva za životinje ugrađuje se u proizvodne pogone na kraju tehnološkog procesa mešanja. Tehnološku liniju peletiranja hrane za životinje čini: prihvatna tampon ćelija za izmešanu hranu, izuzimač za doziranje u koš peletirke, dozator peletirke, kondicioner sa priključkom za dovod tehnološke pare i tečnosti, peletirka sa matricom, armatura sa regulacionim ventilima za doziranje tehnološke pare, armatura za doziranje tečnosti (voda, melasa, aminokiseline), hladnjak za peletirani materijal, ventilator hladnjaka, ciklon sa rotacionom zaustavom, uređaj za drobljenje peleta, uređaj za prosejavanje peleta, prihvatni koš sa grlom za uvrećavanje, transporter, komandna tabla sa energetske ormanom.

Peletirka se može uz male korekcije efikasno koristiti za peletiranje biomase (slame).

Firma “Metalac Ostojčić” iz Obrenovca proizvodi prese za peletiranje biomase. Na sl. 8.8 dat je izgled peletirke.

Firma proizvodi peletirke učinka 200 do 10.000 kg/h, matrice, valjke, hladnjake, kondicionere, dodavače i ostale delove za peletirke. Peletirka ima parni kondicioner i prstenastu matricu. Pored toga ona proizvodi linije mašina za proizvodnju koncentrovane stočne hrane, sa horizontalnim, kosim i vertikalnim mešalicama i mešalicama za specijalne namene.



Sl. 8.8. Presa za peletiranje biomase firme "Metalac Ostojić", Obrenovac

Vertikalna mešalica, tip VM-250 M, spada u vrstu mešalica koja u ovom sklopu ima i mlin čekićar. Mlinovi čekićari se proizvode snage od 2 do 102 kW. Mogu da se izrade mlinovi za seno i slamu. Ova firma proizvodi i transportne uređaje: pužne transportere, trakaste, kofičaste i pneumatske. Rade se i uređaji za doziranje masti i ulja i mašine za prošivanje vreća. Firma obavlja uvoz i izvoz opreme, proizvodnju, remont i servis opreme za proizvodnju stočne hrane učinka do 20 t/h. Sajt firme je [www.metalacostojic.com](http://www.metalacostojic.com).

Pokretnu briket presu uradila je firma "Perović" iz Lovćenca pre 8 godina. Na sl. 8.9 prikazana je hidraulična briket presa za briketiranje biomase. Presa se pogoni preko priključnog vratila (kardana) traktora ili elektromotorom. Potrebna snaga traktora za pogon briketirke je 12 kW, a putem elektromotora 11 kW. Na platformu su ugrađena dva radna hidraulična cilindra. Prvi sabija bale slame dimenzija 400x500x800 mm i ima duži hod. U njemu se ostvaruje pritisak 50 bara. Drugi cilindar ima kraći hod u kome se ostvaruje pritisak od 250 bara.

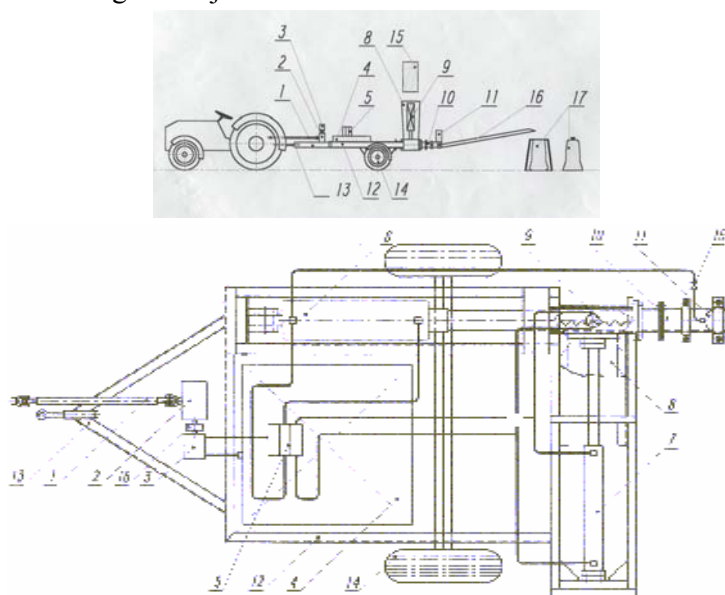
Pogon prese vrši se traktorom preko priključnog vratila ili elektromotorom. Priključno vratilo ili elektromotor preko multiplikatora pogoni dvostepenu hidrauličnu pumpu, koja iz rezervoara usisava ulje i preko razvodnika-komandnog bloka pogoni: glavni cilindar za briketiranje, cilindar dozatora, pomoćni cilindar dozatora i cilindar za steznu glavu.

U dozator se stavlja cela bala slame – ne usitnjava se. Smatra se da se na ovaj način može uštedeti 50 kW na račun eliminisanja rada čekićara za usitnjavanje materijala. Klip odseca uvek određenu količinu biomase i ujedno vrši određeno sabijanje u prednji deo sklopa elementa za formiranje briketa. Stezna glava preko propusnog ventila može jednostavno da se podešava zavisno od vrste biomase. Dvostepena pumpa male pogonske snage 11 kW postiže veliki kapacitet, jer 90% kretanja-rada cilindra je do 50 bar-a, a ostalih 10% do 250 bar-a. Izborom ove pumpe obezbeđen je mali utrošak energije po jedinici briketa, a za rad se koriste traktori male snage. Briketiranje je potpuno automatsko preko razvodnog bloka kome komanduju krajnji prekidači preko odgovarajućeg komandnog ormana, koji koristi električnu energiju iz priključnice na traktoru snage 12 kW.

Presu je mobilna jednoosovinska tako da se traktorom lako doveze do skladišta (kamare) biomase. Učinak pokretne prese za briketiranje je 400 kg/h. Dimenzije briketa su:  $\phi 110 \times 170$  mm. Specifična (zapreminska) masa briketa je  $800 \text{ kg/m}^3$ . Toplotna moć briketa je 14.000 do 16.000 kJ/kg. Briket se pakuje u vreće od 50 kg. Briket presu opslužuju rukovaoc i dva NK radnika. Dimenzije briketirke su: 4 x 2,2 x 1 m.

Briketirka je presovala bale od lucerke, pšenične slame, kukuruzovine i ljuske klipa kukuruza. Najbolje se presovala stabljika lucerke, pa slama, kukuruzovina i na kraju najslabije se presovala ljuska od kukuruza, naročito u vreme berbe kukuruza. Nakon izvesne

fermentacije ljuške u proleće, postiču se mnogo bolji rezultati u presovanju ovog izrazito lignoceluloznog biološkog materijala.



Sl. 8.9. Pokretna briket presa "Perović", Lovćenac

(1-PVT, 2-multiplikator, 3-dvostepena hidraulična pumpa, 4-rezervoar za hidraulično ulje, 5-razvodni-komandni blok, 6-glavni cilindar za briketiranje, 7-cilindar za doziranje, 8-dozator, 9-pomoćni cilindar dozatora, 10-alat prese (sklop elemenata za formiranje briketa), 11-cilindar za steznu glavu, 12-noseća konstrukcija, 13-poteznica, 14-točkovi, 15-bale slame 400x500x800 mm, 16-vođica briketa, 17-vreća)

Od inostranih presa za peletiranje biomase najpoznatiji su sledeći proizvođači:

- „Californija Pellet Mill” ili skraćeno CPM, iz SAD. Predstavništvo se nalazi u Pančevu. Zastupnik je Aleksandar Pejčić, dipl. ing. Sajt predstavništva je: [www.pellet-mill.co.yu](http://www.pellet-mill.co.yu).
- „Amandus Kahl”, Reinbek, Hamburg, Nemačka ([www.amandus-kahl-group.de](http://www.amandus-kahl-group.de)). Predstavništvo ove firme je u Novom Sadu, „Wellington Europe”, ul. Jiričekova 11, tel. 021-453-977, 453-978, 453-979, Fax. 021-453-980. Mob. 063-538-120. E-mail: [wellingt@eunet.yu](mailto:wellingt@eunet.yu). Vlasnik firme je Miodrag Žarković.
- „General Dies”, Colognola Al Colli (VR), Italy, E-mail: [info@generaldies.com](mailto:info@generaldies.com) i sajt [www.generaldies.com](http://www.generaldies.com).
- Presa za brikete: CF „Nielsen”, Danska, sajt firme je: [www.cfnielsen.com](http://www.cfnielsen.com).
- „Slavija komerc” Valjevo, Kneza Miloša 58, tel: 014-225-090, fax: 014-220-946, mob: 063-233-451

Proizvođači peleta:

- „ATEA”, Praha, Česka, sajt: <http://www.ateap.cz> ili [www.granofyt.eu](http://www.granofyt.eu). Predstavnik firme je ing. Vaclav Bejlek, e-mail: [ateapraha@seznam.cz](mailto:ateapraha@seznam.cz).
- Drvni kombinat „Spačva”, Vinkovci. Predstavnik Marko Negovanović, pom. direktora, tel. ++385(0)32-303-407, fax. ++385(0)32-303-434, mob. ++385(0)91-303-47-24, e-mail: [marko.negovanovic@spacva.hr](mailto:marko.negovanovic@spacva.hr).
- „Varotech”, Mladenovo, Kornelija Stankovića 15, kod Bačke Palanke. Vlasnik firme Paja Zamatlar, mob. 063-503-365, predstavnik firme Goran Medić, tehnički direktor, tel. 021-823-200 i mob. 063-772-24-16. E-mail: [varotech@neobee.net](mailto:varotech@neobee.net).
- „Fasada”, Crvenka. Vlasnik firme Rade Pupovac, tel. 025-730-014 i mob. 064-213-13-39.

## 9. UTVRĐJIVANJE TEHNIČKIH KARAKTERISTIKA POSTOJEĆIH BRIKETIRNICA I PELETIRNICA U AP VOJVODINI

*Dr Todor Janić, vanr. prof., dr Miladin Brkić, red. prof*

Firma „Ogrev” iz Ruskog Krstura već 10 godina proizvodi brikete od piljevine. Prvo su koristili italijansku presu za briketiranje, a onda su prešli na presu koju proizvodi firma „Dekan”, tip HPB70 iz Vrnjačke Banje. Projektovani učinak briketirke je 250 kg/h, a može da uradi 120 kg/h. Snaga elektromotora za pogon briketirke je 11 kW. Radni pritisak za briketiranje je 120 do 140 bara, a ponekad i 180 do 220 bara. Sadržaj vlage u piljevini je 10 do 12%. Na sl. 9.1 prikazana je presa za briketiranje „Dekan” iz Vrnjačke Banje.



*Sl. 9.1. Presa za briketiranje firme „Dekan” iz Vrnjačke Banje*

Dužina čestica slame može da bude do 10 mm. Pritisak sabijanja sojine prekrupe je 140 bara.

U prilogu ove studije P3 detaljnije je objašnjeno postrojenje za briketiranje koje je instalirano u firmi „Ogrev” iz Ruskog Krstura.

Briket ima prečnik 70 mm, a dužina je 70 mm. Briket poseduje specifičnu zapreminsku masu od 0,8 do 1,2 (kg/dm<sup>3</sup>) Masa briketirke iznosi 1,2 t.

Firma „Fasada” u Crvenki poseduje presu za peletiranje biomase (sojine slame). Pogon za peletiranje izgradili su prvom polovinom 2007. godine. Pogon je uradila firma „Milex” iz Vrbasa. Osnova pogona je peletirka, čija konstrukcija odgovara „Amandus Kahl-ovoj” peletirki sa ravnom pločastom matricom ([www.amandus-kahl-group.de](http://www.amandus-kahl-group.de)). Iznad matrice kotrljaju se valjci i utiskuju usitnjenu masu u otvore matrice. Debljina matrice je 45 mm, a prečnik je 480 mm. Snaga elektromotora za pogon peletirke je 30 kW. Na principijelno istoj

osnovi urađena je presa u firmi „Fasada” u Crvenki. Razlikuje se samo pogon peletirke. Originalni pogon je s pužem, a u Crvenki je remeni prenos. Na sl. 9.2 prikazan je izgled pogona za peletiranje sojine slame.



*Sl. 9.2. Prikaz pogona za peletiranje firme „Fasada” u Crvenki (usipni koš za usitnjenu biomasu, mešalica u košu, puž dozator, kondicioner mase, presa sa elektromotornim pogonom, kosi elevator)*

Pogon za peletiranje biomase sastoji se iz sledeće opreme: mlina čekićara nemačke proizvodnje sa ventilatorom za pneumatski transport usitnjenog materijala na tavan, koša mešalice, pužnog dozatora, kondicionera sa rasprskivačima za vodu, peletirke, kosog trakastog transportera, vibracionog sita, hladnjaka peleta sa aspiracionim uređajem, sita i uvrećivača peleta u džakove.

Učink linije za peletiranje je do 350 kg/h peleta od sojine slame, prečnika 8 mm, a do 550 kg/h repinih rezanaca, prečnika 12 mm. Vlasnici pogona smatraju da će učinak biti 5 t/dan peleta od sojine slame i piljevine prečnika 8 mm. Ove pelete će raditi oko 7 meseci. Predviđaju da rade tri meseca repine rezance i lucerkino brašno.

Vlasnici pogona planiraju da nabave još jedan mlin čekićar, sa sitom od 40 mm. snage 15 kW. Postojeći mlin ima sito od 3 i 4 mm i snagu 17 kW. Nemaju pakericu sa termotunelom, mada se planira prodaja peleta u rinfuzi, jer je jeftinije. Za sada će se pakovanje peleta obavljati u džakove od 15 i 40 kg. Planira se nabaviti rotaciona sušara (dehidrator) za sušenje vlažne sirovine (repinih rezanaca, lucerke, piljevine, itd.). Za sušaru bi se koristile velike četvrtaste bale slame kao pogonsko gorivo.

Ukupna instalisana snaga pogona iznosi 60 kW. Pošto se pogon nalazi izvan naseljenog mesta postoji nedostatak električne snage za pogon svih uređaja. Trenutno električna instalacija može da se optereti sa 40 kW električne snage. Planira se rad s mlinovima u jednoj smeni, a u dve smene proizvodnja peleta.

U prilogu studije P6 detaljnije je objašnjeno postrojenje za peletiranje koje je instalirano u firmi „Fasada” u Crvenki.

Firma „Varotech” u Mladenovu poseduje liniju mašina za briketiranje drvene piljevine i usitnjene sojine slame. Fabriku za briketiranje izgradili su u trećem tromesečju 2007. godine. Ona je otvorena i zvanično počela sa radom 2. novembra 2007. godine. Građevinske objekte i mašinske radove (bravariju) fabrike za briketiranje uradila je firma „Varomont” iz Futoga. Linija za briketiranje uvezena je iz Danske. Proizvođač linije mašina je poznata danska firma CF „Nielsen” ([www.cfnielsen.com](http://www.cfnielsen.com)). Osnova linije je mehanička presa za briketiranje sa ekscentričnim pogonom. Na alatu prese postavljen je sigurnosni teg na poluzi, koji kontroliše

sabijenost briketa. Snaga elektromotora za pogon briketirke je 30 kW. Na sl. 9.3 prikazana je presa za briketiranje biomase.

Pogon za briketiranje biomase sastoji se iz sledeće opreme: mlina čekićara domaće proizvodnje (u toku je izrada mlina od 4 t/h, sa sitima prečnika otvora 3 do 5 mm), pužnog transportera usitnjenog materijala, bina zapremine 7 m<sup>3</sup> ili 2,5 t usitnjene mase, pužnog transportera, koša prese, kondicionera sa rasprskivačima za vodu, ekscentrične prese, staze za hlađenje briketa (dužine 22 m), pakerice sa termotunelom, vage i mašine za šivenje vreća. Sva oprema postavljena je u tri hale: hala za usitnjeni materijal, hala linije za briketiranje, hala za pakovanje i skladište upakovanih briketa (600 do 800 t). U hali, gde se nalazi smeštena linija za briketiranje, ima dovoljno mesta za smeštanje druge linije učinka 25 t/dan briketa.



*Sl. 9.3: Pesa za briketiranje CF „Nielsen” u firmi „Varotech” u Mladenovu*

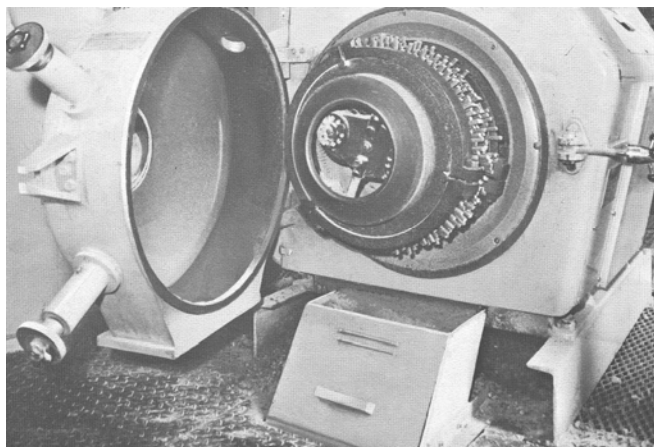
Učink pogona za briketiranje je do 15 t/dan briketa od drvene piljevine i sojine slame. U sastav briketa ulazi 70% drvena piljevina (bukva, jasen i hrast) i 30% sojina slama. Sadržaj vlage u briketima iznosi od 7 do 10%. Toplotna (kalorična) vrednost briketa iznosi oko 20.000 kJ/kg. Brikete su čvrste i postojane. Sirovina za briketiranje se nabavlja od firme „Tarket” iz Bačke Palanke. Svaki radni dan mogu da dobiju od 8 do 15 t drvene piljevine, a ponekad i do 40 t. Bale sojine slame prikupljaju svojom mehanizacijom sa poljoprivrednih površina u tuđem vlasništvu. Obezbeđeno je dovoljno sojine slame za rad briketane. Prečnik briketa je 60 mm, a dužina zavisi od oblika pakovanja. Ako se briket pakuje u termoskupljajuću foliju onda je dužina 250 mm, a ako se ubacuje u vreće od 30 do 33 kg, onda je dužina 125 mm.

Ukupna instalisana snaga pogona za sada iznosi 70 kW. Pošto se pogon nalazi izvan naseljenog mesta izgrađena je nova transformatorska stanica električne snage 250 kW. Dakle, biće dovoljno električne snage za pokretanje i druge linije za briketiranje i za eventualno proširenje kapaciteta.

Nova linija za briketiranje biće postavljena polovinom decembra 2007. godine. Prečnik briketa biće 90 mm, a dužina 300 mm. Zbog povećanja obima proizvodnje produžiće halu za prijem sirovina za još 100 m. U postojeću halu može da stane 500 do 1.000 t sirovine.

U prilogu studije P7 detaljnije je objašnjeno postrojenje za briketiranje koje je instalirano u firmi „Varotech” u Mladenovu.

Presa za peletiranje slame „Fortschrit“, tip GM 802, postavljena je još 1987. godine u firmi „Labudnjača“ u Vajskoj. Ona se sastoji iz: tela mašine, osovine, glavne grupe ležajeva, radnih i pomoćnih elmenata, prstenaste matrice sa dva valjka, haube sa priključnim delovima, vrata sa otvorom za ubacivanje mase i priključnim delom, konzola za elektromotore i motornim učvršćivačima, sl. 9.4. Dimenije prese su: dužina 3550 mm, širina 1750 mm i visina 1510 mm. Masa prese je 7 t. Prstenasta matrica se okreće, a valjci za potiskivanje mase kroz otvore na matrici stoje. Na matrici ima 6 redova otvora prečnika 13 ili 21 mm. U jednom redu može da bude 50 do 85 otvora, zavisno od prečnika otvora. Ukupan broj otvora iznosi 300 do 510.



*Sl. 9.4. Presa za peletiranje slame „Fortschrit“ u firmi „Labudnjača“, Vajska*

Na gornjoj površini matrice nema noža za sečenje briketa (sami se odvajaju). Postoje noževi za čišćenje valjaka. Za peletiranje slame obično se koristila matrica sa prečnikom otvora od 13 do 21 mm. Dužina peleta može da iznosi 30 do 70 mm (1,5 -3,5 d). Deklarisani učinak prese je 4 t/h peleta od kompletne biljke žitarica. Presovanjem suve mešavine hrane sa 20 % slame može da se postigne učinak od 6 do 7,5 t/h, sa 50% slame 4 do 5 t/h i sa 80% slame 1,9 do 2,4 t/h. Presovanjem čiste slame postiže se deklarisani učinak od 1,2 do 1,8 t/h. U praksi se postiže stvarni učinak od 600 do 800 kg/h peleta od slame. Kada se matrica istroši onda se ne može postići veći učinak (400) kg/h. Presa trenutno ne radi, pošto se ekonomski ne isplati proizvoditi pelete za sopstvene potrebe zagrevanja objekata živine.

Matrica dobija pogon od dva snažna elektromotora preko masivnog reduktora. Centralna osovina, na koju su sa jedne strane postavljeni valjci, uklještena je sa druge strane reduktora, te se ne okreće. Broj obrtaja matrice je 680 o/min. Valjci se okreću putem trenja o usitnjeni materijal, koji se nalazi između valjaka i matrice. Procep, tj. rastojanje između matrice i valjaka za presovanje treba da bude od 0,5 do 0,1 mm. Broj obrtaja elektromotora za pogon reduktora je 985 o/min.

Pogon za peletiranje slame sastoji se iz sledećih uređaja i opreme: platoa za prijem raspakovanih bala slame, horizontalnog lančastog transportera za slamu, rotacionog dozatora slame na oprugama, sečke za slamu, horizontalnog lančastog transportera za usitnjenu slamu, rotacionog ravnjača sloja slame, usisnog grla, dve transportne cevi, dva mlina čekićara, dva transportna ventilatora za usitnjenu masu, dva ciklona, dva pužna transportera, pužnog dozatora, prese za slamu (pogon od dva elektromotora sa reduktorom), rezervoara za negašeni kreč, rezervoara za vodu, pumpe za vodu, vodovodne cevi sa rasprskivačem, horizontalnog trakastog transportera za hlađenje peleta, dva ventilatora, dva ciklona, dva pužna transportera i skladišta peleta.

U poglavlju 10 ove studije detaljnije je objašnjeno postrojenje za peletiranje slame koje je instalisano u firmi „Labudnjača“ u Vajskoj.

## 10. KVALITET RADA POSTOJEĆE OPREME ZA PELETIRANJE I BRIKETIRANJE BIOMASE

*Dr Miladin Brkić, red. prof.*

### 10.1. IZVEŠTAJ O PELETIRANJU BIOMASE NA POSTROJENJU U VAJSKOJ

#### 10.1.1. Uvod

Poznato je da postoje velike količine raznih otpadaka iz poljoprivredne proizvodnje (biomase) koji se mogu koristiti kao alternativna vrsta goriva za zagrevanje proizvodnih objekata u poljoprivredi. Biomasa je obnovljiva, svake godine je imamo u približno istim količinama (9 miliona tona u Vojvodini). Ona ne sadrži sumpor (samo neke vrste biomase sadrže sumpor u tragovima), kao druge vrste klasičnih goriva (ugalj, dizel gorivo i dr.). Stoga, biomasa pri sagorevanju ne zagađuje okolinu. Biomasa sagorevanjem ispušta u atmosferu ugljendioksid, ali ga nova biomasa „troši” iz atmosfere koristeći ga za svoj razvoj (porast). Dakle, bilans ugljendioksida u atmosferi ostaje ne promenjen korišćenjem biomase kao goriva. Biomasa u principu ima malo pepela. Pepeo nije štetan kao kod klasičnih vrsta goriva (tj. uglja). On se može koristiti kao mineralno đubrivo za povećanje plodnosti zemljišta u baštama.

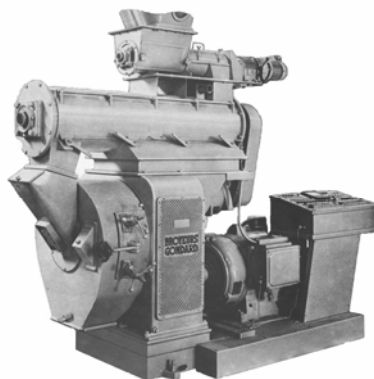
Biomasa, kao sirovina, ima različit geometrijski oblik, kabasta je, tj. ima malu nasipnu gustinu (20 do 40 kg/m<sup>3</sup>). Povremeno, zavisno od godine, ima povećani sadržaj vlage u odnosu na ravnotežni sadržaj (skladišni). U kontaktu sa vlagom brzo dolazi do fermentacije i truljenja biomase. Prikupljanje biomase je prilično otežano i ako su razvijene linije mašina za mehanizovano prikupljanje, transport i uskladištenje biomase. Dosta ima gubitaka biomase u polju i veliki je utrošak radne snage, naročito pri utovaru, istovaru i kamarisanju.

Biomasa u rinfuzi zauzima veliku zapreminu, pa je otežan transport i uskladištenje biomase. Da bi se smanjila zapremina biomase obavlja se presovanje iste u razne geometrijske oblike: male prizmatične bale (tzv. konvencionalne ili četvrtaste bale), velike prizmatične bale („big” bale), valjkaste („rol”) bale i stogove. Manji oblici pakovanja biomase u bale ne mogu podneti transportne troškove prevoza više od 10 do 15 km u prečniku (Brkić et al, 1997, Perunović et al, 1998). Jedino „big” bale mogu podneti troškove transporta 30-100 km. Dakle, upotreba biomase ovog oblika rentabilna je na mestu prikupljanja biomase.

Da bi biomasa postala roba za tržište, što je dugogodišnji cilj naše poljoprivrede (Brkić i Janić, 2002), neophodno je da se biomasa upakuje u pogodnije oblike, koji mogu da pokriju transportne troškove na velika rastojanja (100 do 500 km, pa i više). Pogodniji oblici pakovanja biomase su: pelete raznog oblika i dimenzija (valjkasti oblik prečnika 5 do 20 mm i dužine 10 do 30 mm, prizmatični oblik sa poprečnim presekom dimenzija 10-20 mm x 10-20 mm i dužinom 10 do 30 mm). Dimenzije ispresovane biomase manjih dimenzija su



karakteristične za peletiranu stočnu hranu. Peletiranje biomase uglavnom se obavlja sa presama sa prstenastom matricom (sl. 10.1). Peletirana biomasa pakuje se u plastičnu foliju da bi se zaštitila od uticaja vlažne sredine i da bi se sa njom moglo lakše rukovati (tj. da bi se zaštitila od raspadanja). Sabijena biomasa zauzima manju zapreminu (manje prostora za skladištenje), smanjuju se troškovi manipulacije i transporta, veća je otpornost tako upakovane biomase od procesa kvarenja, povećava se efikasnost u procesu sagorevanja biomase, povećava se stepen korišćenja biomase za stočnu hranu, energetske i druge potrebe (Mitić, 1998).



*Sl. 10.1. Presa sa prstenastom matricom, francuske proizvodnje „Broteurs Gondard”*

Za sagorevanje biobriketa treba obezbediti specijalna ložišta, sa velikom zapreminom i sa sekundarnim vazduhom. Naime, iz biopeleta isparava velika količina volatila (oko 80%). Ne sme se dozvoliti da nesagoreli gasovi izađu kroz dimnjak iz ložišta. Zbog toga, u praksi ložišta često imaju smanjeni stepen energetske efikasnosti (55 – 65%). Stepenn energetske efikasnosti treba da bude preko 75% (Brkić et al, 2002).

Cilj ovog izveštaja je da se sagleda kvalitet rada postojeće opreme za peletiranje slame na postrojenju koje je instalirano u firmi “Labudnjača” u Vajskoj.

### **10.1.2. Materijal i metod rada**

Podaci o proizvodnji i korišćenju briketa od slame prikupljeni su na PD „Labudnjača” u Vajskoj (4.09. i 29.10.2002. god.). Poseban akcenat je dat na podatke rada linije za peletiranje slame firme „Fortschrit” iz bivšeg DDR i uslove korišćenja (loženja) peleta za zagrevanje objekata Farme pilića sa toplovodnim kotlovima „EMO”, Celje. Analizirani su prikupljeni podaci i upoređeni su sa podacima dobijenim u uslovima korišćenja klasičnih vrsta energenata i upotrebe balirane slame. Upoređivanjem navedenih podataka došlo se do konkretnih zaključaka kakve su perspektive korišćenja biomase kao alternativnog goriva za zagrevanje objekata farme i koji oblik (pakovanje) biomase je najekonomičniji za korišćenje.

### **10.1.3. Rezultati rada**

#### *Linija za peletiranje slame*

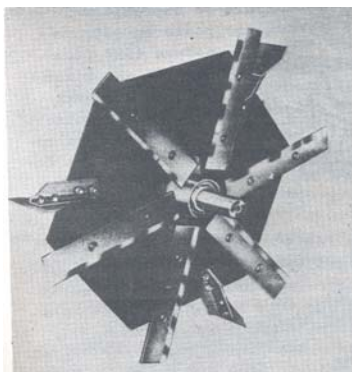
Linija za peletiranje slame postavljena je 1987. godine na PD „Labudnjača” u Vajskoj. Proizvođač opreme bila je poznata istočno nemačka firma za proizvodnju poljoprivrednih mašina „Fortschrit”. Oprema je instalirana u veliku betonsku halu. Linija za peletiranje slame sastoji se iz sledećih uređaja i opreme: plato za prijem raspakovanih bala slame, horizontalni lančasti transporter za slamu, rotacioni dozator slame na oprugama, sečka za slamu,

horizontalni lančasti transporter za usitnjenu slamu, rotacioni ravnjač sloja slame, usisno grlo, dve transportne cevi, dva mlina čekićara, dva transportna ventilatora za usitnjenu masu, dva ciklona, dva pužna transportera, pužni dozator, presa za slamu (pogon od dva elektromotora sa reduktorom), rezervoar za negašeni kreč, rezervoar za vodu, pumpa za vodu, vodovodne cevi sa rasprskivačem, horizontalni trakasti transporter za hlađenje peleta, dva ventilatora, dva ciklona, dva pužna transportera i skladište peleta.

Snaga uređaja je: lančasti transporter 0,35 kW, dozator 1,5 kW, sečka 15 kW, lančani transporter 2,0 kW, ravnjač (obrtne grablje za skidanje mase) 1,5 kW, čekićari 2x45 kW, transportni ventilatori za usitnjenu masu 2x11 kW, ustave na ciklonu 2x0,35 kW, pužni transporteri 2x0,5 kW, pužni dozator 3,0 kW, presa 2x75 kW, pumpa za vodu 1,5 kW, trakasti transporter za hlađenje peleta 1,0 kW, ventilatori za hađenje 2x7,35 kW, ustave na ciklonima 2x0,35 kW i pužni transporteri 2x0,35 kW. Ukupna instalisana snaga je preko 300 kW.

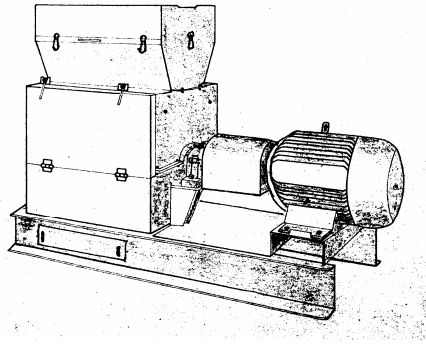


*Sl. 10.2. Lančani transporter, dozator i sečka za slamu*

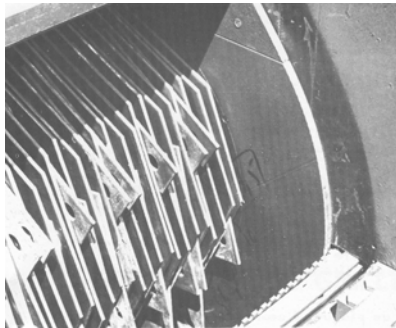


*Sl. 10.3. Disk sečke sa noževima*

Mlinove čekićare „Nagama”, tip GM 405, proizvela je firma „Muhlenbau”, iz Drezdena (sl. 10.4). Dimenzije mlina su: dužina 1.708 mm, širina 718 mm i visina 1.217 mm. Usitnjavanje mase se vrši čekićama (noževima), koji su zglobno pričvršćeni za rešetkasti rotor mlina, šestougaoanog oblika (sl. 10.5). Dužina rotora je 660 mm, a prečnik 640 mm. Broj obrtaja rotora sa čekićima je 2950 obr/min. Oko rotora postavljeno je čelično kućište. Na gornjem delu unutrašnjeg plašta kućišta usečeni su žlebovi, radi što intezivnijeg lomljenja biljne mase. Ostali (donji deo) plašta kućišta prekriven je sitom. Kroz otvore sita prolazi prekrupa. U zavisnosti od prečnika otvora sita dobija se različita krupnoća prekrupa.



Sl. 10.4. Mlin čekičar sa elektromotornim pogonom, reduktorom i spojnicom



Sl. 10.5. Rotor mlina sa čekićima-noževima

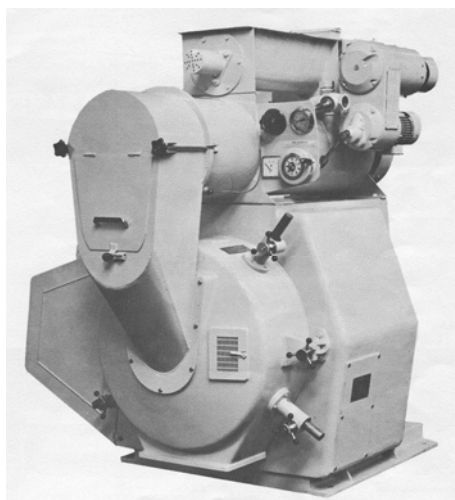
Prečnik otvora na situ može da bude sledeći: za suv proizvod 3,55/5,3 mm, 4/6 mm, 5/7,5 mm; za žitarice 2,5/5 mm, 3,15/5,1 mm, 3,55/5,3 mm i 4/6 mm; za slamu 8/11,2 mm.

Slama i sušeni zeleni materijal, usitnjen na čekičaru ima manju dužinu od 40 mm, prekrupa od zrna žitarica manju od 5 mm, cela biljka od žitarica manju od 5 mm, repini rezanci manju od 4 mm. Sadržaj vlage u zrnu pre meljave treba da je manji od 14%, a u slami manji od 20%. Nakon meljave sadržaj vlage značajno opadne.

Kapacitet mlina pri meljavi slame, sa prečnikom otvora sita od 10 mm je 2 t/h.

Pužni dozator ima kapacitet 4 t/h. Broj obrtaja puža je 250 obr./min. Samlevena masa ulazi u prijemno grlo (cilindr), koje ima 100 obr/min.

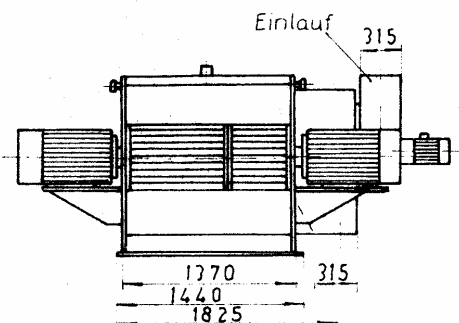
Presu za brketiranje slame „Fortschrit“, tip GM 802, sastoji se iz: tela mašine, osovine, glavne grupe ležajeva, radnih i pomoćnih elmenata, prstenaste matrice sa dva valjka, haube sa priključnim delovima, vrata sa otvorom za ubacivanje mase i priključnim delom, konzole za elektromotore i motornim učvršćivačima (sl. 10.6). Dimenije prese su: dužina 3.550 mm, širina 1.750 mm i visina 1.510 mm (sl. 10.8). Masa prese je 7 t. Prstenasta matrica se okreće, a valjci za potiskivanje mase kroz otvore na matrici stoje. Na matrici ima 6 redova otvora prečnika 13 ili 21 mm. U jednom redu može da bude 50 do 85 otvora, zavisno od prečnika otvora. Ukupan broj otvora iznosi 300 do 510. Na gornjoj površini matrice nema noža za sečenje briketa (sami se odvajaju). Postoje noževi za čišćenje valjaka. Za briketiranje slame obično se koristi matrica sa prečnikom otvora 21 mm, a za peletiranje od 13 mm. Dužina peleta/briketa može da iznosi 30 do 70 mm (1,5 – 3,5 d). Deklarisani učinak prese je 4 t/h peleta od kompletne biljke žitarica. Presovanjem suve mešavine hrane sa 20% slame može da se postigne učinak od 6 do 7,5 t/h, sa 50% slame 4 do 5 t/h i sa 80% slame 1,9 do 2,4 t/h. Presovanjem čiste slame postiže se deklarisani učinak od 1,2 do 1,8 t/h. U praksi se postiže stvarni učinak od 600 do 800 kg/h peleta od slame. Kada se matrica istroši onda se ne može postići veći učinak od 400 kg/h.



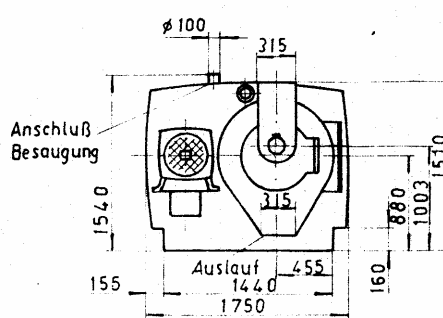
Sl. 10.6. Presa za slamu bez pogona



Sl. 10.7. Reduktor sa elektromotornim pogonom



Sl. 10.8. Dimenzije prese

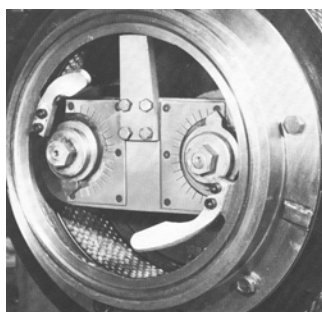


Sl. 10.9. Dimenzije reduktora prese

Matrica dobija pogon od dva snažna elektromotora preko masivnog reduktora. Centralna osovina, na koju su sa jedne strane postavljeni valjci, uklještena je s druge strane reduktora, te se ne okreće. Broj obrtaja matrice je 680 obr/min. Valjci se okreću putem trenja o usitnjeni materijal, koji se nalazi između valjaka i matrice. Procep, tj. rastojanje između matrice i valjaka za presovanje treba da bude od 0,5 do 0,1 mm. Broj obrtaja elektromotora za pogon reduktora je 985 obr/min.



*Sl. 10.10. Prstenasta matrica sa poklopcom*



*Sl. 10.11. Prstenasta matrica sa valjcima*

Ukoliko je presušena slama (ispod 13%) neophodno je da se dodaje voda da bi se povećao sadržaj vlage na ravnotežni, tj optimalni za peletiranje. Ako je sadržaj vlage u slami značajno veći, tj. preko 18%, (Brkić i Janić, 2002), onda se ne mogu dobiti kompaktni peleti (raspadaju se). Činjeni su pokušaji da se peletira kukuruzovina, ali nije uspelo da se dobro usitni kukuruzovina na sečki. Zbog toga je povoljnije izabrati otvore većeg prečnika na matrici za peletiranje kukuruzovine. Takođe, nije se uspelo sa peletiranjem ljuske suncokreta. Piljevina se može peletirati. Pošto je piljevina dobro usitnjena, može se peletirati sa otvorima na matrici manjeg prečnika. Inače, lakši je rad s presom sa otvorima manjeg prečnika na matrici.

U usitnjenu slamu stavlja se negašeni kreč ( $\text{CaO}_3$ ) da bi se razorio ligninski kompleks, omekšala organska masa (končast oblik celuloze) i da bi se postiglo bolje slepljivanje organske mase. Količina kreča iznosi 2 do 5%, zavisno od sadržaja vlage u slami. Kreč, takođe, može korisno da posluži za vezivanje suvišne vlage u cilju smanjenja sadržaja vlage kod vlažne slame (preko 15%). Efikasniji proces vezivanja kreča za slamu bio bi kada bi mešavina slame i kreča odležala duže vreme, nego što je to slučaj kod postojeće tehnologije. Tada bi bila intenzivnija hemijska reakcija. Kod ječmene slame treba manje kreča stavljati.

Na 100 kg peleta od sveže ubrane pšenične slame treba ubaciti 7 do 10 l vode da bi se postigao optimalni sadržaj vlage 12 do 15% za efikasno peletiranje. Naime, časovni protok vode kreće se u intervalu od 0 do 300 l/h, zavisno od učinka peletirke. Treba obezbediti konstantan protok vode, pritisak i dobro mešanje vode sa slamom. Dotok i zaustavljanje dotoka vode obavlja se elektromagnetnim ventilom. Dakle, kada je slama sveže ubrana stavlja se više vode, a manje kreča. Kada je slama odležala, zakisnela i fermentisala, onda treba ubaciti više kreča, a manje vode (0 do 2%). Na 100 kg slame preko 15% sadržaja vlažnosti, zakisnele, odstajale slame, ubacuje se 5-7 kg, pa ponekad i 10 kg kreča. Kod veće količine kreča, veća su trenja pri protoku materijala kroz otvore matrice (čuju se pucnji, škripa materijala), intenzivnije su hemijske reakcije, proizvodi se veća količina toplote. Matrica se ubrzano troši. Pelete imaju višu temperaturu. Ne mogu se u ruci držati. Pelete mogu da dostignu temperaturu u presi 50 do 80°C. Zbog toga se pelete moraju hladiti. Količina

vazduha za hlađenje je  $6 \text{ m}^3/\text{min}$ . Pritisak vazduha iznosi 200 Pa. Brzina trake za hlađenje briketa je  $1,25 \text{ m}/\text{min}$ .

Pri velikoj količini dodataka raznih materijala za peletiranje dobro bi poslužila priprema materijala posredstvom toplotne energije i vlage (da se obavi kondicioniranje).

Pelete od slame koriste se na farmi pilića za zagrevanje objekata.

#### 10.1.4. Diskusija

Rad peletirnice bio je organizovan u dve smene, po 12 časova, da se po hladnijem vremenu ne bi voda zamrzavala. Za jedan dan mogli su da proizvedu  $24 \times 600 \text{ kg} = 14.400 \text{ kg}$  peleta od slame. Dimenzije peleta su: prečnik 21 mm, a prosečna dužina 40 mm. To znači, da dnevni učinak peletirke nije dovoljan za dnevnu potrošnju peleta na Farmi pilića. Zbog toga, peletirka mora da radi duži period, nego što se farma zagreva, da bi se nakupila dovoljna količina peleta. Ukoliko to nije slučaj, onda mora da se loži ugalj.

U firmi „Labudnjača” u Vajskoj stručnjaci smatraju da se ne isplati peletiranje slame i neposredno loženje na farmi pilića iz više razloga. Toplotna vrednost peleta je između lignita i mrkog uglja. 30 do 40 evra/t košta kolubarski lignit, s kojim se mogu ložiti kotlovi. Mrki ugalj „Banovići” košta 60 do 70 evra/t. Troškovi baliranja, utovara, prevoza, istovara, uskladištenja slame na ekonomskom dvorištu koštali su 1,2 din/kg bale, tj. 20 evra/t, a usitnjavanje slame, peletiranje i transport peleta koštali su preko 1,8 din/kg, tj. preko 30 evra/t. To znači da ukupna cena baliranja i peletiranja iznosi preko 3,0 din/kg, tj. preko 50 evra/t. Danas, kada je poskupela struja i radna snaga troškovi peletiranja su značajno porasli.

Potrebno je uraditi novu kalkulaciju troškova. Poseban problem je što postoje gubici slame pri prikupljanju, zatim prokišnjavanju kamara i truljenje slame, itd. Oni stavljaju najlon folije na kamare, ali ga vetar oduva. Izgradnja nadstrešnica za veliki broj kamara bila bi skupa investicija. Bolje su prolazili u inflatornim godinama kada nije bilo goriva. Takođe, povremeno se pojavljuju problemi u održavanju opreme, zameni ležajeva, brzom trošenju matrica, koje su veoma skupe. Uradili su novu matricu u pogonu „Brindza” u Bačkoj Topoli. Matrica je livena, neujednačene strukture, mekša je od originala i brže se troši. Pre obrade kvalitetni čelik treba iskovati, pa onda bušiti rupe i obaviti kvalitetnu termičku obradu (kaljenje).

Pokušali su peletirati piljevinu i ustanovili su da mogu da presuju i nešto vlažniju piljevinu. Kukuruzovina nije mogla da se dobro usitni, te su se pelete raspadale. Takođe, nisu uspeli da peletiraju ljusku od suncokreta.

Razmišljaju da peletirnicu pretvore u pogon za proizvodnju stočne hrane. Objekat i oprema su vrlo kvalitetni. Nisu još potpuno odustali od peletiranja slame, uradiće kalkulaciju troškova. Pripremili su slamu za peletiranje. Obavili su remont prese.

Kada se kotlovi lože mrkim ugljem onda se postižu optimalni temperaturni uslovi u objektima. Korišćenje lignita je manje efikasno, naročito zimi. Pelete brzo gore, često se kotlovi moraju ložiti. To se ručno radi, lopatama. Zbog toga mnogo varira temperatura vazduha u objektima. Kod prva dva objekta izgradili su akumulator toplote, ali nema automatike koja bi regulisala rad akumulatora, te ova rekonstrukcija nije uspela. Za loženje i kontrolu klimatskih uslova u objektu potrebno je angažovati mnogo ljudi (6 ložača u smeni). Loženje peleta od slame bi se isplatilo kada bi se kotlovi automatski ložili.

#### 10.1.5. Konstatacije

Na osnovu pregleda literature, prikupljenih podataka i analize podataka može sledeće da se konstatuje:

- korišćenje biomase kao alternativnog izvora toplote je vrlo perspektivno, pošto je cena ovog energenta najmanja (sedam puta je niža od dizel goriva, odnosno ulja za loženje),
- peletiranje biomase je još uvek skupo iz više razloga: veliko učešće radne snage u pripremi biomase, veliki gubici biomase, povećane plate radne snage, povećana cena električne energije, skupo održavanje opreme za peletiranje i dr,
- ne isplati se korišćenje peletirane biomase u sopstvenom ekonomskom dvorištu, već pelete je isplativo raditi samo za tržište,
- toplotna vrednost peleta nalazi se u nivou toplotne vrednosti mrkog uglja, uslužna cena baliranja slame, utovara, transporta, istovara i uskladištenja na ekonomskom dvorištu iznosi 1,5 din/kg bale, a za tržište franco na njivi 1,8 din/kg, utovarana. Prevoz bala košta 50 para/kg do 100 kg (2002. god.),
- troškovi prikupljanja i peletiranja slame na „Foršritovoj” opremi (prstenastoj matrici) za sopstvene potrebe na PD „Labudnjača” u Vajskoj iznosili su preko 3 din/kg briketa, tj. preko 50 evra/t. Danas, kada je poskupela struja i radna snaga troškovi peletiranja su značajno porasli,
- za sopstvene potrebe ekonomski se isplati korišćenje balirane biomase u okviru ekonomskog dvorišta, jer balirana biomasa ne trpi transportne trokove na većom rastojanju od 10 do 15 km.

## Literatura

- [1] Brkić, M, Janić, T, Somer, D: Karakteristike briketirane biomase bez vezivnih sredstava, časopis PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 1(1997)3, s. 3-6,
- [2] Brkić, M, Janić, T: Analiza stanja i pravci razvoja briketiranja biomase, časopis PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 6(2002)1-2, s. 14-17,
- [3] Brkić, M, Gobor, Z, Janić, T: Efficiency and emission of biomass thermal plants in Yugoslavia, Proceedings of the Union of scientists - Rouse: „Energy efficiency and agricultural engineering”, Volume 2, CIGR, Rouse, Bulgaria, 2002, pp 106-113,
- [4] Brkić, M, Janić, T: Korišćenje biomase u toplotne svrhe kao najjeftinijeg energenta, časopis: „Savremeni farmer”, Poljoprivredni fakultet, Institut za stočarstvo, Novi Sad, 3(2002)8 i 9, s. 35-36,
- [5] Brkić, M, Janić, T: Izveštaj o briketiranju-peletiranju biomase na postrojenju u Vajskoj, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2003. godine,
- [6] Mitić, D: Fizičke karakteristike biomase i biobriketa Srbije, Potencijalna ekološka goriva, Monografija, JDPTEP, Novi Sad-Niš, 1998, s. 119,
- [7] Perunović, P, Brkić, M, Pešenjanski, I, Janić, T: Poljoprivredni otpaci - briketirati ili ne, časopis PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 2(1998)3, s. 96-98,
- [8] Projektna dokumentacija linije mašina za briketiranje slame „Fortschrit”, učinka 4 t/h, „Vojvodinainvest”, Novi Sad, 1987, s. 95.

## 10.2. IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU LINIJE ZA BRIKETIRANJE VLAŽNOG DRVNOG OTPADKA OD TOPOLE

### 10.2.1. Opšti deo

- naziv postrojenja: Linija za briketiranje vlažnog drvnog otpadka „Seting”, Novi Sad,
- vrsta: rotopneumatski dehidrator i klipna presa na električni pogon,

- tip: D-250 i B-250,
  - kapacitet: 250 kg/h briketa,
  - instalisana električna snaga: 74 kW,
  - proizvođač dehidratora „Seting”, Novi Sad i briketirke italijanskog proizvođača: „Walmac” Udine, Italy,
  - godina proizvodnje dehidratora 2002, briketirke 1996. god.,
  - mesto ispitivanja: RJ „Konstancija”, Sombor,
  - datumi ispitivanja: 31.07. i 23.08.2002. godine.
- Na slici 10.12 prikazana je linija za sušenje vlažnog drvnog otpatka od topole.



Sl. 10.12. Linija za sušenje vlažnog drvnog otpatka od topole

## 10.2.2. Tehničke karakteristike

### 10.2.2.1. Dehidratorsko postrojenje:

- kapacitet mlina čekićara za grubo mlevenje drvnog otpadka na granulaciju 10 do 30 mm: 500 kg/h vlažnog drvnog otpadka sa sadržajem vlage od 80% računato na apsolutno suhu materiju (A.S.) ili 44,44% računato na vlažnu bazu (V.B.),
- kapacitet trakastog transportera: 500 kg/h sa sadržajem vlage 80% A.S. (ili 44,44% V.B.),
- prečnik bubnja dehidratora: 1,5 m,
- dužina bubnja dehidratora: 4,5 m,
- broj obrtaja bubnja dehidratora: 5 o/min,
- deklarirani kapacitet dehidratora: 250 kg/h osušenog drvnog otpadka od topole sa početnim sadržajem vlage od 80% A.S, ili 44,44% V.B., na krajnji sadržaj vlage 15% A.S. (ili 13,04% V.B.),
- količina isparene vode u dehidratoru: 192,5 l/h,
- količina vlažne sirovine: 442,5 kg/h,
- kapacitet pužnog izuzimača osušenog materijala iz dehidratora: 250 kg/h sa sadržajem vlage 15% A.S. (ili 13,04% V.B.),
- kapacitet ložišta (termička snaga): 250 kW,
- utrošak goriva: 0,699 prm (prostorni metar kubni – oko 560 kg/prm) oblica od topole, sa sadržajem vlage od 60% A.S. (ili 37,5% V.B.), 0,588 prm (oko 490 kg/prm) suvljih oblica



sa 40% A.S.(ili 28,57% V.B.), 0,490 prm (oko 420 kg/prm) suvih oblica sa 20% A.S. (ili 16,67% V.B.),

- kapacitet velikog centrifugalnog ventilatora: 5.000 m<sup>3</sup>/h,
- kapacitet ventilatora primarnog vazduha: 600 m<sup>3</sup>/h,
- instalisana električna snaga: 30,7 kW (ventilator primarnog vazduha 1,5 kW, mlin 15 kW, trakasti transporter 2,2 kW, pogon bubnja 3 kW, pužni izuzimač 1,5 kW, veliki centrifugalni ventilator 7,5 kW),

Na slici 10.13 prikazan je toplotni agregat sa bubnjem za sušenje vlažnog drvnog otpada

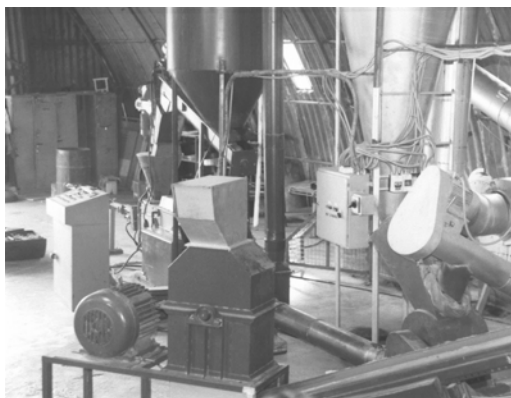


*Sl. 10.13. Toplotni agregat za sušenje vlažnog drvnog otpada*

#### **10.2.2.2. Postrojenje za briketiranje:**

- kapacitet mlina čekićara za fino mlevenje osušenog drvnog otpadka na granulaciju 1 do 10 mm: 250 kg/h usitnjenog materijala sa sadržajem vlage 15% A.S. (13,04% V.B.),
- kapacitet pneumatskog transportera (ventilatora): 250 kg/h,
- prečnik prihvatnog ciklona: 1.000 mm,
- kapacitet pužnog transportera: 250 kg/h,
- kapacitet briketirke (prese): 250 kg/h briketa sa sadržajem vlage 15% A.S. (13,04% V.B.),
- instalisana električna snaga: 43,25 kW (mlin 7,5 kW, transportnog ventilatora 1,5 kW, transportnog puža 3 kW, pužnog dozatora 1 kW, briket prese 30 kW, pumpe za ulje 0,25 kW).

Na slici 10.14 prikazana je linija uređaja za proizvodnju briketa.



*Sl. 10.14. Linija uređaja za proizvodnju briketa*

### 10.2.3. Utvrđivanje tehničkih karakteristika postrojenja prema projektnoj dokumentaciji

#### 10.2.3.1. Dehidratorsko postrojenje:

- ventilator za primarni vazduh (bez oznaka), polovni, pogon elektromotor 0,5 kW, „Končar” Zagreb,
- zidano ložište od vatrootpornog betona sa ravnom rešetkom, razbijačem i hvatačem varnica, dimnjakom, klapnom i zaštitnom mrežom,
- mlin čekićar „Seting”, Novi Sad, pogon elektromotor 15 kW, 1450 obrt/min, „Sever”, Subotica. U mlin je postavljeno sito sa kvadratnim otvorima 14x14 mm,
- trakasti transporter „Vrbovec”, Bjelovar, pogon elektromotor 2,2 kW „Sever”, Subotica, po projektnoj dokumentaciji bio je predviđen pužni transporter, ali zbog zagušivanja sa većim komadima drvnih otpadaka promenjen je u trakasti transporter,
- pogon bubnja dehidratora, reduktor, pogon elektromotor 3 kW, 80 obrt/min, „Sever”, Subotica,
- pužni izuzimač osušene mase iz dehidratora, pogon elektromotor 3 kW, „Sever”, Subotica,
- aspiracioni ciklon „Seting”, Novi Sad,
- veliki centrifugalni ventilator „Poljomont”, Bački Jarak, kapacitet 6.000 m<sup>3</sup>/h, pogon elektromotor 7,5 kW, 1.400 o/min, „Sever”, Subotica,
- izduvna cev - dimnjak dehidratora, prečnika 400 mm i visine 6 m sa elementima za temeljenje i zaštitnom mrežom.

#### 10.2.3.2. Postrojenje za briketiranje:

- mlin čekićar „Metalkop”, Bački Jarak, elektromotorni pogon 7,5 kW, 1.450 o/min, „Sever”, Subotica. U mlin je postavljeno sito od 8 mm,
- pneumatski transporter „Metalkop”, Bački Jarak, elektromotorni pogon 1,5 kW, 1.450 o/min,
- prihvatni ciklon „Metalkop”, Bački Jarak, naknadno je ugrađen šiber (klapna) na naš zahtev,
- pužni transporter „Metalkop”, Bački Jarak, elektromotorni pogon 3 kW, 1.400 o/min,
- pužni dozator na briket presi, italijanske proizvodnje „Sew-Eurodrive”, Limbate (Milano) Italy, elektromotorni pogon 1 kW, 1.380 o/min,
- briket presa, italijanske proizvodnje „Walmac”, Udine (Trst) Italy, elektromotorni pogon 30 kW, 1.380 o/min, jer je bila predviđena peletirka na elektromotorni pogon od 11 kW. Peletirka nije mogla da radi zbog krupne strukture usitnjenog materijala.
- pumpa za ulje italijanske proizvodnje „Valdac”, Valdastico, Italy.  
Na slici 10.15 prikazana je presa za briketiranje italijanske proizvodnje „Walmac”.

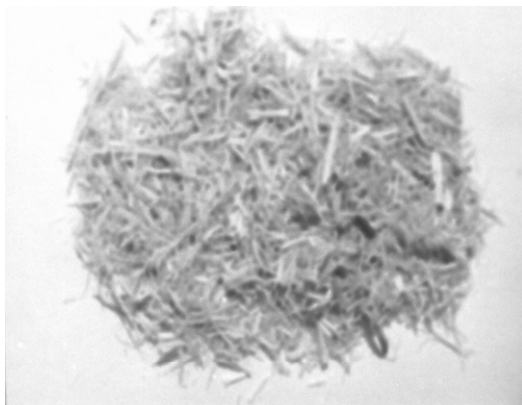


*Sl. 10.15. Presa za briketiranje „Walmac”*

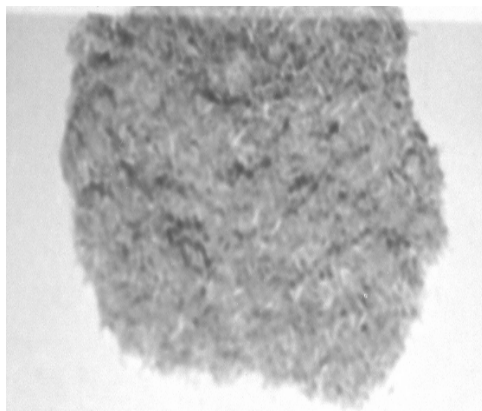
#### **10.2.4. Materijal i metode ispitivanja**

Ispitivanje rada linije za briketiranje drvnog otpadka od topole obavljeno je u pogonima za preradu drveta firme „Konstancija” u Somboru. Sadržaj vlage u drvnom otpatku bio je oko 60% V.B. Drvni otpadak se usitnjava na mlinu čekićaru na dimenziju 10 do 30 mm. Sušenje usitnjenog materijala obavlja se u dehidratoru na temperaturama agensa od 300 do 400°C. Osušeni materijal sa sadržajem vlage oko 13% V.B. usitnjava se na drugom mlinu čekićaru na dimenziju 1 do 10 mm. Usitnjeni materijal se briketira u klipnoj presi. Proizvedeni briketi se hlade na liniji za hlađenje.

Na slikama 10.16 i 10.17 prikazani su uzorci usitnjenog materijala.



*Sl. 10.16. Usitnjeni vlažni uzorak*



*Sl. 10.17. Usitnjeni suvi uzorak*

Ispitivanje linije za sušenje drvnog otpadka obavljeno je na dva temperaturna režima agensa za sušenje: 350 i 400°C. Jedan temperaturni režim trajao je jedan sat, a uhadavanje režima trajalo je duže od jedan sat.

Ispitivanje je sprovedeno prema zvaničnim metodama Instituta za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, (Brkić, M, 1980.)

Merenje sadržaja vlage obavljeno je standardnom metodom u laboratorijskoj sušnici, na temperaturi 105°C, u trajanju 12 do 24 časa, zavisno od sadržaja vlage. Prethodno je izmerena tara posudica i masa usitnjenog materijala iz svakog uzorka od 8 do 10 g, na električnoj vagi "Sartorijus", mernog opsega do 100 g. Sušenje materijala obavljeno je do apsolutne suvoće.

Uzimanje uzoraka za merenje sadržaja vlage obavljeno je na početku merenja, na pola sata i na sat merenja, u svakom temperaturnom režimu. Uzorci su ubacivani u plastične kesice, dobro zatvarani i stavljeni u prenosni kontejner (ručni hladnjak), koji se može dobro zatvoriti. Merna mesta za uzimanje uzoraka bila su: iza mlina čekićara (na trakastom transporteru za punjenje bubnja dehidratora sa usitnjenim materijalom), na izlazu iz bubnja dehidratora, iza drugog mlina čekićara i na izlazu iz briketirke.

Temperatura produkata sagorevanja u ložištu merena je termokompensatorom „Norma”, austrijske proizvodnje, termoparom NiCr-Ni i termokompensacionim kablovima NiCr-Ni, proizvodnje ATM iz Zagreba.

Temperature produkata sagorevanja na izlazu iz ložišta i agensa sušenja na ulazu u bubanj dehidratora merene su aparatom Testo-35, nemačke proizvodnje. Merenja su vršena svakih 10 minuta u prvom režimu i svakih 5 minuta u drugom režimu sušenja.

Masa materijala pre i posle sušenja i masa oblica kao biogoriva merena je elektronskom vagom proizvodnje „Vagar” iz Novog Sada, mernog opsega od 10 do 500 kg.

Temperatura i relativna vlažnost okolnog vazduha merena je aspiracionim psihrometrom po Asmanu (suvim i mokrim staklenim, živinim, termometrom), svakih pola sata. Barometarski pritisak meren je barometrom po Fischeru, svakih pola sata.

Merenje protoka agensa sušenja kroz dehidrator obavljeno je na cevi postavljenoj iza velikog centrifugalnog ventilatora i dimnjaka dehidratora. Merenje je obavljeno sa Pitot-Prandtllovom cevi i sa „U” cevi. Dinamički pritisak je meren na više mesta u preseku cevi, na udaljenosti 10 d od ventilatora.

Broj obrtaja rotora ventilatora je obavljeno brojačem obrtaja (tahometrom).

## 10.2.5. Rezultati ispitivanja

### 10.2.5.1. Dehidratorsko postrojenje:

- ispitivanje je obavljeno na dva različita temperaturna režima agensa za sušenje. U prvom režimu temperature agensa na ulazu u bubanj dehidratora su varirale od 284°C do 388°C (srednja 353°C), a u drugom od 365°C do 454°C (srednja 406°C). Na izlazu iz bubnja dehidratora temperature su bile u prvom režimu od 62 do 70°C, a u drugom od 120 do 170°C,
- temperature okolnog vazduha varirale su od 28 do 31,5°C, relativna vlažnost od 39,5 do 59,5% i barometarski pritisak od 1.007 do 1.007,5 mbar-a. U prvom režimu srednja temperatura vazduha bila je 28,5°C, a u drugom 31,2°C, relativna vlažnost u prvom režimu bila je 54,3%, a u drugom 40,3%. Barometarski pritisak se nije značajnije menjao,
- prečnik oblica od topole, koje su ubacivane u peć, iznosio je od 105 do 145 mm (srednji 120 mm), a dužina 450 do 640 mm (srednja 600 mm),
- drvni otpadak koji je usitnjavan na mlinu čekićaru imao je dužinu od 40 do 650 mm, širinu od 10 do 250 mm i debljinu od 2 do 20 mm,
- usitnjeni drvni otpadak imao je najčešću dužinu 20 do 30 mm (ili 1 do 80 mm), širinu 1 do 2,5 mm i debljinu 0,5 do 1,5 mm,
- srednji sadržaj vlage oblica, kao biogoriva, bio je 59,03% V.B. Hemijski sastav topole je: C = 50%, O<sub>2</sub> = 43%, H<sub>2</sub> = 6%, A = 1% A.S. (na osnovu literaturnih podataka),

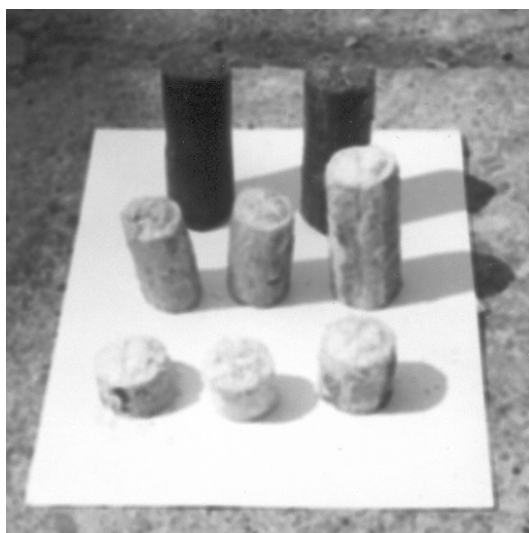
- srednji sadržaj vlage vlažnih usitnjenih drvnih otpadaka od topole ispred bubnja dehidratora (iza mlina čekićara) u prvom režimu sušenja bio je 61,99% V.B, a u drugom režimu 62,10% V.B,
- srednji sadržaj vlage osušenih usitnjenih drvnih otpadaka iza bubnja dehidratora u prvom režimu sušenja bio je 24,46% V.B, a u drugom režimu 13,53% V.B,
- časovni kapacitet dehidratora izražen u vlažnoj masi iznosio je 251,7 kg/h, a u osušenoj masi iznosio je 126,5 kg/h u prvom režimu sušenja, a 171 kg/h u vlažnoj masi i 97,5 kg/h u osušenoj masi u drugom režimu. Ako se uzme u obzir da je deklarirani kapacitet dehidratora 250 kg/h suve mase, sa skidanjem vlage sa 44.44% V.B. na 13,04% V.B, onda se može reći da stvarni kapacitet dehidratora pri deklariranim sadržajima vlage može biti u prvom režimu sušenja 220 kg/h, a u drugom režimu 218 kg/h. Praktično to znači da je stvarni kapacitet dehidratora 220 kg/h pri skidanju vlage od 44.44% V.B. na 13,04% V.B. Dakle, stvarni kapacitet dehidratora je manji za 12% u odnosu na deklarirani kapacitet. Postoje tehničke i organizacione mogućnosti da se stvarni kapacitet dehidratorskog postrojenja poveća,
- utrošak biogoriva bio je sledeći: u prvom režimu sušenja 301,3 kg/h oblica od topole i u drugom režimu 364,5 kg/h oblica. Sadržaj vlage u oblicama bio je prilično visok, tj. 59,03% V.B. Ovaj podatak navodi na zaključak da se sa biogorivom ubacuje velika količina vlage za koju treba utrošiti veliku količinu toplote za isparavanje. Naime, poznato je da toplotna vrednost goriva opada sa povećanjem količine vlage u gorivu. Na primer prema Mitiću (1998), za topolu (granjevina) sa sadržajem vlage od 60% V.B. donja toplotna vrednost je 6,10 MJ/kg, a sa sadržajem vlage od 45% bila bi donja toplotna vrednost 9,32 MJ/kg ili za 53% više. To znači da se sa povećanim sadržajem vlage oblica gubi 53% više toplote na isparavanje suvišne vlage. Ova količina toplote bi dobro došla da se značajno poveća kapacitet dehidratora,
- termička snaga ložišta u trenutku ispitivanja iznosila je: za prvi režim sušenja 510 kW, a u drugom režimu 618 kW. Ako se ove vrednosti uporede sa projektovanom vrednosti termičke snage ložišta, može da se konstatuje da je ova vrednost duplo veća od projektovane, i pri nepovoljnim uslovima rada, tj. pri višem sadržaju vlage oblica nego što je predviđeno projektom,
- temperatura oplata ložišta (peći) kretala se od 127 do 162°C, a temperatura vazduha na 80 cm iznad zatvorenih vrata peći 150°C. Ovo su previsoke temperature, pošto peć nije dobro izolovana. Zbog toga, gubi se velika količina toplote u okolinu,
- zbog oscilatornog (promenljivog) režima rada peći (ubacuje se gorivo na svakih 30, a povremeno i na 60 minuta, u količini od 20 do 30 oblica) dolazi do naglog zagrevanja i hlađenja peći. Zbog toga peć puca (vide se varovi na peći). Neophodno je da se obavlja kontinuirano loženje peći, da bi se izbegao preterano promenljivi režim rada peći,
- šamotni beton u čeonom zidu peći je razbijen (oštećen) prilikom udaranja oblicama o usijani zid. Osam gromada šamotne opeke je izbačeno izvan peći. Ovaj problem je posledica položaja vrata na ložištu. Prilikom otvaranja vrata, vatra izlazi iz ložišta i ložač ne vidi gde ubacuje oblice, odmiče se od vatre i sa velikog odstojanja ubacuje ih (baca ih),
- mešna komora na prelazu između ložišta i bubnja dehidratora je mala, te nije u stanju pri loženju i povremenom žarenju peći da uhvati varnice,
- na ulaznom delu bubnja, a naročito na izlaznom delu, između komora i bubnja veliki su procepi (zazori), u koje se uvlači okolni vazduh velikim centrifugalnim ventilatorom. Ovaj problem smanjuje toplotni kapacitet agensa za sušenje, pošto se isti nekontrolisano rashlađuje. Potrebno je ove procepe zaptiti azbestnim materijalom,
- izmeren je protok agensa iza velikog centrifugalnog ventilatora od 4.930 m<sup>3</sup>/h,

- ležaj na osovini velikog centrifugalnog ventilatora potrebno je zamenuti i centrirati ventilator, pošto povremeno stvara veliku buku u pogonu,
- mlin čekićar stvara visoku buku, zbog vibracija zasuna na ulazu u mlin.

### 10.2.5.2. Postrojenje za briketiranje:

- usitnjeni drveni otpadak na drugom mlinu čekićaru imao je dužinu 3 do 8 mm (0,5 do 15 mm), širinu 0,5 do 2,0 mm i debljinu 0,2 do 1,0 mm,
- srednji sadržaj vlage u osušenom, usitnjenom, drvnom otpadku bio je 18,99%,
- stvarni časovni kapacitet briketirke iznosio je 104 kg/h, pri sadržaju vlage 18,99% (V.B.). Stvarni kapacitet briketirke pri deklarisanim (projektovanim) uslovima iznosi 111,1 kg/h, ili za 6,8% je veći nego što je u ispitivanjima dobijeno. Na osnovu navedenog, stvarni časovni kapacitet briketirke je za 2,25 puta manji od deklarisanog (projektovanog) kapaciteta briketirke (250 kg/h suvih briketa),
- prečnik briketa iznosi 50 mm, a dužina od 22 do 120 mm. Sa jednim udarcem klipa dobija se pogača debljine 5 mm. Pogača je izbočena u sredini i izgleda kao poklopac. Sa spoljne strane je utisnut krst, a odozdo je izbočen krst i izgleda kao ojačanje. Najtanji briket ima splepljene 4 pogače. Dobijeno je 15 % napuklih briketa. Ako su dobro ispresovane pogače, bacanjem brikete sa 2 m visine ne lome se. Napukle brikete se lome bacanjem sa 1,5 m visine. Čvrstoća briketa može se postići većim usitnjavanjem drvnog materijala, ali onda problem nastaje u smanjenju kapaciteta mlina čekićara, većem utrošku energije, zasvodnjavanju materijala u ciklonu, košu i na izlazi iz pužnog transportera,
- temperatura briketa na izlazu iz prese bila je 81°C,
- masa briketa iznosila je 10,02 g jednostruki (debljina pogače ili uslovno dužina briketa 5 mm), 39,17 g četvorostruki (dužina 25 mm), 45,31 g (dužina 32 mm), 106,13 g (dužina 75 mm), 113,03 g (dužina 89 mm),
- gustina briketa iznosi od 647 do 1.021 kg/m<sup>3</sup>.

Na slici 10.18 prikazan je izgled briketa od drvnog otpatka od topole.



Sl. 10.18. Izgled briketa od drvnog otpatka od topole

(1. red: briketi od mešavine piljevine i koštica višnje, 2. i 3. red: briketi od usitnjenog drvnog otpadka)

## 10.2.6. Konstatacije i preporuke

Na osnovu izloženog ispitivanja linije za briketiranje drvnog otpatka od topole može da se konstatuje sledeće:

- utvrđeno je da se tehničke karakteristike izgrađenog dehidratorskog postrojenja u maloj meri (neznatno) razlikuju u odnosu na projektnu dokumentaciju koja je bila pružena na uvid. Ova izmena je usledila nakon puštanja u probni rad postrojenja, pri kom su se ispoljili izvesni nedostaci u radu postrojenja. Ti nedostaci još nisu sanirani,
- na osnovu rezultata ispitivanja časovnog kapaciteta dehidratorskog postrojenja može se zaključiti da se tehničkim doterivanjem pojedinih delova opreme prema napred navedenim preporukama i pridržavanjem projektovanih i deklariranih parametara pri radu dehidratorskog postrojenja može postići deklarirani kapacitet postrojenja (250 kg/h osušenog materijala),
- pošto peletirka nije mogla kvalitetno da radi sa navedenom strukturom usitnjenog drvnog otpada, zamenjena je sa briketirkom (klipnom presom). Klipna presa može da postigne stvarni časovni kapacitet od 111,1 kg/h suvih briketa, sa sadržajem vlage od 13,04% V.B, što je za 2,25 puta manji kapacitet od deklarisanog (projektovanog) kapaciteta briketirke (250 kg/h suvih briketa).

## 10.2.7. Prilog: Tabele rezultata ispitivanja

Tabela 10.1: Stanje okolnog vazduha u pogonu

Red br.	Režim ispitivanja	Vreme merenja (h)	Temp. suvog termometra (°C)	Temp. vlažnog termometra (°C)	Relativ. vlažnost vazduha (%)	Pritisak vazduha (mbar)
1.	I	11:55	28,0	22,0	59,5	1.007,5
		12:30	28,4	21,6	55,5	1.007,4
		13:00	29,0	21,0	49,0	1.007,2
		13:30	29,6	20,8	46,5	1.007,2
2.	II	15:05	31,5	20,5	39,5	1.007,2
		15:30	31,0	21,0	41,0	1.007,0
3.	III	16:00	30,0	21,5	44,0	1.007,1
		16:30	28,9	22,1	49,0	1.007,3

Tabela 10.2: Dimenzije drvne mase

Red br.	Vrsta drvnog materijala	Prečnik (mm)	Dužina (mm)	Širina (mm)	Debljina (mm)	Masa (g)
1.	Oblice (biogorivo)	105-145	450-640	-	-	6.050-7.150
2.	Drvni otpad	-	20-650	10-250	2-20	-
3.	Usitnjeni drvni otpad (I mlin)	-	1-80 (20-30)	1,0-2,5	0,5-1,5	-
4.	Usitnjeni drvni otpad (II mlin)	-	0,5-15 (3-8)	0,5-2,0	0,2-1,0	-
5.	Brikete	50	22-120			9,61-152,33

Tabela 10.3: Sadržaj vlage drvne mase na liniji za briketiranje (V.B.)

Red br.	Merno mesto	Režim merenja	Vreme merenja (h)	Aparat "Ultra x" (%)	Sušnica (%)	Primedba
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
2.	Ispred bubnja dehidratora	I	11:45 12:15 12:45 13:20	59,8 - 58,3 -	62,73 60,24 62,98 62,02	Usitnjeni otpad (vlažan)
3.	Iza bubnja dehidratora	I	12:30 13:00 13:15 13:20	- 21,5 - 20,2	25,22 24,60 24,32 23,70	Usitnjeni otpad (suv)
4.	Ispred bubnja dehidratora	II	15:05 15:30 15:45	58,2 - 59,1	60,82 62,88 62,59	Usitnjeni otpad (vlažan)
5.	Iza bubnja dehidratora	II	15:08 15:30 15:40	- 13,1 -	14,21 13,04 13,33	Usitnjeni otpad (suv)
6.	Ispred briketirke	III	15:45 16:10	17,9 -	19,66 18,99	Usitnjeni otpad (suv)

Tabela 10.4: Masa vlažnog i osušenog drvnog otpada

Red br.	Merno mesto	Režim merenja	Vreme merenja (h)	Masa (kg)	Broj oblica (kom.)	Primedba
1.	Ložište	I	12:40-13:26	231	36	Oblice vlažne
2.	Ispred bubnja dehidratora	I	12:20-13:26	193	-	Usitnjeni otpad (vlažan)
3.	Iza bubnja dehidratora	I	12:43-13:29	97	-	Usitnjeni otpad (suv)
4.	Ložište	II	15:05-15:45	243	38	Oblice vlažne
5.	Ispred bunja dehidratora	II	15:05-15:45	114	-	Usitnjeni otpad (vlažan)
6.	Iza bubnja dehidratora	II	15:08-15:48	65	-	Usitnjeni otpad (suv)
7.	Briketirka	III	16:10-16:25	26	-	Usitnjeni otpad (suv)



Tabela 10.5: Temperature agensa na ulazu i izlazu iz bubnja

R. br.	Vreme merenja (h)	Ugrađeni instrument ulaz (°C)	„Testo” ulaz (°C)	Ugrađeni instrument izlaz (°C)	Živin termomet. izlaz (°C)	Primedba
1.	12:35	155	365	70	102	Ubačeno 16 oblica u 12
2.	12:45	155	334	67	92	
3.	12:55	138	284	62	90	Ubačeno 20 oblica
4.	13:00	153	355	68	92	Mnogo žutog plamena
5.	13:10	158	359	66	91	Žarenjem t. raste 10° C
6.	13:20	166	386	69	93	Više plavičas. plamena
7.	13:30	172	388	70	94	Celo ložište u plamenu
8.	13:35	155	280	73	109	Isključen veliki ventilator
9.	13:37	155	280	73	110	Gori cela masa goriva
10.	13:50	148	285	60	92	Odbojni lim se usijao
11.	14:05	183	287	50	85	Ubačeno 8 oblica u 14h
12.	14:20	165	291	73	110	
13.	15:00	150	250	75	112	Ubačeno 28 oblica
14.	15:05	266	454	170	171	Zasun otvoren na vent.
15.	15:10	285	419	147	149	Celo ložište u plamenu
16.	15:15	300	409	137	140	Usijano ložište
17.	15:20	303	388	133	141	Usijano ložište
18.	15:25	294	381	130	138	Malo plavog plamena
19.	15:30	280	365	126	130	Ubačeno 10 oblica
20.	15:35	300	416	143	146	Pritvoren zasun 6,5 cm
21.	15:43	263	406	120	128	Plamen žut i malo plav
22.	15:45	269	420	120	130	Otvoren zasun na 11 cm

Tabela 10.6: Temperatura oplata ložišta i okoline

Red br.	Mesto merenja	Vreme merenja (h)	Temperatura oplata (°C)	Primedba
1.	Oplata ložišta	11:50	152,5	Temperatura agensa na ulazu u bubanj 183°C
2.	Vršni delovi „L” profila	11:55	127	Na kraju ložišta 260°C, a u ložištu 870°C
3.	Na 40 cm od gornjih vrata	13:30	100	
4.	Na izlazu iz ložišta, ulaz u mešnu komoru	13:50	162	
5.	Na zadnjem delu mešne komore	13:55	147	Na mestu sonde „Testo”
6.	Na 80 cm od gornjih vrata za loženje	14:45	151	

Tabela 10.7: Časovni kapacitet postrojenja

Red br.	Vrsta opreme	Režim	Sadržaj vlage (%)	Kapacitet (kg/h)	Primedba
1.	Ložište (vlažne oblice)	I	59,03	301,3	-
		II	61,11	364,5	-
2.	Dehidrator (vlažni otpadak)	I	61,99	251,7	353°C
		II	62,10	171,0	406°C
3.	Dehidrator (suv otpadak)	I	24,46	126,5	67°C
		II	13,53	97,5	136°C
4.	Briketirka	III	18,99	104,0	91°C

### Literatura

- [1] Brkić, M: Uticaj direktnog i indirektnog načina sušenja zrna kukuruza sa i bez recirkulacije na brzinu sušenja, kvaliteti energetski bilans, magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1980., s.209,
- [2] Brkić, M, Janić, T: Izveštaj o ispitivanju linije za briketiranje vlažnog drvnog otpatka od topole, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 2002, s. 23.
- [3] Mitić, D: Fizičke karakteristike biomasa i biobriketa Srbije, potencijalna ekološka goriva, monografija, JDPTE, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, JSTZ, Niš,1998, s.118,
- [4] Projektna dokumentacija linije za briketiranje vlažnog drvenog otpada, „Aggio” d.o.o, Novi Sad, 2001, s. 56,

## 11. VRSTE I KVALITET PROIZVEDENIH PELETA I BRIKETA OD BIOMASE

*Dr Miloš Tešić, red. prof,*

### 11.1. PRESOVANJE SLAME UZ DODATAK SREDSTAVA ZA RAZBIJANJE LIGNINSKIH OPNI U PRESAMA SA VALJACIMA

Presovanjem slame uz dodatak kaustične sode (NaOH) u presama sa valjcima moguće je razbiti nesvarljive ligninske opne, te svarljive sastojke slame učiniti dostupnim sokovima varenja, odnosno time povećati svarljivost slame. In vitro svarljivost slame ozime pšenice je 40%, a kobsovi sa 5% NaOH pokazuju svarljivost oko 60% (Tešić, M, 1977). Značaj ovog otkrića je u tome što ono može predstavljati osnovu postupka pogodnog za masovnu proizvodnju odpresaka od slame uz istovremeno povišenje svarljivosti, pa time i hranljive vrednosti slame. Kobsovima od slame povećane svarljivosti mogu se sa uspehom hraniti i visokoproduktivne mlečne krave.

Pri presovanju slame ozime pšenice u kobsove korišćeni su:

- instalacija za eksperimente sa presom sa valjcima i prstenastom matricom, sl. 11.1 i sl. 11.2. i
- instalacija za eksperimente sa presom sa valjcima i diskosnom matricom, sl. 11.3 i sl. 11.4, kako bi se utvrdilo kako promenljive, kao što su:
  - materijal za presovanje (mehanička usitnjenost i sadržaj vlage) i
  - sredstvo za otvaranje nesvarljivih opni (vrsta i koncentracija),
 utiču na postupak presovanja (moguće područje presovanja i učinak prese).

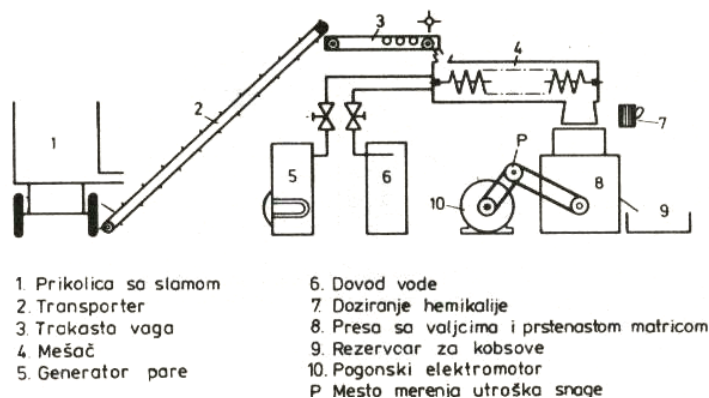
Parametri koji su u eksperimentima bili varirani su: stepen usitnjenosti materijala, vlažnost materijala, masa dodatog sredstva za otvaranje opni, kao i učinak prese. Promenljive su prikazane u tab. 11.1.

*Tabela 11.1: Promenljivi parametri u eksperimentima*

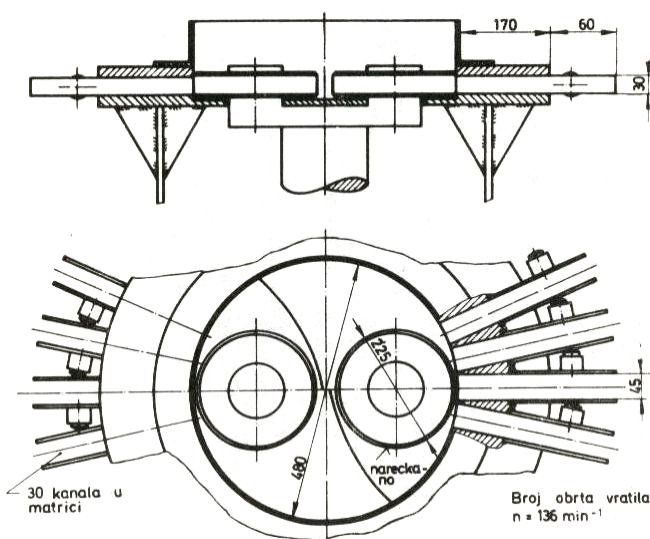
Red. br.	Presas sa valjcima	Slama	Učinak (kg/h)	Dodatak NaOH (%)	Sadržaj vlage (%)
1.	Prstenasta matrica	mlevana	200, 400	0,1,3,5,7	zaparivanjem povećavana
		seckana	200, 400	0,1,3,5,7	
2.	Diskosna matrica	mlevana	200	0,1,3,5	od 11
		seckana	200	0,1,3,5	do 30

Materijal koji je korišćen u eksperimentima je slama ozime pšenice, roda 1975 godine, seckana i mlevana (teoretske dužine 50 i 15 mm). Kaustična soda (NaOH) u prahu,

koncentracije 97% korišćena je kao sredstvo za razbijanje ligninskih opni. Za upoređenje rada presa usvojen je učinak 200 kg/h. Eksperimenti sa učincima 100 i 400 kg/h nisu izvedeni u celom ispitivanom području sadržaja vlage materijala, već samo u nekoliko tačaka, da bi se naznačila područja u kojima se kreću parametri procesa presovanja. Nagib zida kanala za presovanje mogao se menjati, pa je on podešavan tako da je pritisak na bočne zidove stalno iznosio 10 bara.



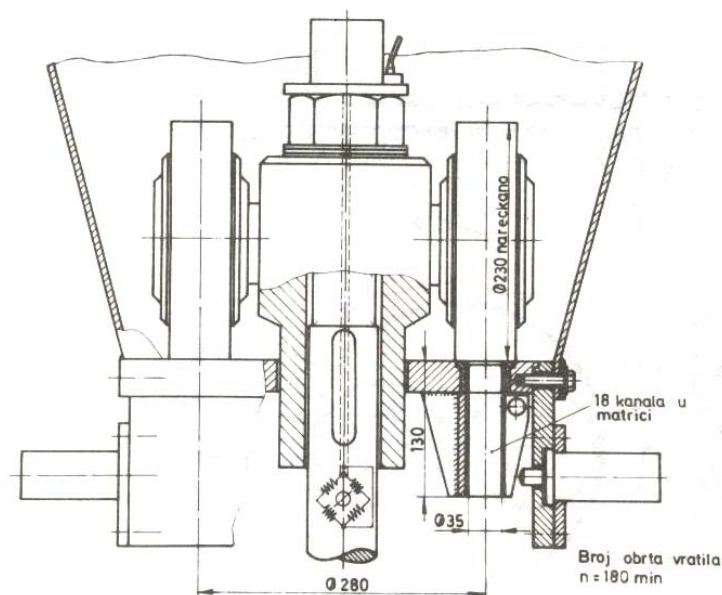
Sl. 11.1: Eksperimentalna instalacija sa presom sa valjcima i prstenastom matricom



Sl. 11.2: Presa sa valjcima i prstenastom matricom



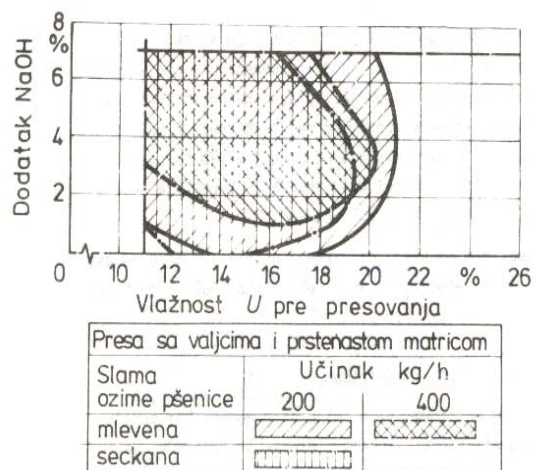
Sl. 11.3: Eksperimentalna instalacija sa presom sa valjcima i diskosnom matricom



Sl. 11.4: Presa sa valjcima i diskosnom matricom

#### ***Presa sa valjcima i prstenastom matricom.***

Mlevena slama bez dodatka NaOH može da se presuje u kobsove samo u uzanom području sadržaja vlage u slami od 13 do 18%, sl. 11.5. Dodavanjem NaOH proširuje se područje u kome je moguće presovati slamu u smeru višeg i nižeg sadržaja vlage u materijalu. Dodavanjem 3 i 5% NaOH postiže se najveći efekat, tako da se i materijal sa sadržajem vlage 21% može presovati u kobsove. Manje količine dodatog NaOH neznatno pomeraju granicu mogućeg presovanja, jer se trenje između materijala i valjka neznatno povećava. Ekstremni dodatak kaustične sode od 7% sužava područje sadržaja vlage u kome je moguće presovanje. Moglo se primetiti da je takav materijal “navlačio” vlagu iz okolnog vazduha, što je posledica higroskopnosti kaustične sode. Sa porastom sadržaja vlage primetno se povećavaju i sile elastičnosti u slami, s time i sklonost ka preplitanju. Unutrašnje trenje u materijalu nadmašuje trenje između slame i čelika valjka ili matrice. Posledica toga je da se ispred valjka obrazuje gomila slame koju valjak ne uvlači pod sebe već je ispred sebe potiskuje po matrici.



Sl. 11.5: Područje u kome je moguće presovati slamu presom sa valjcima i prstenastom matricom

Pokušaji da se sa datom presom sa prstenastom matricom mlevena slama presuje uz proizvodnju 400 kg kobsova na čas dali su sledeće rezultate: bez dodatka NaOH nije bilo moguće presovati slamu ni u području sadržaja vlage 13 do 18%. Uz dodatak NaOH presovanje kobsova je bilo moguće, ali u jako uzanom području sadržaja vlage slame. Gornja granica sadržaja vlage u odnosu na presovanje učinkom 200 kg/h pomerena je na niže. Rezultati su prikazani na sl. 11.5 crtkanom linijom.

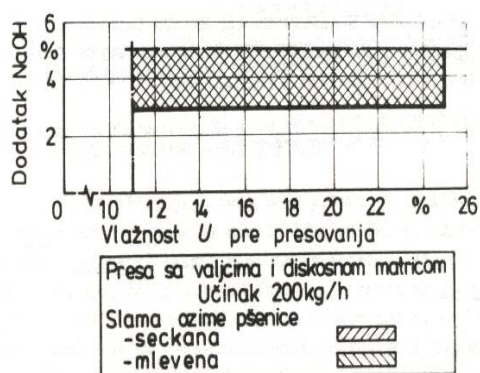
Pri presovanju seckane slame nastaju i u području visokog i niskog sadržaja vlage u materijalu iste pojave kao i kod presovanja mlevene slame. Primetno je da sile elastičnosti materijala, kao i sklonost ka preplitanju, sa porastom sadržaja vlage jače rastu kod seckanog, dužeg materijala, nego kod kraćeg, mlevenog materijala. Stoga unutrašnje trenje u gomili materijala ispred valjka već pri sadržaju vlage preko 15% postaje veće od trenja između slame i čelika valjka ili matrice.

Kod seckane slame, pri pokušaju ostvarenja učinka 400 kg/h odnosi sila trenja su u toj meri nepovoljni, da ni uz dodatak NaOH nije bila moguća proizvodnja kobsova.

### ***Presa sa valjcima i diskosnom matricom.***

Presom sa diskosnom matricom, sl. 11.4, nije bilo moguće bez dodatka NaOH kontinualno presovati slamu (seckanu i mlevenu) u kobsove. Razlog tome je što valjak tako isitni slamu da ona protiče kroz vertikalne otvore u matrici, bez da potpuno ispunji otvore i pruži otpor potreban za obrazovanje kobsa. Da bi se smanjio tok isitnjenog materijala kroz kanale za presovanje promenom položaja zidova kanala za presovanje smanjen je njihov poprečni presek. I pored toga materijal je prolazio kroz nekoliko kanala, a u ostalima je otpor bio toliko veliki da su se zagušili – valjak iz njih nije mogao da istiskuje kobsove. Valjak je gazio i sitnio – mleo materijal na matrici bez utiskivanja u kanale za presovanje i time je proces presovanja bio prekinut. Pažljivim smanjenjem pritiska na bočnim zidovima kanala za presovanje postupak presovanja bi se ponovo uspostavio. Čvrsti kobsovi izlaze iz kanala za presovanje, a opisani postupak ponovo otpočinje. I pored centralne regulacije pritiska sa uređajem za izjednačavanje pritiska u svim kanalima nije se uspelo da bez dodatka NaOH ovom presom se proizvedu kobsovi od slame.

Dodatak od 1% NaOH nije bio dovoljan da se postigne kontinualni proces presovanja. to je postignuto tek uz aplikaciju 3 i 5% NaOH i to kako kod mlevenog tako i kod seckanog materijala u području sadržaja vlage od 11 do 25%, sl. 11.6.



Sl. 11.6: Područje u kome je moguće presovati slamu presom sa valjcima i diskosnom matricom

Pritom je ustanovljeno da usitnjenost materijala ima mali uticaj na sam postupak presovanja, a i na područje sadržaja vlage u kome je moguće presovanje. Valjak za

utiskivanje sve dotle sitni slamu dok ona nije dovoljno sitna i pogodna za utiskivanje u kanale za presovanje.

Pri sadržaju vlage slame pre presovanja između 11 i 13% presovanjem (uz dodatak 3 i 5% NaOH) nisu dobijeni dovoljno čvrsti i trajni kobsovi. Nizak sadržaj vlage u materijalu i mali otpori u srazmerno kratkom kanalu za presovanje nisu bili dovoljni za razvijanje efekta lepljenja čestica pomoću NaOH. Valjak zahvata materijal i utiskuje ga u kanal za presovanje, ali su proizvedeni otpresci toliko rastresiti da se oni odmah potom raspadaju.

### 11.1.2. Konstatacije

Mali koeficijent trenja između slame i čelika ograničava sadržaj vlage pri kojoj je moguće presovati slamu presama sa valjcima na uzan interval. Dodavanjem kaustične sode (NaOH) i sitnjenjem slame može se slama presovati u nešto širem području sadržaja vlage u materijalu. Usitnjenost slame pre presovanja kod prese sa valjcima i prstenastom matricom ima znatan uticaj na interval sadržaja vlage u kome je moguće presovanje, a kod prese sa valjcima i diskosnom matricom taj uticaj nije primetan. Kraća slama se raspoređuje gušće i sa porastom sadržaja vlage elastičnost joj raste slabije nego kod duže slame, zato je mlevena slama podesnija za presovanje nego seckana.

### Literatura

- [1] Tešić, M: Das Verdichten unter Nahrstoffaufschluss von Futterpflanzen in Matrizenpressen, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Landwirtschaftlichen Fakultät der Georg-August-Universität zu Göttingen, Göttingen, 1977. s. 181.
- [2] Tešić, M: Presovanje slame uz dodatak sredstava za otvaranje hranljivih vrednosti u presama sa valjacima, In Proceed. sa IX internacionalnog simpozijuma: "Poljoprivredna tehnika u agroindustrijskom kompleksu", III tematska sekcija: "Savremena tehničko-tehnološka rešenja u stočarskoj proizvodnji", Novi Sad, 1977., s. 63 – 72.

## 11.2. UTROŠAK SNAGE I TEMPERATURA MATRICE PRI PRESOVANJU KOBSOVA SLAME SA PRESAMA SA VALJCIMA

Projektovana je i izrađena presa sa valjcima i diskosnom matricom, sl. 11.4 i pri presovanju slame upoređena sa poznatom konstrukcijom prese s valjcima i prstenastom matricom, sl. 11.2. Presovana je slama ozime pšenice roda 1975. godine, seckana i mlevena (teoretske dužine 50 i 15 mm). Sadržaj vlage u materijalu pre presovanja povećavan je zaparivanjem od 11 do 30%. Za razbijanje ligninskih opni korištena je kaustična soda (NaOH) u prahu, koncentracije 97%, u količini 0, 1,3,5 i 7%, svedena na sadržaj suve mase slame. Učinak pri kome su prese upoređivane je 200 kg/h (Tešić, M, 1977).

Pri radu presa odgovarajućim mernim uređajima snimani su:

- obrtni moment na pogonskom vratilu prese,
- učinak prese,
- broj obrtaja vratila sa valjcima za utiskivanje,
- temperatura matrice.

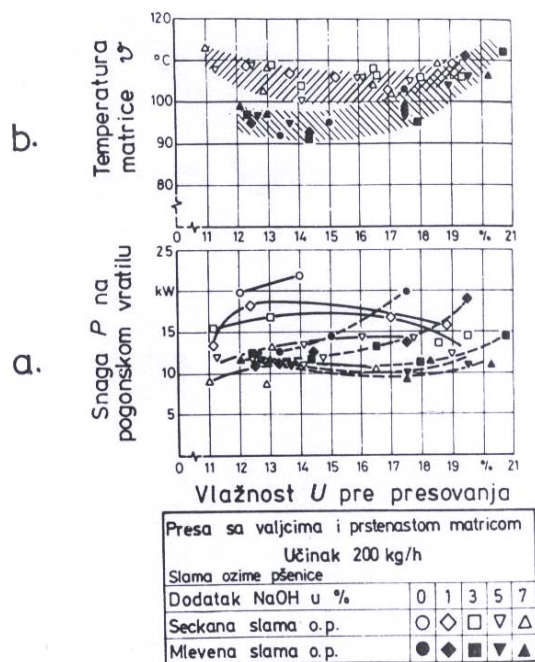
Podaci o potrebnoj snazi za presovanje obuhvataju i snagu za prazan hod prese. navedeni podaci o temperaturi matrice odnose se na temperaturu koja se za svaku kombinaciju režima rada prese, materijala i hemikalije uspostavila nakon 20 min. Zidovi kanala za presovanje mogli su se kod obe prese hidraulički podešavati. Njihov nagib je menjan tako da je pritisak na bočni zid kanala za presovanje održavan na 10 bara.

---

### STUDIJA

### ***Presa sa valjcima i prstenastom matricom***

Najveći utrošak snage je kod oba materijala pri presovanju slame bez dodatka NaOH, za učinak 200 kg/h kod seckane slame oko 20 kW, a kod mlevene slame oko 15 kW, sl. 3a. Povećanjem dodate količine NaOH smanjuje se snaga potrebna za presovanje. To smanjenje je izrazitije u području s većim sadržajem vlage u materijalu. Pri dodatku 7% NaOH potrebna snaga za presovanje i seckane i mlevene slame je približno ista (oko 10 kW za učinak 200 kg/h) i u celom području sadržaja vlage pogodnom za presovanje ostaje uglavnom konstantna. U području sadržaja vlage između 12 do 18% dejstvo dodatnog NaOH ima odlučujući uticaj na snagu potrebnu za presovanje, koja je u ovom području približno konstantna. Pri porastu sadržaja vlage preko 18%, kod mlevene slame dolaze više do izražaja sile unutrašnjeg trenja prouzrokovane porastom sadržaja vlage, pa utrošak snage raste. Upoređenje sa tokom krivih snage „bez dodatka NaOH” upućuje na konstataciju da bi trebalo očekivati intenzivniji porast potrebne snage kada sadržaj vlage poraste iznad 18%. Međutim, temperatura matrice u tom području znatno raste, sl. 11.3b, pa to prouzrokuje smanjenje vrednosti porasta krivih snage. Najmanji utrošak energije za presovanje je pri sadržaju vlage slame od 15 do 18%. Tu su i razlike između pojedinih količina dodatog NaOH (3,5 i 7%) vrlo male. Zbog manje elastičnosti i bolje sipkosti sitnijeg materijala utrošak snage za presovanje mlevene slame je manji nego za presovanje seckane slame.



*Sl. 11.3: Uticaj sadržaja vlage i usitnjenosti materijala i količine dodatog NaOH pri presovanju slame ozime pšenice u kobsove, presom sa prstenastom matricom, na potrebnu snagu (a) i temperaturu matrice (b).*

Kada se slami pre presovanja doda NaOH povećava se trenje između površine valjka za utiskivanje i materijala, pa materijal biva lakše uvučen između valjka i matrice. Sadašnjom vlage, visoke temperature i NaOH u kanalu za presovanje dolazi do stvaranja jednog filma koji podmazuje površinu kobsa i kanala za presovanje, koji smanjuje trenje.

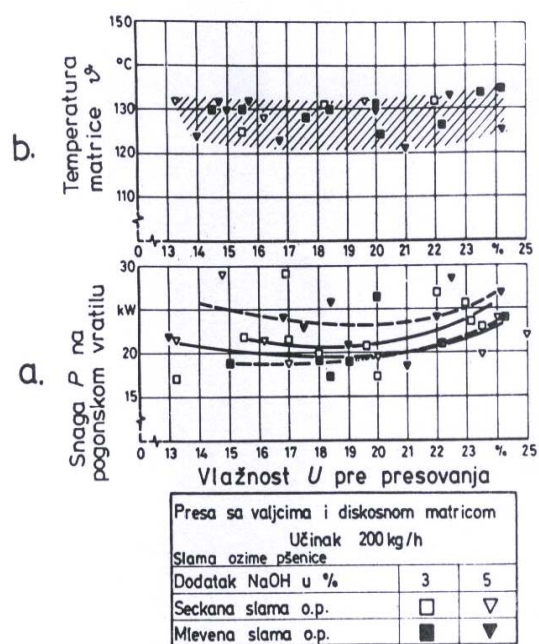
Bitan uticaj na utrošak snage za presovanje ima temperatura matrice, koja se uspostavlja sadejstvom više činilaca, sl. 11.3b. Pri presovanju seckane slame sadržaja vlage oko 18% temperatura matrice dostiže vrednost između 100 i 110°C i time oko 10°C je viša nego pri



presovanju mlevene slame. Uzrok tome je veći otpor deformisanju dužih čestica u odnosu na kraće, koje imaju bolju sipkost. Porastom sadržaja vlage preko 18% primetno rastu i sile elastičnosti i trenja kod mlevene slame, što ima za posledicu znatno povišenje temperature matrice sa 90 do 100°C na 100 do 115°C. Razgraničavanje temperature matrice u zavisnosti od dodate količine NaOH – kako se vidi sa sl. 11.3b – nije moguće. Nešto više temperature matrice kod suvoga materijala posledica su činjenice da je u tim slučajevima odvod toplote isparavanjem vode iz materijala koji se presuje manji. Laki porast temperature u području povećanog sadržaja vlage može da se objasni povećanim otporom trenja.

### ***Presa sa valjcima i diskosnom matricom.***

Snaga potrebna za presovanje slame (seckane i mlevene slame) u kobsove presom sa diskosnom matricom prikazana je na sl. 11.4a. Za učinak 200 kg/h u zavisnosti od sadržaja vlage u materijalu i dodate količine NaOH potrebno je 18 do 26 kW. Najmanji utrošak snage je pri sadržaju vlage u materijalu oko 20%. Povišenje količine dodatog NaOH sa 3 na 5% kod seckane slame smanjuje utrošak snage za oko 2 kW. Kod mlevene slame, međutim, utrošak snage za presovanje kobsova sa 5% NaOH je viši za oko 4 kW. Nije ustanovljena zavisnost između ovih rezultata i gustine proizvedenih kobsova.



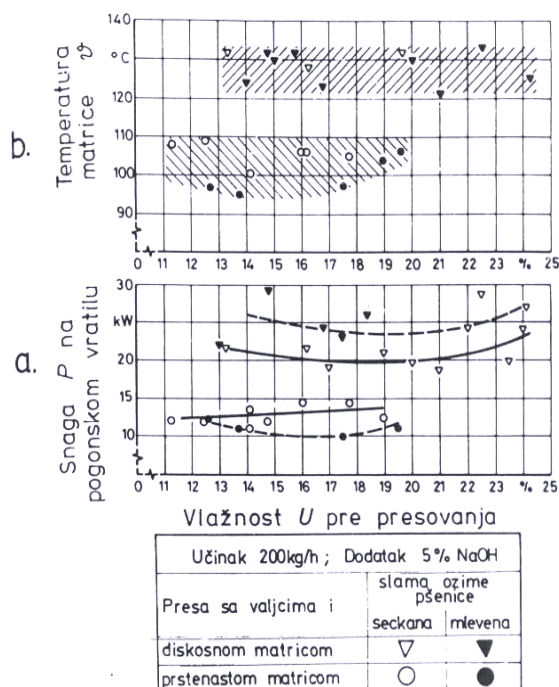
*Sl. 11.4: Uticaj sadržaja vlage i usitnjenosti materijala i količine dodatog NaOH pri presovanju slame ozime pšenice u kobsove, presom sa diskosnom matricom, na potrebnu snagu (a) i temperaturu matrice (b).*

Temperatura matrice pri presovanju slame u presi sa diskosnom matricom je između 120 i 135°C, sl. 11.4b. Povećano trenje u području višeg sadržaja vlage u materijalu prouzrokuje lak porast temperature matrice. Nije ustanovljen uticaj količine NaOH na temperaturu matrice, zbog rasipanja izmerenih podataka.

### ***Upoređenje presa sa prstenastom i diskosnom matricom.***

Snaga potrebna za presovanje slame pri učinku 200 kg/h presom sa diskosnom matricom je 7 do 10 kW veća nego kod prese sa prstenastom matricom, sl. 11.5a. Ta razlika uslovljena je razlikom u konstrukciji i načinu rada prese. Valjci prese sa diskosnom matricom su silom

1100 daN pritisnuti uz matricu, a kod prese sa prstenastom matricom valjci naležu uz matricu bez pritiskivanja. Stoga je i temperatura diskosne matrice za 20 do 35°C viša nego kod prstenaste matrice, sl. 11.5b. Više temperature omogućuju manji utrošak rada za deformaciju slame, ali se to u ovom slučaju ne može primetiti zbog dominantnog uticaja velikog prednaprezanja i visokog utroška snage za prazan hod.



Sl. 11.5: Upoređenje pokazatelja presovanja presom sa diskosnom matricom i presom sa prstenastom matricom: potrebna snaga (a) i temperatura matrice (b)

Temperatura matrice pri presovanju slame uz dodatak NaOH u presama sa valjcima i diskosnom matricom je između 90 i 140°C, što je povoljno za razaranje ligninskih opni slame dejstvom NaOH.

Vreme boravka materijala u kanalu za presovanje je kod prese sa diskosnom matricom iznosilo 25 s, a sa prstenastom matricom 150 s. Oba ova vremena znatno odstupaju od 60 s, što Bhattacharyya (cit. u Tesic, M, 1977) navodi kao optimalno. Konstruktivnim izmenama presa dosta lako bi se moglo postići optimalno vreme zadržavanja slame u kanalu za presovanje.

Za odgovor na pitanje „kojoj presi dati prednost“ potrebno je osim ovde navedenog vrednovanja izvršiti i vrednovanje proizvoda presovanja – kobsova od slame s obzirom na njihova fizička svojstva, hranljivu (energetsku) i ekonomsku vrednost.

### 11.2.1. Konstatcije

Potrebna snaga za presovanje slame u kobsove prikazanom presom sa valjcima i prstenastom matricom uz dodatak 5% NaOH je između 10 i 15 kW pri učinku 200 kg/h, a kod prese sa valjcima i diskosnom matricom je između 19 i 24 kW za isti učinak. Za presovanje slame bez dodatka NaOH potrebno je utrošiti još više energije. Mada pri većim učincima specifični utrošak snage opada, time su nadmašene vrednosti koje Wieneke (cit. u Tešić, M, 1977) navodi za presovanje osušene zelene mase (33 do 40 kWh/t).

Minimalni utrošak snage je kod obe prese pri sadržaju vlage u slami pre presovanja od 17 do 20%. Temperatura prstenaste matrice pri presovanju slame presama sa valjcima je između 90 i 115° C. Temperatura diskosne matrice je pri presovanju slame viša od temperature prstenaste matrice (120-135° C).

## Literatura

- [1] Tešić, M: Podobnost presa sa valjcima, sa prstenastom i diskosnom matricom, za presovanje kobsova od slame, In Proceed. II jugoslovenski simpozijum: »Mašine i mehanizmi. Univerzitetska istraživanja i primena u industriji (IFTOMM – jugoslovenski nacionalni komitet), Niš, 1977, s. 435 – 445.

### 11.3. SVOJSTVA KOBSOVA OD SLAME PROIZVEDENIH U PRESAMA SA VALJCIMA

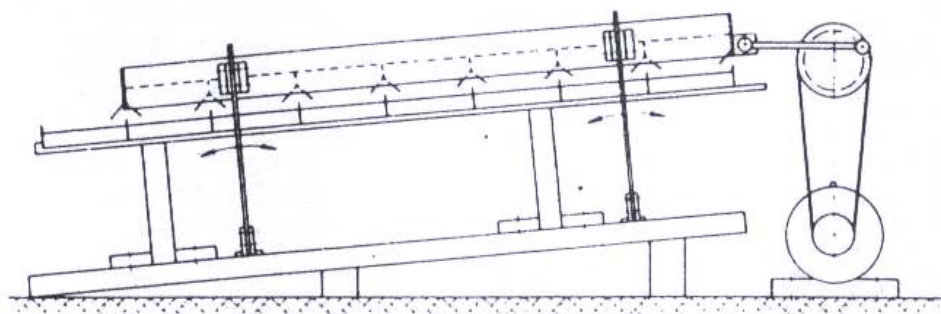
Kobsovi su proizvedeni presom sa valjcima sa prstenastom matricom. Promenljive su bile: stepen usitnjenosti materijala, sadržaj vlage pre presovanja i količina dodatog sredstva za razbijanje ligninske opne. Kobsovi su prizmatičnog oblika sa dimenzijama 3 x 4,5 x 3 do 11 cm. Uslovi ispitivanja su bili kao u prethodnim radovima (Tešić, M, 1978 i 1980): slama roda 1975 god., seckana i mlevena (teoretska dužina 50 i 15 mm), sadržaj vlage pre presovanja povećavan je zaparivanjem od 11 do 30%, dodavana je kaustična soda (NaOH) u prahu koncentracije 97%, učinak presa bio je 200 kg/h, vreme boravka slame u kanalu za presovanje bilo je 150 +/-20 s i pritisak na bočni zid kanala za presovanje bio je 10 bara.

Pri utvrđivanju svojstava kobsova mereni su:

- sadržaj vlage u materijalu pre presovanja,
- otpornost na habanje (otiranje) i razdvajanje 24 h posle presovanja,
- gustoća, nasipna gustoća, srednja dužina čestica.

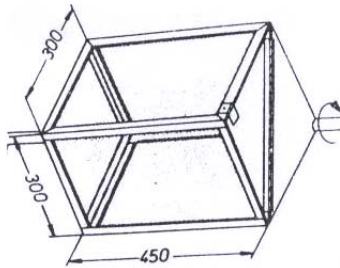
Sadržaj vlage određivan je sušenjem na 105°C prema ASAE standardu 358 (Tešić, M, 1978).

Dužina čestica slame pre presovanja i nakon presovanja, iz kobsova, određivana je prosejavanjem na mašini sa sitima. Sita dimenzija 500 x 500 mm i prečnicima otvora 0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8, 16 i 30 mm, postavljena su na ram koji je oscilovao. Ram je imao nagib 5°, radijus ekscentra za pogon uređaja 25 mm i broj obrtaja 250 o/min.



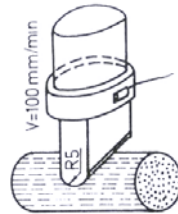
Sl. 11.6: Mašina sa sitima za određivanje dužine čestica slame

Otpornost kobsova na otiranje (habanje) određivana je u rotirajućem sanduku (sl. 11.7), načinjenom prema ASAE standardu 269.2. Za svako merenje u dva ponavljanja korišćeno je 10 do 15 kobsova, ukupne mase 1 kg i odstupanjem +/-20 gr.



Sl. 11.7: Rotacioni sanduk

Otpornost na razdvajanje određena je pritiskom kobsa sa žigom prečnika oštice 5 mm i brzinom pomicanja 100 mm/min, sve dok se ne razdvoji. S obzirom da ne postoji pogodna površina kobsa za svođenje sile, sila razdvajanja odnosi se na jedinicu kobsa. To je maksimalna pritiska sila pri kojoj nastaje razdvajanje kobsa. Prikazani rezultatai su vrednosti 20 ponovljenih merenja.



Sl. 11.8: Uređaj za određivanje otpornosti peleta na razdvajanje

Nasipna gustina određena je pomoću cilindričnog suda, izgrađenog prema ASAE standardu 269.2. Sopstvena gustoća određena je preko mase i zapremine kobsa.

Pri presovanju slame sadržaja vlage 11% presom sa prstenastom matricom nastaju kobsovi gustoće  $1000 \text{ kg/m}^3$  kako odseckane, tako i od mlevene slame. Kobsovi od kraće, mlevene, slame imaju u području nižeg sadržaja vlage nešto manju gustinu nego oni od duže, seckane slame, jer je kod manjih čestica njihova isprepletanost u kobsu manja, pa se kobsovi od mlevenog materijala nakon presovanja više šire.

U području većeg sadržaja vlage duže čestice već prilikom presovanja imaju veću elastičnost, pa se i pored znatne isprepletanosti ne mogu toliko sabiti kao one od mlevenog materijala. Veći sadržaj vlage omogućava jače povezivanje i lepljenje sa NaOH, pa i manje čestice bivaju tada tako povezane da one čvrsto naležu jedne na druge. Zato gustoća kobsova od mlevene slame raste sa porastom količine NaOH, utoliko više je veći sadržaj vlage u materijalu. Veće količine dodatog NaOH prouzrokuju veće gustoće kobsova.

Kako je kod kobsova od mlevenog materijala, u odnosu na one od seckanog, isprepletanost čestica znatno manja, a time i sile vezivanja slabije, oni se više šire posle presovanja i deo onih koji se raspadaju je veći kod kobsova od seckane slame. Zato su ovi kobsovi kraći i rastresitiji. Iz toga rezultata je manji koeficijent odnosa gustoće prema nasipnoj gustoći. Kod seckane slame on iznosi 0,44 do 0,52, a kod mlevene slame 0,35 do 0,40.

Otiranje kobsova od mlevene, kao i seckane slame opada sa povećanjem sadržaja vlage u materijalu i porastom dodatka NaOH. Intenzitet opadanja je različit. NaOH bolje se lepi i povezuje duže, dobro isprepletane čestice seckane slame nego one kraće čestice mlevene slame, gde je isprepletanost znatno manja. Najmanje otiranje je kod oba materijala oko 2%. Kobsovi sa manjim dodatkom NaOH imaju veći procenat otiranja, ali ipak ispod 5%. Može da se konstatuje da su kobsovi otporni na habanje (otiranje) i pogodni su za transport. U celom

ispitivanom području sadržaja vlage u materijalu količina otiranja kobsova od mlevene slame je za 1 do 3% veća nego kod kobsova od seckane slame.

Otpornost na razdvajanje kobsova od mlevene slame je oko 10% manja nego onih od seckane slame, što je posledica manje isprepletanosti kraćih čestica. Najveće sile za razdvajanje kod oba materijala iznose 120 daN. Sila za razdvajanje kobsova od mlevene i seckane slame sa dodatkom 5% i 7% NaOH je u području 80 do 120 daN. Moguće je da tako velike sile potrebne za razdvajanje mogu preživarima prouzrokovati teškoće pri uzimanju krme. Kod kobsova od seckane slame porast sile za razdvajanje je pri porastu sadržaja vlage nešto intenzivniji nego kod kobsova od mlevene slame. To je posledica uzajamnih odnosa između dužine materijala, njegovog sadržaja vlage, isprepletanosti i dejstva NaOH. Povećanje dodate količine NaOH prouzrokuje znatno povišenje otpornosti na razdvajanje. Povećanje sadržaja vlage potpomaže dejstvo NaOH u pogledu lepljenja čestica slame, i to toliko više ukoliko je veća količina dodatog NaOH. Kobsovi sa malim otiranjem, otporni na habanje, imaju i veliku otpornost razdvajanja.

Sitnjenje materijala prilikom presovanja, izraženo u procentima prvobitne dužine, kod kobsova od mlevenog materijala manje je nego kod seckanog (sa dodatkom 5% NaOH iznosi 25% kod mlevenog, a 35% kod seckanog). Međutim, kako su dužine polaznog materijala različite, to je srednja dužina u kobsovima od seckane slame (pri istim uslovima) skoro dva puta duža nego kod kobsova od mlevene slame. Pri porastu sadržaja vlage slame primećuje se minimalan porast srednje dužine čestica kod obe varijante materijala. Pri povećanju dodatka NaOH slame se pri presovanju u presama sa valjcima i matricama manje sitni.

Seckana slama sa sadržajem vlage preko 18% pri dodatku 5 i 7% NaOH savija se i obrazuje gomilu ispred valjka za utiskivanje u matricu. Valjak tu gomilu potiskuje ispred sebe, a ne utiskuje je u otvore matrice. Zato seckana slama ne može da se na ispitivanoj presi utiskuje valjkom u matricu pri sadržaju vlage preko 18%. Sa mlevenom slamom presovanje je bilo moguće do sadržaja vlage 21%.

### 11.3.1. Konstatacije

Pri presovanju slame u presama sa valjcima i prstenastom matricom sa porastom količine dodatka NaOH i sadržaja vlage u materijalu povećava se otpornost habanja (otiranja) i otpornost razdvajanja kobsova. Sitnjenjem slame pri presovanju ovi rezultati se smanjuju. Porast dodatka NaOH povlači veće gustoće kobsova. Porast sadržaja vlage u materijalu pre presovanja smanjuje gustoću kobsova. Usitnjenost materijala pre presovanja ima znatnog uticaja kako na sam proces presovanja tako i na svojstva otpresaka – kobsova. Najpovoljniji interval sadržaja vlage slame pre presovanja je između 17 i 20%. Procenjuje se da optimalna količina dodatog NaOH iznosi 5%.

### Literatura

- [1] Tešić, M: Svojstva kobsova od slame, proizvedenih u presama sa valjcima, kao krmiva za preživare, časopis: »Krmiva«, Zagreb, XX(1978),2-3, s. 35 – 38,
- [2] Tešić, M: The properties of straw cobs treated with NaOH the pressing process in the roller press with disc matrix, In Proceed. of the II International Conference on » Physical Properties of Agricultural Materials and deir Influence on Technological Processes«, University of Agricultural Sciences, CIGR Section III, Godollo, Hungary, 1980., pp. 58 –66,
- [3] Tešić, M: Sitnjenje slame pri presovanju u kobsove presama sa valjcima, In Proceed. sa Jugoslovenskog simpozijume o aktuelnim problemima mehanizacije poljoprivrede, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb – Šibenik, 1980, s. 395 – 403.

## 11.4. BRIKETIRANJE DEHIDRIRANE KRME

Kabasta krma osušena u dehidratoru nije podesna za manipulaciju. Krma je kratka i zbog toga se rasipa i drobi. Zahteva mnogo skladišnog prostora. Nakon procesa dehidracije krme obavlja se finalizacija proizvoda (brašno, pelete, kobs, brikete), (Mrhar, M, 1977).

Za izradu peleta i kobsa upotrebljavaju se matične i obručne prese. Kod prvog sistema radi se o presovanju samlevenog, a kod drugog nesamlevenog materijala. Krma se kod presovanja zgusne, slepi i formira u odpresak. Prečnik peleta iznosi 6 do 12 mm, a prečnik kobsa je 15 do 35 mm. Dužina odpreska je različita i iznosi između 10 i 40 mm.

Za razliku od drugih finalnih proizvoda dehidracije, briketi sadrže strukturu kabaste krme. Od dehidratorskog bubnja seckana krma odlazi u poseban prostor za zgušnjavanje, a odatle u klipnu presu, koja sabije materijal u valjkasti oblik sa prečnikom 60 – 65 mm i dužine 50 – 100 mm.

Briketiranje kao mehaničko – fizički proces zgušnjavanja dehidrirane kabaste krme u kompletne komade, koji prema obliku i konzistentnosti odgovaraju anatomiji organa za varenje preživara, tehnološki je vrlo delikatan zadatak. Tu, naime, važi princip, da krmu treba stisnuti do takvog stepena da se dobije proizvod dovoljno čvrst i elastičan, da se za vreme procesa manipulacije ne bi drobio ili raspadao, dok s druge strane da ima takvu konzistenciju, koja bi bila najpodesnija za konzumiranje.

U tehničkom pogledu što se tiče pritiska presovanja, količine vode, temperature i aditiva, ovo je područje prilično istraživano. Nepoznanica ima još u samom materijalu, tj. u uticaju morfoloških i fizioloških osobina biljaka na mogućnost lepljenja delova biljaka u brikete.

Sastav soka što se nalazi u ćelijama i koji sadrži materije koje služe za lepljenje (belančevine, skrob, pektini i šećer) menja se s obzirom na vrstu i starost biljaka. Pošto kod formiranja vezivnih sila sudeluje i trenje, kompaktnost briketa zavisi o obliku i položaju delova biljaka u briketu (isprepletanje delova biljke). Sa namerom da se ustanovi uticaj nekih morfoloških i fizioloških osobina krme na čvrstoću i postojanost briketa, obavljani su ogledi na klipnoj presi prevoznog dehidratora Fahr FTS – 3000.

### *Način rada, merenja i opis materijala.*

Ogledi su vršeni dve sezone. Tako su dobijene dovoljne količine oglednog materijala. Pre ogleda određen je botanički sastav krme, faza razvoja, kod trava odnos između stabla i lišća, te sadržaj vode. Za svaki ogled deo materijala isečen je na teoretsku dužinu 11 mm (A), deo na 15 mm (B) i deo na 22 mm (C). Prema uzetim uzorcima utvrđen je sastav seckane krme po dužinskim razredima i njena prosečna dužina.

Postojanost briketa određivana je na bazi utvrđivanja količine oljuštenih i smrvljenih delova briketa koji su bili izloženi određenim mehaničkim opterećenjima. Opterećenja su simulirana na laboratorijskom vibratoru i sa udarcima. Step en čvrstoće i postojanost briketa izražena je i sa masenim procentima oljuštenih i smrvljenih delova briketa.

### *Osobine polaznog materijala.*

#### *Morfološke osobine:*

Botanički sastav i masa: trava 75,0%, detelina 16,4% i korovi 8,6%. Odnos između stabla i lista je 1 : 2,01.

#### *Fizičke osobine:*

Prosečna dužina seckane krme: A = 24,5 mm, B = 29,2 mm i C = 35,5 mm. Prosečni sadržaj vlage u materijalu pre sušenja bio je 82,5% (79,25 do 85,52%) i pre briketiranja 14,4% (9,50 do 16,81%).

Briketiranje je izvršeno u kontinualnom postupku dehidracije. Svi ogledi su obavljani sa besprekornim i vrućim čaurama. Za vreme oglada protok materijala je održavan što više je bilo moguće konstantnim, iz čega proizilazi da je bio pritisak presovanja manje-više ravnomeran, te je iznosio oko 400 bara.

Maseni procenat oljuštenih i smrvljenih briketa bio je u fazi razvoja biljke - početak cvetanja i sadržaju vlage kod briketiranja 12 do 14%:

- za dužinu seckane krme: A = 23 – 25 mm, veštačka livada 31,5 %, travno-detelinska smeša 27,6% i prirodni travnjak 34,6%
- za dužinu seckane krme: B = 27 – 30 mm, veštačka livada 29,2 %, travno-detelinska smeša 24,3% i prirodni travnjak 33,8%
- za dužinu seckane krme: A = 34 – 36 mm, veštačka livada 29,8 %, travno-detelinska smeša 30,9% i prirodni travnjak 37,1%.

Iz navedenih podataka se vidi da kod kratko iseckane krme najbolju postojanost pokazuju briketi od travno-detelinske smeše. Ova smesa daje najpostojanije brikete i u apsolutnom smislu, pošto ova krma sadrži dosta belančevina, koje dolaze posebno do izražaja kao lepak kod kratko isečenih biljaka. Najmanje su postojani briketi od prirodnih travnjaka. Ovakav materijal sadrži dosta stabala koja su siromašna pektinima, te se zbog toga briketi raspadaju i drobe se. Briketi od veštačkih livada nalaze se s obzirom na postojanost negde na sredini između travno-detelinskih smeša i prirodnih travnjaka. Naime, materijal sa veštačkih livada ima povoljniji odnos između stabla i lišća. Osim toga travne smese odabrane s obzirom na fenofaze celovitije su nego prirodne trave i zbog toga se može odrediti termin optimalnog otkosa, nego kod prirodnih travnjaka. Nakon izvršenih botaničkih analiza i testiranja briketa na postojanost, može da se konstatuje minimalni uticaj korova na kompaktnost briketa.

Maseni procenat oljuštenih i smrvljenih briketa od travno-detelinske smeše pri dužini seckane krme 27 do 30 mm:

- za sadržaj vlage u materijalu 15 do 18%, vlatanje-klanje 24,6%, početak cvetanja 28,5% i kraj cvetanja 33,8%,
- za sadržaj vlage u materijalu 12 do 15%, vlatanje-klanje 27,8%, početak cvetanja 25,1% i kraj cvetanja 37,4%,
- za sadržaj vlage u materijalu 9 do 12%, vlatanje-klanje 25,2%, početak cvetanja 26,3% i kraj cvetanja 40,1%.

Više od botaničkog sastava na postojanost i čvrstoću briketa utiče faza razvoja biljaka. Mlade biljke sadrže više supstanci koje služe za lepljenje, nego zrelo i suviše zrelo bilje. Briketi su zbog toga postojaniji kod mlađih biljaka. Suviše zrela trava ima preniski sadržaj vode i zbog toga se brzo pregreje u dehidratoru. Posledica pregrevanja je presušanje materijala i raspadanja belančevina, čime su bitno smanjene sposobnosti za lepljenje delova krme. Najbolji efekti su postignuti pri kosidbi travno-detelinskih smeša u fazi vlatanja-klanja. S obzirom na sadržaj vlage, raspalo se 24,6 do 25,2% briketa. Što se tiče uticaja sadržaja vlage u dehidriranoj krmu od mlađih livada nema sigmifikantnih razlika u postojanosti briketa. Mlada trava sadrži verovatno dovoljno supstanci za lepljenje i zbog toga eventualno razređivanje lepka, a time i smanjenje sposobnosti lepljenja ne dolazi tako do izražaja kao kod zrele ili čak stare trave. Kod briketiranja stare trave, ovi rezultati istraživanja uticaja sadržaja vlage na postojanost briketa, nešto se razilaze sa rezultatima Achilles-a (cit. u Mrhar, M, 1977). Rezultati pokazuju da se kod stare trave mogućnosti lepljenja povećavaju sa sadržajem vlage (to vredi za područje od 10 do 18% sadržaja vlage).

#### 11.4.1. Konstatacije

Za sušenje u dehidratoru i briketiranje prikladna je samo kvalitetna, sveža travna ili detelinska krma. Star ili provenut materijal slabo se suši i još slabije lepi u brikete. U tu svrhu

podesni su travnjaci koji se više puta kose, sa travnim pokrivačem u stepenastom rastu, a za vreme nestajanja ove krme podesna je njivska krma.

## Literatura

- [1] Mrhar, M: Briketiranje dehidrirane krme, In Proceed. sa IX internacionalni simpozijum: „Poljoprivredna tehnika u agroindustrijskom kompleksu”, III tematska sekcija: „Savremena tehničko-tehnološka rešenja u stočarskoj proizvodnji”, Novi Sad, 1977., s. 55– 62.

## 11.5. STANDARDI KVALITETA ZA ENERGETSKE PELETE I BRIKETE U EVROPSKIM ZEMLJAMA

*Dr Miladin Brkić, red. prof.*

U većini evropskih zemalja nema donetog specifičnog propisa za određivanje kvaliteta peleta i briketa. Uglavnom se primenjuju propisi za biomasu. Samo nekoliko zemalja ima specifične propise. Zvanične standarde kvaliteta za čvrsta biogoriva trenutno imaju tri zemlje: Austrija (ONORM M1735 za brikete i pelete), Švedska (SS 187120 za pelete i SS 187121 za brikete) i Nemačka (DIN 51731 za brikete i pelete). Danska i Finska su odlučile da čekaju kompletiranje zajedničkog standarda kvaliteta za evropske zemlje. Evropski peletni centar (EPC), koji je sa sedištem u Danskoj i objedinjava rad 18 evropskih zemalja, doneo je sveobuhvatno definisani standardni metod za analizu i klasifikaciju peleta koji je prikazan u izveštaju CEN/TS 14961. U tabeli 11.1 uporedno su dati standardi kvaliteta kod nekoliko evropskih zemalja i novi predlog CEN sistema klasifikacije za pelete. Skraćenica CEN označava Classification European Normative, odnosno evropski klasifikacioni normativ za donošenje standarda kvaliteta. Standard kvaliteta za pelete u evropskim zemljama dat je na sajtu [www.pelletcentre.info-Project Results, Quality Standards](http://www.pelletcentre.info-Project Results, Quality Standards).

*Tabela 11.1: Nacionalni standardi za energetske pelete u Austriji, Švedskoj i Nemačkoj i konačni predlog evropskog standarda za energetske pelete (CEN standard)*

Specifikac.	Austria ÖNORM M7135		Švedska SS 18 71 20			Nemačka DIN 51731 / DIN plus			CEN CEN/TS14961:2005 Aneks A
	Pelete od drveta	Brikete od kore drveta	Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3	5 klasa veličine (cm)			
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.			8.
Poreklo									Hemiski netretirano drvo bez kore
Veličina	Pelete ø 4 – 20 mm l max= 100 mm	Brikete ø 20 – 120 mm l max= 400 mm	max ø 4**	max ø 5	max ø 6		l, dužina	ø, prečnik	D06 ≤ 6 mm ± 0,5 mm i l ≤ 5 x prečnik
						HP1	>30	>10	
						HP2	15-30	6-10	
						HP3	10-15	3-7	D08
						HP4	<10	1-4	≤ 8 mm ± 0,5 mm i l ≤ 4 x prečnik
					HP5	<5	0,4-1		



1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Nasipna gustina			$\geq 600$ kg/m <sup>3**</sup>	$\geq 500$ kg/m <sup>3</sup>	$\geq 500$ kg/m <sup>3</sup>		Preporučeno je da bude formulisano ako se prodaja vrši na bazi zapremine
Fine čestice <3 mm, %			$\leq 0,8$	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$		F1.0 $\leq 1,0\%$ F2.0 $\leq 2,0\%$
Jedinična gustina	$\geq 1,0$ kg/dm <sup>3</sup>	$\geq 1,0$ kg/dm <sup>3</sup>				1 – 1,4 g/cm <sup>3</sup>	
Sadržaj vlage	$\leq 12\%$	$\leq 18\%$	$\leq 10\%$	$\leq 10\%$	$\leq 12\%$	$< 12\%$	M10 $\leq 10\%$
Sadržaj pepela	$\leq 0,5\%$ *	$\leq 6,0\%$	$\leq 0,7\%$	$\leq 1,5\%$	$> 1,5\%$	$< 1,5\%$	A0,7 $\leq 0,7\%$
Toplotna vrednost	$\geq 18,0$ * MJ/kg	$\geq 18,0$ * MJ/kg	$\geq 16,9$ MJ/kg $\geq 4,7$ kWh/kg	$\geq 16,0$ MJ/kg 4,45 kWh/kg	$\geq 15,1$ MJ/kg 4,2 kWh/kg	17,5 – 19,5 MJ/kg **	16,9 MJ/kg 4,7 kWh/kg
Sumpor (S)	$\leq 0,04\%$ *	$\leq 0,08\%$ *	$\leq 0,08\%$	$\leq 0,08\%$	Definis. poseb.	$< 0,08$	SO.05 $\leq 0,05\%$
Azot (N)	$\leq 0,3\%$ *	$\leq 0,6\%$ *				$< 0,3$	N0.3 $\leq 0,3\%$ N0.5 $\leq 0,5\%$ N1.0 $\leq 1,0\%$ N3.0 $\leq 3,0\%$ N3.0 + $> 3,0\%$ , stvarna vrednost biće određena
Hlor (Cl)	$\leq 0,02\%$ *	$\leq 0,04\%$ *	$\leq 0,03\%$ *	$\leq 0,03\%$ *	Definisano poseb.	$< 0,03$	Preporučeno je da bude formulisano u kategorije: CL 0.03 CL 0.07 CL 0.10 CL 0.10 + ako je CL $> 0,10\%$ stvarna vrednost biće određ.
Arsenik (As)						$< 0,8$ mg/kg	
Kadmium (Cd)						$< 0,5$ mg/kg	
Hrom (Cr)						$< 8$ mg/kg	
Bakar (Cu)						$< 5$ mg/kg	
Živa (Hg)						$< 0,05$ mg/kg	
Olovo (Pb)						$< 10$ mg/kg	
Cink (Zn)						$< 100$ mg/kg	
EOH ekstrahovani organski halogeni						$< 3$ mg/kg	

## STUDIJA

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Finoća pre isporuke kupcima	max. 1%					max. 1%	
Aditivi	max. 2% samo prirodni	Sadržaj i tip biće definisan posebno					< 2 w - % na suhu bazu. Samo proizvodi od primarno poljoprivredne i šumske biomase koja nije hemijski modifikovana su odobreni da budu dodati kao pomoćno sredstvo za presovanje. Tip i količina aditiva biće formulisana.
Tačka topljenja pepela		Biće definisana posebno					
Trajnost							DU97.5 ≥ 97,5% masenih

Zubac (2007) je u svom radu dao osvrt na evropski standard kvaliteta za energetske pelete odnosno brikete. On navodi da zbog heterogenog kvaliteta biomase ne postoji univerzalno rešenje za klasifikacije biomase kao energetskog goriva. Praktično u zavisnosti od sirovine ili u nekoj kombinaciji sirovina, treba respektovati nekoliko elemenata koji odlučuju o kvalitetu tehnološkog postupka proizvodnje peleta, odnosno briketa i to: granulacija, vlaga, temperatura, oblik alata prese za briketiranje ili peletiranje. Sirovinu treba usitniti na sitilici odabrane granulacije 2-4-6 i 8 mm i određenog sadržaja vlage  $15 \pm 3\%$  na bazi apsolutne suve mase i odgovarajućim dozatorom ubaciti u mašinu sa alatima za oblikovanje i homogenizaciju sirovine. U alatu se odvijaju fizički, hemijski i termički procesi koji deluju na sirovinu. Na izlazu iz alata, biomasa se homogenizuje i oblikuje u željenu dimenziju briketa-peleta, zadanog kvaliteta. Kvalitet energetskih briketa-peleta je definisan standardima prikazanim u tabeli 11.2.

Kao što se iz tab. 11.2 vidi osobine tzv. "euro" energetskih peleta skoro u potpunosti odgovaraju standardu Nemačke DIN 51731/DIN plus (tab. 11.1), kao i međunarodnom standardu ISO 12937 (za sadržaj vlage) i ISO 6245 (za sadržaj pepela). Treba imati u vidu da se podaci tabeli 11.2 razlikuju od nemačkog standarda kvaliteta samo kod navođenja sadržaja srebra i kvarca. Kod nemačkog standarda umesto srebra i kvarca navedeni su sadržaj žive, olova i cinka. Takođe, u nemačkom standardu navedeni su još i: ekstrahovani organski halogeni (EOH), masa finih čestica manjih od 3 mm, mehanička trajnost čestica, masa finih čestica pre isporuke kupcu, aditivi i tačka (temperatura) topljenja pepela. Naš domaći standard trebalo bi usaglasiti sa standardima evropskih zemalja ili sa preporukama Evropskog peletnog centra (CEN).

Dakle, postupak za dobijanje briketa-peleta nije ni malo jednostavno definisati, jer mnogo elemenata utiču na odabir postupka. Ključni faktori su: vrsta sirovine, vlaga (ulazna i izlazna), granulacija 2-8 mm, temperatura (ulazna i izlazna), sušenje i hlađenje, alat koji treba da objedini napred navedene faktore. Zatim, pritiskivač alata mora imati odgovarajuću brzinu, visinu-količinu sirovine ispred matrice, kao i vrednost pritiska, tj. zazora između pritiskivača i matrice.

Tabela 11.2: Fizičke i hemijske karakteristike „euro” energetskih peleta

Prečnik:	6 mm
Dužina:	10 - 15 mm
Oblik:	Valjkast
Sadržaj vlage:	12 - 15 - 18% ISO 12937
Zapreminska masa:	1 - 1,14 kg/dm <sup>3</sup>
Pepeo (K,P,Ca i Mg)	0,6-1,6% ISO 6245
Energetska vrednost:	17,5 - 19,5 MJ/kg
Sumpor:	< 0,08 mg / % masenih
Azot:	< 0,30 mg / % masenih
Hlor:	< 0,03 mg / % masenih
Arsenik:	< 0,80 mg / % masenih
Kadmijum:	< 0,50 mg / % masenih
Hrom:	< 8 mg / kg
Bakar:	< 5 mg / kg
Srebro:	< 0,05 mg /kg
Kvarc:	< 100 mg / kg

## 11.6. PRIMER DEKLARACIJE ZA KVALITET ZA PELETE OD DRVETA

Ovaj primer je prikazan na 2. svetskom kongresu o biomasi, koji je održan u Rimu 2004. godine. Odnosi se na primenu standarda kvaliteta u Finskoj.

*Korisnik: Jedna porodična kuća*

DEKLARACIJE ZA KVALITET ZA PELETE OD DRVETA		
PODACI O PROIZVOĐAČU	Snabdevač	„Obradeno čvrsto biogorivo” P.O. Box 1603 FI-40101 Jyväskylä, Finland tel. +358-400-542 454 Fax. +358-14-672 598 Kontakt osoba: Ms Eija Alakangas Broj ugovora: SB1345678
	Poreklo	Hemijski netretirano drvo bez kore (1.2.1.1.)
	Zemlja	Finland
	Prodajna forma	Pelete od drveta
	Isporučena količina	4.000 kg
NORMATIV	Osobine	
	Veličina čestica (mm)	D08 D ≤ 8 mm ± 0,5 mm, i l ≤ 4 x prečnik (oznaka „O”), Max. 20% od peleta može da ima dužinu 7,5 x prečnik (oznaka „X”)

	Sadržaj vlage (% masenih) primljenog uzorka	M10
	Pepeo (% masenih)	A0,7
	Mehanička trajnost	DU97.5 $\geq$ 97,5% masenih, posle testiranja peleta
	Masa finih čestica < 3 mm (% masenih), posle proizvodnje na kapiji fabrike	F1.0
INFORMACIJE	Neto toplotna vrednost isporučenog uzorka (kWh/MJ)	4,7 kWh/MJ
	Nasipna gustina, kg/m <sup>3</sup> neupakovano	$\geq$ 650 kg/m <sup>3</sup> neupakovano

Potpis autorizovane osobe

Mesto i datum

(Eija Alakangas)

Rim, 10. maj 2004.

### 11.6.1. Konstatacije

Na osnovu napred iznetog može da se konstatuje da još uvek nema konačno usaglašenog jedinstvenog standarda kvaliteta za energetske pelete i brikete od biomase u Evropi. Ove standarde donele su Austrija, Švedska i Nemačka. Ostale zemlje koriste standarde od navedenih zemalja. Na primer, Finska koristi standard od Švedske.

Evropski peletni centar (EPC) je doneo sveobuhvatno definisani standardni metod za analizu i klasifikaciju peleta koji je prikazan u izveštaju CEN/TS 14961 (tzv. preporuka, tab. 11.1), sajt: <http://www.pelletcentre.info>.

Neke zemlje koriste ovu preporuku za standard kvaliteta dok se ne donese sopstveni standard. Naša zemlja oslanja se uglavnom na nemački standard kvaliteta DIN 51731/DIN plus, kao i na internacionalni standard ISO 12937 (za sadržaj vlage) i ISO 6245 (za sadržaj pepela). Prilikom izvoza peleta ili briketa treba imati na umu da se koristi standard kvaliteta zemlje u koju se roba izvozi ili ako nemaju svoj standard treba potražiti informaciju čiji standard primenjuju.

### Literatura

- [1] Evropski peletni centar (EPC), Danska: <http://www.pelletcentre.info>,
- [2] Zubac, M: Praktična primena tehnološkog postupka valorizacije biomase u energetske svrhe, Revija agronomska saznanja, JNDPT, Novi Sad, 2007. br. 5, s. 58-62,
- [3] Quality Declaration for Wood Pellets, Finland, 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, ETA-Florence, WIP-Munich, Rome, 10-14. May 2004.

## 12. PROBLEMI KOJI SE JAVLJAJU U PRAKSI

*Dr Milan Martinov, red. prof., dr Miladin Brkić, red. prof.*

Praćenjem rada prese za briketiranje „UNIS-Igman” iz Konjica, koja je preneti iz Banatskog Karađorđeva u Fabriku ulja „Dijamant” u Zrenjaninu, u briketiranju ljske suncokreta, ustanovljeno je sledeće: pritisak presovanja bio je 95 bar, briket je na izlazu iz stezne glave imao temperaturu 30°C. Briket se presuje bez vezivnog sredstva. Pokušalo se sa smanjenjem pritiska presovanja, ali se briket lomio. Temperatura briketa nije visoka, pošto ni pritisak presovanja nije visok. Postoji plan da se adaptira hidraulični uređaj za ostvarivanje većeg pritiska presovanja. Pokušalo se sa ubacivanjem pare u biljnu masu, ali pošto je ljska masna, a para se kratko vreme zadržava sa ljskom u prijemnom košu prese, nije postignut cilj da se dobiju kvalitetnije (čvršće) brikete. Takođe, pokušalo se sa dodavanjem i kaše od belog luka kao vezivnog sredstva, ali se ovaj postupak nije isplatio. Mlevenjem ljske suncokreta povećava se stepen adhezije čestica, ali se ekonomski ne isplati ni ovaj postupak, zbog velikog utroška energije za mlevenje. Pri povećanju sadržaja vlage u materijalu se ne dobijaju kompaktne brikete (drobe se). Pakovanje briketa obavlja se automatski u plastične folije. Dimenzije briketa su: prečnik 95 mm, dužina 350 mm.

Proizvodnja presa za briketiranje iziskuje veliku stručnost i opremljenost mašinske industrije, jer uslovi briketiranja, visoki pritisak i temperature, uslovljavaju korišćenje specijalnih vrsta materijala, veliku preciznost pri izradi cilindara, klipova i alata prese i veoma kvalitetnu termičku obradu. Zbog toga je potrebno razviti dobre kooperativne odnose između firmi koje su u stanju da to urade. Poseban je problem kvalitetne izrade i nabavke rezervnih delova za briketirke u pogonu. Takođe, kao problem nameće se stručno održavanje briketirke u pogonu, pošto se pokretni delovi prese brzo troše.

Ispitivanjem prese proizvodnje „Utva” iz Pančeva, koja je instalirana u Fabrici ulja „Dunavka” u Velikom Gradištu, za presovanje ljske suncokreta, na osnovu merenja dobijen je sledeći rezultat: znatno se povećava temperatura alata na početku gornje ploče alata, u odnosu na ostala merna mesta. Ovo je posledica pojačanog trenja biljnog materijala, zbog neadekvatnog konstrukcionog rešenja sistema za centriranje klipa prese. Takođe, rezultati merenja pokazuju značajan uticaj temperature alata na kvalitet proizvedenih briketa. Naime, najveća mehanička čvrstoća briketa dobijena je pri najvišim temperaturama alata. Da bi se mogao pravilno voditi postupak briketiranja neophodno je da se ugradi elektronska kontrola proizvodnje briketa. Dopunska investicija od cca 3% od vrednosti postrojenja za ove svrhe smatra se opravdanom. Ispitivano postrojenje zahteva i izvesne tehničke izmene. Umesto mehaničkog pogona treba uvesti hidraulični pogon klipa prese. Takođe, potrebno je skratiti stazu za hlađenje briketa, uvodenjem intezivnog odvođenja toplote sa briketa.

Prikupljeni su i analizirani podaci o radu prese za briketiranje „Dekan” u firmi „Ogrev” u Ruskom Krsturu pri presovanju biomase. Može da se konstatuje da su oni imali problema sa hidrauličnim pumpama iz „Prve petoletke” iz Trstenika. Pucaju klipovi, oštećuje se kućište, lome se spojke i dr., kada se poveća pritisak sabijanja iznad 300 bar. Zavaruju elemente, krpe,

snalaze se, jer kada daju pumpu fabrici, onda dugo traje opravka. Hidraulične pumpe su dvostepene. Prvo sabijanje je predsabijanje materijala, a konačno sabijanje je u alatu briketirke.

Pri probnom radu sa peletirkom „Metalkop”, tip KPC – 37 u firmi „Sorgum” u Selenči ustanovljeno je da se zagušenje prekrupe u otvorima na prstenastoj matrici dešava zbog slabo ispoliranih otvora na matrici. Površina izvesnog broja otvora se zgužvala, zbog visokog otpora trenja. Dolazilo je do pucanja prstenaste matrice. Ovaj problem bi se mogao rešiti postavljanjem konusnih otvora na matrici, ali je tada veoma skupa izrada matrice. Takođe, potrebno je posebnu pažnju posvetiti kvalitetnoj termičkoj obradi matrice.

Praćenjem rada pokretne briket prese „Perović” iz Lovćenca ustanovljeno je da je ova presa imala česte probleme u hidrauličnoj pumpi. Pumpa se često kvarila i nije mogla obezbediti dovoljan pritisak ulja. Remont pumpe je dugo trajao u fabrici „Prva petoletka” u Trsteniku. Pumpe su zamenjivane s pumpama veće snage, ali nije nađeno adekvatno rešenje. Problem je bio u sabijanju materijala u cilindru velikog prečnika (do 110 mm), kao i u velikoj dužini cilindra.

Često problemi nastaju i zbog preniskog ili previsokog sadržaja vlage u biljnom materijalu, nedovoljno samlevenog materijala, neodgovarajućeg pritiska sabijanja materijala, neodgovarajuće temperature sabijanja materijala, nedovoljno ohlađenog sabijenog materijala, itd. Dakle, često se ne primenjuje odgovarajuća tehnologija sabijanja biljnog materijala. Zbog potrebe da se obezbedi visok pritisak sabijanja usitnjenog materijala, troši se velika količina električne energije. Zbog toga je kod sabijanja biljnih ostataka potrebno dodavati odgovarajuća vezivna sredstva da bi se pritisak i temperatura sabijanja materijala smanjila. Brikete ili pelete s vezivnim sredstvom su čvršće i postojanije, ali su i skuplje.

## **12.1. Konstatacije**

Na osnovu navedenog može da se konstatuje da domaća industrija ne proizvodi dovoljno kvalitetne prese za briketiranje i peletiranje biomase u energetske svrhe. Pre svega nisu odabrani kvalitetni materijali, nije postignuta kvalitetna (precizna) izrada delova prese, fabrički servisi nisu dobro organizovani, na tržištu nema dovoljno pouzdanih rezervnih delova, ne primenjuje se odgovarajuća tehnologija rada pri presovanju biomase, itd. Pored svega navedenog jedino je povoljna cena presa i opreme koja se proizvodi u domaćim firmama. Inostrana oprema je vrlo kvalitetna, pouzdana u radu, veoma izdržljiva i dugotrajna, ali je i veoma skupa.

## 13. TROŠKOVI PROIZVODNJE I CENE BRIKETA I PELETA OD BIOMASE

*Dr Todor Janić, v. prof, dr Miladin Brkić, red. prof.*

### 13.1. TROŠKOVI PROIZVODNJE BRIKETA U FIRMI „VAROTECH” IZ MLADENOVA

Firma „Varotech” iz Mladenova kod Bačke Palanke bavi se proizvodnjom energetskih briketa od drvene piljevine i sojine slame. Fabriku za briketiranje izgradili su u trećem tromesečju 2007. godine. Ona je otvorena i zvanično počela sa radom 2. novembra 2007. godine. Investicija iznosi ukupno 1.100.000 evra. Vlasnik firme je Paja Zamatlar (tel. 021 823-200, 823-044 i mob. 063 503-365). Telefon tehničkog direktora Gorana Medića je 021 823-200 i mob. 063 7722416). Sajt firme: <http://www.virtualnigrad.com/?cd=26902>.

Učinak linije za briketiranje je do 15 t/dan briketa od drvene piljevine i sojine slame. U sastav briketa ulazi 70% drvena piljevina (bukva, jasen i hrast) i 30% sojina slama. Sadržaj vlage u briketama iznosi od 7 do 10%. Toplotna (kalorična) vrednost briketa iznosi oko 20.000 kJ/kg. Brikete su čvrste i postojane. Prečnik briketa je 60 mm, a dužina zavisi od oblika pakovanja. Ako se briket pakuje u termoskupljajuću foliju onda je dužina 250 mm, a ako se ubacuje u džakove od 30 do 33 kg, onda je dužina 125 mm.

Presu za briketiranje je danske proizvodnje CF „Nielsen”. Učinak prese je 15 t/h briketa. Cena prese za briketiranje iznosila je 140.000 evra. Ostala oprema koštala je 150.000 evra. Građevinski objekti, ukupne površine 2000 m<sup>2</sup>, koštali su oko 300.000 evra. Procenjena vrednost je 609.000 evra, a tržišna vrednost je već 775.900 evra. To znači da je vlasnik firme uštedeo značajna sredstva što je njegova firma izgradila navedene objekte u sopstvenoj režiji. Podizanje trafostanice koštalo je ukupno 32.500 evra.

Vlasnik firme je nabavio mehanizaciju za prikupljanje slame: imaju 6 traktora, dve balirke nemačke proizvodnje „Krone” (jedna košta 40.000 evra), utovarivač bala nemačke proizvodnje, dva viljuškara (nosivosti 2 i 3 t), dva kamiona (nosivosti od 5 i 10 t i šleper za prevoz bala od 25 t).

Cena balirane slame u velike prizmatične bale iznosi 1,5 din/kg.

Bruto plate i doprinosi radne snage iznose 2 din/kg briketa. Ukupan broj radnika u pogonu je  $3 \times 4 = 12 + 1$  radnik. Zalihe sirovina (1.000 t piljevine i 3.000 bala slame) iznose 100.000 evra. Nemaju nenaplaćenih sredstava.

Proizvodna cena briketa u Fabrici je od 86 do 102 evra/t, zavisno od vrste pakovanja: u streč foliju (termoskupljajuća folija), u kartonsku ambalažu, u džakove od 30 kg i u džambo vreće od 800 kg mase. Imaju potpisan predugovor sa italijanima za isporuku briketa po ceni od 100 evra. U ovu cenu ne ulazi PDV, ako se izvoze na inostrano tržište. U našoj državi PDV je 18% za prodaju briketa od drvene biomase. Za prodaju poljoprivrednih proizvoda PDV je 8%. Pošto se radi o korišćenju otpadaka u energetske i ekološke svrhe treba firma da se izbori da se smanji PDV.

### **13.2. TROŠKOVI PROIZVODNJE BRIKETA U FIRMI „OGREV” IZ RUSKOG KRSTURA**

Firma „Ogrev” iz Ruskog Krstura kod Kule već 10 godina proizvodi brikete od piljevine. Presu za brikete proizvela je firma „Dekan” iz Vrnjačke Banje. Projektovani učinak briketirke je 250 kg/h, a može da uradi 120 kg/h. Snaga elektromotora za pogon briketirke je 11 kW. Radni pritisak za briketiranje je 120 do 140 bara, a ponekad i 180 do 220 bara. Sadržaj vlage u piljevini je 10 do 12%.

Brikete od piljevine prodavaju za 100 evra po toni. Još nisu uspeli da brikete prodaju u inostranstvo. Piljevinu sakupljaju iz okolnih mesta. Za briketiranje piljevine naplaćuju usluge 30 % od proizvedenih briketa. Briket ima prečnik 70 mm, a dužina je 70 mm. Proizvode brikete i od sojine slame. Slamu usitnjavaju na mlinu čekićaru. Dužina čestica slame može da bude do 10 mm. Pritisak sabijanja sojine prekrupe je 140 bara. Zbog troškova prikupljanja i usitnjavanja slame cena briketa je 120 evra.

Direktor firme je Hrubenja Mihajlo (tel. 025 705-490), a vlasnik firme je Hrubenja Đura.

### **13.3. TROŠKOVI PROIZVODNJE BRIKETA I PELETA U FIRMI „SPAČVA” IZ VINKOVACA**

Firma DI „Spačva” iz Vinkovaca bavi se preradom drveta i izradom drvnog materijala za nameštaj. U krugu fabrike imaju ogromne gomile piljevine, čipsa i drugih otpadaka od prerade drveta. Do sada su briketirali piljevinu na švajcarskoj briketirki (mehaničkoj presi sa ekscentrom i velikim, masivnim, zamajnim točkovima sa obe strane briketirke), koja radi od 1984. godine. Prošle godine su ugradili polovnu briketirku, koju su kupili od Fabrike ulja „Dijamant” iz Zrenjanina. Ova briketirka je proizvodnje firme „Unis-Igman” iz Konjica. Deklarisani kapacitet jedne briketirke je 1.500 kg/h briketa. Oblik i dimenzije briketa su: prečnik 90 mm i dužina 300 mm. Linije za hladene su dugačke. Brikete se pakuju u termofoliju, po dva komada ili ako su kraćih dužina po 6 komada. U jednu vreću pakuje se 10 kg briketa. Proizvodi se ekološki briket bez vezivnih sredstava. Brikete se izvoze u Italiju i Austriju. Toplotna vrednost briketa je 16.880 kJ/kg. Cena briketa iznosi 100 evra po toni.

Projektovan je i izgradjen novi pogon za peletiranje drvene piljevine. U Pogonu za peletiranje postavljene su tri nove snažne i visokog učinka peletirke italijanske proizvodnje „General Dies”. Peletirke su puštene u probni pogon u oktobru 2007. godine. Deklarisani učinak jedne peletirke je 3,7 t/h, a dobro je kada se postigne 3,2 t/h. Cena peleta je 120 evra/toni. Pelete se izvoze u Italiju i Austriju.

Predstavnik firme je Marko Negovanović, pomoćnik direktora za održavanje (++385 32 303-407 i mob. 091 303 47 24).

### **13.4. TROŠKOVI PROIZVODNJE PELETA U FIRMI „FASADA” IZ CRVENKE**

Firma „Fasada” iz Crvenke bavi se proizvodnjom peleta od sojine slame. Pogon za peletiranje izgradili su prvom polovinom 2007. godine. Osnova pogona je peletirka, čija konstrukcija odgovara „Amandus Kahl-ovoj” peletirci sa ravnom pločastom matricom. Vlasnik peletirnice je Pupavac Rade (tel. 025 730-014 i 064 2131339).

Učink linije za peletiranje je do 350 kg/h peleta od sojine slame, prečnika 8 mm, a do 550 kg/h repinih rezanaca, prečnika 12 mm. Vlasnici pogona smatraju da će učinak biti 5 t/dan peleta od sojine slame i piljevine prečnika 8 mm. Ove pelete će raditi oko 7 meseci. Planiraju da rade tri meseca repine rezance i lucerkino brašno.



Ukupna instalisana snaga pogona iznosi 60 kW. Pošto se pogon nalazi izvan naseljenog mesta postoji nedostatak dovoljne električne snage za pogon svih uređaja. Trenutno električna instalacija može da se opteretiti sa 40 kW električne snage. Planira se rad s mlinovima u jednoj smeni, a u dve smene proizvodnja peleta.

Oprema je koštala 25.000 evra. Takođe, nabavili su traktor sa utovarivačem bala, koji je koštao 12.000 evra. Za sirovinu (30.000 bala sojine slame) platili su 10.000 evra. Adaptacija objekta koštala je 4.500 evra. Nabavljene su dve prikolice za 1.000 evra. Elevator za podizanje bala na kamare nemaju. Presu za slamu nemaju. Pored dobijenih sredstava vlasnici firme angažovali su sopstvena sredstva u visini 11.000 evra, svoj rad i vreme. U pogonu će biti zaposleno 2 radnika po smeni, ukupno 6 radnika plus poslovođa u prvoj smeni.

Cena balirane slame u male prizmatične bale iznosi 2,5 din/kg. Bruto plate i doprinosi radne snage iznose 2 din/kg peleta. Zalihe sirovina (30.000 bala slame) iznose 10.000 evra. Nemaju nenaplaćenih sredstava. Cena peleta namenjenih za tržište Slovenije u rinfuzi iznosi 100 evra. U ovu cenu ne ulazi PDV. Kod nas je PDV 18%. Kod nas nije još formirano tržište peleta. Na tržištu Slovenije cena upakovanih pelata je 250 evra/t, a u rinfuzi 187 evra. Troškovi pakovanja peleta u vreće iznose 1 din/kg. Cena prazne vreće iznosi 0,5 din/kg. Ovde treba dodati trošak za nabavku paleta.

### **13.5. TROSKOVI PROIZVODNJE PELETA U FIRMI „LABUDNJAČA” IZ VAJSKE**

Presu za peletiranje slame „Fortschrit”, tip GM 802, postavljena je još 1987. godine u firmi „Labudnjača” u Vajskoj. Dimenije prese su: dužina 3550 mm, širina 1750 mm i visina 1510 mm. Masa prese je 7 t. Prstenasta matrica se okreće, a valjci za potiskivanje mase kroz otvore na matrici stoje. Na matrici ima 6 redova otvora prečnika 13 ili 21 mm. Dužina peleta može da iznosi 30 do 70 mm (1,5 -3,5 d). Deklarisani učinak prese je 4 t/h peleta od kompletne biljke žitarica. Presovanjem suve mešavine hrane sa 20 % slame može da se postigne. učinak od 6 do 7,5 t/h, sa 50% slame 4 do 5 t/h i sa 80 % slame 1,9 do 2,4 t/h. Presovanjem čiste slame postiže se deklarisani učinak od 1,2 do 1,8 t/h. U praksi se postiže stvarni učinak od 600 do 800 kg/h peleta od slame. Kada se matrica istroši onda se ne može postići veći učinak od 400 kg/h. Proizvodna cena peleta je iznosila 50 evra/t. Presa trenutno ne radi, pošto se ekonomski ne isplati proizvoditi pelete za sopstvene potrebe zagrevanja objekata živine.

Predstavnik firme je Topoljski Jan, dipl.ing. (tel. 021 775-404 i mob. 064 8397901).

### **13.6. CENA BRIKETA U ROBNOJ KUĆI „URADI SAM” U NOVOM SADU**

U Robnoj kući „Uradi sam-kupi sam” na Novom Naselju u Novom Sadu cena briketa od drvene piljene iznosi 299 dinara po džaku mase 25 kg. To znači da jedan kilogram briketa košta 11,96 dinara. Jedna tona briketa iznosi 11.960 dinara ili 150 evra. To je prilično visoka cena za naše uslove, jer su briketi skuplji od uglja. I ako je to ekološko gorivo, zbog visoke cene manje se kupuju. Prečnik briketa je 50 mm, a dužina je 70 mm. Snabdevač ovih briketa je briketirnica „Eko-enerdži” iz Mladenova u vlasništvu Gorana Medića (tel. 021 767-669 i 063 77 22 416). Goran u isto vreme radi kao tehnički direktor i tehnolog u Fabrici briketa „Varotech” iz Mladenova (tel. 021 823200). Sajt Robne kuce „Uradi sam” je [www.uradi-sam.co.yu](http://www.uradi-sam.co.yu).

### **13.7. CENA BRIKETA U ROBNOJ KUĆI „ART&DECOR” U NOVOM SADU**

U prodavnici “Art&Decor u Temerinskoj ulici u Novom Sadu prodaju se brikete od drvene piljevine već duži niz godina. Cena briketa je 7990 din/t, ili 100 evra/t (dec. 2007.). Sajt firme je: [www.artdecor.co.yu](http://www.artdecor.co.yu). Telefon firme je: 021 6622-888.

### 13.8. EVROPSKI PELETNI CENTAR U KGS. LYNGBY U DANSKOJ

Evropski peletni centar osnovan je 1. novembra 2003. godine. Predstavlja ga gosp. Jonas Dahl iz firme Force Technology, Kgs. Lyngby u Danskoj. Sajt centra je: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info). Da bi se došlo do cene peleta u Evropi potrebno je da se uđe u sajt centra, zatim se klikne na novi evropski projekt [pellet@las](mailto:pellet@las), onda na tržište peleta See Market Data i na kraju klikne se na EEE. Dobije se tabela pod nazivom Pellet@las.info. U njoj se može naći sledeći podaci. Cena peleta od piljevine za Austrijsko, Dansko, Nemačko, Norveško, Švedsko i Švajcarsko tržište je: u nasipu 100 evra/t, u velikim vrećama 200 evra/t i u malim vrećama 300 evra/t. Odstupanje može da bude 10 evra. Reč je o peletama prečnika 6 mm. Kvalitet peleta mora da odgovara evropskom standardu CEN ili standardima pojedinih zemalja: ONORM 7135, DINplus, DIN 51731, PelletGold i CEN TS/1496.

### 13.9. Konstatacije

Analizom dobijenih podataka može da se konstatuje sledeće:

- Cena briketirane biomase bez vezivnih sredstava u Vojvodini iznosi 90 do 110 Evra/t briketa. Ukoliko se dodaju vezivna sredstva cena briketa naglo poraste. Da bi se troškovi briketiranja smanjili potrebno je smanjiti troškove sakupljanja biomase, manipulacije i skladištenja. Vlažna biomasa se ne sme veštački sušiti zbog velikog utroška energije, već se mora sušiti prirodnom promajom. Briketi formirani od usitnjenog materijala imaju bolje mehaničke osobine i postojaniji su pri skladištenju i transportu, ali znatno se povećava udeo uložene energije na usitnjavanje materijala.
- Troškovi proizvodnje briketa i peleta zavise od: vrste sirovine, načina prikupljanja, tehnike prikupljanja, transporta i skladištenja, vrste linije za presovanje, tehnologije presovanja, vrste pakovanja, učinka linije, broja angažovanih radnika, vrednosti građevinskog objekta i opreme, kamata na kredite i dr. Kada se sve uzme u obzir troškovi proizvodnje briketa i peleta od drvene piljevine iznose do 100 evra/t, a od biljnih ostataka iz poljoprivrede do 120 evra/t. Prodajna cena briketa i peleta u rinfuzi i veleprodaji iznosi 100 evra/t, a u maloprodaji 150 evra/t upakovane u džakove, na domaćem tržištu, koje još uvek nije razvijeno.
- Cena briketa i peleta namenjenih za evropsko tržište iznosi 100 evra u rinfuzi, 200 evra pakovanih u velikim džakovima i 300 evra pakovanih u malim džakovima, ali one moraju biti proizvedene po evropskom standardu CEN ili po standardima zemlje u koju se prodaju brikete ili pelete.
- Profit (zarada) na proizvodnji i prodaji briketa i peleta nije još uvek značajna na domaćim tržištu. Da bi se ova proizvodnja proširila i postala profitabilna neophodna je pomoć države, banaka i donatora. Kamate na kreditna sredstva nebi smele biti tako visoke, jer se sredstva mogu prilično brzo vratiti, naročito ako bi se brikete i pelete izvozile na evropsko tržište.

Da bi se biomasa mogla koristiti u energetske svrhe potrebno je da država povoljno kreditira izgradnju specijalnih peći i kotlova za sagorevanje briketa i peleta. Korišćenjem biomase u energetske svrhe značajno bi se smanjila potrošnja deficitarnih goriva, zaposlila bi se domaća mašinogradnja za izradu pogona za briketiranje i zaposlilo bi se više radne snage u ovim pogonima.

## Literatura

- [1] Sajt firme „Varotech” iz Mladenova: <http://www.virtualnigrad.com/?cd=26902>,
- [2] Sajt Robne kuće „Uradi sam”, Novi Sad: [www.uradi-sam.co.yu](http://www.uradi-sam.co.yu),
- [3] Sajt trgovačke kuće „Aer Dekor”, Novi Sad: [www.artdecor.co.yu](http://www.artdecor.co.yu),
- [4] Sajt Evropskog peletnog centara: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info).

## 14. TEHNO-EKONOMSKA OPRAVDANOST PROIZVODNJE BRIKETA I PELETA OD BIOMASE U ODNOSU NA KONVENCIONALNA GORIVA („COST-BENEFIT” ANALIZA)

*Dr Miladin Brkić, red. prof, dr Todor Janić, vanr. prof.*

Tehno-ekonomska analiza opravdanosti proizvodnje briketa i peleta od biomase obavljena je prema Metodologiji izrade preinvesticionih studija ekonomske opravdanosti uložених sredstava (Fond za razvoj Vojvodine, 2003) i na osnovu Studije izvodljivosti sa prethodnim projektom za korišćenje biomase u sistemima centralnog grejanja u Negotinu (Pešenjanski, et.al, 2006). Ovom analizom uzeti su u obzir: ulaganja u osnovna (u opremu za prikupljanje, transport i skladištenje biomase, za izgradnju briketirnice ili peletirnice, itd.) i obrtna investiciona sredstva, izvore finansiranja i obaveze prema njima, obračun rezultata poslovanja posmatrane firme, proračun troškova održavanja, nematerijalne troškove, obračun plata za angažovane radnike, obračun amortizacije, bilans uspeha investicije, ekonomski tok investicije, obračun obrtnih sredstava i pokazatelje efektivnosti investicije (neto sadašnja vrednost, diskontna stopa, interna stopa povraćaja uložених sredstava, indeks profitabilnosti i vreme povraćaja uložених sredstava). Iz poglavlja Prilozi uzeti su podaci o ekonomskom poslovanja posmatranih firmi: „Ogrev” iz Ruskog Krstura, „Fasada” iz Crvenke i „Varotech” iz Mladenova i troškovi baliranja i spremanja (prikupljanja, transporta i skladištenja) biomase. Tehno-ekonomska analiza urađena je u tri varijante: briketiranje biomase na bazi prikupljenih klasičnih (malih) bala slame sa polovnom mehanizacijom (presama za klasične, prizmatične, male bale), peletiranje biomase prikupljene sa novom mehanizacijom (male prizmatične bale) i briketiranje biomase mešanjem 70% drvene piljevine i 30% sojine slame prikupljene sa novom mehanizacijom (velike prizmatične bale). Kamatna stopa uzeta je od 4,8 do 6,32% na godišnjem nivou. To je ona vrednost kapitala koja se dobija kao razlika vrednosti bankarskog kredita i investicione vrednosti objekta. Za određivanje vrednosti ove stope konsultovana je Prokredit banka iz Novog Sada. Ona je niža od uobičajene stope 7,5%, zbog toga što se radi o nešto povoljnijem kreditu za podsticanje upotrebe obnovljivog i ekološkog izvora energije, tj. biomase. Porez ili PDV vrednost uzet je u račun u vrednosti od 8% pošto se radi o finalizaciji poljoprivredne proizvodnje. Za proračun amortizacije opreme i građevinskih objekata uzeta je vrednost 10% za godišnju otplatu, što znači da je amortizacioni vek postrojenja 10 godina. Za građevinske objekte amortizacioni vek je 25 godina, ali ovde je usvojen 10 godina zbog brže otplate kredita. Bilans uspeha može da se dobije i negativan, ukoliko su prihodi niži, a troškovi poslovanja viši. Neto primici se dobijaju kada se u bilans ne računa vrednost amortizacije i kamate. Na osnovu tih primitaka se vrši otplata kredita. Najvažniji pokazatelji efektivnosti investicije je interna stopa povraćaja uložених sredstava, indeks profitabilnosti i vreme povraćaja uložених sredstava. Interna stopa povraćaja uložених sredstava mora da bude veća od kreditne stope. Indeks profitabilnosti treba da je što veći, a vreme povraćaja uložених sredstava što manje (Brkić, et al, 2006).

---

### STUDIJA

## 14.1. VARIJANTA I:

**BRIKETIRNICA „OGREV”, RUSKI KRSTUR, klasične bale slame,**

### ULAGANJA U OSNOVNA I OBRтна SREDSTVA

*Tabela 14.1. Proračun potrebnih ulaganja u osnovna i obrtna sredstva (stalne cene):*

Red. br.	Struktura ulaganja u osnovna sredstva	Iznos u evrima
A: Ulaganje u opremu za prikupljanje biomase (klasične bale)		
1.	Traktor (10 % od cene)	2,500
2.	Presa (33 % od cene)	2,333
3.	Utovarivač	0
4.	Prikolica (10 % od cene) x 2 kom.	1,000
5	Elevator (50 % od cene)	1,500
Ukupno A:		7,333
B. Ulaganje u opremu za briketirnicu na biomasu		
6.	Mašinska oprema i radovi	16,500
7.	Elektrotehnička oprema i radovi	500
8.	Regulaciona oprema i radovi	300
9.	Građevinski radovi	1,000
10.	Projektovanje postrojenja	500
11.	Administrativni radovi (zahtevi, dozvole i dr.)	250
Ukupno B:		19,050
Ukupno A+B		26,383
C: Ulaganja u obrtna sredstva:		13,537
Ukupno od A do C:		39,920

### IZVORI FINANSIRANJA I OBAVEZE PREMA NJIMA

*Tab. 14.2. Izvori finansiranja i obaveze prema njima*

Red. br.	Izvor finansiranja	Iznos u evrima
1.	Sredstva banke (uslovi: kamata 6,32%, 5 godina)	40,000
2.	„Ogrev” iz Ruskog Krstura	2,520
Ukupno:		42,520

## OBRAČUN REZULTATA POSLOVANJA

Tab. 14.3. Obračun rezultata poslovanja

	Parametri poslovanja	Iznos u evrima
3.1.	Ukupni prihod od prodaje briketa 1056 t x 100 evra	105,600
3.2.	Ukupni troškovi proizvodnje briketa	49,040
3.3.	Dobit	56,560
3.4.	Materijalni troškovi	
a)	Troškovi biomase (2,4 din/kg, pri 78 din/evru)	31,680
b)	Troškovi električne energije	1,584
c)	Troškovi održavanja:	
	građevine 1 %,	10
	oprema 3,5 %	862
d)	Ostali materijalni troškovi (sitan inventar, zaštita na radu i ostalo)	862
	Ukupno (a + b + c + d):	34,998

Tab. 14.4. Obračun plata

Red. br.	Kvalifikacija	Broj radnika	Neto plata	Bruto plata	Bruto plata
			mesečna (€)	mesečna(€)	godišnja (€)
1.	VKV	0	300	510	0
2.	KV	1	250	425	5,100
3.	NK	1	200	340	4,080
	Ukupno:	2	-	-	9,180

Tab. 14.5. Nematerijalni troškovi

Red. br.	Nematerijalni troškovi	Godišnji iznos (€)
1.	Premije osiguranja	137
2.	Porezi i doprinosi nezavisni od dobiti ( 20% od bruto plata)	1,836
3.	Usluge stručnih službi	250
	Ukupno:	2,223

Tab. 14.6. Premije osiguranja

Redni br.	Osnovna i obrtna sredstva	Nabavna vrednost (€)	(%)	Iznos u (€)
1.	Građevine	1,000	0.1	1
2.	Oprema i toplovod	25,383	0.5	127
3.	Zalihe sirovina	31,680	0.03	9.5
Ukupno:		58,063		137

Tab. 14.7. Obračun amortizacije

Redni br.	Osnovno sredstvo	Nabavna vrednost (€)	Amortizaciona stopa (%)	Godišnji iznos (€)
1.	Građevine	1,000	10	100
2.	Oprema	25,383	10	2,538
Ukupno:				2,638

## BILANS USPEHA INVESTICIJE

Tab. 14.8. Proračun bilansa uspeha investicije

R.br.	Struktura bilansa	Godine veka projekta				
		1	2	3	4	10
I	UKUPNI PRIHOD (€)	105,600	105,600	105,600	105,600	105,600
II	UKUPNI RASHODI (€)	49,040	51,568	51,568	51,568	49,040
1.	- materijalni troškovi	34,998	34,998	34,998	34,998	34,998
2.	- nematerijalni troškovi	2,223	2,223	2,223	2,223	2,223
3.	- amortizacija	2,638	2,638	2,638	2,638	2,638
4.	- godišnja kamata 6,32%* (0 + 5 godina)	0	2,528	2,528	2,528	0
5.	- bruto plate	9,180	9,180	9,180	9,180	9,180
III.	DOBIT (€)	56,560	54,032	54,032	54,032	56,560

Napomena: \* kamata Prokredit banke, Novi Sad

## EKONOMSKI TOK INVESTICIJE

Tab.14. 9. Proračun ekonomskog toka investicije

Red. br.	Elementi	Godine veka projekta					
		0	1	2	3	4	10
I	DOBICI (€)		105,600	105,600	105,600	105,600	105,600
II	IZDACI (€)	39,920	46,402	46,402	46,402	46,402	46,402
3.	Građevine	1,000	-	-	-	-	-
4.	Oprema	25,383	-	-	-	-	-
5.	Obrtna sredstva	13,537	-	-	-	-	-
6.	Materijalni troškovi	-	34,998	34,998	34,998	34,998	34,998
7.	Nematerijalni troškovi	-	2,223	2,223	2,223	2,223	2,223
8.	Plate	-	9,180	9,180	9,180	9,180	9,180
9.	Porez na dobit	-	-	-	-	-	-
III	NETO DOBICI (I – II) (€)	-	59,198	59,198	59,198	59,198	59,198

## OBRAČUN OBRJNIH SREDSTAVA

Tab. 14.10. Obračun obrtnih sredstava

Redni br.	Obrtna sredstva	Godišnje potrebe u (€)	Koeficijent obrta	Potrebna obrtna sredstva (€)
1.	Sirovine ( biomasa )	31,680	2	15,840
2.	Poluproizvodi	-	-	-
3.	Proizvodi	-	-	-
4.	Potraživanja	23,000	24	958
5.	Novac na žiro računu	18,000	24	750
Svega A:				17,548
6.	Dobavljači	31,680	12	2,640
7.	Plate	9,180	12	765
8.	Amortizacija	2,638	12	220
9.	Kamata (6,32%)	2,528	12	211
10.	Porezi (8%)	2,111	12	176
B: Odbitne stavke ( 6+7+8+9 ):				4,011
C: Potrebna obrtna sredstva (A–B ):				13,537



## FINANSIJSKA OCENA INVESTICIJE

Tab. 14.11. Neto primici po godinama

Godina veka projekta	0	1	2	3	10
Neto primici iz (€)	39,920	59,198	59,198	59,198	59,198

## POKAZATELJI EFEKTIVNOSTI INVESTICIJE

I varijanta: Kada je diskontna stopa  $ds = 2\%$

Tab. 14.12. Neto sadašnja vrednost (NSV)

Godina	Neto korist za j-godinu (NK)	Diskontni faktor (Df)	Neto sadašnja vrednost (€)
1	59,198	0.980392157	58,038
2	59,198	0.961168781	56,900
3	59,198	0.942322335	55,784
4	59,198	0.923845426	54,690
5	59,198	0.90573081	53,618
6	59,198	0.887971382	52,566
7	59,198	0.870560179	51,536
8	59,198	0.853490371	50,525
9	59,198	0.836755266	49,534
10	59,198	0.8203483	48,563
Ukupna sadašnja vrednost (USV) <sup>0</sup>			531,754

Diskontni faktor  $1/((1+0.02)^{10})$

Tab. 14.13. Ukupna sadašnja vrednost

	NK	ds	n
	59,198	0.02	10
USV	531753.5015	8.982585006	

Tab. 14.14. Neto ukupna sadašnja vrednost

NUSV	491,834
------	---------

Tab. 14.15. Indeks profitabilnosti

IP	12.32050463
----	-------------

Tab. 14.16. Vreme povraćaja uloženih sredstava

n	0.685698288
---	-------------

Tab. 14.17. Interna stopa povraćaja uloženih sredstava

k*	1.482761
NULA	-0.056709967

Investicija je isplativa pošto je interna stopa povraćaja sredstava  $k^* > k$  (kamatne stope).

II varijanta: Kada je diskontna stopa  $ds = 4\%$

Tab. 14.12. Neto sadašnja vrednost (NSV)

Godina	Neto korist za j-godinu (NK)	Diskontni faktor (Df)	Neto sadašnja vrednost (€)
1	59,198	0.961538462	56,921
2	59,198	0.924556213	54,732
3	59,198	0.888996359	52,627
4	59,198	0.854804191	50,603
5	59,198	0.821927107	48,657
6	59,198	0.790314526	46,785
7	59,198	0.759917813	44,986
8	59,198	0.730690205	43,256
9	59,198	0.702586736	41,592
10	59,198	0.675564169	39,992
Ukupna sadašnja vrednost (USV)0			480,151

Diskontni faktor  $1/((1+0.04)^{10})$

Tab. 14.13. Ukupna sadašnja vrednost

	NK	ds	n
	59,198	0.04	10
USV	480151.0064	8.110895779	

Tab. 14.14. Neto ukupna sadašnja vrednost

NUSV	440,231
------	---------

Tab. 14.15. Indeks profitabilnosti

IP	11.02785442
----	-------------

Tab. 14.16. Vreme povraćaja uloženih sredstava

n	0.697187104
---	-------------

Tab. 14.17. Interna stopa povraćaja uloženih sredstava

k*	1.482761
NULA	-0.056709967

Investicija je isplativa pošto je interna stopa povraćaja sredstava  $k^* > k$  (kamatne stope).

## 14.2. UPOREDNI PREGLED REZULTATA TEHNO-EKONOMSKE ANALIZE

U tab. 14.18 dat je uporedni pregled rezultata tehno-ekonomske analize za tri različite veličine opremljenost firmi. Prva i treća firma proizvode energetske brikete od biomase, a druga energetske pelete.

Tabela 14.18. Uporedni pregled rezultata tehno-ekonomske analize

Red. br.	Parametar	I „OGREV” (evra)	II „FASADA” (evra)	III „VAROTECH” (evra)
	1.	2.	3.	4.
1.	Mehanizacija za male* i velike** prizmatične bale	7.333*	13.000*	200.000**
2.	Opremanje briketirnice* ili peletirnice**	19.050*	29.500**	900.000*
3.	Investicija	42.520	63.000	1.101.105
4.	Proizvodna cena briketa/peleta (evra/toni)	100	100	100
5.	Prihod od prodaje	105.600	137.760	396.000
6.	Troškovi proizvodnje	49.040	94.536	236.067
7.	Dobit	56.560	43.224	159.933
8.	Materijalni troškovi	34.998	54.333	77.281
9.	Nematerijalni troškovi	2.223	6.373	11.046
10.	Obrtna sredstva	13.537	14.769	1.057
11.	Bruto plate	9.180	29.580	37.740
12.	Amortizacija	2.638	4.250	110.000
13.	Kamata 4,8%* ili 6,32%**	2.528**	720*	6.000*
14.	Bilans uspeha	54.032	42.504	153.933
15.	Neto primici	59.198	47.474	269.933
16.	Indeks profitabilnosti (ds=2%)	12,32	6,45	1,20
17.	Vreme povraćaja sredstava pri ds=2%	0,69	1,23	4,30

	1.	2.	3.	4.
18.	Indeks profitabilnosti (ds=4%)	11,00	5,72	0,99
19.	Vreme povraćaja sredstava pri ds=4 %	0,70	1,26	4,54
20.	Interna stopa povraćaja uloženih sredstava k*	1,48	0,83	0,21

Na osnovu dobijenih rezultata tehno-ekonomske analize može da se konstatuje da se u I varijanti mogu vratiti sredstva za najkraće vreme (za manje od godinu dana), zatim u drugoj varijanti (za nešto više od godinu dana) i u trećoj varijanti za četiri i po godine (skoro pet godina). Indeks profitabilnosti opada od prve do zadnje varijante: 11; 5,7 i 0,99, respektivno, a takođe i interna stopa povraćaja sredstava: 1,5; 0,8 i 0,2. Ipak, može se reći da vreme povraćaja sredstava za najveću investiciju (fabriku briketa) nije toliko veliko (manje od pet godina) ili bolje rečeno manje od polovine amortizacionog veka opreme. Pri ovom proračunu usvojena je prosečna proizvodna cena briketa/peleta od 100 evra/toni ili 8 din/kg.

### 14.3. PARITETI KLASIČNIH I OBNOVLJIVIH ENERGENATA ZA ZAGREVANJE PLASTENIKA ZA PROIZVODNJU POVRĆA (PRIMER)

2007. godine gorivo je po treći put poskupelo u poslednja dva meseca. Cena goriva je u toku ove godine rasla brže od zvanične stope inflacije, zbog stalnog rasta cena sirove nafte na svetskom tržištu. Ovaj će trend biti nastavljen ukoliko ostanu isti problemi velikih uvoznika „crnog zlata”. Ova poskupljenja goriva neće moći da se ublaže merama Republičke vlade smanjenjem vrednosti akciza za uvoz nafte.

U julu cena dizel-goriva D<sub>2</sub> bila je 71,31 din/l, u avgustu je povećana na 72,60 din/l, u septembru raste na 75,50 din/l, u novembru na 78,0 din/l i u decembru raste na 79,30 din/l. To znači da je cena dizel-goriva u drugoj polovine godine porasla za 11,22 % Takođe, očekuje se povećanje cene prirodnog (zemnog) i tečnog naftnog gasa, koja prati porast cene dizel goriva.

Za zagrevanje tunela ili blok plastenika za proizvodnju povrća ne isplati se upotreba dizel-goriva, zbog visoke cene. Takođe, na granici rentabilnosti je korišćenje ulja za loženje, koje ima malo nižu cenu od dizel-goriva, ali je do njega teško doći. O mazutu da i ne govorimo, kao prvo teško ga je dobiti, a drugo mora dodatno da se dogreva, radi boljeg sagorevanja. Korišćenje električne energije za zagrevanje zaštićenog prostora danas je preskupo. Koji, onda, još energenti mogu ekonomično da se koriste? Postoji mogućnost upotreba tečnog naftnog gasa (TNG), prirodnog zemnog gasa, geotermalnih voda, uglja, drveta i biomase (slame). U tabeli 14,19 data je uporedna analiza potrošnje energenata za zagrevanje jednog ili više visokih tunela ili blok plastenika. Kao osnova za račun uzeta je potrebna toplotna snaga energenata od 2,5 MW/ha za vreme zimskih meseci. Na osnovu toplotne vrednosti energenata i energetske efikasnosti kotlova određen je utrošak pojedinih vrsta energenata i cena proizvedene toplotne energije po m<sup>2</sup> površine zaštićenog prostora.

Iz tabele 14.19, red. br. 11, vidi se redosled (rang) cena toplotne energije, dobijene od pojedinih vrsta energenta. Po skupoći na prvom mestu je toplotna energija dobijena od ulja za loženje, na drugom mestu od električne energije, na trećem od TNG (tečnog naftnog gasa), na četvrtom energetske brikete/pelete, na petom od zemnog gasa, na šestom od mrkog uglja, na sedmom od geotermalne vode, na osmom od tvrdog drveta (bukve ili bagrema) i na devetom od biomase (balirane slame). Brikete/pelete od slame su skuplje i njihova cena iznosi u proseku 8 din/kg, tj. 3,2 puta su skuplje od balirane slame. Dakle, brikete/pelete od slame su zauzele četvrto mesto ili sredinu navedene tabele. One su skuplje od zemnog gasa,

geotermalne vode, mrkog uglja i tvrdog ogrevnog drveta. To znači da još uvek nije jeftina proizvodnja briketa/peleta od biomase. Naime, neophodna je pomoć države da se ova proizvodnja uspostavi, ustabilji i tako zaživi. Treba imati u vidu da je sirovina za proizvodnju biogoriva svake godine obnovljiva i da se dobija ekološko gorivo.

Tabela 14.19: Uporedna analiza potrošnje energenata za zagrevanje plastenika

Red. br.	Energent Elementi analize	Ulje za loženje	Električna energ.	Tečni naftni gas	Prirodni zemni gas	Geotermal. voda	Mrki ugalj sušeni	Tvrdo drvo (buk.)	Biomasa (slama)	Brikete/pelete (slama)
		(1)	(kWh)	(kg)	(Nm <sup>3</sup> )	(1)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
1.	Cena energenta (din/JM*)	79,3	7,12	58,5	24,0	0,067	5,96	3,5	2,5	8,0
2.	Toplotna moć ener. (MJ/JM)	35,7	3,6	44	33	0,126	16,6	15,7	13,5	14
3.	Efikasnost kotla (%)	0,95	0,99	0,98	0,98	1,0	0,75	0,73	0,65	0,73
4.	Efikas. energenta (MJ/JM)	33,92	3,56	43,12	32,34	0,13	12,45	11,46	8,78	10,22
5.	Potrošnja toplote (MJ/m <sup>2</sup> zemljišta)									
	- za 1 mesec	648	648	648	648	648	648	648	648	648
	- za 6 meseci	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888
6.	Utrošak energenta (JM/m <sup>2</sup> )									
	- za 1 mesec	19,1	182	15,03	19,97	4.985	52,05	56,55	73,8	63,4
	- za 6 meseci	114,6	1092	90,21	119,8	29908	312,3	339,3	442,8	380,4
7.	Cena toplotne energ. (din/m <sup>2</sup> )									
	- za 1 mesec	1.514	1.296	879	480	334	311	198	185	507,2
	- za 6 meseci	9.084	7.776	5.275	2.880	2.002	1.866	1.190	1.109	3.043
8.	Transportni troškovi (%)	0,1	-	1,0	-	-	9,5	9,5	5,0	9,5
9.	Priprema energenta (%)	-	-	-	-	-	-	8,5	2	-
10.	Ukupna cena (din/m <sup>2</sup> )									
	- za 1 mesec	1.516	1.296	888	480	334	341	217	194	555,4
	- za 6 meseci	9.096	7.776	5.328	2.880	2.004	2.046	1.302	1.164	3.332
11.	Rang cena toplotne energ.	1	2	3	5	7	6	8	9	4

\*JM – jedinica mere (1, kWh, kg, Nm<sup>3</sup>), MJ – energija u mega džulima (1.000 kJ)

Ovaj rang cena toplotne energije, dobijene od pojedinih energenata, ne sme odvojeno da se posmatra od celokupne instalacije za zagrevanje plastenika. Naime, na osnovu ovog proračuna ispadala da je geotermalna energija relativno jeftina, ali je pitanje koliko košta bušenje zemljišta za dobijanje geotermalne vode (GTV), kakva će se dobiti GT voda, više ili manje mineralizovana, sa više ili manje prisutnog gasa, sa ili bez štetnih materija, koje temperature, pritiska i protoka (izdašnosti bunara). Pored toga, cena GTV prati cenu dizel goriva pošto se nalazi u vlasništvu NIS-a. Dakle, postoje mnoge komplikacije u primeni geotermalne vode.

Na prvom mestu po jeftinoći dobijene toplotne energije je biomasa (slama). Nje ima u velikim količinama (oko 9 miliona tona u Vojvodini) i obnovljiva je (svake godine proizvede se manje-više ista količina). Najmanje zagađuje okolnu sredinu. Nema sumpora (samo kod

nekim vrstama u tragovima), ima znatno manje pepela u odnosu na ugalj i ne povećava sadržaj ugljen-dioksida u atmosferi. Ali, postoje teškoće pri upotrebi biomase za zagrevanje zaštićenog prostora: kotlovi su 1,5 puta skuplji u odnosu na drvo ili ugalj, ako se ručno lože bale slame mora da se angažuje radnik, koji će stalno da loži, teško je održavati konstantnu temperaturu vode, ukoliko se ne izgradi akumulator toplote, itd. Dakle, za upotrebu pojedine vrste energenta za zagrevanje zaštićenog prostora potrebno je uraditi kompletnu kalkulaciju: uzeti u obzir investicionu vrednost opreme, utrošak i cenu energenta, transport i skladištenje energenta, broj angažovane radne snage za loženje, itd. U tabeli 14.20 dat je pregled potrebne opreme za zagrevanje zaštićenog prostora prema vrsti korišćenog energenta.

*Tabela 14.20: Pregled potrebne opreme za zagrevanje zaštićenog prostora prema vrsti korišćenog energenta*

Red br.	Vrsta termičke opreme	Ulje za lož.	Elekt. energ.	Teč.n af.gas	Prir.z em.gas	Geote rm.vo da	Mrki ugalj	Tvrdo drvo	Biom asa	Brikete/ pelete
1.	Rezervoar za gorivo	+		+						
2.	Priključni cevovod	+		+	+					
3.	Protočni merač	+	+	+	+	+				
4.	Toplovodni kotao	+		+	+		+	+		
5.	Akumulator toplote	+		+	+	+	+	+		
6.	Mreža grejnih cevi	+	+	+	+	+	+	+		
7.	Isparivačka stanica			+						
8.	Merno-regulaciona stanica (MRS)				+					
9.	Gasna rampa (GR)			+	+					
10.	Bušotina za GTV					+				
11.	Degazator GTV					+				
12.	Skladište energenta						+	+	+	+
13.	Transporter energenta						+	+	+	+
14.	Električni grejači		+							
15.	Trafostanica		+							

Pri projektovanju i izgradnji objekta zaštićenog prostora treba imati u vidu da cena instalacije za grejanje iznosi oko 40% od celokupne vrednosti objekta. Cena mreže grejnih cevi u objektu je 50 do 60% od cene kotlovske postrojenja, zavisno od vrste materijala od kojeg su cevi izrađene (metal, polietilen, guma, i dr.). Cena kotla iznosi od 25 do 50 evra/kW termičke snage, u zavisnosti od nivoa automatike i opremljenosti sa regulacionom, mernom i drugom opremom. Troškovi bušenja zemljišta za dobijanje GTV iznose oko 200 evra/m dubine. Broj bušotina zavisi od veličine površine zaštićenog prostora i da li vodu treba vraćati nazad u zemljište, ako je suviše mineralizovana. Osim ovih troškova, NIS zahteva izradu projektno-tehničke dokumentacije, izradu probne bušotine, pa tek onda izradu eksploatacione bušotine. To znači da se ti troškovi uvećavaju. Kod korišćenja zemnog gasa potrebno je platiti dozvolu za priključenje na magistralni gasovod, zatim snositi troškove priključnog gasovoda, troškove izrade MRS (merno-regulacione stanice) i opremanje sa opremom za upotrebu zemnog gasa (gasna rampa, gorionik i merno-regulaciona oprema). Za upotrebu biomase potrebno je nabaviti odgovarajuće kotlove, koji su za 1,5 puta skuplji u odnosu na kotlove za

klasična čvrsta goriva (ugalj i drvo). Takođe, neophodno je učiniti sve da se automatizuje hranjenje ložišta kotla, pošto je potrebno da se angažuje radna snaga za loženje. Treba analizirati šta više košta, automatizacija loženja ili upotreba čoveka za loženje čvrstog goriva. Smatramo da bi bilo vrlo efikasno rešenje automatsko loženje kotlova sa peletama od biomase. Oprema za ovu automatizaciju mnogo je jeftinija od opreme za automatasko hranjenje ložišta sa balama slame. Potrebno je nabaviti jedan bin, prijemni koš i elevator za ubacivanje peleta u bin, izuzimač i pužni transporter do vrata ložišta. Elektronika je skoro identična na jednoj ili drugoj kotlovskoj opremi.

#### **14.4. KONSTATACIJE**

Na osnovu napred navedenih rezultata tehno-ekonomske analize može da se konstatuje da se uložena investiciona sredstva u izgradnju briketirnice ili peletirnice mogu relativno brzo vratiti (od jedne do pet godina u zavisnosti od veličine objekta, odnosno kapaciteta opreme). Dužina amortizacionog veka opreme računata je na 10 godina.

Što se tiče odnosa cena klasičnih i novih, obnovljivih, energenata (briketa i peleta od biomase) može se reći da se proizvodna cena briketa/peleta nalazi na 4 mestu, tj. iza ulja za loženje, električne energije i tečnog naftnog gasa, a ispred zemnog gasa, geotermalne vode, mrkog uglja, tvrdog ogrevnog drveta i bala slame. To znači da je potrebna pomoć države da bi se podstakla proizvodnja energetskih briketa/peleta od biomase, kao obnovljivog i ekološkog goriva.

Da bi se kompletno mogla sagledati tehno-ekonomska opravdanost primene briketa/peleta potrebno je u račun uključiti sveobuhvatnu vrednost investicije za energetska postrojenja, primenu drugih vrsta energenata i uslove pod kojim radi energetska postrojenja.

#### **Literatura**

- [1] Brkić, M, Janić, T, Somer, D: Opravdanost investicionih ulaganja, „Procesna tehnika i energetika”, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2006. s. 323.
- [2] Fond za razvoj Vojvodine, Metodologija izrade predinvesticionih studija ekonomske opravdanosti uloženi sredstava, Izvršno veće Vojvodine, Novi Sad, 2003. (CD).
- [3] Pešenjanski, I, Martinov, M, Bjelaković, R, Živanović, T, Marić, B: Studija izvodljivosti sa prethodnim projektom za korišćenje biomase u sistemima centralnog grejanja u Negotinu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2006. s. 101.

## 15. UTVRĐIVANJE OBIMA PROIZVODNJE BRIKETA I PELETA OD BIOMASE U VOJVODINI I MOGUĆNOSTI ZA ZAMENU KLASIČNIH VRSTA ENERGENATA

*Dr Miladin Brkić, red. prof.*

### 15.1. SPISAK PROIZVOĐAČA BRIKETA I PELETA OD BIOMASE

1. Drvni kombinat „Novi Dom”, RJ „Parke”, Debeljača, dve klipne prese na mehanički pogon: jedna je švajcarske proizvodnje „Fred Hausman”, iz Bazela, a druga domaće, „Unis-Igman” iz Konjica (kopija švajcarske), učinka po 1,5 t/h briketa valjkastog oblika, sirovina: piljevina od drveta, godišnji obim proizvodnje  $2 \times 2.000 = 4.000$  t. Briketirke su radile od 1979. i 1983. do 2003. godine. Tada je „Novi Dom” otišao u stečaj.
2. Poljoprivredni kombinat „Biserno Ostrvo”, RJ „Napredak” u Novom Miloševu. Dve klipne prese „Unis-Igman” iz Konjica, na mehanički pogon. Učinak  $2 \times 2$  t/h = 4 t/h. Sirovina: usitnjena pšenična slama. Godišnji obim proizvodnje bio je 12.000 t. Prese su postavljene polovinom osamdesetih godina i radile su u probnom radu do devedesetih godina.
3. Poljoprivredno dobro „Ilandža” u Ilandži je ugradilo klipnu presu „Utva” iz Kovina. Kapacitet prese je bio 7.000 t/god. biomase. Sirovina: pšenična slama. Briketirnica je puštena u pogon polovinom 1986. godine. I u ovoj briketirnici pojavljivali su se razni problemi te je briketirnica stala sa probnim radom. Ipak, rezultate rada ove prese konstruktori „Utve” su koristili za razvoj i usavršavanje ove mašine. Jedna presa je instalirana u fabrici ulja „Dunav” u Velikom Gradištu, gde je presovala ljske suncokreta u brikete.
4. Poljoprivredno dobro „Labudnjača”, Vajska, presa nemačke proizvodnje „Fortschrit” na mehanički pogon, sa prstenastom matricom, učinka 1,8 t/h peleta valjkastog oblika, sirovina: usitnjena slama. Godišnji obim proizvodnje je 3.000 t. Peletirka je radila od 1987. do 2004. godine. Sa radom je prestala zbog visokih proizvodnih troškova.
5. Poljoprivredno dobro „Bačka”, RJ „Ratar” u Staroj Moravici. Klipna presa na „Unis-Igman” iz Konjica, na mehanički pogon. Učinak 1,5 t/h. Sirovina: pšenična slama. Godišnji obim proizvodnje 2.000 tona. Briketirka radi od 1986. godine. Pogon za briketiranje prestao je da radi devedesetih godina.
6. Poljoprivredno dobro „Begej”, ZZ „Karađorđevo” u Banatskom Karađorđevu. Klipna presa „Unis-Igman” iz Konjica, na mehanički pogon. Učinak prese je 1,5 t/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: usitnjena slama od žitarica. Godišnji obim proizvodnje bio je 3.250 t. Presa je puštena u pogon 1987. godine i radila je do 1992. godine. 1996. godine presa je prodana Fabrici ulja „Dijamant” u Zrenjaninu,



7. Fabrika kudelje u Senti, presa na mehanički pogon „Unis-Igman” iz Konjica, sirovina: pozder od konoplje, učinak 1,5 t/h. Godišnji obim proizvodnje 2.500 tona. Briketirka radi od 1987. godine.
8. Poljoprivredno dobro „Sitra” u Kovačici. Klipna presa „Unis-Igman” iz Konjica na mehanički pogon. Učinak 1,5 t/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: slama od žitarica. Godišnji obim proizvodnje briketa 3.000 t. Presa je počela sa radom krajem osamdesetih i prestala da radi krajem devedesetih godina.
9. Poljoprivredno dobro „Sitra” u Kovačici. Presa za peletiranje na mehanički pogon. Učinak 1,8 t/h peleta valjkastog oblika. Sirovina: slama od žitarica. Godišnji obim proizvodnje briketa 3.000 t. Presa je počela sa radom krajem osamdesetih i prestala da radi krajem devedesetih godina.
10. DD „Agrokombinat” u Starom Žedniku. Presa za peletiranje na mehanički pogon. Učinak 1,8 t/h peleta valjkastog oblika. Sirovina: slama od žitarica. Godišnji obim proizvodnje briketa 3.000 t. Presa je počela sa radom krajem osamdesetih i prestala da radi krajem devedesetih godina.
11. Fabrika ambalaže „Zlatica” u Padeju. Klipna presa „Unis-Igman iz Konjica, na mehanički pogon. Učinak 1,5 t/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: piljevina od drveta. Godišnji obim proizvodnje briketa 3.000 t. Presa je počela sa radom krajem osamdesetih i prestala da radi krajem devedesetih godina.
12. DP „Peščara”, OOUR „Pereš” u Bačkim Vinogradima. Klipna presa „Unis-Igman iz Konjica, na mehanički pogon. Učinak 1,5 t/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: piljevina od drveta. Godišnji obim proizvodnje briketa 3.000 t. Presa je počela sa radom krajem osamdesetih i prestala da radi početkom dvehiljaditih godina.
13. CSR „Fagus”, Bačka Topola. Klipna presa „Unis-Igman iz Konjica, na mehanički pogon. Učinak 1,5 t/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: piljevina od drveta. Godišnji obim proizvodnje briketa 3.000 t. Presa je počela sa radom krajem osamdesetih i prestala da radi krajem devedesetih godina.
14. DPP „Obnova” u Samošu. Klipna presa „Unis-Igman” iz Konjica, na mehanički pogon. Učinak 1,5 t/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: piljevina od drveta. Godišnji obim proizvodnje briketa 3.000 t. Presa je počela sa radom krajem osamdesetih i prestala da radi krajem devedesetih godina.
15. Fabrika šećera u Crvenki. Klipna presa „Unis-Igman” iz Konjica, na mehanički pogon. Učinak 1,5 t/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: repini rezanci. Godišnji obim proizvodnje briketa 3.000 t. Presa je počela sa radom drugom polovinom osamdesetih i prestala da radi krajem devedesetih godina.
16. Fabrika ulja „Dijamant” u Zrenjaninu. Klipna presa „Unis-Igman” iz Konjica, na mehanički pogon. Učinak prese je 1,5 t/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: ljuska od suncokreta. Godišnji obim proizvodnje bio je 3.500 t. Presa je puštena u pogon 1996. godine i radila je do 2006. godine. Prošle godine je prodana Drvnom kombinatu „Spačva” u Vinkovcima.
17. Tot Janoš, Tornjoš, tel. 024 841057, napravio je pokretnu briketirku u radionici na hidraulični pogon, proizvodi brikete kvadratnog oblika, sirovina: usitnjena slama, učinak 200 kg/h. Godišnji obim proizvodnje je 300 t. Nalazila se u probnom pogonu 2002. godine.
18. Firma „Konstancija”, Sombor, klipna presa italijanske proizvodnje „Walmac”, Udine, na mehanički pogon, sirovina: čips od topolovog drveta, učinak prese 120 kg/h briketa, godišnji obim proizvodnje 300 t. Briketirka je radila samo jednu godinu dana (2002).

19. Firma „Perović”, Lovćenac, klipna presa na hidraulični pogon, deklarirani učinak 400 kg/h briketa valjkastog oblika, učinak u praksi 200 kg/h, sirovina: slama, kukuruzovina, oklasak, ljuska od kukuruzovine, itd. Presa je bila prodana semenskom centru „Agrocoop”, Novi Sad, gde je presovala ljusku od semenskog kukuruza. Godišnji obim proizvodnje je 300 t. Radila je samo jednu sezonu, u probnom pogonu (jesen 2002. god.).
20. Firma „Duo Orahovo”, Novo Orahovo, vlasnik Antal Juhas, tel. 024 723 075, presa je klipna (duplex), na hidraulični pogon, urađena je u radionici prema rešenju prese iz Mađarske, učinak je  $2 \times 90 = 180$  kg/h. Sirovina je usitnjena slama. Godišnji obim proizvodnje 720 t. Radi od 2002. godine.
21. Firma „Tarket”, Bačka Palanka, klipna presa na mehanički pogon CF „Nielsen”, Danska, učinak je do 1,5 t/h briketa. Sirovina: piljevina od drveta. Godišnji obim proizvodnje je 4.000 t briketa valjkastog oblika. Presa je počela sa radom početkom 2007. godine.
22. Malešević Dragan iz Sombora, Josićki put 42a (tel. 025 35348) poseduje presu za briketiranje „Dekan” iz Vrnjačke Banje, na hidraulički pogon. Sirovina: usitnjena slama ili piljevina. Učinak prese je 120 kg/h briketa valjkastog oblika. Godišnji obim proizvodnje je 300 t. Presa je puštena u pogon 2001. godine.
23. Kunić Zoran, Opština Sombor, 025 85-072 i 063 540-922, poseduje klipnu presu za briketiranje „Goša” iz Smederevske Palanke. Prečnik briketa je  $\phi 55$  i dužina 60 mm. Učinak prese je 150 kg/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: piljevina od drveta ili usitnjena slama. Godišnji obim proizvodnje je 375 t. Presa je puštena u pogon 2003. godine.
24. Zlokolica Milica i Kastrešević Dalibor iz Čuruga, Cara Dušana 47, tel. 021 834-402 i 833-803. Klipna presa na hidraulični pogon „Dekan” iz Vrnjačke Banje. Učinak 250 kg/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: slama od žitarica i uljarica. Godišnji obim proizvodnje 750 t. Presa je puštena u pogon 2002. godine. Presa je prodana Goranu Mediću u Mladenovo 2006. godine.
25. Firma „Eko-Enerdži”, Mladenovo. Vlasnik Goran Medić, tel. 021 767-669 i 063 77 22 416. Hidraulična klipna presa. Učinak 500 kg/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: piljevina, usitnjena slama. Godišnji obim proizvodnje je 1500 t. Presa je puštena u pogon 2006. godine.
26. Đaković Zoran, dipl.ing.el., Novi Sad (tel. 021 412-823), poseduje klipnu presu za briketiranje na hidraulični pogon „Dekan” iz Vrnjačke Banje. Učinak 129 kg/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: piljevina od drveta. Godišnji obim proizvodnje je 360 t. Presa je puštena u pogon 2004. godine.
27. Firma „Varotech”, Mladenovo. Vlasnik Paja Zamatlar, tel. 021 823-044 i 063 503-365. Klipna presa za briketiranje „CF Nielsen”, Danska, na mehanički pogon. Sirovina: piljevina od drveta i usitnjena sojina slama. Učinak briketirke je 1,5 t/h. Godišnji obim proizvodnje je 4.500 t briketa valjkastog oblika. Presa je počela sa radom 2. novembra 2007. godine.
28. Tucakov Milan i Irina, Čurug (065 2255312), klipna presa za briketiranje „Dekan”, iz Vrnjačke Banje, na hidraulični pogon. Učinak 250 kg/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: usitnjena slama. Godišnji obim proizvodnje je 600 t. Presa je puštena u pogon 2004. godine. Prodana je 2007. godine u Vršac.
29. Firma „Ogrev”, Ruski Krstur. Vlasnik Hrubenja Đura (tel. 025 705-490). Klipna presa na hidraulični pogon „Dekan” iz Vrnjačke Banje. Učinak 120 kg/h. Sirovina: piljevina od drveta, usitnjena slama. Godišnji obim proizvodnje je 300 t. Presa je puštena u pogon 2002. godine.

30. Firma „Fasada”, Crvenka. Vlasnik Pupavac Miroslav (tel. 025 730-014 i mob. 064 2131339). Presa za peletiranje tipa „Amandus Kahl”, sa ravnom matricom, urađena u radionici u Vrbasu. Učink 350 kg/h peleta valjkastog oblika. Sirovina: usitnjene bale sojine slame. Godišnji obim proizvodnje je 1.000 t. Presa je puštena u pogon polovinom 2007. godine.
31. Firma Enterijer „Janković”, Novi Sad. Vlasnik Božo Janković (mob. 063 506 632), tehnički direktor Rajko Simić (tel. 021 6789080 i mob. 063 618448). Posедуje tri klipne prese italijanske proizvodnje „Camafer”, na hidraulični pogon. Učink presa je 250 kg/h, 120 kg/h i 70 kg/h ili ukupno 440 kg/h briketa valjkastog oblika. Sirovina: piljevina od drveta. Godišnji obim proizvodnje je 2.000 t. Briketirke su puštene u pogon 2002, 2004 i 2007. godine.

Ovaj spisak proizvođača briketa i peleta od biomase nije konačan. Statistički zavod ne vodi popis ovih mašina i opreme. Do ovog spiska smo došli na osnovu višegodišnjeg sakupljanja podataka. 2004. godine smo organizovali na Poljoprivrednom fakultetu Okrugli sto na temu briketiranja i peletiranja biomase i na osnovu prisustva zainteresovanih došli smo do novih adresa. Na osnovu ovog spiska i prikaza obima proizvodnje briketa i peleta može da se primeti da su mnogi odustajali od proizvodnje briketa i peleta i prodavali prese i opremu drugima. Razlog za ovu pojavu je da se biomasa od poljoprivrednih otpadaka vrlo teško presuje bez vezivnih sredstava, pošto još uvek nije osvojena tehnologija presovanja. Drugi razlog je što su prese vrlo skupe, a takođe je skupa električna energija s kojom se pogone mašine i oprema.

*Tabela 15.1: Pregled proizvođača, vrste i godišnjeg obima proizvodnje briketa i peleta od biomase*

Red. br.	Proizvođač	Mesto	Vrsta proizvoda	Godišnj i obim proizvo dnje (t)	Napomena
	1.	2.	3.	4.	5.
1.	„Novi Dom”	Debeljača	Brikete od piljevine	4.000	Van pogona
2.	„Napredak”	Novo Miloševo	Brikete od slame	12.000	Van pogona
3.	„Ilandža”	Ilandža	Brikete od slame	7.000	Van pogona
4.	„Labudnjača”	Vajska	Pelete od slame	3.000	Van pogona
5.	„Bačka”	Stara Moravica	Brikete od slame	2.000	Van pogona
6.	„Karadorđevo”	Banatsko karadorđevo	Brikete od slame	3.250	Van pogona
7.	Fabrika kudelje	Senta	Brikete od pozdera	2.500	U pogonu
8.	„Sitra”	Kovačica	Brikete od slame	3.000	Van pogona
9.	„Sitra”	Kovačica	Pelete od slame	3.000	Van pogona
10.	„Agrokombinat”	Stari Žednik	Pelete od slame	3.000	Van pogona
11.	„Zlatica”	Padej	Brikete od piljevine	3.000	Van pogona
12.	„Peščara”	Bački Vinogradi	Brikete od piljevine	3.000	Van pogona
13.	„Fagus”	Bačka Topola	Brikete od piljevine	3.000	Van pogona
14.	„Obnova”	Samoš	Brikete od piljevine	3.000	Van pogona

	1.	2.	3.	4.	5.
15.	Fabrika šećera	Crvenka	Brikete od rezanaca	3.000	Van pogonu
16.	„Dijamant”	Zrenjanin	Brikete od ljuske s.	3.500	Prodata
17.	Tot Janoš	Tornjoš	Brikete od slame	300	-
18.	„Konstancija”	Sombor	Brikete od d. čipsa	300	-
19.	„Agrokoop”	Novi Sad	Brikete od ljuske k.	300	Van pogona
20.	„Duo Orahovo”	Novo Orahovo	Brikete od slame	700	U pogonu
21.	„Tarket”	Bačka Palanka	Brikete od piljevine	4.000	U pogonu
22.	Malešević Dragan	Sombor	Brikete od slame	300	-
23.	Kunić Zoran	Opština Sombor	Brikete od piljevine	375	-
24.	Zlokolica Milica	Čurug	Brikete od slame	750	Prodata
25.	„Eko-Enerdži”	Mladenovo	Brikete od piljevine	1.500	U pogonu
26.	Đaković Zoran	Novi Sad	Brikete od piljevine	360	U pogonu
27.	„Varotech”	Mladenovo	Brikete od piljevine i sojine slame	4.500	U pogonu
28.	Tucakov Siniša	Čurug	Brikete od slame	600	Prodata
29.	„Ogrev”	Ruski Krstur	Brikete od piljevine	300	U pogonu
30.	„Fasada”	Crvenka	Pelete od slame	1.000	U pogonu
31.	„Janković”	Novi Sad	Brikete od piljevine	2.000	U pogonu

Iz tab. 15.1 se vidi da polovina postrojenja za briketiranje i peletiranje nije u pogonu iz razno-raznih razloga. Od popisanih 31 mesta, samo na četiri mesta se nalaze peletirke. Ostalo su briketirke. Na 12 mesta, nalaze se briketirke za piljevinu, na po jednom mestu briketirka za ljusku suncokreta, ljusku kukuruza, rezance šećerne repe i pozdera. To je više od polovine svih pogona. Na 11 mesta nalaze se instalirane briketirke za slamu, a na 4 mesta peletirke za slamu. Najveći broj ovih postrojenja ne radi ili je prodata drugom za presovanje piljevine. Razlog za ovakvo stanje je poznat, kao što je napred već rečeno (nerešena tehnologija presovanja slame bez vezivnih sredstava, skupe prese i skupa električna energija).

Ukupna proizvodnja briketa i peleta od 55.550 t/godišnje je van pogona. Proizvodnja od 16.860 t/godišnje je u pogonu. Ako se uzme da za zamenu jednog kilograma ulja za loženje treba upotrebiti 3,3 kg briketa, od 16.860 t/godišnje proizvedenih briketa/peleta može da se dobije 5.110 t/godišnje ekvivalentnog ulja za loženje. To je za sada mala, ali značajna vrednost. Potrebno je uložiti velike napore da se ova proizvodnja proširi, jer su energetske brikete 2,72 puta jeftinije alternativno gorivo od ulja za loženje.

## 15.2. Konstatacije

Na osnovu napred navedenog može da se konstatuje sledeće:

- polovina postrojenja za briketiranje i peletiranje nije u pogonu iz razno-raznih razloga. Od popisanih 31 mesta, samo na četiri mesta se nalaze peletirke. Ostalo su briketirke.
- najveći broj ovih postrojenja ne radi ili je prodata drugom za presovanje piljevine. Razlog za ovu pojavu je da se biomasa od poljoprivrednih otpadaka vrlo teško presuje bez vezivnih sredstava, pošto još uvek nije osvojena tehnologija presovanja. Drugi razlog je što

su prese vrlo skupe, a takođe je skupa električna energija s kojom se pogone mašine i oprema.

- od 16.860 t/godišnje proizvedenih briketa/peleta može da se dobije 5.110 t/godišnje ekvivalentnog ulja za loženje. To je za sada mala ali značajna vrednost. Potrebno je uložiti velike napore da se ova proizvodnja proširi, jer su energetske brikete 2,72 puta jeftinije alternativno gorivo od ulja za loženje.

## **Literatura**

- [1] Fond za razvoj Vojvodine, Novi Sad, Master centar Novosadskog sajma, Dokumentacija,
- [2] Okrugli sto i promotivno-prodajna berza: „Briketiranje i peletiranje biomase”, Izveštaj zaključci, VDPT, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2004.

## 16. ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE PRI KORIŠĆENJU BRIKETA I PELETA U ENERGETSKE SVRHE

*Dr Todor Janić, vanr. prof., dr Miladin Brkić, red. prof.*

### 16.1. SPECIFIČNOSTI SAGOREVANJA BIOBRIKETA I NJIHOV UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU

#### 16.1.1. Rezime

U radu su prikazani rezultati ispitivanja procesa sagorevanja briketa od biomase i uglja u različitim zapreminama ložišta peći, približno iste termičke snage (oko 10 kW). Upoređenjem rezultata ispitivanja ustanovljeno je da brikete od biomase zahtevaju veću zapreminu ložišta, manji višak vazduha (2-3), dovođenje sekundarnog vazduha u ložište, brže sagorevanju, veći je maseni utrošak relativno jeftinijeg goriva u jedinici vremena i daju istu termičku snagu ložišta u odnosu na ugalj. Sagorevanjem briketa od biomase manje se zagađuje životna sredina, jer u biogorivu ima značajno manje štetnih elemenata. U produktima sagorevanja praktično nema sumpordioksida, a količina azotnih oksida je zanemarljiva. Bilans ugljendioksida u atmosferi ostaje isti, tj. koliko se sagorevanjem biomase proizvede ugljendioksida toliko ga biljke u toku svog rasta potroše na proizvodnju organske materije. Sagorevanjem biomase se ne stvara “efekat staklene bašte”, ne stvaraju se kisele kiše i ne utiče se na globalnu promenu klime. Pepeo od biomase može da bude vrlo dobro đubrivo za bašte (povrtnjake).

#### 16.1.2. Uvod

Prema Radovanoviću i sar. (1995) biomasa može da se na različite načine pripremi za sagorevanje. Neracionalan način sagorevanja biomase je u postojećim ložištima u rastresitom stanju. Naime, visoki su troškovi transporta biomase zbog male nasipne gustine, potreban je veliki prostor za skladištenje, doziranje biomase u ložište mora biti kontinuirano, pošto rastresiti materijal sagoreva velikom brzinom. Sa stanovišta stepena energetskog iskorišćenja, najbolji rezultati postignuti su pri sagorevanju biomase u fluidiziranom sloju (efikasnost preko 99%, nije potrebna prethodna priprema, manja je emisija azotnih oksida, itd.). Takođe, moguće je ostvariti dobre rezultate pri sagorevanju biomase u ciklonskom ložištu. Na većim poljoprivrednim gazdinstvima u primeni je postupak sagorevanja balirane biomase u zasebno konstruisanim ložištima. U zavisnosti od tehnologije prethodne pripreme i baliranja slame, različita je efikasnost sagorevanja kao i ukupni troškovi. Briketiranje je postupak prethodne pripreme biomase koji pokazuje značajne prednosti u odnosu na ostale postupke pakovanja biomase. Sniženi su troškovi transporta, nije potreban veliki prostor za skladištenje, smanjena je zapremina biomase, veća je otpornost briketa na biološke procese truljenja, veća je efikasnost u procesu sagorevanja, itd.

---

#### STUDIJA

U našoj zemlji ne postoje odgovarajući standardi za brikete od biomase, sem standarda JUS.D.B9.021 iz 1987. godine. Naziv ovog standarda je: „energetski briketi od lignoceluloznog materijala”. Ovaj standard ne propisuje dovoljno precizno način ispitivanja briketa i obradu rezultata ispitivanja. On daje samo grubu kategorizaciju briketa od lignoceluloznog materijala prema toplotnoj moći i način obeležavanja i pakovanja briketa. Ispitivanje sagorevanja briketa obavljeno je prema odgovarajućim standardima za ugalj.

Cilj ispitivanja je da se prikažu specifične karakteristike sagorevanja briketa na osnovu uporednog ispitivanja procesa sagorevanja briketa od biomase i uglja i njihov uticaj na životnu sredinu.

### 16.1.3. Pregled literature

Obavljeno je detaljno ispitivanje efikasnosti sagorevanja briketa od ljsuke suncokreta u peći za čvrsta goriva proizvedenoj u firmi „Milan Blagojević” iz Smedereva, Radovanović i sar. (1995). Termička snaga peći je 6 kW. Brikete su proizvedene na presi „Utva-inženjering” iz Beograda-Pančeva, koja je instalirana u Fabrici ulja „Dunavka” u Velikom Gradištu. Dimenzije briketa bile su: širina 70 mm, visina 30 mm i dužina do 400 mm. Ova ispitivanja su obavljena prema važećim standardima za ispitivanje peći (JUS M.R4.020).

Ljuska od suncokreta nije pogodna za direktno sagorevanje u postojećim pećima, zbog svojih fizičkih karakteristika (pre svega rastresitosti). Da bi se povećala efikasnost sagorevanja ljsuke potrebno je istu briketirati. Brikete od ljsuke suncokreta su pogodan biljni materijal za sagorevanje u postojećim pećima. Imaju dobre energetske karakteristike. Prema standardu JUS.D.B9.021 pripadaju I klasi briketa. Brikete formirane od samlevene ljsuke imaju znatno bolje mehaničke karakteristike, postojanije su pri skladištenju i transportu. Neznatno je povećan procenat uložene energije za mlevenje ljsuke.

U ložištima kotlovskih postrojenja u fabrikama ulja ljsuka se sagoreva u letu. Prema Mitiću i sar. (2002) kinetika sagorevanja biobriketa i kombinovanih biobriketa sa ugradnjom komponenata fosilnih goriva je malo izučavan problem i u svetu i kod nas. Eksperimentalni radovi na briketiranju, sagorevanju i obradi eksperimentalnih rezultata ispitivanja su rađeni u Laboratoriji za sagorevanje na FZNR u Nišu. Materijal upotrebljen za ovo istraživanje korišćen je u obliku osnovnih osvojenih vrsta biobriketa i on se praktično može definisati kroz četiri sledeća tipa:

- teški biobriketi bez upotrebe vezivnog sredstva, serija uzoraka bukva /ugalj,
- biobriketi sa papirnom pulpom kao vezivnim sredstvom, serija uzoraka biomasa / ugalj / sorbent,
- nova vrsta biobriketa sa polucelulozom kao vezivnim sredstvom, serija uzoraka biomasa/ugalj/sorbent i
- specijalni biobriketi, biomasa/vezivno sredstvo.

Dimenzije briketa su: prečnik 16 mm, 20 mm, 35 mm i 82 mm, dužina 20 - 200 mm.

Takođe, sagorevan je čist komadni ugalj „Soko” i „Borovica” radi komparacije.

Za eksperimentalno ložište iskorišćen je kostur peći za individualno grejanje tip „Plamen 1” domaće proizvodnje. Izvršena je adaptacija tako što su na peć ugrađeni i priključci za mernu opremu. Dimenzije ložišnog prostora su: 175x250x445 mm. Ložište je izolovano vatrostalnom opekom, debljine 40 mm. Ložište je dimnim kanalom povezano sa ventilatorom. Prečnik dimnog kanala ispred ventilatora iznosi  $\phi$  120 mm. Ventilator je povezan sa haubom za odvod dimnih gasova dimnim kanalom pravougaonog poprečnog preseka 180 x 118 mm.

Biomasa je lako upaljiva zbog velikog sadržaja volatila i malog sadržaja koksnog ostatka ( $C_{fix}$ ). Za upaljivost biomase najbolji pokazatelj je koeficijent reaktivnosti (IR).

U tab. 16.1. prikazani su specifični parametri procesa sagorevanja goriva.

Tabela 16.: Specifični parametri procesa sagorevanja goriva (Milanović, 2000)

Red. br.	Uzorak	Regulacija*	$\lambda$	Utrošak goriva	Temp dimn. gasov	Zaprem. dimnih gasova	Protok dimnih gasova	Stvarni protok gasova	Brzina sagorevanja
-	-	-	-	kg/h	°C	nm <sup>3</sup> /kgbr	nm <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	kg/h
1.	Briket od slame	Z1	2,8	0,82	445	12,21	9,77	25,69	0,80
		Z2	4,8	0,82	390	20,83	9,37	22,75	0,45
		Z3	9,0	0,82	330	38,12	8,38	18,50	0,22
		Zpp	4,4	0,82	179	18,99	4,94	8,18	0,26
2.	Slama (+ kreč)	Z1	4,0	-	422	16,64	9,32	23,72	0,56
		Z2	5,8	-	381	24,16	9,42	22,56	0,39
		Z3	7,9	-	347	32,77	7,86	17,85	0,24
		Zpp	5,3	-	185	22,29	4,90	8,22	0,22
3.	Ugalj „Borovica“	Z1	4,6	0,83	415	11,76	8,11	21,32	0,69
		Z2	5,6	0,83	391	14,50	8,12	19,71	0,56
		Z3	6,4	0,83	374	16,50	6,77	14,95	0,41
		Zpp	2,6	0,83	238	6,80	4,83	8,00	0,71
4.	Ugalj „Soko“	Z1	3,4	0,77	464	15,53	7,61	20,54	0,49
		Z2	5,0	0,77	420	22,48	8,09	20,53	0,36
		Z3	6,6	0,77	243	29,70	7,43	14,04	0,25
		Zpp	3,7	0,77	388	16,67	4,83	11,69	0,29

\* Napomena: Z1-Zpp - položaj zasuna

Pregled ostvarenih brzina sagorevanja je dat u tab. 16.1. Brzina sagorevanja, globalno za ispitivane vrste briketa se kreće u opsegu 0,22 do 0,80 kg/h.

Prema Mihajlović Emimi (2003) neophodno je da za sagorevanje briketa ložište bude znatno više. Ložište u kome je obavljeno ispitivanje sagorevanje briketa „Alfa-plam“ (Vranje) visoko je 652 mm, a treba da bude bar za 50 % više. Takođe, treba uvesti sekundarnu količinu vazduha za dogorevanje volatila. Na taj način smanjila bi se produkcija CO u produktima sagorevanja.

Osnovne dimenzije peći „Alfa-plam“ na kojoj su izvršena ispitivanja sagorevanja briketa su: širina 720 mm, dubina 440 mm, visina 820 mm, prečnik dimne cevi 210 mm, visina od poda do ose dimnjače 652 mm, zapremina ložišta 180 dm<sup>3</sup>, termička snaga 11 kW, zapremina posude za pepeo 9 dm<sup>3</sup>, kapacitet zagrevanja prostora 100 do 150 m<sup>3</sup> i masa 95 kg.

U su ložište ubacivane različite vrste biobriketa: suncokretova ljuska, pirinčana ljuska, oklasak od kukuruzovine i dr.

U ložište ubacivane su brikete mase od 30 do 300 gr, pa i od 430 do 630 gr.

Dodavanjem vezivnog sredstva u količini od 10 do 50% dobijena je željena toplotna vrednost kaminskih briketa od 20 do 30 MJ/kg.

Sabijanje biljnog materijala obavljeno je u laboratorijskoj presi i hidrauličnoj presi „Spanex“, SHB 50, tip K2. Prečnik briketa bio je: 16 mm, 20 mm, 35 mm i 82 mm.



Na dimnom kanalu ugrađen je gasni analizator nemačke proizvodnje Testo 300 XL-1, kojim su praćene sastav i vrednosti dimnih gasova.

U tab. 16.2 prikazani su rezultati ispitivanja sagorevanja kaminskih briketa.

*Tabela 16.2: Rezultati ispitivanja sagorevanja kaminskih briketa (Mihajlović, Emina, 2003)*

R. br.	Biljni materijal	Masa	Vreme	$L_{min}$	$\lambda$	$L_{st}$	$tp_G$	$V_p$	$V_p$	$V_{st}$	M
-	-	g	minut	$nm^3/kg$	-	$nm^3/kg$	$^{\circ}C$	$nm^3/kg$ br	$nm^3/h$	$m^3/h$	$kg/h$
1.	Suncokr. ljuska + parafin	116	35	7,30	12,4	90,14	155	104,992,	20,97	32,83	0,20
		82,3	10	5,19	9,1	47,23	183	0	45,43	75,92	0,49
		73,5	9	5,89	14,0	82,52	170	111,0	54,39	88,22	0,49
		105,4	18	6,60	13,1	86,54	160	84,8	29,76	47,19	0,35
2.	Pirinčan. ljuska + parafin	62,9	19	5,67	35,0	198,3	100	247,7	49,53	67,71	0,20
		96,6	15	6,50	16,2	105,0	137	96,12	36,93	55,40	0,38
		115,5	18	7,34	19,1	140,1	127	98,41	37,79	55,39	0,38
3.	Oklasak od kukur. + parafin	58,4	20	5,55	26,3	145,6	124	274,1	47,96	69,76	0,18
		105,4	25	6,29	19,1	120,1	114	148,7	37,64	53,34	0,25
		185,9	53	7,04	17,5	123,2	140	142,0	29,82	45,14	0,21
		194,3	28	7,78	10,0	77,8	177	83,8	34,86	57,45	0,42

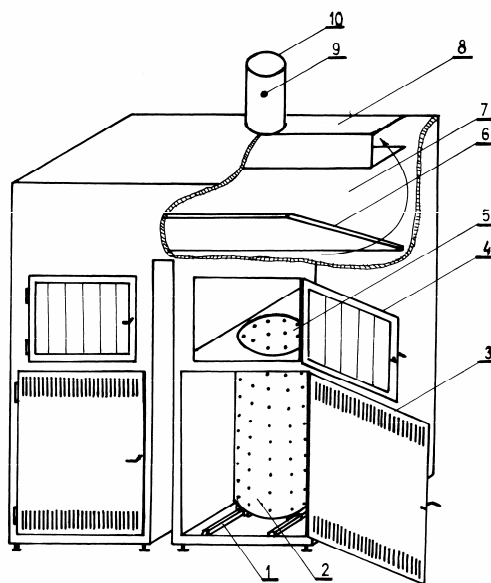
Dobijena je prosečna brzina sagorevanja kaminskih briketa 0,41 kg/h. Maksimalni protok produkata sagorevanja 54  $nm^3/h$ . Stepenn iskorišćenja ložišta bio je 62 do 84,4%.

Na osnovu rezultata ispitivanja ustanovljeno je da se sa porastom koeficijenta viška vazduha smanjuje brzina sagorevanja kaminskih briketa od biomase sa različitim udelima vezivnih sredstava. Takođe, sa porastom udela vezivnog sredstva opada brzina sagorevanja kaminskog briketa.

#### 16.1.4. Materijal i metod rada

Od 7. do 17. decembra 1999. godine obavljeno je uporedno ispitivanje sagorevanja briketa od slame i komadića uglja u pilot peći za brikete u Laboratoriji za termotehniku, Instituta za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Sagorevan je ugljal „Đurđevik“, komadići, dimenzija 30 do 60 mm (kontrolni uzorci) i briket od pšenične slame, valjkastog oblika, dimenzija: prečnik 21 mm i srednja dužina 35 mm, uz dodatak kreča kao sredstva za razaranje ligninskog kompleksa i smanjenje prevelikog sadržaja vlage. Brikete su proizvedene na presi „Forschrit“ u Vajskoj.

Pilot peč „Roza“ sastoji se iz dva ložišta (sl. 16.1). U ložišta se stavljaju ulošci u obliku cilindrične, vertikalno postavljene, perforirane posude (kante), poz. 2. Drugo ložište služi za pripremu goriva za sagorevanje. Projektovana snaga peći je 10 kW za rad s jednim ložištem, a ukupna 20 kW za rad s oba ložišta. Prečnik uloška je 260 mm, a visina 452 mm. Masa uloška je 2,65 kg. U cilindričnom plaštu uloška izbušeni su otvori za ulazak vazduha u ložište. Prečnik otvora je 3, 4 i 5 mm. U uložak može da stane oko 16 kg mrkog uglja (komadići dimenzija 30 - 60 mm). Ulošci se stavljaju u donje komore peći na klizače, da se mogu lakše uvlačiti i izvlačiti iz tople komore ložišta. Dimenzije donje komore su: 410 x 400 x 480 mm.



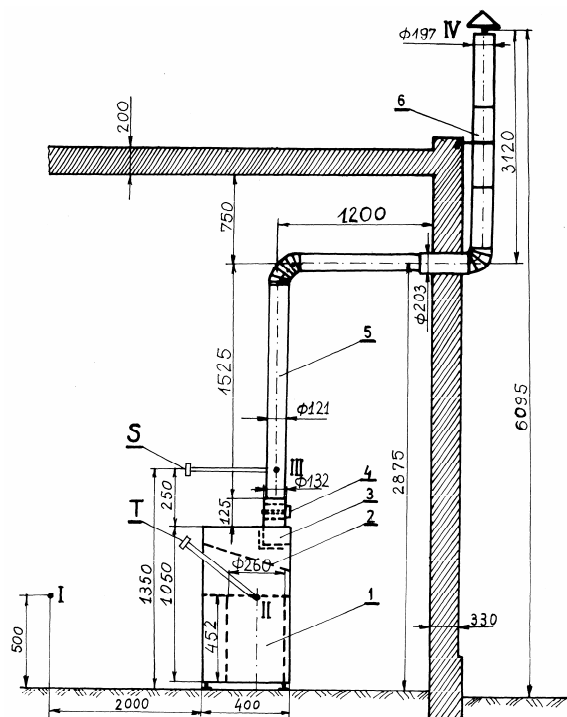
*Sl. 16.1 Izgled pilot peći "Roza" za zagrevanje životnog prostora  
(1-klizači, 2-perforirani uložak-ložište, 3-vrata ložišta, 4-vrata srednje komore sa  
vatrostalnim staklom, 5-srednja komora, 6-zaustavna kosa limena ploča (zasun), 7-gornja  
komora, 8-dimni kanal, 9-klapna sa termoelementom, 10-dimnjača)*

Iznad uložka se nalaze prizmatične, horizontalno postavljene, srednje komore dimenzija 410 x 400 x 525 mm (poz. 5). Između srednjih komora i gornje komore (poz. 7) ukoso je postavljena limena pregrada (poz. 6) za duže zadržavanje produkata sagorevanja (dimnih gasova) u peći, da bi se što više toplote predalo preko metalnih zidova peći okolini. Iznad kose pregrade horizontalno je postavljen dimni kanal (kolektor za dimne gasove) (poz. 8). Sa srednje strane ovih komora postavljeni su kontrolni otvori od vatrostalnog stakla (poz. 4) dimenzija 360 x 250 mm (dvoje vrata) za kontrolu procesa sagorevanja goriva (plamena). Dimnjača izlazi iz sredine perifernog dela gornje komore. Na ulazu u dimnjaču postavljen je zasun, čija pozicija se reguliše pomoću termoregulatora (bimetal). Bimetal pomera zasun kada temperatura produkata dostigne željenu vrednost 0 – 120°C. Klapna se postavlja u položaj 45° (prigušenje protoka oko 50%). Paljenje i sagorevanje goriva obavlja se od vrha kante (odozgo na dole).

Na mernom mestu I mereni su temperatura suvog i vlažnog termometra svakih pola sata. Na mernom mestu II merena je temperatura ložišta svakih pola sata sa ugrađenim termoparom NiCr-Ni (tip K), termokompensacionim kablom i pokaznim instrumentom „Norma”, austrijske proizvodnje. Za uzimanje podataka o vrednostima temperatura ( $t_p$ ) i sastava produkata sagorevanja ( $CO_2$ ,  $CO$ ,  $O_2$  i koeficijent viška vazduha „ $\lambda$ ”) na mernom mestu III korišćen je svakih pola sata elektronski procesorski uređaj za akviziciju podataka „TESTO - 35”, nemačke proizvodnje, sa odgovarajućom sondom i vodovima. Za kontrolu sastava gasova ( $CO_2$ ,  $CO$  i  $O_2$ ) korišćen je apsorpcioni „Orsat” stakleni aparat, koji radi na bazi apsorpcije gasova sa unapred pripremljenim rastvorima.

Temperatura i brzina fluida na izlazu iz dimnjaka merena je svakih pola sata sa termometrom „Tlos” iz Zagreba i električnim anemometrom sa krilcima nemačke proizvodnje. Sadržaj vlage u gorivu određivan je u Laboratoriji za procesnu tehniku, Instituta za poljoprivrednu tehniku, standardnom metodom u sušnici „Sutjeska” sa ventilatorom. Podaci o elementarnom hemijskom (masenom) sastavu mrkog uglja "Banovići" uzeti su iz priručnika Bogner (1992), veličine komada 30 do 60 mm. Elementarni hemijski sastav goriva preračunat

je na izmerenu vlagu i količinu pepela, koja je dobijena na kraju procesa sagorevanja goriva. Toplotna vrednost goriva preračunata je na osnovu elementarnog sastava goriva.



Sl. 16.2. Raspored mernih mesta

(I-prostorija laboratorije za termotehniku, II ložište, III-na izlazu iz peći, IV-na izlazu iz dimnjaka, 1-perforirana posuda-ložište, 2-zaustavna kosa limena ploča (zasun), 3-dimni kanal, 4-dimnjača i klapna sa termoelementom (bimetal), 5-dimna cev, 6-dimnjak, T-termopar NiCr-Ni, S-sonda za merenje temperature i sastava gasova)

Režimi ispitivanja trajali su 8 do 10 časova, pri prethodnom dostizanju željenih vrednosti osnovnih parametara peći (temperature i sastava produkata sagorevanja).

Metod merenja i ispitivanja peći urađen je u Institutu za poljoprivrednu tehniku u Novom Sadu. Polazište za izradu metoda ispitivanja bila je Preporuka Sekcije za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi VDPT, PTE E.001/94 i DIN 4702.

### 16.1.5. Rezultati ispitivanja sa diskusijom

U tabeli 16.3 prikazani su rezultati ispitivanja pilot peći pri sagorevanju mrkog uglja i briketa od pšenične slame, u cilju komparacije rezultata ispitivanja.

U toku procesa sagorevanja zbog snižavanja nivoa goriva u kanti, povećava se protok vazduha kroz ložište, snižava se temperatura u ložištu, snižava se temperatura produkata u dimnjaku, te se posledično zbog toga snižava protok produkata kroz dimnjak (tj. smanjuje se tzv. promaja).

Pri sagorevanju uglja „Đurđevik” postignuta je termička snaga peći od 8,2 kW sa radom jednog ložišta, a ukupna 16,7 kW sa radom oba ložišta. Prosečna potrošnja goriva bila je 1,5 kg/h i ukupna 3,07 kg/h. Termički stepen iskorišćenja peći bio je 49 % ili ukupno 72 %. Toplotna snaga ložišta u režimu u kome je obavljeno ispitivanje niža je od projektovane vrednosti za 16,6 do 18,4 %.

Tabela 16.3: Uporedni rezultati ispitivanja termičkih karakteristika pilot peći

R.br	Parametri	Jedin.	Mrki ugalj			Biobriket		
1.	Vrsta goriva	-	„Đurđevik”, komad			Pšenična slama, valjak		
2.	Dimenzije	mm	30-60			20x65		
3.	Donja toplotna moć*	kJ/kg	19,577			13,524		
4.	Početna masa goriva**	kg	16.15	16.16		11.08	11.00	
5.	Krajnja masa goriva	kg	2.80	2.60		1.21	1.20	
6.	Sagorelo goriva	kg	13.35	13.56		9.87	9.80	
7.	Vreme sagorevanja	h	10.80	10.30		4.20	4.13	
8.	Srednja potrošnja goriva	kg/h	1.50	1.57		2.64	2.66	
9.	Nesagorelo goriva	%	1.12	1.10		0.11	0.10	
10.	Izračunate vrednosti							
	- min količina kiseonika	nm <sup>3</sup> /kg	1.153			0.733		
	- min. količina vazduha	nm <sup>3</sup> /kg	5.490			3.492		
	-min.kol. produk. sagor.	nm <sup>3</sup> /kg	6.318			4.219		
12.	Koeficijent viška vazduha	-	9.02	5.88		5.69	4.80	
13.	Temperatura ložišta***	°C	670	505	540	700	330	440
14.	Protok produkata sagorev. na izlazu iz peći	nm <sup>3</sup> /h	71.95	70.84	69.52	76.85	72.84	71.33
15.	Temperatura produkata sagorev. na izlazu iz peći	°C	181.4	201.1	224.2	207.0	243.8	246.0
16.	Protok produkata sagorev. na izlazu iz peći	m <sup>3</sup> /h	115.5	118.7	122.1	130.4	133.0	130.8
17.	Temperatura produkata sagor na izlazu iz dimnjaka	°C	71.7	76.8	83.0	73.8	80.0	88.3
18.	Protok produkata sagorevanja na izlazu iz dimnjaka	m <sup>3</sup> /h	88.25	87.64	86.90	94.25	93.79	93.17
19.	Temperatura prostorije	°C	22,5	25,3	28,0	22,9	25,4	28,1
20.	Termička snaga ložišta	kW	8.16	16.70		9.92	19.97	
21.	Termički stepen iskorišćenja	%	48.70	71.92		47.08	70.15	

\*Toplotna vrednost briketa od slame određena je kalorimetrijskom bombom u Laboratoriji Zavoda za tehnologiju stočne hrane, Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu.

\*\* prva kolona podataka odgovara radu jednog ložišta, a druga kolona radu drugog ložišta.

\*\*\* I - u vremenskom periodu u kojem sagoreva prva polovina goriva u I kanti (rad prvog ložišta), II - u vremenskom periodu paljenja III kante i III - u vremenskom periodu dogorevanja goriva u I kanti i sagorevanja goriva u III kanti (rad oba ložišta).

### 16.1.6. Diskusija rezultata ispitivanja

U tabelama 16.1, 16.2 i 16.3 prikazani su najbitniji podaci za upoređivanje specifičnih parametara procesa sagorevanja briketa od biomase i uglja.

Zapremna ložišta „Plamen 1” je 0,035 m<sup>3</sup>. Masa ubačenog goriva bila je 0,65 do 0,82 kg. Protok vazduha kroz ložište bio je 6,1 do 12,1 m<sup>3</sup>/h. Koeficijent viška vazduha iznosio je 2,8

do 9 kod briketa od slame, a kod uglja 2,6 do 5,6. Temperatura ložišta isnosila je 520 do 770°C pri sagorevanju briketa od slame, a 680 do 860°C kod sagorevanja uglja. Količina produkata sagorevanja iznosila je 4,8 do 9,8 nm<sup>3</sup>/h. Specifična količina produkata sagorevanja po jednom kilogramu goriva iznosila je 12,2 do 38,1 nm<sup>3</sup>/kg za brikete od biomase, a za ugalj 6,8 do 29,7 nm<sup>3</sup>/kg. Brzina sagorevanja goriva bila je 0,26 do 0,8 kg/h za briket od slame, a za ugalj 0,25 do 0,71 kg/h. Brzina sagorevanja briketa bila je veća. Sa porastom koeficijenta viška (protoka) vazduha u ložištu, opadala je brzina sagorevanja goriva (ložište se hladilo).

Zapremina ložišta peći „Alfa-plam” je 0,18 m<sup>3</sup>. Termička snaga peći je 11 kW. Masa ubačenog goriva bila je 0,06 do 0,25 kg. Protok vazduha kroz ložište bio je 25 do 58 m<sup>3</sup>/h. Koeficijent viška vazduha iznosio je 4,2 do 8 kod sagorevanja kaminskih briketa od ljsuke suncokreta, a 9,5 do 19 kod sagorevanja briketa od oklasa. Količina produkata sagorevanja iznosila je 21 do 54 nm<sup>3</sup>/h. Specifična količina produkata sagorevanja po jednom kilogramu kaminskih briketa iznosila je 85 do 105 nm<sup>3</sup>/kg za suncokretovu ljusku i 84 do 274 nm<sup>3</sup>/kg za oklasak od kukuruza. Brzina sagorevanja briketa bila je 0,2 do 0,494 kg/h za suncokretovu ljusku i 0,175 do 0,416 kg/h za oklasak od kukuruza. Sa porastom koeficijenta viška vazduha u ložištu opadala je brzina sagorevanja briketa.

Zapremina ložišta pilot peći „Roza” je 0,086 m<sup>3</sup>. Termička snaga peći je 10 kW. Masa ubačenog goriva koje je gorelo bila je do 1,0 kg. Protok vazduha kroz ložište bio je 49 do 68 m<sup>3</sup>/h. Koeficijent viška vazduha iznosio je 4,8 do 5,7, kod sagorevanja briketa od slame, a 5,9 do 9 kod briketa od uglja. Temperatura ložišta bila je 440 do 700°C kod sagorevanja briketa, a 540 do 680°C kod sagorevanja uglja. Količina produkata sagorevanja iznosila je 70 do 77 nm<sup>3</sup>/h. Specifična količina produkata sagorevanja po jednom kilogramu goriva iznosila je 27 do 29 nm<sup>3</sup>/kg za brikete od slame i 44 do 48 nm<sup>3</sup>/kg za ugalj. Brzina sagorevanja goriva bila je 2,64 do 2,66 kg/h za brikete od slame, a 1,5 do 1,57 kg/h za ugalj. Brikete od slame su skoro duplo brže sagorevale od uglja, mada su imale značajno manju toplotnu moć. Sa porastom koeficijenta viška vazduha u ložištu opadala je brzina sagorevanja goriva.

Kao što se iz podataka vidi korišćene su različite zapremine ložišta peći za sagorevanje briketa i uglja, u cilju upoređenja. Prvo ložište ima najmanju zapreminu, pa treće i na kraju drugo. Termičke snage ložišta su približno iste. Masa ubačenog goriva u ložište se razlikovala, najmanja je bila kod druge peći, nešto veća kod prve, a najveća kod treće peći. Protok vazduha, kao i produkata sagorevanja, bio je najveći kod treće peći, nešto malo manji kod druge i značajno manji kod prve peći. Vrednost koeficijenta viška vazduha iznosila je 2,6 do 9 kod prve peći, 4,2 do 19 kod druge i 4,8 do 9 kod treće peći. Specifična količina proizvedenih produkata sagorevanja po kilogramu goriva bila je najveća kod kaminskih briketa, a kod ostale dve peći proizvodila se približno ista količina produkata sagorevanja po kilogramu goriva. Brzina sagorevanja briketa bila je najmanja kod druge peći, nešto veća kod prve peći, a najveća kod treće peći. Brzina sagorevanja briketa od biomase bila je značajno veća u odnosu na ugalj. Sa porastom koeficijenta viška vazduha u ložištu opadala je brzina sagorevanja goriva. Niže vrednosti koeficijenta viška vazduha (2 do 3) su povoljnije za proces sagorevanja biogoriva. U prve dve peći nije bilo obezbeđeno uvođenje sekundarnog vazduha za sagorevanje volatila, već je to urađeno sa povećanom količinom primarnog vazduha. Kod treće peći sama konstrukcija peći omogućavala je nekontrolisano uvlačenje sekundarnog vazduha, što je tokom procesa sagorevanja imalo sve veće negativne posledice (značajno se hladilo ložište).

### 16.1.7. Konstatacije

Na osnovu rezultata ispitivanja više autora i na osnovu sopstvenih uporednih ispitivanja sagorevanja briketa od biomase i uglja može sledeće da se zaključi:

1. Brikete od biomase mogu biti vrlo dobro alternativno gorivo, tj. mogu da budu zamena za klasične vrste čvrstog goriva (drvo i uglj). One brže sagorevaju od uglja. Iako imaju nižu toplotnu vrednost, termička snaga ložišta ostaje nepromenjena, zbog većeg utroška relativno jeftinijeg goriva.

2. Brikete od biomase efikasnije sagorevaju pri nižim vrednostima koeficijenta viška vazduha (2 do 3).

3. Sagorevanjem briketa od biomase manje se zagađuje životna sredina, jer u biogorivu ima značajno manje štetnih elemenata. U produktima sagorevanja praktično nema sumpordioksida, a količina azotnih oksida je zanemarljiva. Bilans ugljendioksida u atmosferi ostaje isti, tj. koliko se sagorevanjem biomase proizvede ugljendioksida toliko ga biljke u toku svog rasta potroše na proizvodnju organske materije. Sagorevanjem biomase ne stvara se „efekat staklene bašte”, ne stvaraju se kisele kiše i ne utiče se na globalnu promenu klime. Pepeo od biomase može da bude vrlo dobro đubrivo za bašte (povrtnjake).

4. Upotreba kaminskih briketa može biti vrlo profitabilna i za izvoz, jer se sa ovim briketama može regulisati boja plamena, dužina plamena, iskričavost, toplotna vrednost, količina pepela, vrsta i količina sagorelih gasova i dr.

5. Sagorevanjem aromatičnih briketa mogu da se uništavaju komarci i drugi štetni insekti,

6. Brikete od biomase zahtevaju odgovarajuća ložišta, tj. ložišta sa velikom zapreminom i sa mogućnošću dovođenja sekundarnog vazduha za sagorevanje volatila.

## Literatura

- [1] Bogner M: Termotehničar, „Poslovna politika”, Beograd, 1992. (tom I),
- [2] Brkić, M, Janić, T, Krivokuća, D: New type of the furnace for combustion of biobriquettes, Proceedings of interational conference on: „Rational use of renewable energy sources in agriculture”, MEE, CIGR, MAE, Budapest, 2000, C-4,
- [3] Brkić, M, Janić, T: Izveštaj o ispitivanju stepena energetske efikasnosti peći „Roza” na brikete od slame i mrkog uglja, Laboratorija za termotehniku, Institut za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2000, s. 13,
- [4] Brkić, M, Janić, T: Specifičnost sagorevanja biobriketa, časopis PTEP, JDPTEP, Novi Sad, VII(2003)1-2, s. 8-11.
- [5] Mihajlović, Emina: Istraživanje kompozitnih biobriketa sa zadatim fizičko-hemijskim i energetskim svojstvima, doktorska disertacija, Fakultet zaštite na radu, Niš, 2003, s. 178,
- [6] Milanović, B: Fundamentalna istraživanja biobriketa i zaštita od požara objekata za njihovu proizvodnju i eksploataciju", magistarski rad, Fakultet zaštite na radu, Niš, 2000, s.127,
- [7] Mitić, D, Mihajlović, Emina, Janković, Sobodanka, Milanović, B: Brzina sagorevanja biobriketa, časopis PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 6(2002)3-4, s. 90-92,
- [8] Radovanović, M, Rac, A, Savić, A: Prilog karakterizaciji briketa od ljuske suncokreta, Zbornik radova sa naučno-stručnog savetovanja EKO-EK 95: „Biomasa, bioenergetska reprodukcija u poljoprivredi”, IP „Mladost”, Beograd i Ekološki pokret Beograda, Beograd, 1995, s. 199-208.

## 17. USLOVI ZA STVARANJE TRŽIŠTA ENERGETSKIH BRIKETA I PELETA OD BIOMASE U VOJVODINI

*Dr Miladin Brkić, red. prof.*

Na osnovu prikazanih podataka u poglavlju 15. može da se konstatuje da:

- polovina postrojenja za briketiranje i peletiranje nije u pogonu iz razno-raznih razloga,
- najveći broj ovih postrojenja ne radi ili je prodato drugom za presovanje piljevine,
- od 16.860 t/godišnje proizvedenih briketa / peleta u Vojvodini može da se dobije 5.110 t/godišnje ekvivalentnog ulja za loženje. To je za sada mala, ali značajna vrednost.

Dakle, potrebno je uložiti velike napore da se ova proizvodnja proširi, jer su energetske brikete 2,72 puta jeftinije alternativno gorivo od ulja za loženje.

Posebno treba imati u vidu da su zemlje Zapadne Evrope pre pet godina oformile tržište peleta i briketa. Poznate su cene ovih proizvoda i može se reći da su vrlo privlačne za naše proizvođače. Naša komparativna prednost je što posedujemo poljoprivredne ostatke (biomasu) u velikim količinama svake godine (9 miliona tona u Vojvodini). Zapadna Evropa ima značajno manje tih ostataka. Takođe, Zapadna Evropa ima sve manje šuma i šumskih ostataka.

Naša slabost je u manjem kvalitetu mašina i opreme za briketiranje i peletiranje biomase. Kvalitet gotovih proizvoda nije, u većini slučajeva, urađen po standardima evropske klasifikacije CEN (vidi poglavlje 11.5.). Ovo slabi našu prodajnu moć na inostranom tržištu.

Takođe, u nas je veliki problem što su mašine i oprema za briketiranje i peletiranje prilično skupe. Naime, oni koji žele da izgrade pogone za briketiranje i peletiranje teško dolaze do povoljnih kredita. Država ne podstiče ovu proizvodnju, proizvođače ne oslobađa poreza i doprinosa i ako je dobro poznato da se proizvodi ekološko gorivo. Na se Zapadu podstiču proizvođači koji smanjuju produkciju ugljendioksida, a kažnjavaju se oni koji ispuštaju ugljendioksid u atmosferu, zbog stvaranja efekta staklene bašte i globalnog zagrevanja atmosfere. Takođe, kod njih je vrlo skupa električna energija iz koje se odvajaju sredstva za ekološku proizvodnju. Prikupljena sredstva služe za podsticanje proizvodnje iz obnovljivih izvora energije.

Dakle, napred navedeno utiče na ograničavanje, sputavanje i nerazvijanje našeg tržišta energetskih briketa i peleta. I ako imamo ogromne potencijale i mogućnosti za razvoj ovog tržišta vrtimo se u začaranom krugu, pa čak povremeno i nazadujemo. Osamdesetih godina bili smo tamo gde i Danska, a danas ne možemo proceniti vreme za koliko godina se možemo njoj približiti.

Posebno treba istaći da je još uvek nerešen problem tehnologije presovanja briketa i peleta od poljoprivrednih ostataka bez vezivnih sredstava. Zbog toga se troši mnogo električne i druge energije za ovu proizvodnju, te je još uvek ova proizvodnja skupa.

U nas još nisu doneti odgovarajući zakonski i podzakonski propisi za podsticanje proizvodnje biogoriva. Nedostatak ovih propisa u mnogome sputava i ograničava otvaranje tržišta za prodaju energetske briketa i peleta. Naši proizvodi imaju visoke proizvodne troškove i nisu dovoljno konkurentni proizvodima u Zapadnoj Evropi. Poslovni ljudi koji ulažu u ovu proizvodnju prilično su hrabri i oni očekuju da će se uskoro situacija okrenuti na bolje. Mnogi su se razočarali dugim čekanjem ovog boljitka, pa su svoje mašine i opremu prodali drugima.

Da bi se značajnije poboljšala situacija u vezi organizovanja i razvoja tržišta briketa i peleta potrebno je doneti Zakon i podzakonske akte o primeni biomase u energetske svrhe, da se donesu uredbe o kašnjanju onih preduzeća i pojedinaca koji zagađuju atmosferu sa ugljendioksidom, ugljenmonoksidom, azot-oksidiom, sumpordioksidom i drugim štetnim gasovima, da se poveća cena električne energije, da se osnuje Agencija za primenu biomase u energetske svrhe, da se izgrade pilot postrojenja za briketiranje i peletiranje biomase po regionima Vojvodine da bi se u praksi demonstriralo i prikazalo da to može da funkcioniše, da banke daju povoljnije kredite, sa grejs periodom, dužim rokom otplate i manjom kamatnom stopom, da Država smanji poreze i doprinose za proizvodnju briketa i peleta, da se organizuju zimske škole, savetovanja i simpozijumi na temu proizvodnje i korišćenja briketa i peleta, da se obezbede sredstva za naučno-istraživački rad iz ove oblasti, u cilju rešavanja problema tehnologije presovanja biomase bez vezivnih sredstava, da se objavljuju članci u novinama, stručni razgovori na radiju i u TV emisijama i da se osnuje promotivno-prodajna berza energetske briketa i peleta u Vojvodini. Sva ova infrastruktura veoma bi korisno pomogla stvaranju i razvoju tržišta briketa i peleta u Vojvodini.

## 17.1. Konstatacije

Treba imati u vidu da su zemlje Zapadne Evrope pre pet godina oformile tržište peleta. Dakle, mi iza njih za sada mnogo ne zaostajemo. Poznate su cene ovih proizvoda i može se reći da su vrlo privlačne za naše proizvođače. Naša komparativna prednost je što posedujemo poljoprivredne ostatke (biomasu) u velikim količinama svake godine (9 miliona tona u Vojvodini).

Naša slabost je u manjem kvalitetu mašina i opreme za briketiranje i peletiranje biomase.

Kvalitet gotovih proizvoda nije, u većini slučajeva, urađen po standardima evropske klasifikacije CEN. Takođe, proizvodni troškovi briketa i peleta su u nas prilično visoki. To sve slabi našu prodajnu moć na inostranom tržištu.

U nas je veliki problem što su mašine i oprema za briketiranje i peletiranje prilično skupe. Država ne podstiče ovu proizvodnju, proizvođače ne oslobađa poreza i doprinosa i ako je dobro poznato da se proizvodi ekološko gorivo.

U nas još nisu doneti odgovarajući zakonski i podzakonski propisi za podsticanje proizvodnje biogoriva.

Dakle, sve napred navedeno utiče na ograničavanje, sputavanje i nerazvijanje našeg tržišta energetske briketa i peleta. Rešavanjem napred navedenih problema stvorilo bi dobre uslove za organizaciju i razvoj tržišta briketa i peleta u Vojvodini.

## Literatura

- [1] Evropski peletni centar, sajt je: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info),
- [2] Danski peletni bum, sajt je: <http://fuels.dk-teknik.dk>,
- [3] Trendovi tržišta u Danskoj, sajt je: [www.ens.dk](http://www.ens.dk)
- [4] Pelete za Evropu, sajt je: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info),



- [5] Tržište peleta u Italiji: [www.etaflorence.it](http://www.etaflorence.it)
- [6] Evropski klasifikacioni normativ (CEN), sajt je: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info),
- [7] Pelete R&D u Evropi – pregled istraživanja, sajt je: [www.EnergyCentre.Info](http://www.EnergyCentre.Info),
- [8] Tržište i trendovi peleta, časopis, sajt je: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info),
- [9] Bioenergija, novine, sajt je: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info),
- [10] Granofyt pelete, ATEA, Praha, sajt je: <http://www.ateap.ez/>,
- [11] Projekt „ALTENER”, sajt je: [http://www.dk-teknik.dk/dk-teknik\\_docs/](http://www.dk-teknik.dk/dk-teknik_docs/).

## 18. MOGUĆNOSTI ZA DOBIJANJE PODSTICAJNIH I KREDITNIH SREDSTAVA ZA OSNIVANJE MALIH I SREDNJIH PREDUZEĆA ZA BRIKETIRANJE I PELETIRANJE BIOMASE (ODREĐIVANJE PRIORITETA ZA SPROVODJENJE MERA)

*Dr Todor Janić, vanr. prof., dr Miladin Brkić, red. prof.*

Poljoprivredni proizvođači decenijama su u hroničnoj besparici, sem malobrojnih, ne mogu da kupe za gotov novac potrebne mašine i opremu za poljoprivrednu proizvodnju, naročito mašine i opremu za briketiranje i peletiranje poljoprivrednih ostataka (biomase). Jedna od mogućnosti nabavke mašina i opreme je preko kredita i lizinga od banaka. Krediti, kao što je poznato, imaju svoju cenu i realno posmatrajući skupi su. Lizing je još skuplji. Bankari se pravdaju da su ulaganja u poljoprivredu visoko rizična, naročito sada kada trpimo velike posledice od ovogodišnje letnje suše i jesenje kiše. Zbog toga se kreditna sredstva dodatno opterećuju. Za olakšice u investiranje u poljoprivredu postarali su se Republičko ministarstvo za poljoprivredu i Izvršno veće Vojvodine. Ministarstvo poljoprivrede je izdvojilo 6,7 milijardi dinara za kratkoročno kreditiranje poljoprivrede. Procedura za dobijanje dugoročnih kredita je komplikovana da bi dobijena sredstva bila namenski utrošena. Ministar za poljoprivredu je najavio da će Ministarstvo ukinuti kratkoročne i dugoročne kredite i da će sredstva biti prebačena poslovnim bankama za kreditiranje poljoprivrede prema uslovima koje propisuju banke („Dnevnik”, 29.dec.2007.). Država će regresirati kamate na 3 – 5% za poljoprivredne proizvođače. Pokrajina je kredite obezbedila preko Fonda za razvoj Vojvodine, Garancijskog fonda i Fonda za razvoj poljoprivrede Vojvodine. Pravo da konkurišu imaju uglavnom registrovani poljoprivredni proizvođači.

Garancijski fond AP Vojvodine je osnovan da bi bio posrednik između banke i korisnika kredita. On je svojim sredstvima garant da će kredit biti vraćen. Na ovaj način komercijalne banke dobijaju podsticaj da odobravaju kredite pod povoljnim uslovima. U ovom slučaju poljoprivrednik ne mora biti registrovan. Kredit se odobrava na tri do pet godina, s grejs periodom do 12 meseci.

Limit kredita u 2006. godini iznosio je 3 miliona dinara, a u 2007. godini bio je 3,5 miliona dinara. Pošto se fondovi popunjavaju od sredstava privatizacije očekuje se da će sledeće kalendarske godine biti više sredstava u tim fondovima.

Sredstva Fonda za razvoj poljoprivrede Vojvodine obezbeđuje Vlada Kraljevine Norveške. Od prošle jeseni traži se da su poljoprivrednici registrovani zbog mogućnosti dobijanja dela bespovratnih sredstava. Važno je naglasiti da ni za jednu kreditnu liniju u ovom fondu nije tražen biznis plan, a kao garancija tražila se hipoteka na vrednost 1,5 puta veću od iznosa

traženog kredita. Sve potrebne informacije o uslovima kreditiranja poljoprivrednici mogu da dobiju u opštinskim kancelarijama navedenih fondova.

### ***Fond za razvoj Vojvodine, Novi Sad***

Konkurs za dugoročno kreditiranje razvojnih programa i projekata u oblasti poljoprivrede na teritoriji AP Vojvodine u 2007. godini.

Po ovom konkursu krediti su se dodeljivali u oblasti poljoprivrede za nabavku poljoprivredne mehanizacije i opreme, osnovnog stada i matičnog jata, izgradnju i rekonstrukciju sistema za navodnjavanje, opreme za povećanje kapaciteta i osavremenjavanje linija za preradu i čuvanje primarnih poljoprivrednih proizvoda, opreme za zaštićeni prostor i za realizaciju programa proizvodnje zdrave hrane. Sredstva po ovom konkursu nisu namenjena za finansiranje izgradnje novih i adaptaciju starih građevinskih objekata, za kupovinu zemljišta i za obrtna sredstva. Pravo učešća na konkursu imala su fizička lica-nosioци registrovanih poljoprivrednih gazdinstava na teritoriji AP Vojvodine. Prijave na konkurs predavale su se opštinskim kancelarijama FZRV, zaključno sa 31. majem 2007. godine. Adresa Fonda: Novi Sad, Hajduk Veljkova 11, Master centar, VI sprat, tel. 021/48 30 653; 48 30 656; 48 30 659; faks: 021/48 30- 647, e-mail: fzrapv@neobee.net , www.vdf.org.yu

### ***Garancijski fond AP Vojvodine, Novi Sad***

U Konkursu za odobravanje garancija za obezbeđenje dugoročnih kredita namenjenih finansiranju nabavke nove poljoprivredne mehanizacije – traktora i kombajna – garantni potencijal je 350 miliona dinara, koji je namenjen za individualne poljoprivredne proizvođače. Adresa Fonda: Novi Sad, Hajduk Veljkova 11, Master centar, tel. 021 489 37 00 i fax. 489 37 00, sajt je: <http://www.garfondapv.org.yu/> i E-mail: [garfondapv@neobee.net](mailto:garfondapv@neobee.net).

### ***Pokrajinski fond za razvoj poljoprivrede, Izvršno veće Vojvodine, Novi Sad***

*Kreditni za unapređenje poljoprivrednog gazdinstva.*

Završeni su prolećni konkursi Fonda za razvoj poljoprivrede APV. Ove godine kredite su dobili 101 korisnik. Podeljeno je ukupno 559 kredita. Kreditna sredstva se obezbeđuju iz budžeta Pokrajine. Kamatna stopa iznosi 2,2 do 2,8 %. Ovo je najpovoljnija stopa u Srbiji. Izvršno veće Vojvodine će nastaviti sa materijalnom podrškom delatnosti koje su najprofitabilnije u poljoprivredi. E-mail: [fondpolj@apv-nauka.ns.ac.yu](mailto:fondpolj@apv-nauka.ns.ac.yu), <http://www.fondpolj.vojvodina.sr.gov.yu/>

### ***Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo, Novi Sad***

Konkurs za raspodelu podsticajnih sredstava za sufinansiranje projekata uvođenja i sertifikacije sistema bezbednosti hrane 2007. godine.

Uvođenje i sertifikacija HACCP programa, uvođenje i sertifikacija ISO 22000, sistem menadžmenta bezbednosti hrane. Rok za predaju prijave bio je 15. maja 2007. godine. Adresa: Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo, Izvršno veće Vojvodine, Bulevar M. Pupina 16 , tel. 021 456721, 457056, <http://www.psp.vojvodina.sr.gov.yu>

### ***Pokrajinski sekretar za poljoprivredu, Izvršno veće Vojvodine, Novi Sad***

*Subvencije poljoprivredi iz pokrajinskog budžeta.*

Odlukom o budžetu Autonomne pokrajine Vojvodine za 2007. godinu za subvencioniranje poljoprivrede predviđeno je ukupno 1,5 milijardi dinara. To je za 500 miliona dinara više

nego lane. Od ovog kolača za ruralni razvoj sela obezbeđeno je 60 miliona dinara. Veoma je važno istaći da je veći deo ovog skromnog novca obezbeđen iz izvornih prihoda Pokrajine. Dalje je na potezu Republička vlada, koja ima daleko više novca. Ona mora da povuče konkretne poteze i pomogne selu i poljoprivrednicima. E-mail: danijel@apv-nauka.ns.ac.yu.

### ***NLB Kontinental banka, Novi Sad***

#### *Kratkoročni krediti.*

Kontinental banka iz Novog Sada dala je ponudu za kratkoročne kredite, gotovinski i bezgotovinski, bez valutne klauzule i bez depozita. Nominalne kamatne stope se kreću od 16,90% (EKS na 12 meseci od 19,81%) do 17,90% (EKS na 12 meseci 21,55%). Rok otplate je od 6 do 12 meseci. Adresa: Kontinental banka, Trg Mladenaca 1-3, 21000 Novi Sad, tel. 021 6615500 centrala, E-mail: cont@cont.co.yu, sajt je: <http://www.cont.co.yu/>.

### ***ProCredit leasing, Novi Sad***

#### *Specijalne povoljnosti za nabavku poljoprivredne mehanizacije.*

ProCredit banka je pripremila specijalne povoljnosti za nabavku poljoprivredne mehanizacije na lizing u saradnji sa renomiranim proizvođačima i prodavcima poljoprivredne tehnike. Duži period finansiranja, povoljnije kamatne stope i niži troškovi odobrenja su samo neke od pogodnosti koje su na raspolaganju svima onima koji se odluče da pribave poljoprivrednu mehanizaciju. ProCredit Leasing je pripremio specijalnu akciju za nabavku poljoprivredne mehanizacije: traktora, kombajna, priključnih mašina (mehanizacije), sistema za prijem i isporuku mleka, izmuzišta, silosa sušara, silomiks prikolica i ostale agroopreme renomiranih proizvođača. Period kreditiranja iznosi od 24 do 84 meseca. Akcija je trajala do kraja marta, a nastavila se i tokom jeseni. Adresa: ProCredit Bank, Bulevar cara Lazara 7b, tel. 021 58942 i Bulevar Oslobođenja 58, tel. 021 444160, <http://www.moneyinserbia.netfirms.com/micro-finance-bank.html/>

### ***Metals banka, Novi Sad***

#### *Kreditni za mala i srednja preduzeća.*

Svaki dan moglo se pročitati u desnom donjem uglu naslovne strane lista "Dnevnik" oglas za kredite za mala i srednja preduzeća. Prema oceni Narodne banke Srbije Metals banka je vrlo uspešna banka. Kreditiraju se, pre svega, individualna poljoprivredna gazdinstva, za koja su pripremili veoma raznovrsnu ponudu. Adresa: Metals banka AD Novi Sad, Stražilovska 2, 021 4884400, 4884401, 4884403, fax: 4884505, E-mail: [info@metals-banka.co.yu](mailto:info@metals-banka.co.yu), [www.metals-banka.co.yu](http://www.metals-banka.co.yu).

### ***Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Republika Srbija, Beograd***

#### *Kratkoročni krediti za poljoprivredne proizvođače.*

Ove godine završen je konkurs za dodelu kratkoročnih kredita posredstvom Ministarstva za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu. Osam odabranih poslovnih banaka je rasporedilo dve milijarde dinara. Bilo je to samo „kap u moru” za pokrivanje čak za petinu većih ulaganja u setvu nego prošle godine. Procenjuje se da je kredite dobilo samo oko 15.000 poljoprivrednika, odnosno manje od 10% od ukupno registrovanih poljoprivrednih gazdinstava. Ovo pravo nemaju pravna lica, iako nose veliki deo organizovanja proizvodnje, pa su primorani da uzimaju kredite od poslovnih banaka, čija je godišnja kamata 16 do 17%. Trošak otplate kamata pod nepovoljnim uslovima ugrađuje se u reprodukcioni materijal, koji

se daje koperantima u naturalnu razmenu. Dakle, čitav rizik proizvodnje svaljuje se na finansijski onemoćale poljoprivrednike. Ali, nažalost, oni drugog izbora nemaju. Adresa: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Beograd, Nemanjina 22-26, tel. 011 3620871 i fax. 011 3616274, E-mail: [office@minpolj.sr.gov.yu](mailto:office@minpolj.sr.gov.yu), <http://www.minpolj.sr.gov.yu/>.

#### ***Agencija SAD za međunarodnu saradnju (USAID), Beograd***

##### *Donacije za razvoj poljoprivrede.*

Agencija Sjedinjenih američkih država za međunarodnu saradnju USAID, koju u Srbiji zastupa Organizacija za međunarodnu pomoć i razvoj IRID, daje donacije za razvoj poljoprivrede. Ukupna vrednost dve donacije je 90.000 evra. Takođe, osnovana je i opremljena Direkcija za poljoprivredu Opštine Šabac sa donatorskim sredstvima u visini 25.000 evra. Adresa: USAID, Kneza Miloša 50, 11000 Beograd, tel. 011 381 11 4675 i fax. 011 381 11 8267, <http://www.usaid.gov/>

#### ***Američki fond za razvoj (ADF), Novi Sad***

##### *Donacije za razvoj poljoprivrede.*

Izgradnju hladnjače u Horgošu pomoglo je Ministarstvo za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu, Američki fond za razvoj sa donatorskim sredstvima i Zadruga udruženih poljoprivrednih proizvođača iz Horgoša. Adresa: ADF, Jobana Subotića, 18, 21000 Novi Sad, telefon: 021 522277 i 524546, E-mail: [rgill@adf.org.yu](mailto:rgill@adf.org.yu), <http://www.adfusa.org.yu/> i <http://www.adf.org.yu/>.

## **18.1. Konstatacije**

Poljoprivredni proizvođači ne mogu da kupe za gotov novac potrebne mašine i opremu za briketiranje i peletiranje poljoprivrednih ostataka (biomase), pošto su one vrlo skupe za naše uslove. Jedna od mogućnosti nabavke mašina i opreme je preko kredita i lizinga od banaka. Krediti, kao što je poznato, imaju svoju cenu i realno posmatrajući skupi su. Lizing je još nepovoljniji. Za olakšice u investiranje u poljoprivrednu proizvodnju postarali su se Republičko ministarstvo za poljoprivredu i Izvršno veće Vojvodine. Pokrajina je kredite obezbedila preko Garancijskog fonda, Fonda za razvoj Vojvodine i Fonda za razvoj poljoprivrede Vojvodine. Pravo da konkurišu imaju uglavnom registrovani poljoprivredni proizvođači. Kamatne stope su srednje vrednosti i kreću se od 4,8 do 9% na godišnjem nivou. Kamatne stope kod banaka su prilično visoke i iznose od 17 do 18%. Lizing daje ProCredit banka i on je obično nepovoljniji od kredita. Do donatorskih sredstava je vrlo teško doći.

Dakle, na osnovu navedenog neophodna je značajno veća pomoć Države. Raznim stimulativnim merama potrebno je pomoći onim poljoprivrednim proizvođačima koji žele da uđu u ove investicije: dugoročnije i stabilnije kreditiranje sa grejs periodom, smanjenje kamatnih stopa za nabavku mašina i opreme za briketiranje i peletiranje biomase, oslobađanje poreza i doprinosa za proizvodnju ekološkog goriva, uvođenje kaznenih mera za zagađivanje atmosfere, vode i zemljišta, povećanje cene električne energije, materijalna pomoć za izvoz briketa i peleta, stimulisanje proizvodnje mašina i opreme za peletiranje i briketiranje biomase, smanjenje trgovačkih marži za prodaju ekološkog goriva i druge mere. Prioritet u sprovođenju ovih mera je donošenje posebnog Zakona o primeni biomase u energetske svrhe, osnivanje Agencije za korišćenje biomase u energetske svrhe i formiranje Promotivno-prodajne berze briketa i peleta u cilju stvaranja tržišta ovih proizvoda u Vojvodini.

## Literatura:

- [1] Fond za razvoj Vojvodine, Novi Sad, sajt je: , [www.vdf.org.yu](http://www.vdf.org.yu)
- [2] Garancijski fond AP Vojvodine, Novi Sad, sajt je: <http://www.garfondapv.org.yu/>.
- [3] Pokrajinski fond za razvoj poljoprivrede, Novi Sad, sajt je: <http://www.fondpolj.vojvodina.sr.gov.yu/>
- [4] Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, Novi Sad, sajt: <http://www.psp.vojvodina.sr.gov.yu>
- [5] NLB Kontinental banka, Novi Sad, sajt je: <http://www.cont.co.yu/>
- [6] ProCredit leasing, Novi Sad, sajt je: <http://www.moneyinserbia.netfirms.com/micro-finance-bank.html/>; [www.procreditleasing.co.yu](http://www.procreditleasing.co.yu)
- [7] Metals banka, Novi Sad, sajt je: [www.metals-banka.co.yu](http://www.metals-banka.co.yu).
- [8] Ministarstvo poljoprivrede, Beograd, sajt je: <http://www.minpolj.sr.gov.yu/>.
- [9] Agencija SAD za međunarodnu saradnju (USAID), Beograd, <http://www.usaid.gov/>
- [10] Američki fond za razvoj (ADF), Novi Sad, <http://www.adf.org.yu/>.
- [11] Opportunity Bank, krediti za mala i srednja preduzeća, sajt: [www.obs.co.yu](http://www.obs.co.yu)
- [12] Intesa Leasing, Beograd, nova oprema i mašine, [www.intesaleasingbeograd.com](http://www.intesaleasingbeograd.com)

## 19. PREDLOG PROJEKATA KOJI MOGU APLICIRATI U EVROPSKOJ UNIJI ZA SREDSTVA IZ FONDOVA

*Dr Miladin Brkić, red. prof.*

Na osnovu analize tehničko-tehnoloških problema koji se javljaju u proizvodnji energetske briketa i peleta mogu da se predlože sledeći projekti koji mogu da apliciraju u Evropskoj Uniji za korišćenje finansijskih sredstava iz fondova za podsticanje korišćenja biomase u energetske i ekološke svrhe:

- Istraživanje ekoloških vezivnih sredstava usitnjene i sabijene biomase od poljoprivrednih ostataka u cilju smanjenja pritiska sabijanja, utroška energije i ekonomičnije proizvodnje briketa i peleta,

- Ispitivanje kvaliteta proizvedenih energetske briketa i peleta u Vojvodini od poljoprivrednih ostataka u cilju izvoza u zemlje Evropske Unije,

- Analiza tehničko-tehnoloških karakteristika domaćih i inostranih mašina i opreme za proizvodnju energetske briketa i peleta s obzirom na kvalitet materijala, preciznost izrade, pouzdanost i efikasnost u radu,

- Istraživanje mogućnosti ekonomične primene biomase od poljoprivrednih ostataka za: organsko đubrivo, proizvodnju čvrstog, tečnog ili gasovitog biogoriva, proizvodnju građevinskog materijala, proizvodnju delova za nameštaj i u druge svrhe.

- Ispitivanje vrste i oblika ekonomičnog pakovanja biomase od poljoprivrednih ostataka s obzirom na način upotrebe, transport, skladištenje i efikasno korišćenje.

- Priprema podloga za zakonske i podzakonske propise za ekološko, ekonomično i efikasno korišćenje biomase od poljoprivrednih ostataka u skladu s propisima Evropske Unije,

- Izrada podloga i mera za savremenu organizaciju produktivnog tržišta energetske briketa i peleta od biomase u Vojvodini u cilju podsticanja i omasovljavanja proizvodnje ovih proizvoda,

- Izrada planova i programa i organizovanje obuke poljoprivrednih proizvođača u cilju izgradnje pogona za proizvodnju energetske briketa i peleta od biomase,

- Analiza korišćenja kreditnih, podsticajnih, donatorskih i lizing sredstava za izgradnju pogona za proizvodnju energetske peleta i briketa od biomase i predlog mera za efikasnije korišćenje ovih sredstava,

- Istraživanje prednosti i nedostataka za ekonomičnu, efikasnu i ekološku upotrebu energetske briketa od biomase u odnosu na pelete.

Na osnovu predloženih naziva projekata moguće je doći do finansijskih sredstava iz fondova Evropske Unije za naučno-istraživački, stručni i obrazovni rad naših stručnjaka.

Pored navedenog, potrebno je svaki predloženi projekt detaljno razraditi prema zahtevima evropskih fondova koji finansiraju izradu navedenih projekata. Da bi se mogao projekt dobiti, takođe, potrebno je da se naši naučnici i stručnjaci povežu sa naučnicima i stručnjacima iz okolnih i drugih zemalja Evropske Unije.

Dakle, potrebno je da Pokrajinski sekretarijati za nauku, energetiku i poljoprivredu, Izvršnog veća Vojvodine, formira kancelariju u Briselu. Osnovna delatnost ove kancelarije bila bi da se poveže sa Komisijom Evropske Unije i njihovim fondovima i da informiše Univerzitet u Novom Sadu i pojedine fakultete o uslovima konkurisanja na sredstva fondova, datumu konkurisanja, načinu pripreme konkursnog materijala i da prati postupak prihvatanja ili odbijanja predatog konkursnog materijala. Finansiranje početka rada ove kancelarije trebalo bi da obavi Izvršno veće Vojvodine, a nastavak rada mogao bi delom da se finansira iz sredstava dobijenih projekata.

Na kraju, treba pokušati da se povežemo sa rukovodiocem projekta “Pelete za Evropu” (Pellets@las). Rukovodilac projekta je gosp. J. Dahl iz Instituta FORCE Technology, Energystyrelsen, Danska (sajt: [www.ens.dk](http://www.ens.dk) ) ili treba stupiti u kontakt preko e-mail adrese [jxd@force.dk](mailto:jxd@force.dk) (sajt: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info) ). Naziv projekta je: “Development and Promotion of a Transparent European Pellets Market – Creation of a European real – time Pellets Atlas, Intelligent Energy, Europe”, 2005. – 2007.



## 20. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

*Dr Miladin Brkić, red. prof, dr Milan Martinov, red. prof.*

1. **Energetski potencijal biomase u Vojvodini.** Ukupni potencijal biomase od poljoprivrednih ostataka u Vojvodini iznosi 9 miliona tona godišnje. Od ove količine 1/4 biomase može da se koristi za zaoravanje ili kao prostirka za proizvodnju stajnjaka u cilju povećanja plodnosti zemljišta, 1/4 može da se koristi za proizvodnju stočne hrane, 1/4 za proizvodnju biogoriva i 1/4 za ostale svrhe.

Količina energetski raspoloživih ostataka biljne proizvodnje u Vojvodini je  $2.790 \times 10^3$  tona, što predstavlja energetski ekvivalent  $750 \times 10^3$  tona lakog ulja za loženje. To je približno količina dizel goriva koja se koristi u poljoprivrednoj proizvodnji u Vojvodini.

Šume Vojvodine su, pored vrlo značajne i nezamenljive ekološke funkcije, vrlo važan izvor drveta, kao domaćeg obnovljivog industrijskog i energetskog materijala. Proračunati energetski potencijal prostornog drveta iznosi 850 TJ godišnje ili ekvivalent 21.300 t/god lakog ulja za loženje. Energetski potencijal šumskog ostatka iznosi 3.300 TJ/god ili 82.000 t/god lakog ulja za loženje. Neophodno je povećati šumski fond podizanjem novih zasada.

U fabrikama za preradu drveta, takođe, ostaju značajne količine drvnog ostatka, čija je potencijalna energetska vrednost oko 1.060 TJ/godišnje ili ekvivalent 26.500 t/god lakog ulja za loženje. Veći deo ovog ostatka se već sada koristi za proizvodnju toplotne energije potrebne za odvijanje tehnoloških procesa u fabrikama, kao i za zagrevanje prostora.

2. **Otpresci biomase.** Značaj briketiranja i peletiranja biomase za Vojvodinu ogleda se u sledećem: najveće količine biomase u Vojvodini čine poljoprivredni ostaci posle ubiranja poljoprivrednih proizvoda. Ovaj materijal ima malu gustinu, najčešće ispod 120 kg/m<sup>3</sup>, te je nepogodan za transport i skladištenje. S druge strane, pri sagorevanju brzo i lako oslobađa volatile, koji sadrže oko 70% energetskog potencijala, što zahteva posebna rešenja termotehničkih postrojenja. Dakle, biljni ostaci, najčešće u formi bala, nisu pogodni za transport na rastojanja iznad 50 km, nisu pogodni za skladištenje i nisu upotrebljivi za sagorevanje u različitim kotolovima i pećima. Samim time nisu pogodni za tržište i široku primenu.

Ovi nedostaci mogu da se eliminišu smanjenjem gustine, proizvodnjom otpresaka, briketa i peleta. Takođe, proizvodnjom otpresaka dobija se standardno gorivo za koje se definišu karakteristike, a njegova primena je najčešće moguća u širokom spektru postrojenja za sagorevanje. Otpresci, posebno peleti, omogućavaju ostvarenje automatizovanog loženja, što, posebno u razvijenijim zemljama predstavlja značajnu prednost i proširuje primenu. Skladišni prostor je smanjen, te je njihova primena moguća i u urbanim sredinama. Nedostatak proizvodnje otpresaka je u tome što je potrebno dopunsko ulaganje u sredstva, energiju i ljudski rad. Rezultat je povišena cena. Cena biljnih ostataka je do 35 €/t, drvenog otpada na istom nivou, a drvenog ivera oko 60 €/t. Cena otpresaka, koja zavisi od mnogih uticaja, je najčešće, kod nas, 100 do 150 €/t.

3. **Briketi i peleti biomase u EU.** Evropska unija je Belim papirom i pratećim dokumentima definisala obavezu primene NIOE, uključujući i biomasu. U tom sklopu različitim merama podržava se proizvodnja i korišćenje briketa, a posebno peleta biomase. Pojedine zemlje izradile su standarde za pelete, a na snazi je i nacrt Evropskog standarda (CEN/TS 14961). U EU se prvenstveno koriste peleti od drveta. Cena peleta kreće se, u zavisnosti od brojnih uticaja, a pre svega pnude i tražnje, između 150 i 250 €/t. Najviše cene su za visokokvalitetni drveni pelet u malim pakovanjima, do 10 kg.

Mnoge zemlje EU već sada, da bi zadovoljile proklamovanu i obavezujuću politiku proširenja korišćenja NOIE, otpreske biomase uvoze iz inostranstva. U tom smislu otvara se potencijalno tržište i za proizvođače peleta i briketa iz Srbije i Vojvodine.

Srbija je, kao i druge zemlje Zapadnog Balkana, sa EU potpisala Memorandum o razumevanju koji je obavezuje da prati energetska politiku u EU. Takođe, u septembru 2007. parafiran je Kjoto protokol. S time u vezi, u budućnosti, kada ovi dokumenti dobiju snagu obaveze, izvoz peleta i briketa biomase treba da se razmotri, jer ispunjavanje deklariranih ciljeva zahteva primenu NOIE, a to ispunjava ona zemlja koja je korisnik energije, a ne zemlja proizvođač.

4. **Karakteristike briketa i peleta biomase.** Postupkom briketiranja i peletiranja zapremina biomase smanjuje se za 10 do 12 puta. Gustina briketa/peleta iznosi 800 do 1.200 kg/m<sup>3</sup>, a nasipna gustina 400 do 700 kg/m<sup>3</sup>. Donja toplotna moć briketa/peleta slična je kao i domaćeg uglja (14 do 17 MJ/kg). Za kvalitetno briketiranje i peletiranje biomase optimalni sadržaj vlage u biljnom materijalu treba da je 12 do 18%. Pri manjem i većem sadržaju vlage oblik briketa i peleta nije postojan. Dimenzije peleta iznose: prečnik do 20 mm, dužina do 70 mm; brikete: prečnik do 110 mm, a dužina do 300 mm. Pored valjkastog postoji i prizmatični oblik.

Biomasa pre presovanja mora da bude pripremljena, usitnjena, i to sa što ujednačenijom većilinom. U brojnim slučajevima to predstavlja problem, a za usitnjavanje je potrebna energija uporediva sa energijom potrebnom za presovanje. Odnos energije uložene sa pripremu i presovanje i energije otpresaka je najčešće 1:8,40.

Zbog manje gustine i neprilagođenog punjenja presa, najveći broj radeći sa slamom i drugim ostacima poljoprivredne proizvodnje ostvaruje učinak koji je oko 50% od učinka koji se ostvaruje pri radu sa piljevionom od drveta.

Proizvodnja presa za briketiranje iziskuje veliku stručnost i opremljenost mašinske industrije, jer uslovi briketiranja, visoki pritisak i temperature, uslovljavaju korišćenje specijalnih vrsta materijala, veliku preciznost pri izradi cilindara, klipova i alata prese i veoma kvalitetnu termičku obradu. Zbog toga je potrebno razviti dobre kooperativne odnose između firmi koje su u stanju da to urade. Poseban je problem kvalitetne izrade i nabavke rezervnih delova za briketirke u pogonu. Takođe, kao problem nameće se stručno održavanje briketirke u pogonu, pošto se pokretni delovi prese brzo troše.

Prese za briketiranje su klipne, zupčaste sa ozubljenim valjcima, valjkaste i pužne. Ređe su mobilne. Temperatura presovanog biljnog materijala treba da dostigne vrednost 80 do 90o C. Zbog toga je za presovanje potrebno obezbediti pritisak 150-350 bara pa i više. Na posebnim konstrukcijama presa-cediljkama, može da se presuje biljni materijal sadržaja vlage 50 do 60%, pa i više.

Prese za peletiranje su sa prstenastom stacionarnom ili okretnom matricom i podesivom osovinom sa dva valjka, prese sa ravnom nepokretnom matricom i okretnim potiskujućim valjcima i prese sa ravnom, ali okretnom matricom i pasivnim valjcima. Jedno od novih rešenja u EU, pod imenom Kemyx, trebalo bi da omogući proizvodnju peleta od biomase vlažnosti i do 35%, a energija za presovanje je smanjena. Ne postoje rezultati testiranja ovog postupka od strane neutralne institucije i proverena pokazatelja koje je definisao proizvođač.

Da bi presovani komadi zadržali stabilnost ponekad se pre presovanja vrši mešanje usitnjene biomase (poljoprivrednih ostataka) sa: krečom, natrijum hidroksidom, melasom, brašnom (skrob), vlažnim papirom (kašom, pulpom), polucelulozom, polimerima i drugim vezivnim sredstvima, koja se dodaju za krupne komade do 7%, a za granule samo nekoliko procenata. Još uvek nisu pronađena odgovarajuća i jevtina vezivna sredstva. Preporučuju se organska vezivna sredstva iz ekoloških razloga. Učinak prese zavisi najviše od veličine presovanih komada. Prirodno, manji je za pelete ili granule, nego za brikete i kocke, a veći je u prvom slučaju specifični utrošak energije (kWh). On zavisi od toga da li se primenjuje tzv. „hladni” ili „topli”, suvi ili vlažni postupak briketiranja, kao i od fizičkih i mehaničkih svojstava materijala.

**5. Stanje u Vojvodini.** Na osnovu prikupljenih podataka može da se konstatuje sledeće:

- polovina postrojenja za briketiranje i peletiranje u Vojvodini nije u pogonu iz raznih razloga. Od popisanih 31 pogona, četiri koriste peletirke.
- najveći broj postrojenja ne radi ili je prodato drugom za presovanje piljevine. Razlog za ovu pojavu je da se biomasa od poljoprivrednih ostataka vrlo teško presuje bez vezivnih sredstava, pošto još uvek nije osvojena tehnologija presovanja. Drugi razlog je što su prese vrlo skupe, te su visoka početna ulaganja u podizanje pogona za presovanje.
- 16.860 t/godišnje proizvedenih briketa/peleta biomase predstavlja ekvivalent 5.100 t lakog ulja..

Cena briketirane ili peletirane biomase bez vezivnih sredstava u Vojvodini iznosi 100 do 120 evra/t. Ukoliko se dodaju vezivna sredstva cena raste. Da bi se troškovi briketiranja smanjili potrebno je smanjiti troškove usitjavanja biomase. Tehničko sušenje biomase u cilju dovođenja sadržaja vlage u područje pogodno za briketiranje/peletiranje nije ekonomski opravdano, te pre svega treba da se presuje biomasa koja već ima odgovarajući sadržaj vlage.

Troškovi proizvodnje briketa i peleta zavise od: vrste i cene biomase–sirovine, vrste linije za presovanje, tehnologije presovanja, vrste pakovanja, učinka linije, broja angažovanih radnika, vrednosti građevinskog objekta i opreme, kamata na kredite i dr. Kada se sve uzme u obzir troškovi proizvodnje briketa i peleta od drvene piljevine iznose do 100 evra/t, a od biljnih ostataka poljoprivrede do 120 evra/t.

**6. Problemi proizvođača briketa/peleta biomase i proizvođača postrojenja.**

Na osnovu rezultata tehno-ekonomske analize proizvodnje peleta i briketa može da se konstatuje da su uložena investiciona sredstva u izgradnju briketirnice ili peletirnice mogu relativno brzo vratiti (od tri do pet godina u zavisnosti od veličine objekta, odnosno učinka opreme). Dužina amortizacionog veka opreme računata je na 10 godina.

Cena briketa/peleta nalazi se na 5 mestu, tj. iza ulja za loženje, električne energije, tečnog naftnog gasa i mazuta, a ispred zemnog gasa, mrkog uglja, tvrdog ogrevnog drveta i bala slame. Da bi se kompletno mogla sagledati tehno-ekonomska opravdanost primene briketa/peleta potrebno je u račun uključiti sveobuhvatnu vrednost investicije za energetska postrojenja, primenu drugih vrsta energenata i uslove pod kojim radi energetska postrojenja.

Analizom stanja postojećih pogona za briketiranje i peletiranje biomase može da se konstatuje da domaća industrija, sa osam proizvođača, ne proizvodi dovoljno kvalitetne prese za briketiranje i peletiranje biomase. Problem predstavlja primena nedovoljno kvalitetnih materijala za najodgovornije delove presa, ali i nedovoljno precizna izrada. Na žalost, prednost domaće opreme jedino je u nižoj ceni, što u slučaju da dođe do zastoja i lošijeg kvaliteta otpresaka, najčešće ima negativan ekonomski efekat. Domaća industrija

sposobna je da proizvođačima otpresaka isporuči dovoljno kvalitetne ostale delove postrojenja za presovanje, transportna sredstva, dozirke, bunkere i drugo.

Neki od domaćih proizvođača već ostvaruju međunarodnu kooperaciju, baziranu na nižoj ceni radne snage kod nas. Kroz ovu kooperaciju najlakše se dolazi do unapređenja domaćih rešenja.

Očekuje se da će domaći proizvođači mašina i opreme za presovanje nakon sticanja dovoljnog iskustva, tj. na osnovu vlastitog razvoja, doći do rešenja koja su po kvalitetu slična onim rešenjima iz inostranstva (uvoza) i na taj način biće podstaknuta domaća industrija. Razvojem domaće industrije mašina i opreme povećaće se uposlenost radnika. Potrebno je da ove proizvođače prati i podrži domaća struka i nauka.

- 7. Predlozi za daljnji rad.** Briketi i peleti biomase predstavljaju perspektivni NOIE u Vojvodini, posebno na bazi ostataka poljoprivredne proizvodnje. Peleti imaju prednost u odnosu na brikete, pre svega zbog toga što se njima lakše ostvaruje automatizovano loženje. Pri sadašnjoj ceni peleta i briketa i drugih fosilnih goriva, uglja i prirodnog gasa, primena otpresaka biomase nije ekonomski opravdana. Tek u slučaju da počne sprovođenje mera za ispunjavanje međunarodno zaključenih sporazuma ovaj NOIE imaće svoj značaj, a ekonomičnost će biti ostavljena adekvatnom energetsom politikom zemlje. Ekonomski je, u uslovima u zemlji, prihvatljiva cena briketa i peleta biomase koja je niža od 100 €/t, a to je samo izuzetan slučaj, kada je cena osnovne sirovine niska, na primer, piljevina koja nastaje u drvoprerađivačkoj industriji.

Već sada postoji mogućnost plasiranja domaćih briketa i peleta biomase na tržište EU, a nudne se cene 100 do 120 €/t. Domaći briketi i peleti u većem broju slučajeva ne zadovoljavaju standardima definisane kriterijume, pre svega stabilnost proizvoda, ali nedostaje i zvanično definisanje njegovih karakteristika.

Proizvodnja briketa, a posebno peleta, u Vojvodini trebalo bi da se stalno unapređuje. Proizvođači bi trebalo da osnuju udruženje koje bi obavljalo mnoge funkcije vezane za unapređenje proizvodnje, nastupa na domaćem i inostranom tržištu i definisanje u budućnosti očekivanih podrški za njih i korisnike ovih NOIE. Predlaže se da udruženje formira i potpomaže Savet za biomasu čije se formiranje planira na nivou Sekretarijata za energetiku i mineralne sirovine APV.

Naredna mera bila bi osnivanje virtualne laboratorije za podršku proizvodnji briketa i peleta biomase u Vojvodini. Cilj formiranja ove laboratorije bio bi pomoć proizvođačima u cilju unapređenja proizvodnje, ali i sprovođenje merenja u cilju definisanja karakteristika briketa i peleta i provere ispunjavanja zahteva definisanih u standardima. Takođe, laboratorija bi trebalo da izdaje zvanične dokumente o karakteristikama otpresaka potrebne za izvoz. Formiranje laboratorije, u koju bi bile uključene jedinice raznih institucija, na primer, Poljoprivrednog fakulteta, Fakulteta tehničkih nauka, Tehnološkog fakulteta i Instituta za nizijsko šumarstvo, takođe bi bio zadatak Saveta za biomasu.

Savet za biomasu takođe bi trebalo da inicira sistemsku podršku domaćoj industriji uključenoj u proizvodnju presa i druge opreme vezane za proizvodnju briketa i peleta. Unapređenje kvaliteta proizvoda, rešavanje adekvatnog usitnjavanja biomase i primene vezivnih sredstava za brikete i pelete bili bi prioritetni zadaci.

Naučno istraživačke institucije bi trebalo da se povežu sa odgovarajućim u inostranstvu u rešavanju problema koji nastaju pri briketiranju i peletiranju. Postoji mogućnost dobijanja podrške preko raznih FP7 projekata, ali je verovatnoća dobijanja niska. Prioritet u razvoju ima ostvarenje energetski i granulometrijski što povoljnijeg usitnjavanja biomase pre presovanja, kao i primena vezivnih sredstava. Sa tehničkog stanovišta to je i unapređenje konstrukcije i materijala na rešenjima domaćih presa.

# I. STRUČNE POSETE POGONIMA ZA BRIKETIRANJE I PELETIRANJE

## P1. STRUČNA POSETA INSTITUCIJAMA I FIRMAMA U AUSTRIJI

*Dr Milan Martinov, red. prof.*

U vremenu od 6. do 10. avgusta 2007.god. obišao sam nekoliko institucija i firmi u Austriji. Cilj posete je bio da se upoznam sa trendovima u oblasti peletiranja i briketiranja biomase.

1. BLT, Francisco Josephinum, Biomass, Logistics, Technology (BLT)  
3250 Wieselburg, Austrija  
<http://blt.josephinum.at>
2. Manfred Wörgetter, dipl. ing. Hofrat  
Josef Rathbauer, dipl. ing.
3. Austrian Bio Energy Center (ABC)  
3250 Wieselburg, Austrija
4. Manfred Wörgetter, dipl. ing. rukovodilac odeljenja Centra u Wieselburgu  
Dr Walter Haslinger  
Mag. (FH) Gottfried Eder

Na istoj lokaciji nalaze se obe institucije, a ABC ovde radi sa kotlovima male i srednje snage.

U okviru BLT deluje akreditovano postrojenje za ispitivanje kotlova i peći.

Redovno izdaju sertifikate o ispitivanju. Postrojenje za testiranje koštalo bi 200.000 do 300.000 €. Posebno su skupi uređaji za prečišćavanje gasova da bi tek onda mogli da se analiziraju. Za protok koristi Koriolis tip, za induktivni kaže da baš nisu dobri jer se lako zaprljaju.

Jedan test košta oko 5.900 €. To je za dva režima, a ukoliko proizvođač želi više, posebno plaća. Cena zavisi i od toga za koliko se različitih goriva sprovodi. Dan merenja računa se 1.400 €, a testiranje traje 6 do 9 sati. Vrlo je skupo održavanje instrumenata. Ima kalibriranja koja koštaju 1.000 €, a kodišnje na kalibriranje i održavanje instrumenata daju 20.000 do 50.000 €.

Značajno polje rada je briketiranje i peletiranje biomase. Dominira peletiranje, jer je time omogućeno automatizovanje loženja. Kolega je naglasio da je problem sa poljoprivrednim

materijalima zbog njihove raznorodnosti, dok se sa druge strane teži standardizovanju goriva. Stoga smatra da, pre svega, veća postrojenja mogu da imaju budućnost.

Tako, na primer, bale slame su samo za postrojenja preko 1 MW, što proizvodi fabrika kotlova "Kolbach".

Cena peleta drveta je sada 180 do 190 €. Dostizala je i 290, a padala i na 140 €.

Pri izradi peleta nekih materijala dodaju se vezivna sredstva. Količina vezivnih sredstava je nacionalnim propisima i standardima ograničena na 2%, a oni rade uglavnom sa 0,5 do 1%. Kao vezivno sredstvo može da se koristi škrob bilo kojeg porekla, a na primer i otpad pri proizvodnji voćnih sokova. Dobro se pokazalo mleveno zrno žitarica.

Usitnjavanje se obavlja sečkom koja je prikazana na sl. P1 levo, sa otvorom sita 5 mm.

Mešanje sa vezivnim sredstvom zavisi od toga da li je u pitanju prah ili tečnost.

Oni su eksperimentisali sa dodavanjem kalcijuma u obrađivani materijal da bi povisili tačku topljenja pepela. Eksperimentima nisu dobijena signifikantna poboljšanja, tako da je odlučeno da se od toga odustane. Tako niska temperatura topljenja pepela ostaje veliki problem kod mnogih biljnih materijala.

Među SRC istakao je miskantus, kojim se postiže po pravilu 15 t/ha suve materija, a prinos dostiže i do 25 t/ha.



*Sl. P1 Sečka za usitnjavanje biomaterijala za proizvodnju peleta, levo, eksperiment sa vezivnim sredstvima za proizvodnju peleta, desno*

Kao posebno dobru firmu za kotlove za pelete naveo je [www.hargassner.at](http://www.hargassner.at). Kao posebno inovativnu naveo je [www.guntamatic.com](http://www.guntamatic.com).

Generalno je izražena spremnost za svaku vrstu kooperacije, ali treba naći da li postoje fondovi. To je naša dužnost. Posebno bi bilo zanimljivo za ABC, jer je to privatna firma koja se prijavljuje na konkurse i od toga živi. Potencijalno su zainteresovani za low-cost rešenja u našem području, ali nemaju viziju ko bi to mogao da finansijski podrži.

## P2. STRUČNA POSETA FIRMI „METALKOP”, BAČKI JARAK

*Dr Miladin Brkić, red. prof.*

Dana, 26.07. i 7.08. 2007. godine obišao sam firmu „Metalkop” u Bačkom Jarku. Razgovarao sam sa tehničkim rukovodiocem firme Draganom Cvetkovićem i njegovim sinom Stanislavom, maš. tehn. Cilj posete je bio da se upoznam sa problemima proizvodnje mašina i uređaja za peletiranje biomase. Naime, ova firma već 12 godina proizvodi čekićare za mlevenje krmnog bilja i prese za peletiranje (peletirke) za stočnu hranu. Ove godine proizveli su inovirano rešenje čekićara za mlevenje lucerkine stabljike i inovirano rešenje prese za peletiranje biomase (slame) u cilju proizvodnje čvrstog biogoriva. Peletirka nosi oznaku KPC – 37. Projektovani učinak peletirke je 500 kg/h. Snaga elektromotora za pogon peletirke je 37 kW. Peletirka ima prstenastu matricu sa dva rebrasta valjka unutar matrice. Matrica je postavljena vertikalno. Otvori na jednoj matrici su prečnika 8 mm, a na drugoj (rezervnoj) 6 mm. Do ove godine proizvodili su peletirke sa horizontalno postavljenom prstenastim matricama (sl.P2). Peletirka KPC- 37 prodana je u firmu “Sorgum” u Selenču. Tamo treba da peletira otpatke od slame sirka pri izradi metli. Takođe, ovoj firmi su prodali dva čekićara, snage 15 kW. Jedan usitnjava otpatke na situ od 20 mm, a drugi na situ od 6 mm. Ista peletirka prodana je u firmu “Poljops” u Bač za proizvodnju peleta od stočne hrane. Otvori na jednoj matrici su dimenzija 4 mm, a na drugoj 2,3 mm. Ona radi veoma kvalitetno pelete za piliće, prasiće, živinu i zečeve. Najbolje se peletira brašno od lucerke, bez vezivnih sredstava.



*Sl. P2. Peletirka “Metalkop” Bački Jarak sa horizontalno postavljenom matricom*

Pratio sam testiranje peletirke KPC – 18 pri peletiranju mešavine slame od soje 60% i pšenice 40%. Prstenasta matrica postavljena je vertikalno. Prečnik matrice je 300 mm. Prečnik otvora u matrici je 6,5 mm. Širina matrice je 30 mm, radni deo. Broj obrtaja matrice je 125 o/min. Pokazalo se da je matrica prilično uska. Snaga elektromotora za pogon peletirke je 18,5 kW. Unutrašnji valjci su rebrasti. Njihovo rastojanje od matrice može da se podešava u radu. Eksperimentalno (probno) postrojenje prikazano je na sl. P3, P4 i P5. Učinak peletirke je 250 kg/h peleta od biomase.



*Sl. P3 : Eksperimentalno postrojenje za peletiranje biomase:  
a) pogled s prednje strane i b) pogled sa zadnje strane*

Izgled i položaj matrice sa izvađenim pritiscnim rebrastim valjcima prikazan je na sl. P4.

Sa slike se vidi da je matrica postavljena vertikalno. Pogon matrice dobija se preko reduktora i elektromotora, koji su postavljeni iza matrice (ofarbano plavom bojom). Postavljeni reduktor nije odgovarajući. Prebrzo se vrti uska matrica. Na razvoju peletirke za biomasu rade od 2001. god.



*Sl. P4: Izgled i položaj prstenaste matrice*

Mešavinu sojine i pšenične slame su kvasili s vodom pre peletiranja i ručno mešali (sl. P5).



*Sl. P5: Priprema mešavine slame za peletiranje - kvašenje vodom i ručno mešanje*



U laboratoriji Departmana za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu izmerili smo po standardnoj metodologiji sadržaj vlage u uzorcima prekrupe od mešavine slame: 30,6%. Po propisanoj tehnologiji trebalo je da sadržaj vlage u prekrupi bude do 18%. Pri peletiranju nije predviđeno da se dodaju vezivna sredstva, sem kondicioniranja prekrupe sa vodom ili parom. Prekrupa je imala dimenzije: dužina 0,1 do 6 mm, širina 0,1 do 1,5 mm i debljina 0,1 do 1 mm. Srednja vrednost dužine čestica je 3,5 mm. Slama je usitnjavana na polovnom remontovanom čekićaru švedske proizvodnje u firmi „Ogrev” u Ruskom Krsturu.

Na sl. P6 prikazane su proizvedene pelete. Prečnik peleta je 6 mm, i dužina 14,5 mm.



*Sl. P6: Izgled proizvedenih peleta*

Ustanovljeno je da je peletirka pri probnom radu imala mali učinak (50 kg/h), pošto se u toku zagrevanja peletirke začepilo 20 do 30 rupa na matrici. Vrlo je teško očistiti rupe od veoma sabijene prekrupe. Učinak ove peletirke u peletiranju stočne hrane je 250 kg/h. Da bi se postigao odgovarajući režim rada peletirke, potrebno je da matrica i pritisni valjci sa prekrupom postignu radnu temperaturu. Kada dodje do isparavanja vlage iz prekrupe, onda se postiže radna temperatura. Tada matrica i valjci imaju oko 70°C. Utrošak energije je 300 Wh/kg peleta. Poseban problem je što prstenasta matrica ima malu širinu (uska) i ima neodgovarajući reduktor. Prebrzo se okreće uska matrica.

U Selenči postavljena je linija za peletiranje otpadaka od metli (sirka). Tu liniju sačinjavaju: mlin čekićar, transporter, silos, kondicioner, peletirka i uređaj za hlađenje peleta. Iznad peletirke postavlja se kondicioner za prekrupu u obliku puža sa rasprskivačima za vodu (ili paru). Uređaj za hlađenje je u obliku ormana, koji se puni sa peletama i kroz koji ventilator usisava vazduh. Pelete se ne smeju pakovati u džakove dok se ne ohlade. Pelete su veoma dobro gorivo za automatsko hranjenje toplovodnih kotlova ili peći za grejanje prostora. Slovenci su zainteresovani za otkup peleta.

Pri probnom radu sa peletirkom KPC – 37 u Selenči ustanovljeno je da se zagušenje prekrupe u otvorima na prstenastoj matrici dešava zbog slabo ispoliranih otvora na matrici. Površina izvesnog broja otvora se zgužvala, zbog visokog otpora trenja. Ovaj problem bi se mogao rešiti postavljanjem konusnih otvora na matrici, ali je tada veoma skupa izrada matrice. Takođe, potrebno je posebnu pažnju posvetiti kvalitetnoj termičkoj obradi matrice.

### P3. STRUČNA POSETA FIRMI „OGREV”, RUSKI KRSTUR

*Dr Miladin Brkić, red. prof.*

Dana, 14.08. 2007. godine obišao sam sa kolegom Deže Somerom, dipl.ing. firmu „Ogrev” u Ruskom Krsturu. Razgovarao sam sa direktorom firme Mihajlom Hrubenjom i njegovim ocem Đurom, vlasnikom firme. Cilj posete je bio da se upoznam sa problemima proizvodnje briketa od piljevine (drvene dobro usitnjene mase). Naime, ova firma već 10 godina proizvodi brikete od piljevine. Prvo su koristili italijansku presu za briketiranje, a onda su prešli na presu koju proizvodi firma „Dekan” iz Vrnjačke Banje. Firma „Dacom” iz Novog Sada je ustupila briketirku. Dipl. ing. Mato Zubac daje uslužnu mašinu i tehnologiju, a Hrubenje ostalo (materijal, energiju i rad). Projektovani učinak peletirke je 250 kg/h, a može da uradi 120 kg/h. Snaga elektromotora za pogon briketirke je 11 kW. Radni pritisak za briketiranje je 120 do 140 bara, a ponekad i 180 do 220 bara. Sadržaj vlage u piljevini je 10 do 12%. Na sl. P7 i P8 prikazana je presa za briketiranje „Dekan” iz Vrnjačke Banje.



*Sl. P7: Izgled prese za briketiranje firme „Dekan” iz Vrnjačke Banje sa jednostepenom hidrauličnom pumpom*



*Sl. P8: Presa za briketiranje u firmi „Ogrev”, Ruski Krstur sa dvostepenom hidrauličnom pumpom*

Proizvode brikete i od sojine slame. Slamu usitnjavaju na polovnom remontovanom mlinu čekićaru švedske proizvodnje. Dužina čestica slame može da bude do 10 mm. Pritisak sabijanja sojine prekrupe je 140 bara. Sojina prekrupa se zasvodi u prijemnom rezervoaru, jer je lakša od piljevine.

Transport usitnjenog materijala iz prijemnog rezervoara obavlja se pužem. Materijal se prebacuje u komoru za predsabijanje, a onda odlazi u alat briketirke gde se materijal sabija i formira briket. Alat se hidraulički podešava u cilju stvaranja odgovarajućeg pritiska sabijanja.

Imaju problema sa hidrauličnim pumpama iz „Prve petoletke” iz Trstenika. Pucaju klipovi, oštećuje se kućište, izlomljene spojke i dr., kada se poveća pritisak sabijanja iznad 300 bara. Zavaruju elemente, krpe, snalaze se, jer kada daju pumpu fabrici, onda dugo traje opravka. Hidraulične pumpe su dvostepene. Prvo sabijanje je predsabijanje materijala, a konačno sabijanje je u alatu briketirke. Na sl. P9 prikazana je hidraulična pumpa i radni cilindar.



*Sl. P9: Hidraulična pumpa i radni cilindri*

*a) hidraulična pumpa, b) radni cilindar*

Brikete od piljevine prodavaju za 100 evra po toni. Još nisu uspeli da brikete prodaju u inostranstvo. Piljevinu sakupljaju iz okolnih mesta. Za briketiranje piljevine naplaćuju usluge 30% od proizvedenih briketa. Briket ima prečnik 70 mm, a dužina je 70 mm. Na sl. P1 prikazan je izgled briketa od piljevine.

U firmi „Ogrev” u toku je realizacija investicije za ugradnju „Kahl”-ove opreme za peletiranje biomase. Učink ove opreme je 9 t/h peleta. Snaga postrojenja je 160 do 200 kW. Radni pritisak peletirke je 180 do 200 bara.



*Sl. P10. Izgled briketa od piljevine*

## **P4. IZVOD IZ IZVEŠTAJA SA STRUČNOG PUTOVANJA PO DANSKOJ 2002. GODINE**

*Dr Miladin Brkić, red. prof.*

### **1. Uvod**

Stručna grupa u sastavu: Đordje Đukić, bivši predsednik Izvršnog veća AP Vojvodine, Paja Francuski, dipl. geol, bivši pokrajinski sekretar za energetiku i mineralne sirovine, Radovan Eleković, dipl. ecc, bivši savetnik predsednika IVV, dr Miladin Brkić, red. prof, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Dajana Livingston, dipl. prav, marketing menadžer DP „Bratstvo”, Subotica, Slavomir Ruskovski, poljoprivredni proizvođač, Kucura, obavila je posetu Danskoj od 15. do 20. oktobra 2002. godine. Posećena je Danska agencija za energiju u Kopenhagenu, Ministarstvo za poljoprivredu u Kopenhagenu, Danski poljoprivredni savet u Kopenhagenu, Postrojenje za centralizovanu anaerobnu proizvodnju biogasa u Thorso-u (30 km od Arhus-a), Postrojenje za decentralizovanu anaerobnu proizvodnju biogasa na farmi 15 km od Thorso-a, Postrojenje za proizvodnju toplotne energije iz slame na farmi „Svenstorp”, Estate (20 km od Malmea u Švedskoj), Termoelektrana na biomasu (pelete od drveta i bale slame) u Kopenhagenu (Energija E2) i Turbine na vetar u Kopenhagenu (Energija E2).

Cilj posete je bio da se upoznamo sa danskim iskustvima korišćenja obnovljivih izvora energije. Smatramo da je Danska prva zemlja u Evropi sa ovim iskustvima.

#### ***Termoelektrana na pelete od drveta i bale slame „Energija E2” u Kopenhagenu***

Termoelektrana je podignuta 2001. godine. Koštala je 3,8 milijardi DKK (519 miliona evra). U Kopenhagenu ima tri termoelektrane. Ova termoelektrana ima dva parna kotla „Benson” velike termičke snage. Prvi kotao ima snagu 800 MW, a drugi 105 MW. Visina prvog kotla je 70 m, a drugog 25 m. Kotlovi su ekranski. Proizvedena para ima pritisak od 300 bara i temperaturu od 582 do 600°C. Para se koristi za pogon generatora parne turbine u cilju proizvodnje električne i toplotne energije (koogeneracija). Električna snaga generatora je 465 MW. Kada se proizvodi električna i toplotna energija dobija se 365 MW električne energije i 475 MW toplotne energije. Na ovom postrojenju ugrađene su i dve gasne turbine (avionski motori „Rojl Rojs”), svaka snage 55 MW električne energije. Sa produktima sagorevanja iz turbina zagreva se voda, pri čemu se dobija 40 MW termičke snage.

Za kotao veće snage mogu da se koriste sledeće vrste pogonskog goriva: ulje za loženje, prirodni gas, ugalj i pelete od drvene piljevine. Ugalj je nabavljen, ali se ne koristi. Najviše se koriste pelete od piljevine (prečnik 10 mm, dužina 10 mm). Pelete se peletiraju u fabrici nameštaja, koja je udaljena 25 km od Kopenhagena, a prevoze se brodom (termoelektrana je smeštena na obali mora). Drugi kotao koristi slamu kao pogonsko gorivo. Velike prizmatične bale, mase 500 kg, dovoze se sa kamionima sa udaljenosti do 150 km. Cena slame je 500 DKK/t (68 evra/t). Ona je nešto jeftinija od uglja. Kotao troši 25 t/h slame ili 50 bala/čas. Firma ima 400 ugovora sa farmerima o kupovini slame. U krugu fabrike imaju skladište za 400 bala. To mogu da potroše za dva dana (subota i nedelja). Svakodnevno dovoze slamu. U skladištu za pelete može da se skladišti 40.000 t peleta, a u skladištu kod fabrike nameštaja može da se skladišti 60.000 t peleta. U krugu fabrike za nameštaj postavljene su peletirke.

U krugu termoelektrane postoje prečistači za produkte sagorevanja. Produkti se provlače kroz rastvor vode i kalcijuma. Na taj način iz produkata izvlači se 98% sumpora i proizvodi se gips. Ukoliko se sumporni oksidi nekontrolisano ispuštaju u atmosferu, onda se plaća taksa od 10 DKK/kg sumpora. Sa vremena na vreme kontroliše se rad kotlova i da li se sumporni oksidi izbacuju u atmosferu. Takođe, postoje suvi hvatači pepela (filteri). Od 100 t goriva

može da se dobije do 3 t pepela. Teški metali iz letećeg pepela izdvajaju se (ispiraju) kadmijumom. Ovaj pepeo se odvozi izvan Kopenhagena na uništavanje. Gips i nezagađeni pepeo prodaju se građevinskim firmama. Pepeo od slame vraća se farmerima. Na ovaj način, ova firma ima koristi od zaštite životne sredine. Stepen energetske efikasnosti ovog postrojenja je vrlo visok (50%).

Topla voda sa turbina šalje se u Kopenhagen za zagrevanje zgrada. Postoje dva distributera toplotne energije. Dužina toplovoda je 35 km. Pritisak u sistemu je 25 bara, a temperatura 100°C. U ovom sistemu gubi se 5% toplotne energije. Transportni troškovi toplotne energije iznose oko 30% od ukupne cene. 10% od cene se plaća za korišćenje obnovljivih izvora energije. 10% je proizvodna cena tople vode, a sve ostalo su porezi. Potrošač sve plaća. 10 meseci se godišnje greju kuće, a leti se cevi sa toplom vodom rashlađuju u moru.

Krajnji korisnici električne enrgije (potrošači) plaćaju nešto veću cenu električne energije, nego što je redovna električna energija. Termoelektrana nema poreza na proizvodnju električne i toplotne energije iz biomase. Ovakvih termoelektrana u Danskoj ima 17.

## P5. STRUČNA POSETA FIRMI DI „SPAČVA”, VINKOVCI, HRVATSKA

*Dr Miladin Brkić, red. prof.*

Dana, 27.09.2007. godine obišao sam sa kolegama Matom Zubcem, dipl. ing. i Danijelom Lajstom, dipl. ing., predstavnicima firme „Metal matik” iz Beočina, firmu DI „Spačva” u Vinkovcima, Hrvatska (<http://www.spacva.hr>). Razgovarali smo sa pomoćnikom direktora održavanja Markom Negovanovićem. Firma DI „Spacva” bavi se preradom drveta i izradom drvnog materijala za nameštaj. U krugu fabrike imaju ogromne gomile piljevine, čipsa i drugih otpadaka od prerade drveta. Do sada su briketirali piljevinu na švajcarskoj briketirki (mehaničkoj presi sa ekscentrom i velikim, masivnim, zamajnim točkovima sa obe strane briketirke), koja radi od 1984. godine. Prošle godine su ugradili polovnu briketirku, koju su kupili od Fabrike ulja „Dijamant” iz Zrenjanina. Ova briketirka je proizvodnje firme „Unis-Igman” iz Konjica (mehanička presa sa ekscentrom i velikim, masivnim, zamajnim točkovima sa obe strane briketirke). Deklarisani kapacitet jedne briketirke je 1.500 kg/h briketa. Oblik i dimenzije briketa su: prečnik 90 mm i dužina 300 mm. Linije za hladene briketa su dugačke. Brikete se pakuju u termofoliju, po dva komada ili ako su kraćih dužina po 6 komada. U jednu vreću pakuje se 10 kg briketa. Proizvodi se ekološki briket bez vezivnih sredstava. Briketi se izvoze u Italiju i Austriju. Toplotna vrednost briketa je 16.880 kJ/kg. Briketi su namenjeni za peći na drvo, kamine, štednjake, kaljeve peći, peći za centralno grejanje, itd. Peći se ne smeju potpuno napuniti sa briketima. Mora se ostaviti prostor za sagorevanje briketa.

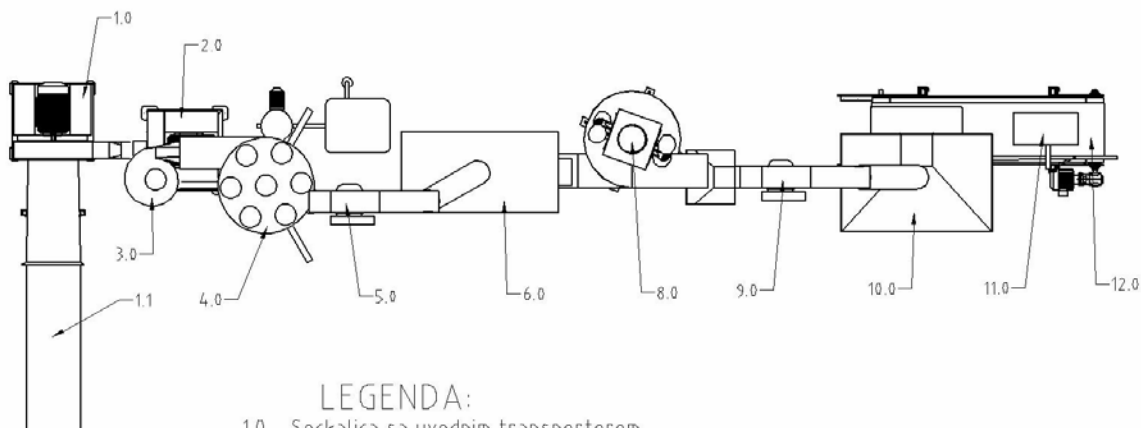
Cilj posete je bio da se upoznam sa radom novog pogona za peletiranje drvene piljevine. Naime, projektovan je i izgradjen novi pogon za peletiranje piljevine. Projekat je uradio studio „Aggio” iz Novog Sad. Konkretno uradio ga je Stanislav Herak, dipl. ing., a stručni konsultant je bio kolega Mato Zubac, dipl. ing. Pogon se sastoji iz dve prijemne linije. Prva prijemna linija sastoji se iz: prijemnog koša sa dva puža na dnu koša, transportera, rotacionog prečistača za piljevinu, povratnog gumenog transportera do drobilice i transportera do pneumatskih sušara. Druga linija sastoji se iz: prijemnog koša za čips, transportera za vlažnu sirovinu, drobilice za čips (veliki polovni reparirani mlin čekićar koji je uvežen iz Italije) i transportera do rotacionog prečistača. Vlažnu piljevinu suše tri vertikalne pneumatske sušare, prečnika cevi 1,2 m i visine 10 m, proizvodnje „Seting” iz Delnica. Topli vazduh priprema se sa tri toplovodna kotla firme Ogrevanje „Sedeljšak”, d.o.o., Vransko, Slovenija. Ložište radi na drvenu biomasu, tip. G-UR 2,6. Toplotna snaga jednog ložišta je 2,6 MW. Piljevina se ubacuje iz sušara u kotlove preko ciklona, ustava i lančastih transportera. Transport suve piljevine od sušara do prijemnog ciklona, koji je postavljen pored pogona za peletiranje, obavlja se pneumatski iz lančastog transportera. Iznad prijemnog ciklona ima četiri mala ciklona. Ispod velikog ciklona postavljene su dve drobilice (mlina čekićara) za usitnjavanje krupnog otpada koji se izdvaja sa separatorima. U Pogonu za peletiranje postavljene su tri nove snažne i visokog učinka peletirke italijanske proizvodnje „General Dies”, S.r.l., Colognola, Ai Colli (Verona), tip: Macchina CMS IEME ([www.generaldies.com](http://www.generaldies.com)), sl. P11. Peletirke su postavljene paralelno, jedna pored druge. Pelete ispadaju na zajedničku transportnu gumenu traku, koja je postavljena ispred peletirki. Prečnik prstenaste matrice je 850 mm. Prečnik otvora na matrici je 6 mm. Iznad peletirke je postavljen kondicioner (puž) za paru i vodu. Trenutno rade vlaženje piljevine sa vodom, a planiraju da se priključe na paru. Sadržaj vlage u piljevini ne sme da pređe 30%. U probnom pogonu debljina prstena matrica je bila suviše velika pa su morali menjati matrice. Pelete se u otvorima matrica zapeknu dok se

ne postigne radna temperatura. Kada se otvori ne mogu probiti onda se moraju bušilicom probijati. Da se to nebi dešavalo pri zaustavljanju peletirke ubacuje se zrno ječma da se otvori ne začepi. Zrno ječma je mekano pa se stvaraju porozne i lagane pelete. Dužina peleta iznosi 3 do 4 cm. Pogon matrice obavlja se sa dva snažna elektromotora, koji vise na bočnim stranama peletirke, sa kaišnim prenosom. Deklarisani učinak jedne peletirke je 3,7 t/h, a dobro je kada se postigne 3,2 t/h. Iza trakastog transportera postavljen je elevator za podizanje peleta u koš spiralnog hladnjaka. Ohlađene pelete ubacuju se u vibracioni separator. Iz separatora, gde se odvaja piljevina, pelete se usmeravaju ponovo u elevator, podižu se na gumeni, harmonikasti, transporter, koji nosi pelete u koš pakerice. Pelete se pakuju u plastične džakove mase od 15 kg. Cena peleta je 120 evra/toni. Pelete se izvoze u Italiju i Austriju.



*Sl. P11. Presa za peletiranje „General Dies” i prstenaste matrice*

Na sl. P12. prikazana je principijelna tehnološka šema za peletiranje biomase (Zubac, M, 2007). Slična tehnološka tema je postavljena u firmi „Spačva” u Vinkovcima.



LEGENDA:

- 1.0 - Seckalica sa uvodnim transporterom
- 2.0 - Mlin za fino mlevenje
- 3.0 - ventilator
- 4.0 - ciklon sa filter vrećama
- 5.0 - Kofičasti elevator
- 6.0 - Metalni koš sa izuzimačem
- 7.0 - Pelet presa sa dozirnim uredjajem
- 8.0 - Hladnjak peleta
- 9.0 - kofičasti elevator
- 10.0 - Polu automatska vaga-pakerica
- 11.0 - Varilica plastičnih vreća
- 12.0 - Trakasti transporter
- 13.0 - Uredjaj za vlaženje

*Sl. P12. Principijelna tehnološka šema linije za peletiranje biomase*

*(1.0-seckalaica sa uvodnim transporterom (1.1), 2.0-mlin za fino mlevenje, 3.0-ventilator, 4.0-ciklon sa filter vrećama, 5.0-kofičasti elevator, 6.0-metalni koš sa izuzimačem, 7.0-pelet presa sa dozirnim uredjajem i uredjajem za vlaženje (13.0), 8.0-hladnjak peleta, 9.0-kofičasti elevator, 10.0-poluautomatska vaga-pakerica, 11.0-varilica plastičnih vreća, 12.0-trakasti transporter)*



## P6. STRUČNA POSETA FIRMI „FASADA” U CRVENKI

*Dr Miladin Brkić, red.prof.*

Dana 22.11.2007. godine su dr Miladin Brkić, Živica Terzić, dipl.ing. i Slobodan Nikolajević sa Poljoprivrednog fakulteta iz Novog Sada posetili firmu „Fasada” u Crvenki. Razgovarano je s vlasnicima firme Miroslavom Pupavcom, dipl.ing. i Radetom Pupavcom, dipl.ecc. Njihova firma se bavi proizvodnjom peleta od sojine slame. Pogon za peletiranje su izgradili prvom polovinom 2007. godine. Polovinom prošle godine javili su se na oglas Svetske banke za razvoj, od koje su dobili 35.000 dolara bespovratnih sredstava. Na oglas se javilo 165 osoba, u uži izbor ušlo je 55, a sredstva je dobilo 21 osoba. Njihova je obaveza da projekt za dve godine zaživi u praksi. U međuvremenu bio je raspisan i oglas od strane Pokrajinskog sekretarijata za poljoprivredu. Od ovog sekretarijata su dobili 10.000 evra nepovratnih sredstava. Da bi zatvorili finansijsku konstrukciju za izgradnju pogona za peletiranje biomase uzeli su kredit od Pokrajinskog fonda za razvoj u visini 15.000 evra, sa kamatnom stopom 4,8%, grejs periodom od jedne godine i dve godine za vraćanje sredstava.

Pogon za peletiranje uradila je firma „Milex” iz Vrbasa, čiji je vlasnik Puniša Kostić, dipl.ing. maš. Ova firma je napravila pogon za peletiranje repinih rezanaca.

Osnova pogona je peletirka, čija konstrukcija odgovara „Amandus Kahl-ovoj” peletirki sa ravnom pločastom matricom. Iznad matrice kotrljaju se valjci i utiskuju usitnjenu masu u otvore matrice. Debljina matrice je 45 mm, a prečnik je 480 mm. Snaga elektromotora za pogon peletirke je 30 kW. Na sl. P13 prikazan je presek prese za pelete „Amandus Kahl”, Nemačka. Na principijelno istoj osnovi urađena je presa u firmi „Fasada” u Crvenka. Razlikuje se samo pogon peletirke. Originalni pogon je s pužem, a u Crvenki je kaišni prenos.



*Sl. P13: Presek prese za pelete »Amandus Kahl«, Nemačka*

Učinkovitost linije za peletiranje je do 350 kg/h peleta od sojine slame, prečnika 8 mm, a do 550 kg/h repinih rezanaca, prečnika 12 mm. Vlasnici pogona smatraju da će učinak biti 5 t/dan peleta od sojine slame i piljevine prečnika 8 mm. Ove pelete će raditi oko 7 meseci. Planiraju da rade tri meseca repine rezance i lucerkino brašno.

Linija za peletiranje biomase sastoji se iz sledeće opreme: mlina čekićara nemačke proizvodnje sa ventilatorom za pneumatski transport usitnjenog materijala na tavan, koša mešalice, pužnog dozatora, kondicionera sa rasprskivačima za vodu, peletirke, kosog trakastog transporter, vibracionog sita, hladnjaka peleta sa aspiracionim uređajem, sita i

uvrećivača peleta u džakove. U prvoj fazi izgradnje pogona usitnjeni materijal je sa čekićara ubacivan na tavan, gde se dekomponovao na krupniju (masivniju) frakciju i sitniju (lakšu) frakciju. Ručno se hrani koš mešalice sa tavana. Mešalica služi za razbijanje svoda usitnjene mase u košu. Sitnija frakcija sojine prekrupe se mnogo bolje sabija i dobijene su mnogo kvalitetnije pelete. Da se ne bi gubio deo usitnjenog materijala ugrađena su dva ciklona za hvatanje usitnjenog materijala. Krupnoća (dužina) ovog materijala iznosi oko 5 mm. Pri ovoj krupnoći materijala ne dobijaju se kvalitetne pelete, tj. slabo su sabijene i osipaju se. Ne pomaže ni dodavanje vode u masu. Vlasnici pogona za peletiranje smatraju da bi trebalo povećati debljinu matrice da se dobije duži put kretanja sabijene mase, veće trenje materijala kroz otvor matrice, čime bi se povećala temperatura materijala i proizvelo bolje sabijanje i termoplastično lepljenje materijala.

Vlasnici pogona planiraju da nabave još jedan mlin čekićar, sa sitom od 40 mm. snage 15 kW. Postojeći mlin ima sito od 3 i 4 mm i snagu 17 kW. Nemaju pakericu sa termotunelom, mada se planira prodaja peleta u rinfuzi, jer je jeftinije. Za sada će se pakovanje peleta obavljati u džakove od 15 i 40 kg. Planira se nabaviti rotaciona sušara (dehidrator) za sušenje vlažne sirovine (repinih reznaca, lucerke, piljevine, itd.). Za sušaru koristile bi se velike četvrtaste bale slame kao pogonsko gorivo.

Ukupna instalisana snaga pogona iznosi 60 kW. Pošto se pogon nalazi izvan naseljenog mesta postoji nedostatak dovoljne električne snage za pogon svih uređaja. Trenutno električna instalacija može da se opteretiti sa 40 kW električne snage. Planira se rad s mlinovima u jednoj smeni, a u dve smene proizvodnja peleta.

Dobijena finansijska sredstva su utrošena na izradu: usipnog koša sa mešalicom, dozatora mase, kondicionera, peletirke, transportne trake, vibracionog transportera, hladnjaka, sita, ciklona, ustava i mlina čekićara sa transportnim ventilatorom. Ova oprema je koštala 25.000 evra. Takođe, nabavili su traktor sa utovarivačem bala, koji je koštao 12.000 evra. Za sirovinu (30.000 bala sojine slame) platili su 10.000 evra. Adaptacija objekta koštala je 4.500 evra. Nabavljene su dve prikolice za 1.000 evra. Elevator za podizanje bala na kamare nemaju. Presu za slamu nemaju. Pored dobijenih sredstava vlasnici firme angažovali su sopstvena sredstva u visini 11.000 evra, svoj rad i vreme. U pogonu će biti zaposleno 2 radnika po smeni, ukupno 6 radnika plus poslovođa u prvoj smeni.

Cena balirane slame u male prizmatične bale iznosi 2,5 din/kg. Kod Gosp. Gorana Medića u Mladenovu troškovi sakupljanja i skladištenja velikih bala iznose 1,5 din/kg.

Bruto plate i doprinosi radne snage iznose 2 din/kg peleta. Zalihe sirovina (30.000 bala slame) iznose 10.000 evra. Nemaju nenaplaćenih sredstava. Cena peleta namenjenih za tržište Slovenije u rinfuzi iznosi 100 evra. U ovu cenu ne ulazi PDV. Kod nas je PDV 18%. Kod nas nije još formirano tržište peleta. Na tržištu Slovenije cena upakovanih pelata je 250 evra/t, au rinfuzi 187 evra. Troškovi pakovanja peleta u vreće iznose 1 din/kg. Cena prazne vreće iznosi 0,5 din/kg. Ovde treba dodati trošak za nabavku peleta.

## P7. STRUČNA POSETA FIRMI „VAROTECH” U MLADENOVU

*Dr Miladin Brkić, red. prof, dr Todor Janić, vanr. prof*

Dana 26.11.2007. godine su dr Miladin Brkić, dr Todor Janić i Živica Terzić, dipl. ing. sa Poljoprivrednog fakulteta, Departmana za poljoprivrednu tehniku, iz Novog Sada posetili firmu „Varotech” u Mladenovu. Razgovarano je s vlasnikom firme gosp. Pajom Zamaklarom, gđom. Milanom Drozdik, dipl. ing. građ, direktorom firme „Varomont” iz Veternika i tehničkim direktorom „Varotech” gosp. Goranom Medićem. Firma „Varotech” bavi se proizvodnjom energetskih briketa od drvene piljevine i sojine slame. Fabriku za briketiranje izgradili su u trećem tromesečju 2007. godine. Ona je otvorena i zvanično počela sa radom 2. novembra 2007. godine. Investicija iznosi ukupno 1.100.000 evra. Veliki deo sredstava je pozajmljen pošto Izvršno veće Vojvodine nije dalo saglasnost za finansiranje ovog projekta. Navodno, nije u fondovima bilo dovoljno sredstava za te namene, pošto je deo sredstava usmeren za finansiranje pogona za briketiranje u Titelu. Na otvaranju fabrike 2. novembra potpisan je ugovor sa Fondom za razvoj Vojvodine za podizanje kredita. Kredit još nije realizovan pošto je bilo teško nabaviti garanciju banaka za podizanje kredita. Traženo je da se firma „Varomont” iz Futoga, kao garant investicije, stavi pod hipoteku. Ipak, kod jedne banke nađeno je rešenje da se objekti firme „Varotech” iz Mladenova stave pod hipoteku.

Vlasnik obe firme je Paja Zamatlar (tel. 021 823-200 i mob. 063 503-365), a direktor firme „Varomont” je Milana Drozdik, dipl.ing. (tel. 021 823-044).

Građevinske objekte i mašinske radove (bravariju) fabrike za briketiranje uradila je firma „Varomont” iz Futoga. Linija za briketiranje uvezena je iz Danske. Proizvođač linije mašina je poznata danska firma CF „Nielsen” ([www.cfnielsen.com](http://www.cfnielsen.com)).

Osnova linije je mehanička presa za briketiranje sa ekscentričnim pogonom. Na alatu prese postavljen je sigurnosni teg na poluzi, koji kontroliše sabijenost briketa. Snaga elektromotora za pogon briketirke je 30 kW. Na sl. P14. prikazana je presa za briketiranje biomase.



*Sl. P14. Presa za briketiranje biomase CF „Nielsen”, Danska*

Učink linije za briketiranje je do 15 t/dan briketa od drvene piljevine i sojine slame. U sastav briketa ulazi 70% drvena piljevina (bukva, jasen i hrast) i 30% sojina slama. Sadržaj vlage u briketima iznosi od 7 do 10%. Toplotna (kalorična) vrednost briketa iznosi oko 20.000 kJ/kg. Briketi su čvrsti i postojani. Sirovina za briketiranje se nabavlja od firme „Tarkett” iz Bačke Palanke. Svaki radni dan mogu da dobiju od 8 do 15 t drvene piljevine, a ponekad i do 40 t. Bale sojine slame prikupljaju svojom mehanizacijom sa poljoprivrednih

površina u tuđem vlasništvu. Obezbeđeno je dovoljno sojine slame za rad briketane. Prečnik briketa je 60 mm, a dužina zavisi od oblika pakovanja. Ako se briket pakuje u termoskupljajuću foliju onda je dužina 250 mm, a ako se ubacuje u vreće od 30 do 33 kg, onda je dužina 125 mm.

Linija za briketiranje biomase sastoji se iz sledeće opreme: mlina čekićara domaće proizvodnje (u toku je izrada mlina od 4 t/h, sa sitima prečnika otvora 3 do 5 mm), pužnog transportera usitnjenog materijala, bina zapremine 7 m<sup>3</sup> ili 2,5 t usitnjene mase, pužnog transportera, koša prese, kondicionera sa rasprskivačima za vodu, ekscentrične prese, staze za hlađenje briketa (dužine 22 m), pakerice sa termotunelom, vage i mašine za šivenje vreća. Sva oprema postavljena je u tri hale: hala za usitnjeni materijal, hala linije za briketiranje, hala za pakovanje i skladište upakovanih briketa (600 do 800 t). U hali, gde se nalazi smeštena linija za briketiranje, ima dovoljno mesta za smeštanje druge linije učinka 25 t/dan briketa.

Ukupna instalisana snaga pogona za sada iznosi 70 kW. Pošto se pogon nalazi izvan naseljenog mesta izgrađena je nova transformatorska stanica električne snage 250 kW. Dakle, biće dovoljno električne snage za pokretanje i druge linije za briketiranje i za eventualno proširenje kapaciteta.

Nova linija za briketiranje biće postavljena polovinom decembra 2007. godine. Prečnik briketa biće 90 mm, a dužina 300 mm. Zbog povećanja obima proizvodnje vlasnici planiraju produženje hale za prijem sirovina za još 100 m. U postojeću halu može da stane 500 do 1.000 t sirovine.

Cena prese za briketiranje iznosila je 140.000 evra. Ostala oprema koštala je 150.000 evra. Građevinski objekti, ukupne površine 2.000 m<sup>2</sup>, koštali su oko 300.000 evra. Procenjena vrednost je 609.000 evra, a tržišna vrednost je već 775.900 evra. To znači da je vlasnik firme uštedeo značajna sredstva što je njegova firma izgradila navedene objekte u sopstvenoj režiji. Podizanje trafostanice koštalo je ukupno 32.500 evra.

Vlasnik firme je nabavio mehanizaciju za prikupljanje slame: imaju 6 traktora, dve balirke nemačke proizvodnje „Krone” (jedna košta 40.000 evra), utovarivač bala nemačke proizvodnje, dva viljuškara (nosivosti 2 t i 3 t), dva kamiona (nosivosti od 5 t i 10 t i šleper za prevoz bala od 25 t).

Cena balirane slame u velike prizmatične bale iznosi 1,5 din/kg.

Bruto plate i doprinosi radne snage iznose 2 din/kg briketa. Ukupan broj radnika u pogonu je  $3 \times 4 = 12 + 1$  radnik. Zalihe sirovina (1.000 t piljevine i 3.000 bala slame) iznose 100.000 evra. Nemaju nenaplaćenih sredstava.

Proizvodna cena briketa u Fabrici je od 86 do 102 evra/t, zavisno od vrste pakovanja: u streč foliju (termoskupljajuća folija), u kartonsku ambalažu, u vreće od 30 kg i u džambo vreće od 800 kg mase. Imaju potpisan predugovor sa poslovnim partnerima iz Italije za isporuku briketa po ceni od 100 evra/t. U ovu cenu ne ulazi PDV, ako se izvoze na inostrano tržište. U našoj državi PDV je 18% za prodaju briketa od drvene biomase. Za prodaju poljoprivrednih proizvoda PDV je 8%. Pošto se radi o korišćenju otpadaka u energetske i ekološke svrhe treba firma da se izbori da se smanji PDV.

Vlasnik firme planira da razvije proizvodnju peći i kotlova na biobrikete, koji će potpuno odgovarati uslovima sagorevanja biobriketa kao specijalne vrste čvrstog, obnovljivog i ekološkog goriva. Firma namerava da uspostavi stručnu saradnju sa Poljoprivrednim i drugim fakultetima, Univerziteta u Novom Sadu.

## **P8. STRUČNA POSETA DRVNO-PRERAĐIVAČKOJ FABRICI ENTERIJER „JANKOVIĆ” U NOVOM SADU**

*Dr Miladin Brkić, red. prof., dr Todor Janić, vanr. prof.*

Dana 19.12.2007. godine su dr Miladin Brkić i dr Todor Janić, profesori sa Poljoprivrednog fakulteta, Departmana za poljoprivrednu tehniku, iz Novog Sada posetili drvno-prerađivačku fabriku Enterijer „Janković” u Novom Sadu ([www.enterijer-jankovic.co.yu](http://www.enterijer-jankovic.co.yu)). Razgovarano je s tehničkim direktorom fabrike gosp. Rajkom Simićem i Miodragom Maleševićem, dipl. ing. maš., rukovodiocem održavanja (tel. 021 6789 076, 063 618 448 i 021 6789 080, 063 593 820). Fabrika Enterijer „Janković” bavi se proizvodnjom energetskih briketa od drvene piljevine. Ima instalirana tri tipa hidrauličnih briketirki italijanske proizvodnje „Comafer”: „Dinamik” 250N, „Dinamik” 140N i „Dinamik” 60N ([www.comafer.it](http://www.comafer.it)). Prvi tip ima učinak 100 do 250 kg/h, drugi 70 do 140 kg/h i treći 30 do 60 kg/h brikete. Firma „Comafer” proizvodi i druge tipove briketirki. Rad briketirki je potpuno automatizovan preko PLC. U presi se može postići pritisak sabijanja na čelu klipa do 1000 kg/cm<sup>2</sup>. Oni rade s pritiskom od 100 bara. Za kontrolu pritiska sabijanja postavljen je manometar. Briketirke su postavljene na otvorenom prostoru, ispod binova za sakupljanje piljevine iz pojedinih mašina za doradu drveta. Piljevina se dobija doradom više vrsta drveta. Prečnik briketa je  $\phi 75$  mm, a dužina u proseku 100 mm. Presa za briketiranje sastoji se iz koša za piljevinu, postolja, tri hidraulična cilindra sa klipovima, alata za formiranje briketa, sistema za hlađenje ulja i komandne table. Dužina briketa se reguliše polugom, tj. nameštanjem graničnika na primarnom hidrauličnom cilindru za doziranje određene količine piljevine u sekundarni cilindar. Sabijenost briketa reguliše se hidrauličnom steznom glavom na konusnom alatu prese. Snaga za pogon prvog tipa prese je: 15 kW, drugog 12,5 kW i trećeg 7,5 kW. Zahtevani interval sadržaja vlage u piljevini je od 8 do 17%. Dimenzije prese 250N su: dužina 2100 mm, širina 1350 mm, visina 1510 mm i masa 1400 kg.

Prese za briketiranje rade u najtežim uslovima, na otvorenom prostoru, na suncu, vetru i kiši, u tri smene, danju i noću. Dešavalo se da rade 3 meseca neprekidno. Praktično, kada dođe do kvara, presa stane sa radom. Zbog toga imaju problema sa pregrevanjem ulja i kvarovima na hidrauličnim ventilima. Hlađenje ulja obavlja se razmenjivačem toplote u obliku hladnjaka na motoru SUS. Kroz cevi prolazi ulje, a oko cevi voda temperature okolinog vazduha. Sa presom radi portir, nadgleda je i povremeno opslužuje. U troškove proizvodnje briketa ulazi amortizacija mašine, električna energija, ulje i radna snaga. Piljevina je kao balasna sirovina koju treba ukloniti iz kruga fabrike. Brikete se pakuju u džakove od 30 kg. Pakovanje se obavlja s rotacionom pakericom, na koju može da stane u isto vreme 6 džakova. Brikete se hlade u džakovima na otvorenom prostoru. Proizvodna cena briketa je 230 dinara/džaku od 30 kg, tj. 7,67 din./kg ili 96 evra/t. Imaju nekoliko šlepera proizvedenog briketa. Sporo se otkupljuje i ako je cena nešto niža od ostalih proizvođača, verovatno pošto se fabrika nalazi u industrijskoj zoni. Brikete otkupljuju najviše potrošači koji imaju kotlove i peći s centralnim grejanjem. Često brikete otkupljuju i Romi i verovatno ih preprodaju.

Prva briketirka je nabavljena pre 5 godina i još uvek dobro radi. Treća i najmanja briketirka postavljena je pre 15 dana. Na sl. P15 prikazana je presa za brikete „Comafer”, tip „Dinamik” 250N.



*Sl. P15: Presa za brikete "Comafer", tip "Dinamik" 250N*

### **Literatura**

- [1] Zubac, M: Praktična primena tehnološkog postupka valorizacije biomase u energetske svrhe, časopis: „Revija agronomska saznanja, JNDPT, Novi Sad, XVII(2007)5, s. 55-57.

## **P9. IZVEŠTAJ SA OKRUGLOG STOLA I PROMOTIVNO-PRODAJNE BERZE '2004 NA TEMU „BRIKETIRANJA I PELETIRANJA BIOMASE”**

Okrugli sto i „Berza-04” na temu briketiranja i peletiranja biomase održani su 30.10.2004. god. na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu. Organizatori ove manifestacije bili su Vojvođansko društvo za poljoprivrednu tehniku i Departman za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivrednog fakulteta iz Novog Sada. Na Okruglom stolu i „Berzi-04” bilo je prisutno 62 zainteresovana učesnika. Uvodni referat o tehničko-tehnološkim i ekonomskim aspektima briketiranja i peletiranja biomase podneli su: dr Dragan Mitić, red. prof. i dr Emina Mihajlović, doc. sa Fakulteta zaštite na radu iz Niša. Uvodničari su, takođe, ukratko izneli dvogodišnje rezultate rada na istraživačkom projektu NP EE 601 – 111 B, kojeg je finansiralo Republičko ministarstvo za nauku. Okrugli sto su pratila dva člana Kolegijuma direktora Republičkog ministarstva za nauku: dr Mladen Stoilković i dr Miloš Tešić. Predstavnik Poljoprivrednog fakulteta bio je predsednik Saveta dr Ratko Nikolić, koji je otvorio skup.

Na promotivno-prodajnoj „Berzi-04” briketiranih i peletiranih proizvoda od biomase učestvovala su četiri firme: istraživačka laboratorija za briketiranje i peletiranje biomase sa Fakulteta zaštite na radu iz Niša, radionica za izradu peletirki „Metalkop” iz Bačkog Jarka, projektni biro za prese za briketiranje biomase sa Više tehničke škole iz Zrenjanina i briketirница „Eko-plam” iz Čuruga. Ova Berza održana je prvi put s ciljem da se promovišu proizvodni programi pojedinih firmi: presa, mašina i uređaja za briketiranje i peletiranje biomase (drvne, poljoprivredne i prehrambene), rezervnih delova, literature, kao i prodaja proizvoda od biomase. Poznato je da Srbija jedino pokretanjem proizvodnje može da izađe iz ekonomskih problema (recesije). Ova Berza pomogla je ljudima da vide kako i na koji način mogu da dođu do novih proizvodnih programa za osnivanje malih i srednjih preduzeća, pogona i doradnih centara za doradu i preradu proizvoda od biomase. Novi programi donose veći profit.

Za organizaciju ove manifestacije materijalna sredstva obezbedio je Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, prehrambenu industriju i šumarstvo iz Novog Sada.

Za diskusiju na Okruglom stolu javilo se 11 učesnika: dr Miladin Brkić, Novi Sad, Franja Šnautil, Kać, Slobodan Stankić, Beograd, dr Mladen Stoilković, Niš, Ljubomir Marković, Novi Sad, Stojan Galić, Novi Sad, Milo Perović, Lovćenac, Miloš Katić, Petrovaradin, dr Miloš Tešić, Novi Sad, Nenad Petković, Novi Sad i Dragan Jevtić, Ražanj.

U diskusiji su istaknuti sledeći stavovi:

- Klasičnih energenata (ugalj, drvo, nafta, prirodni gas) imamo sve manje, a cene su sve veće. Zbog toga se moramo usmeravati na korišćenje alternativnih, odnosno obnovljivih izvora energije (biomasa, geotermalna, solarna i energija vetra), tj. na ono što imamo. U Srbiji postoji oko 12,5 miliona tona biomase (ostatka od biljne proizvodnje), a u Vojvodini oko 9 miliona tona svake godine.
- U Vojvodini je početkom osamdesetih godina prošlog veka donet program korišćenja obnovljivih izvora energije. Bilo je instalirano 1200 različitih vrsta termičkih postrojenja, koja su sagorevala biljne ostatke i proizvodila toplotnu energiju. Ukupna termička snaga tih postrojenja bila je oko 140 MW. Procenjuje se da je tada supstituisano oko 1,5% klasičnih vrsta energenata. Danas taj procenat iznosi oko 0,5%.
- Osamdesetih godina u Vojvodini je bilo instalirano 5 velikih presa iz Konjica za briketiranje biomase: Debeljača, Novo Miloševo, Stara Moravica, Senta, Banatsko Karađorđevo i Ilandža. Deklarisani kapacitet ovih presa bio je 1,5 t/h, a u praksi znatno manji. Početkom devedesetih godina većina pogona je stalo sa radom, iz razno raznih

razloga. Do danas su radile briketirnice u Fabrici kudelje u Senti za briketiranje pozdera i u Fabrici ulja u Zrenjaninu za briketiranje ljske suncokreta. U Ilandži je bila instalirana „Utvina” presa, koja nije uopšte proradila, a druga „Utvina” presa je postavljena u Fabrici ulja u Velikom Gradištu, koja je uspešno radila. Sekretarijat za energetiku Izvršnog veća Vojvodine je finansirao postavljanje ovih presa u pojedinim regionima Vojvodine.

- U Novom Miloševu projekat briketiranja biljnih ostataka je brzo propao zbog loše postavljene tehnologije i neznanja radnog osoblja da to radi. Sušili su i seckali slamu i tako trošili mnogo energije. Za rad su bili angažovani građevinski radnici, koji nisu imali potrebna znanja i tehnološku disciplinu za ovaj rad. Novo Miloševo je imalo veoma veliki negativni efekat za dalji razvitak postupka briketiranja biomase u Vojvodini. Još se i danas mogu čuti priče da se ne isplati briketirati biomasu jer se troši mnogo energije.
- Na ostalim mestima pogoni su zatvarani iz raznoraznih razloga, kao na primer: nije se radilo cele godine, radilo se samo u zimu i u rano proleće, bila je vlažna biomasa, trošilo se mnogo energije za prikupljanje i seckanje biomase, itd.
- Biomasa (slama i kukuruzovina) je kabasta, obimna, neujednačena po dimenzijama i često vlažna. Skupo je prikupljanje, transport i seckanje biomase. Za biomasu nema odgovarajućih jevtinih vezivnih sredstava da bi se mogli smanjiti pritisci briketiranja biomase (150 do 200 bar-a), odnosno da bi se smanjio utrošak energije. Bio je loš kvalitet materijala za izradu alata presa za briketiranje biomase. Alat presa se brzo trošio. Prese su nekvalitetno radile. Prese su se vrlo često kvarile. Moralo se često opravljati ili zamenjivati alat presa.
- Ratari su protiv korišćenja biomase u energetske svrhe. Oni hoće da zaoravaju biomasu i na taj način da povećavaju plodnost zemljišta. I pored toga se pali biomasa na njivama Vojvodine, uništavaju se korisni mikroorganizmi i ptice i zagađuje se životna sredina. Zbog toga se troši više herbicida da bi se sprečila invazija raznih bolesti biljaka. Stočari hoće da koriste biomasu za prostirku ispod stoke i kroz stajnjak da povećaju plodnost zemljišta. Nažalost danas imamo značajno smanjen broj grla stoke i smanjene potrebe za korišćenje biomase za prostirku.
- Najveća količina biomase može da se dobije iz kukuruzovine. Sagorela stabljika kukuruza ima najmanje pepela. Problem je što je vlažna. Ako bi se prirodno sušila i pod većim pritiskom sabijala, onda bi se mogli rešiti ovi problemi.
- Da bi se kabasta biomasa u rinfuzi mogla ekonomično transportovati do mesta upotrebe potrebno je da se sabije u pogodne oblike. Ti oblici mogu biti: male četvrtaste bale, veće prizmatične bale, rol (valjkaste) bale, big (velike) bale i stogovi. Masa tih bala može da bude od 10 kg do 2 t. Ekonomično korišćenje bala može biti samo u krugu od 10 - 100 km od mesta proizvodnje. Da bi se biomasa mogla ekonomično prevoziti na veća rastojanja potrebno je da se bale sabiju u još manje dimenzije (10 do 12 puta). Ti oblici sabijanja su: pelete i briquete.
- Cene presa za briketiranje biomase su vrlo visoke, od 30 do 100 hiljada evra. I iz ovog razloga u Vojvodini ima mnogo protivnika briketiranja biomase. Najčešća zamerka je da se troši skupa i vrlo fina električna energija. Ako se analizira energetska bilans utrošene i proizvedene energije može da se konstatuje da oko 6% otpada na utrošak energije za briketiranje biomase, a 94% otpada na toplotnu vrednost biomase, u odnosu na ukupni energetska bilans. Ako se utrošena i proizvedena energija pretvore u novčana sredstva, ispada da troškovi jedne tone prikupljene, pripremljene, briketirane i upakovane biomase iznose 60 - 65 evra/t. Toliko košta jedna tona uglja.
- U Vojvodini ima mnogo presa manjeg kapaciteta za briketiranje piljevine i strugotine od drveta. Te su prese uglavnom uvezene iz Italije i Nemačke, a ima presa iz Vrnjačke Banje.



Postojeće prese nisu uspele da solidno briketiraju poljoprivredne ostatke. Cena briketa od piljevine je oko 5 din/kg (66 evra/t). Takođe, u Vojvodini ima mnogo peletirki koje peletiraju lucerkino brašno, koncentrovanu stočnu hranu, hranu za egzotične životinje, ptice i sl. Ima samo jedna peletirka za peletiranje pšenične slame ( u Vajskoj) i ona je pre dve godine stala sa radom, jer su pelete od slame trošili za zagrevanje sopstvenih farmi, pa im se nije to ekonomski splatilo. Materijal za izradu peletirki je mnogo kvalitetniji, termička obrada mnogo kvalitetnija i one su mnogo pouzdanije u radu od briketirki. Cena peletirki je mnogo niža od cena presa za briketiranje. Ona iznosi od 5 do 10 hiljada evra (manjeg učinka).

- U Evropi je stvoreno tržište za prodaju energetskih briketa (uglavnom od drvene mase: piljevine i strugotine). Evropa teži zameni konvencionalnih vrsta goriva sa alternativnim i obnovljivim vrstama goriva. Kjoto protokolom iz Japana 1997. godine Evropska Unija se obavezala da će do 2010 godine supstituisati 12% klasinih energenata sa alternativnim izvorima energije. Austrija i Danska su već danas dostigle taj procenat.
- Za automatizaciju rada kotlovskih postrojenja mnogo su povoljnije energetske pelete. Za ručno loženje povoljnije su brikete.
- Uzimajući u obzir izložene probleme u vezi briketiranja i peletiranja biomase može se konstatovati da je neophodno da se na ovom problemu i dalje radi, da se dođe do ekonomski povoljnih tehničkih i tehnoloških rešenja za briketiranje i peletiranja biomase. Potrebno je pronaći jeftino vezivno sredstvo da bi se smanjili pritisci za briketiranje biomase, tj. utrošak energije. Brikete i pelete od biomase veoma dobro sagorevaju u svim vrstama ložišta za čvrsta goriva, ako se dobro pazi na doziranje biomase. Od sagorelih briketa i peleta manje se zagađuje životna sredina, u odnosu na ugalj i drvo. U biomasi nema sumpora, kao što je slučaj kod uglja i nekih vrsta drveta, te nema stvaranja kiselih kiša i zagađenog pepela. Pepeo od biomase može da se koristi kao mineralno đubrivo za đubrenje bašta, povrtnjaka i voćnjaka.
- Za rad presa za briketiranje biomase treba obezbediti biomasu za celu godinu. Biomasu ne treba veštački sušiti, već je treba skladištiti u kamare i prirodno sušiti. Za briketiranje je najpovoljnije da biomasa izvesno vreme odstoji, neznatno fermentira, da se omekša kruti lignocelulozni kompleks, kako bi se biomasa mogla lakše sabijati i zalepiti. Sveža, likava, lignocelulozna i vlažna biomasa se vrlo teško briketira. Troši se mnogo energije i brikete nisu kompaktne (raspadaju se).
- Brikete i pelete treba pakovati u odgovarajuću foliju, da nebi upijale vlagu, da se nebi drobile i da bude čisto rukovanje s njima.

## Zaključci i stavovi

Na osnovu plodne diskusije doneti su sledeći stavovi i zaključci:

Ne postoji dovoljna informisanost stanovništva o mogućnostima korišćenja biomase.

Potrebno je rešiti problem upotrebe briketa i peleta. Mnogi ne znaju gde se to može i na koji način upotrebiti. Potrebno je prilagoditi uređaje i opremu vrsti biomase, mestu i načinu upotrebe briketa i peleta.

Najveći problem je transport kabaste biomase, zbog povećanih troškova. Upotreba biomase treba ekonomski da se posmatra: troškovi prikupljanja, prevoza, skladištenja i loženja biomase.

Gorivo dobijeno od biomase je 3-5 puta jeftinije od klasičnih vrsta goriva.

Brikete proizvedene od biomase (biljnih ostataka) nisu oslobođene poreza (PDV), a šumska masa jeste.

U Austriji su ukinuli porez proizvođačima opreme za sagorevanje biomase u energetske svrhe. Kod nas je problem država. Nema kredita, nema podsticajnih mera.

Bankarski kreditni sistem ne podržava akciju korišćenja biomase u energetske svrhe.

Posebni problem su bankarske hipoteke za dobijanje kredita. Seoske kuće su jeftinije od vrednosti bankarskih hipoteka. Fondovi za razvoj Vojvodine i Srbije treba da idu na lizing, a ne na hipoteku.

Nije jeftin ni lizing za nabavku opreme.

Nama neće pomoći ni lizing, jer nemamo dovoljno novca. Stranci neće da ulažu sredstva kod nas, jer se sporo oplođava novac.

Republika Srbija ne koristi inostrane kredite za povećanje energetske efikasnosti.

Vlada treba da smanji poreze i doprinose za korišćenje biomase.

Država nema sredstava za podsticaje, porezi i carine ne mogu se jednostavno smanjiti.

Električna energija je još uvek jeftina, a proizvodi od biomase skupi. Kada energija poskupi, biće povoljnija cena proizvoda od biomase.

Nema strategije razvoja energetike. Donet je Zakon o energetici, a samo jedna rečenica se odnosi na obnovljive izvore energije.

Ne postoji zakonska regulativa iz oblasti korišćenja biomase. Treba doneti Zakon o upotrebi biomase.

U poljoprivredi treba umesto jeftine hrane proizvoditi jeftinu energiju. Pšenica je jeftina. Umesto nje treba proizvoditi energetske kulture. To ako uradimo više ćemo se približiti Evropskoj Uniji. Potrebno je što više koristiti propise Evropske Unije.

Potrebno je postepeno stvartati uslove za efikasno korišćenje biomase.

Potrebno je edukovati stanovništvo za racionalnu upotrebu biomase.

Treba zabraniti paljenje biomase na njivama, jer se uništavaju korisni mikroorganizmi i insekti.

Potrebno je uraditi anketni upitnik i poslati svim proizvođačima briketa i peleta od biomase da bi se preciznije ustanovili tehničko-tehnološki problemi postupka briketiranja i peletiranja biomase.

Postoji želja prisutnih učesnika skupa da se oformi Sekcija VDPT društva za briketiranje i peletiranje biomase, koja bi trebala da se češće sastaje i aktivnije rešava navedenu problematiku.

Potrebno je na svim naučno-stručnim skupovima, koja organizuju strukovna društva za poljoprivrednu tehniku, da se raspravlja o navedenoj problematici.

Zključke sa Okruglog stola treba dostaviti Fondu za razvoj Srbije, Fondu za razvoj Vojvodine, Republičkom ministarstvu za poljoprivredu, prehrambenu industriju i šumarstvo, Pokrajinskom sekretarijatu za poljoprivredu, prehrambenu industriju i šumarstvo, Republičkom ministarstvu za rudarstvo i energetiku, Pokrajinskom sekretarijatu za energetiku i mineralne sirovine, Republičkom ministarstvu za nauku i zaštitu životne sredine, Pokrajinskom sekretarijatu za nauku i tehnologiju, elektronskim medijima i novinskim kućama.

U Novom Sadu, 1. novembra 2004. god.

Predsednik  
Organizacionog odbora  
Dr Miladin Brkić, red. prof.

## **P10. SAJTOVI ORGANIZACIJA ZA ENERGIJU IZ BIOMASE**

*Dr Milan Martinov, red. prof.*

- WADE, Svetska alijansa za decentralizaciju energije, [www.localpower.org](http://www.localpower.org)
- AEBIOM, Evropska org. za biomasu, Belgija, [www.ecop.ucl.ac.be](http://www.ecop.ucl.ac.be), izdaju časopis
- Energy Saving Group, Srpska agencija za energiju, [www.esg-agency.co.yu](http://www.esg-agency.co.yu)
- Danish Energy Agency, Danska agencija za energiju, [www.ens.dk](http://www.ens.dk)
- The Centar of Biomass Technology, Danska, [www.sh.dk/~cbt](http://www.sh.dk/~cbt), izdaju časopis,
- ETA, Florence, Italijanska org. [www.etaflorence.it](http://www.etaflorence.it), organizator konferencija o biomasi,
- WIP Nemačka org., [www.wip-munich.de](http://www.wip-munich.de), organizator konferencija o biomasi,
- LAMNET Latinsko- američka organizacija, [www.bioenergy-lamnet.org](http://www.bioenergy-lamnet.org),
- CARENSA, Švedska org., [www.carensa.net](http://www.carensa.net)
- SPARKNET, Engleska org., [www.itdg.org](http://www.itdg.org)
- KEMA, Holandska org. [www.kema.com](http://www.kema.com)
- CORDIS, Luksemburška org., [www.cordis.lu](http://www.cordis.lu), objedinjava Afričke i Azijske zemlje,
- HOST, Holandska org., [www.host.ni](http://www.host.ni)
- ITEBE, Lous le Sannier Cedex, [www.itebe.org](http://www.itebe.org)
- HR AVI Fabrika za spaljivanje otpadaka u Amsterdamu, [www.afvalenenergiebedrijf.nl](http://www.afvalenenergiebedrijf.nl)
- BTG Holandska org., [www.btgworld.com](http://www.btgworld.com)
- UMAG Slovenačka org., [www.umag.com](http://www.umag.com)
- ESSENT Amer Power Plant, Holandska firma. [www.essent.nl](http://www.essent.nl)
- BARUTH, Biomass power plant, Nemačka firma, [www.standardkessel.com](http://www.standardkessel.com)
- TAKUMA Biomass power plant, Tokio, Japan,
- EERC, Energy and Enviromental Research Center, Severna Dakota, [www.undeere.org](http://www.undeere.org)
- ENEA, Italijanski centar za obuku kadrova iz obnovljivih izvora energije, [www.enea.it](http://www.enea.it)
- ITABIA, Italien Biomass Association, [www.itabia.it](http://www.itabia.it)
- SEEDA, Engleska org., [www.tvenergy.org](http://www.tvenergy.org)
- VITT Renewables, Finska org. [www.vitt.fi/renewables](http://www.vitt.fi/renewables)
- CLIMTECH, Finska, Helsinki
- ČASOPIS O BIOMASI, sajt: [www.renewable-energy-world.com](http://www.renewable-energy-world.com)

## **P11. SPISAK ADRESA ZAINTERESOVANIH ZA BRIKETIRANJE BIOMASE**

1. Dr Dragan Mitić, red. prof., Fakultet zaštite na radu, 18000 Niš, Čarnojevićeva 10a, tel. 018 529-738, 064 136-4-033, E-mail: mitke@zrn fak.ni.ac.yu. Bio je nosilac naučno-istraživačkog projekta o briketiranju i peletiranju biomase. Bavi se laboratorijskim i eksploatacionim istraživanjem briketiranja biomase. Poznaje više korisnika briketirki u Nišu i okolini. Uradio je pilot postrojenja više briketirki,
2. Dr Emina Mihajlović, docent, Fakultet zaštite na radu, 18000 Niš, Čarnojevićeva 10a, tel. 018 529-745, 063 104-2-562, uradila doktorat iz briketiranja biomase,
3. Mr Slobodanka Janković, asistent, Fakultet zaštite na radu, 18000 Niš, Čarnojevićeva 10a, tel. 018 529-738, uradila doktorat iz briketiranja biomase,
4. Dr Todor Janić, vanr. prof., Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, tel. 021 4853446, mob. 064 160-9-996, E-mail: jtodor@polj.ns.ac.yu, radio na naučno-istraživačkom projektu briketiranja biomase,
5. Dr Miladin Brkić, red. prof., Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, tel. 021 4853447, 064 156-8-409, E-mail: mbrkic@polj.ns.ac.yu, radio na naučno-istraživačkom projektu briketiranja biomase,
6. Mato Zubac, dipl.ing. maš., firma „Aggio”, Novi Sad, Pećka 1, tel. 021 551-501 i 064 2998407, prodavac i serviser briketirki. Najviše je radio u Vojvodini na širenju pogona za briketiranje i peletiranje biomase,
7. Franja Šnautil, VKV majstor, firma „FJM”, Kać, Žarka Jovića 3b, tel. 021 713-111, prodavac i serviser briketirki,
8. Firma „Fabrika kudelje”, Senta, proizvođač briketa od pozdera,
9. Fabrika ulja „Dijamant”, Zrenjanin, proizvođač briketa od ljuske suncokreta,
10. Fabrika nameštaja „Novidom-parket”, Debeljača, Topoljčani Jasmina, direktor, 013 664-250, 664-410, 664-450, 063 779-9-070, proizvođač briketa od piljevine. Firma pod stečajem,
11. Prodavnica „Art-dekor”, Novi Sad, Temerinska ul. bb, tel. 021 622-888, prodavnica briketa od piljevine,
12. Milenko Adamović, „Metal-matik” SZR, 21300 Beočin, Dunavska bb, tel./ax. 021 870-355, 870-346, 871-628, fax. 021 870-355, 870-346, 871-682, 063 590-930, proizvođač peletirki, ekstrudera, briketirki i dr.
13. Milutin Perović, ing. maš., firma „Perović”, Lovćenac, Petra Drapšina bb. tel. 024 735-070, 063 831-7-556, proizvođač briketirki,
14. Dejan Kaznovac, dipl.ecc., firma „Decan”, Vrnjačka Banja, tel. 036 662-582, proizvođač briketirki,
15. Firma „Metalcoop” SZR, 21234 Bački Jarak, Veljka Vlahovića 37, tel. 021 847-377, fax. 021 847-377, proizvođač peletirki, sečkalica, mlinova čekićara i dr.
16. Firma „Labudnjača”, Vajska, tel. 021 775-401, 775-529, proizvođač peleta od slame na „Fortšritovoj” peletirki,
17. Goran Medić, „Eko-energy”, Mladenovo, instalirao presu za briketiranje (Fond za razvoj Vojvodine), 021 767669 i 063 7722416,
18. Radoslav Mitrović, Vrbas, interesovao se za presu za briketiranje (Fond za razvoj Vojvodine),
19. „Agroinženjering”, Kikinda, interesovao se za presu za briketiranje (Fond za razvoj Vojvodine),

20. „Heoam”, Grčac-Smederevska Palanka, tel. 026 431-008, 026 431-111, prodaju brikete
21. Dembler Janoš, Kikinda, 0230 22-760 i 0230 25-168,
22. Molnar Tibor, Stanišić, Oslobođenja 102, tel. 025 830-127,
23. Mandić Nikola, „Novkabel”, Novi Sad, tel. 021 333-177 (veza Duruković Dragan, dipl.ing. el., šef održavanja), imaju presu za presovanje metalnih otpadaka, koja nije pustena u pogon,
24. Jurić Filip, Novi Sad, 021 395-408, zainteresovan za briketiranje organskog đubriva,
25. Grumić Branko, Nova Pazova (ili Stara Pazova), veza Grumić Žarko, novinar “Tanjuga”, Novi Sad,
26. Toth Janos, Tornjoš, tel. 024 841-057 (veza dr Mladen Mirić), pravio briketirku,
27. Juhas Antal, „Duo Orahovo”, Novo Orahovo, tel. 024 723-075, napravio briketirku,
28. Agencija za prodaju briketirki, Zrenjanin, 023 35-940 i 064 1273867,
29. Jakovljević Svetozar, dipl. ecc., Novi Sad, Pavla Simića 6, Novi Sad, tel. 021 613-302,
30. Saveljić Milanko, Novi Sad, Braće Dronjak 7, mob. 064 126-6-620,
31. Popović Petar, dipl. ing., PD „Zmajev”, Zmajev, 021 726-128 i 021 726-634,
32. Vijatov Branislav (Bane), Novi Bečej, veza Tornjanski Zlatko „FOP”, Novi Bečej, 023 771-340/113,
33. Bankovački Savo, dipl. ing. maš., Novi Sad, Stambena zadruga, Rafinerija, veza prof. dr Nikola Đukić, tel. 021 39-693 i 064 190-0-490,
34. Palašti Ištvan, Novi Sad, FTN, Institut za proizvodno mašinstvo, hoće da pravi briketirku,
35. Malešević Dragan, Sombor, Josićki put 42a, 025 35-348, ima briketirku,
36. Jovančević Milorad, Kać, 021 864-615 i Savatović Zoran,
37. Klaić Savo, Slavonija, 99 385 98 798-115 i 99 385 31 597-542 kućni, veza prof. dr Stanivuković Dragan, 021 485 2000 centrala,
38. Janjušević Slobodan, dipl. ing. maš., „Kirka-Suri”, Beograd, tel. 011 331-7-734, 011 271-1335; 11210 Beograd-Krnjača, VIII ulica Braće Marića 15, proizvođač kotlova na biomasu,
39. Jugović Stavan, „Termoplin”, 11420 Smederevska Palanka, Majora Gavrilovića bb, tel. 011 822-5-922, 06 323-896 i 063 266-429, proizvođač peći za čvrsto gorivo,
40. Milosavljević Mika, „DIS” benzinska pumpa, 35213 Despotovac, Omladinska 16, 035 611-745
41. Kunić Zoran, 025 85-072 i 063 540-922 ima briketirku „Goša”, brikete ø 55 mm i 60 mm dužina
42. Tucakov Milan, Čurug, mob. 065 225-5-312, prodao briketirku u Vršac,
43. Trikić Vitomir, dipl. ing., Vršac, Omladinski trg 10/16, tel. 13 819-117 i 064 277-7-952
44. Nepoznato ime, Kać, 063 772-2-416 i 021 499-676, Mladenovo 021 767-669
45. Galić Stojan, dipl. ing., „Nigal”, Novi Sad, Kisačka 3, tel. 021 526-850
46. Jovanović Vojkan, dipl. ing. agronomije, Niš, tel. 064 126-7-333 i 018 581-356
47. Saveljić Milanko, Novi Sad, Braće Dronjak 7, mob. 064 126-6-620, interesuje se za briketirku,
48. Zlokolica Milica i Kastrešević Dalibor, Čurug, Cara Dušana 47, 021 834-402 i 833-803
49. Perić Emil i Stanković Ivan, NB „Agrometal”, Novi Bečej, Slobodana Perića 130 a, 023 773-275

50. Janković Rade, dipl. ecc. i dr Zeković Zoran, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 021 35-122/770 i mob. 064 138-7-583
51. Papišta Endre, Budisava, Željeznička 4, 064 203-5-430
52. Lukić M, majstor iz Zemljoradničke zadruge Žabalj
53. Mr Mulić Veselin, prof., Viša tehnička škola, Zrenjanin, projektuje i ispituje briketirke, =23 525203, 064 2964175
54. Vučenov Srđan, dipl. ing., Vrbas, 021 790-676, predstavnik firme „Almex” iz Crepaje (Pančeva),
55. Budimirović Zoran, Novi Sad, „Nikolaidis”, 064 230-0-580, prodavac briketirki,
56. Babić Drago, dipl. ing., Novi Sad, 064 184-9-168 i 021 450-687
57. Krunić Siniša, dipl. ing., „Goša”, Smederevska Palanka, 026 311845, 063 8702335
58. „Utva”, Pančevo, proizvođač briketirki
59. Isakov Aleksandar, urednik, „Poljoprivrednik”, Novi Sad, Bulevar Oslobođenja 81, 021 526-534 i 526-824
60. „Art Dekor”, Novi Sad, Temerinska br. 88, 021 622-888
61. Hegeduš Mihajlo, Kulpin
62. Firićaski Leontije, Subotica, Branka Radičevića 17, tel. 024 34-574
63. Dorotić Hrvoje, „Mediland”, Sombor, 025 37-851 i 063 512-326
64. Ljubojević Đorđe, PD „Labudnjača”, Vajska, 021 775-404, 021 775-559 kućni
65. Surdučki Dragan, dipl. ing., sekretar, Sekreterijat za energetiku i mineralne sirovine, IVV, Novi Sad,
66. Tomislav Papić, dipl. ing. el., pomoćnik sekretara, Sekreterijat za energetiku i mineralne sirovine, IVV, Novi Sad, 021 4874337 i 063 543.623,
67. Mr Dragutinović Katica, dipl. ing. maš, Sekreterijat za energetiku i mineralne sirovine, IVV, Novi Sad, 021 4874793
68. Dr Čokorilo Vojin, red. prof., Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, Đušina 7, tel. 011 321-9-118 i mob. 063 242-209, E-mail: cokorilo@rgf.bg.ac.yu
69. Dr Mladen Stojiljković, red. prof., Niš, Beogradska 14, 018 524-929 E-mail: mladens@masfak.ni.ac.yu
70. Kobar Danijel, dipl. ing., 21400 Bačka Palanka, 1. maj 2, 021 743-478 i 064 214-8-577 E-mail: daniel@pobox.sk i dank@eunet.yu
71. Lajst Danijel, dipl. ing. „Metal-matik”, Beočin, Dunavska bb, tel. 021 443-172, 063 862-3-465
72. Bajkin Vasa, 23260 Perlez, Svetosavska 61, tel. 023 861-672,
73. Dulijan Rada, 23260 Perlez, Svetosavska 59,
74. Pecznik Pal, Grad. Agr. Mech. Eng., Hungarien Institute of Agricultural Engineering, H-2100 Godollo, Tessedik S., u. 4, P.O. 403, Phone: +36 (28) 511-615, Or. + 36 (30) 263-4-201, fax. +36 (28) 420-960, E-mail: fmimi02@fvmmi.hu,
75. Dr Ehab A. El Saeidy, ATB Agrartechnik Bornium, Institut für Agrartechnik Bornium e.V. D-14469 Potsdam-Bornium, Max-Eyth-Allee 100, tel. +49 (0) 331/5699-0, fax. +49 (0) 331/5699-849, E-mail: atb@atb-potsdam.de, Internet: <http://www.atb-potsdam.de>,
76. ATB Agrartechnik Bornium, Institut für Agrartechnik Bornium e.V. D-14469 Potsdam-Bornium, Max-Eyth-Allee 100, tel. +49 (0) 331/5699-0, fax. +49 (0) 331/5699-849, E-mail: atb@atb-potsdam.de, Internet: <http://www.atb-potsdam.de>,

77. Dr Simeun Oka, red. prof., direktor NP EE, Republičko ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine, Beograd,
78. Dr Maja Đurović-Petrović, savetnik, Republičko ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine, Beograd, Njegoševa 12,
79. Dr Vlado Potkonjak, red. prof., Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 021 4853303, bavi se prikupljanjem biomase u bale,
80. Dr Miodrag Zoranović, docent, Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 021 4853421, bavi se prikupljanjem biomase u bale,
81. Mr Moja Pejak, „Seting”, Novi Sad, Mite Radujkova 2, tel. 021 323-561 i mob. 063 528-130, proizvođač procesne opreme,
82. Banatski Dejan, „Terminig”, Kula, Kucurski put bb, 025 722-866, proizvođač kotlova na biomasu,
83. „Razvoj”, Kula, VI Lička 8, 025 720-039, 063 510-359, proizvođač kotlova na biomasu,
84. Fabrika kotlova „Termomont”, 22310 Šimanovci, Prhovačka bb, tel. 022 80-04 i 80-494
85. Projektno-prodajni centar „Termomont”, 11080 Zemun, Bežanijska 48, tel/fax. 011 316-0-114, 611-755, 614-719, 197-054, 193-658,
86. DIS Centar „Termomont”, 22310 Šimanovci, tel. 022 80-023, 80-063, E-mail: office@ermomont.co.yu, www.termomont.co.yu,
87. Cvjetković Zvonko, dipl.ing., Bečej, tel. 021 812-840, radio na izradi pužne briketirke,
88. Fabrika ulja „Dunavka”, Veliko Gradište, tel. 012 62-325 i 62-448 (Bogdanović Milan, tehn.)
89. Dabežljević Slaviša, novinar, TV Jesenjin, Sentandrejski put 165, 021 623-095 i 063 853-5-645
90. Đaković Zoran, dipl.ing.el., Novi Sad, Prodavnica nameštaja na "SPENS"-u, tel. 021 412-823, ima briketirku,
91. Dr Filipović Slavko, Tehnološki fakultet, Zavod za tehnologiju stočn hrane, Novi Sad, Bulevra cara Lazara 1, 021 450-782, 063429725, stručnjak za ekstrudiranje stočne frane,
92. Krivokuća Dragan, dipl.ing., Vajska, Lenjinova 43, 021 775-531, napravio peć na brikete,
92. Dr Miloš Tešić, red. prof., dopisni član VANU, FTN, Institut za mehanizaciju, Novi Sad, tel. 021 4852380 i 064 2538458, uradio doktorat iz peletiranja,
93. Mr Mitrović Dragan, Zrenjanin, tel. 023 524-021 i 063 834-4-271, radio sa briketirkom u Banatskom Karađorđevu,
94. Ogrizović Branko, dipl. ing. „Agroinstitut”, Sombor, Staparski put bb, tel. 025 22-488
95. Prčić Marko, dipl. ing., „Mlinostroj”, predstavništvo Novi Sad, tel. 021 63 41283, 063 633174, radio na izradi ekstrudera,
96. Dr Pešenjanski Ivan, vanr. prof., FTN, Novi Sad, 021 459-981 i 064 230-7-076, stručnjak za kotlove,
97. Stojaković Zdravko, prof., Futog, tel. 021 893-086, radio na izradi briketirke,
98. Škrbić Nikola, dipl.ing., „Agronstitut”, Pančevo, Novoseljanski put 33, tel. 013 313-092 i 013 47-400, 063 325-923
99. Boban Orelj, dipl.ing., pomoćnik sekretara, Izvršno veće Vojvodine, Sekretarijat za poljoprivredu, Novi Sad, Bulevar m.M. Pupina 16, tel. 021 457-056, 063 1093526
100. Novaković Jova, Banatsko Novo Selo, 013 616-868, napravio ekstruder,
101. Vukičević Dejan, Barajevo, 011 830-3-774

---

## **STUDIJA**

102. Dr Jovanović Milenko, red. prof., Poljoprivredni fakultet, Departman za agroekonomiku, Novi Sad, Trg. D. Obradovića 8, tel. 021 4853500/lokal, stručnjak za agroekonomiku,
103. Dr Zekić Vladislav, docent, Poljoprivredni fakultet, Departman za agroekonomiku, Novi Sad, Trg. D. Obradovića 8, tel. 021 4853500/lokal, 063 846-8-018, stručnjak za agroekonomiku, uradio doktorat iz troškova prikupljanja balirane biomase,
104. Đura Bocka, vlasnik i Vladimir Belička, dipl.ing. „Slovan” Selenča, 021 774 648, 774 059 063 400 715, E-mail: slovan.pogon@neobee.net,
105. Petljanski Đorđe, dipl.ing. maš. „Tarket”, Bačka Palanka, 021 7557160, 064 8557160, imaju briketirku Danske proizvodnje CF “Nielsen”
106. Tucakov Milan, Novi Sad, Rumenačka 15 ?, 065 2255312, prodao briketirku,
107. Hrubenja Mihajlo, „Ogrev”, Ruski Krstur, M. tita 180, 025 705490, imaju briketirku “Dekan” iz Vrnjačke Banje.
108. Žarković Miodrag, predstavni „Amandus Kahl-a”, Novi Sad, Jiričekova 11, tel. 021 453-978, 453-977, 453-979
109. Pupavac Rade, „Fasada”, Crvenka, Vojvođanska 5, tel. 025 730-014 i 064 2131339
110. Paja Zamatlar, „Varomont”, Veternik, 021 823044 i 823-200, 063 565.811.
111. Dr Bojana Klačnja, Institut za nizijako šumarstvo, Novi Sad, tel. 021 540-382, 540-383
112. “Slavija komerc” Valjevo, Kneza Miloša 58, tel: 014 225-090, fax: 014 220-946, mob: 063 233-451, proizvodi briketirke,

U Novom Sadu, 24. 12. 2007. god.

Spisak sačinio:  
Dr Miladin Brkic, red. prof.



## PREGLED KORIŠĆENE LITERATURE

- 1.1. Gajić, V: Industrijska proizvodnja krmnih smeša, Edicija: „Stočna hrana”, Izdavač: NIP „Mala poljoprivredna biblioteka”, Beograd, 1975, s. 45 – 102,
- 1.2. Stanković, L: Mašine i uređaji u stočarstvu, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 1964, s. 363,
- 1.3. Vlahović, M: Peletiranje, briketiranje i skladištenje, Edicija: „Stočna hrana”, Izdavač: NIP „Mala poljoprivredna biblioteka”, Beograd, 1975., s. 31 – 32.
  
- 3.1. Brkić, M., Alimpić, M., Đukić, Đ.: Neke mogućnosti korišćenja nekonvencionalnih izvora energije u poljoprivredi i prehrambenoj industriji. Zbornik radova sa VI savetovanja stručnjaka poljoprivredne tehnike Vojvodine, Vojvođansko društvo za poljoprivrednu tehniku, Dubrovnik, 1979, s. 573-584,
- 3.2. Brkić, M.: Korišćenje nekih nekonvencionalnih izvora energije u protekloj deceniji u Vojvodini, časopis: „Savremena poljoprivredna tehnika”, VDPT, Novi Sad, 12(1986)3, s. 81-85,
- 3.3. Brkić, M.: Određivanje zakonitosti promene otpora čestica pri strujanju vazduha kroz sloj kukuruzovine u zavisnosti od načina pripreme materijala za skladištenje, Doktorska disertacija, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1986., s. 160,
- 3.4. Brkić, M, Janić, T: Prikupljanje, skladištenje i briketiranje biomase u poljoprivredi, Zbornik radova sa I savetovanja: „Značaj i perspektive briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Šumarski fakultet Beograd, Savezno ministarstvo za nauku, razvoj i životnu sredinu, Vrnjačka Banja, 1996, s. 15 – 24.
- 3.5. Brkić, M, Janić, T: Mogućnosti korišćenja biomase u poljoprivredi, Zbornik radova sa II savetovanja: „Briketiranje i peletiranje biomase u poljoprivredi i šumarstvu”, Regionalna privredna komora iz Sombora i „Dacom” iz Apatina, Sombor, 1998, s. 5 – 9.
- 3.6. Ninić, N., Oka, S.: Sagorevanje biomase u energetske svrhe, Jugoslovensko društvo termičara, „Naučna knjiga”, Beograd, 1992., s. 103.
- 3.7. Ilić, M, Oka, S, Grubor, B, Dakić, D, Tešić, M, Martinov, M, Brkić, M, Novaković, D, Đević, M, Kosi, F, Radivojević, D, Radovanović, M, Danon, G, Bajić, V, Isajev, V, Skakić, D, Bajić, S, Rončević, S: Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije za njenu primenu i energetska iskorišćenje u Srbiji, Studija rađena za Ministarstvo nauke i zaštitu životne sredine, Institut za nuklearne nauke „Vinča”, Beograd, 2003, s. 179.
- 3.8. Danon, G, Bajić, V, Isajev, V, Bajić, S, Orešćanin, S, Rončević, S: Ostaci biomase u šumarstvu i preradi drveta i mogućnost gajenja „energetskih šuma”, poglavlje 2 studije: „Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije za njenu

- primenu i energetska iskorišćenje u Srbiji”, Šumarski fakultet, Beograd, JP „Srbijašume”, Beograd, Institut za topolarstvo, Novi Sad, 2003, s. 25 - 56.
- 3.9. Vojvodinašume: Vojvodini nedostaje 170.000 hektara šuma (pošumljenost Vojvodine trebalo bi da bude dvostruko veća), intervju direktorke Marte Takač, „Dnevnik”, 18. avgust 2007. s. 10.
- 4.1. Brkić, M, Janić, T, Somer, D: Termotehnika u poljoprivredi - II deo: Procesna tehnika i energetika, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2006, s. 323,
- 4.2. Brkić, M, Babić, M, Somer, D: Alternativni izvori energije u poljoprivredi i zaštita životne sredine, Zbornik radova sa savetovanja EKO-EK"95: „Bioenergetska reprodukcija u poljoprivredi” (Biomasa), IP "Mladost", Ekološki pokret, Beograd, 1995, s. 151-161,
- 4.3. Brkić, M, Janić, T.: Mogućnosti korišćenja biomase u poljoprivredi, Zbornik radova sa II savetovanja: „Briketiranje i peletiranje biomase u poljoprivredi i šumarstvu”, Regionalna privredna komora Sombor, Sombor, 1998., s. 5 – 9.
- 4.4. Gulić, M, Brkić, Lj, Perunović, P: Parni kotlovi, Mašinski fakultet, Beograd, 1983, s. 510
- 4.5. Janić, T. Kinetika sagorevanja balirane pšenične slame, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2000., s. 119,
- 4.6. Katić, Z: Energetska valjanost poljoprivredne proizvodnje i njena zavisnost sa granicama energetskog obračuna, Zbornik radova: „Aktualni problemi mehanizacije poljoprivrede”, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagerb, 1982,
- 4.7. Martinov, M: Toplotna moć slame žita uzgajanih na području SAP Vojvodine, časopis: „Savremena poljoprivredna tehnika”, VDPT, Novi Sad, 6(1980)3, s. 95 - 101,
- 4.8. Perunović, P., Pešenjanski, I., Timotić, U.: Biomasa kao gorivo. Savremena poljoprivredna tehnika, VDPT, Novi Sad, 9 (1983), 1 – 2, s.9 – 13,
- 4.9. Perunović, P., Pešenjanski, I., Timotić, U.: Istraživanje procesa sagorevanja poljoprivrednih otpadaka u vertikalnom sloju. Izveštaj za SIZ Vojvodine, FTN, Novi Sad, 1985, s. 83,
- 4.10. Preveden, Z.: Alternativno gorivo i poljoprivredni otpaci, Zbornik radova: „Aktualni problemi mehanizacije poljoprivrede”, Jugoslovensko društvo za poljoprivrednu tehniku, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb - Šibenik, 1980, s. 579-591,
- 5.1. Brkić, M.: Korišćenje nekih nekonvencionalnih izvora energije u protekloj deceniji u Vojvodini, Savremena polj. tehnika, VDPT, Novi Sad, 12(1986)3, s. 81-85,
- 5.2. Brkić, M., Janić, T.: Prikupljanje, skladištenje i briketiranje biomase u poljoprivredi, Zbornik radova: „Značaj i perspektive briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Vrnjačka Banja, 1996., s. 15-24,
- 5.3. Brkić, Janić, T, Somer, D: Karakteristike briketirane biomase bez vezivnih sredstava, PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 1(1997)3, s. 3-6,
- 5.4. Herak, S.: Iskustva u radu linija za briketiranje biomase, Zbornik radova sa XIV savetovanja stručnjaka polj. tehnike Vojvodine, VDPT, Dubrovnik, 1987., s. 279-285,
- 5.5. Mitrović, D.: Briketiranje pšenične slame, Agrotehničar, Zagreb, 26(1990)6, s. 41-43,
- 5.6. Beradić, L.: Energetski bilans i ekonomičnost briketiranja pljoprivrednih otpadaka na DP „Bačka”, Stara Moravica, Zbornik radova sa IV naučno-stručnog skupa PTEP'90, VDPT, Opatija, 1990., s. 84-88,

- 5.7. Ostojić, D.: Ekološka vrednost briketa, Zbornik radova: „Značaj i perspektiva briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Vrnjačka Banja, 1996., s. 39-46,
- 5.8. Perunović, P., Pešenjanski, I.: Korišćenje biomase u energetske svrhe, Zbornik radova: „Značaj i perspektive briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Vrnjačka Banja, 1996., s. 69-74,
- 5.9. Radovanović, M., Rac, A., Savić, A.: Prilog karakterizaciji briketa od ljuske suncokreta, Zbornik radova: „Biomasa”, IPP „Mladost”, Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995., s. 199-208,
- 5.10. Radovanović M, Stanojević G, Stojiljković D, Jeremić N: Laki biobriketi - nova tehnologija, Zbornik radova: „Biomasa”, IPP „Mladost”, Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995, s. 177-189.
- 5.11. Savić, R., Rac, A., Radovanović, M.: Mogućnost kontrole procesa formiranja briketa od biomase pomoću računara, Procesna tehnika, Beograd, 11(1995)3, s. 200-203,
- 5.12. Stanković, L., Bugarin, R., Zagorac, R., Samardžija, M.: Presovanje otpadaka biomase radi zaštite životne sredine i stvaranja kvalitetnih goriva, Zbornik radova „Biomasa”, IPP „Mladost”, Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995., s. 169-175,
- 5.13. Tešić, M., Martinov, M., Veselinov, V., Topalov, S., Ličen, H., Simić, L., Horti, J.: Studija o mogućnostima mehanizovanog ubiranja, transporta i manipulacije sporednih proizvoda ratarstva, Fakultet tehničkih nauka, Institut za mehanizaciju, Novi Sad, 1983., s. 385,
- 5.14. Vas, A., Beke, J., Kovać, K.: Stanje i rezultati korišćenja biomase u Mađarskoj, Zbornik radova sa III naučno – stručnog skupa PTEP ’89, VDPT, Donji Milanovac – “Lepenski vir”, 1989., s. 49 – 58,
- 5.15. Zubac, M.: Domaća tehnika i tehnologija briketiranja, Zbornik radova: „Značaj i perspektiva briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Vrnjačka Banja, 1996., s. 25-34.
- 5.16. Stanković, L., Bugarin, R., Zagorac, R., Samardžija, M.: Presovanje otpadaka biomase radi zaštite životne sredine i stvaranje kvalitetnih goriva, Zbornik radova „Biomasa”, IPP „Mladost”, Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995., s. 169-175,
- 5.17. Radovanović, M, Stanojević, G, Stojiljković, D, Jerenić, N: Laki biobriketi – nova tehnologija, Zbornik radova „Biomasa”, IPP „Mladost”, Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995., s. 177-189,
- 5.18. Blagojević, M: Mašine za briketiranje sena, udžbenik: „Mašine, uređaji i oprema u stočarstvu”, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1979, s. 89-91.
- 5.19. Blagojević, M: Uređaji za melasiranje i presovanje koncentrovane stočne hrane, udžbenik: „Mašine, uređaji i oprema u stočarstvu”, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1979, s. 169-174.
  
- 6.1. Beradić, L: Energetski bilans i ekonomičnost briketiranja poljoprivrednih otpadaka na DP „Bačka” Stara Moravica, Zbornik radova sa III naučnog skupa: Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi (PTEP’90), Opatija 1990, s. 84-88.
- 6.2. Brkić, M: Korišćenje nekih nekonvencionalnih izvora energije u protekloj deceniji u Vojvodini, časopis: „Savremena poljoprivredna tehnika”, Vojvođansko društvo za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 12(1986)3, s. 81-85.
- 6.3. Brkić, Janić, T, Somer, D: Karakteristike briketirane biomase bez vezivnih sredstava, PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 1(1997)3, s. 3-6,

- 6.4. Herak, S: Iskustva u radu linija za briketiranje biomase, zbornik radova sa XIV savetovanja stručnjaka poljoprivredne tehnike Vojvodine, VDPT, Dubrovnik, 1987, s. 279 – 285,
- 6.5. Marojević, R: Izveštaj o aktivnostima „Naftagasa” na istraživanju i korišćenju nekonvencionalnih izvora energije i uglja, SOUR „Naftagas”, RZZS, Sektor za koordinaciju i razvoj, Novi Sad, 1986. (dokumentacija).
- 6.6. Mršić, S, Mitrović, D, Stanković, Lj: Energetska analiza rada linije za briketiranje pšenične slame u Banatskom Karađorđevu, Zbornik radova sa III naučnog skupa: Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi (PTEP'90), Opatija 1990, s. 89-93.
- 6.7. Perunović, P., Pešenjanski, I.: Korišćenje biomase u energetske svrhe, Zbornik radova: „Značaj i perspektive briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Vrnjačka Banja, 1996., s. 69-74,
- 6.8. Radovanović, M., Rac, A., Savić, A.: Prilog karakterizaciji briketa od ljuske suncokreta, Zbornik radova: „Biomasa”, IPP „Mladost”, Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995., s. 199-208,
- 6.9. Zubac, M.: Domaća tehnika i tehnologija briketiranja, Zbornik radova: „Značaj i perspektiva briketiranja biomase”, Ekološki pokret Vojvodine, Vrnjačka Banja, 1996., s. 25-34.
- 7.1. „LAMNET”, Latin America Thematic Network on Bioenergy, „CENBIO”, Centronational De Referencia em Biomassa, Sao Paulo, Brasil, „ETA”- Florence, Italy, „WIP”- Munich, Germany, „EUBIA”, Brusseles, Belgij, 2003, s. 4. [www.cenbio.org.br](http://www.cenbio.org.br). (Ova publikacija realizovana je uz pomoć organizacije „LAMNET”, tematske mreže osnovane od Evropske Komisije, DG istraživanja, Program „Potvrđivanje internacionalne uloge istraživanja Zajednice”, project no. ICA4-CT-2001-101106).
- 7.2. Zaetta, C, Passalacqua, F, Tondi, G: The pellet market in Italy: main barriers and perspectives, Proceedings of 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, ETA-Florence, Rome, Italy, 2004. pp 1843-1847.
- 7.3. Bjerg, J.: The Danish pellet boom, preconditions for successful market penetration, Proceedings on 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Eta-Florence, Milano, Rim, 2004, pp 1697-1698.
- 7.4. Dahl, J.: Trends on the Danish Pellet Market, Presentation on the European Pellet Conference, Wels, Austria, 2005. p. 7 (Source: FORCE Tehnologija, Energistyrelsen, [www.ens.dk](http://www.ens.dk)).
- 7.5. European Pellets Centar. 1st Newsletter of the [Pellets@jas](mailto:pellets@jas) project, Development and Promotion of a Transparent European Pellets Market – Creation of a European real-time Pellets Atlas, Intelligent Energy, Europe, 2007. p. 12 ( Internet: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info), Contact: [jxd@force.dk](mailto:jxd@force.dk))
- 7.6. Bjerg, J.: Pelets for Europe, barriers and perspectives for increased market penetration, Proceedings on 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Eta-Florence, Milano, Rim, 2004, pp 1811-1813.
- 7.7. „Kemyx“ SPA, Via San Nicola de Tolentino, 1/5; 00187 Roma, Italy, sajt: [www.bioenergy-lamnet.org /network\\_membership](http://www.bioenergy-lamnet.org/network_membership), e-mail: [sales@kemyx.it](mailto:sales@kemyx.it); [www.kemyx.it](http://www.kemyx.it), tel: +39 05 72 904394, fax: +39 05 72 904395
- 8.1. Fabrika „Utva” iz Pančeva, RO „Promag”, OOUR „Centar IRA”, Prospektni materijal,

- 8.2. Sajt firme „Dekan” iz Vrnjačke Banje: [www.dekan.co.yu](http://www.dekan.co.yu).
- 8.3. Sajt firme „Metal- kop” iz Bačkog Jarka: [www.metalkop.com](http://www.metalkop.com).
- 8.4. Sajt firme „Metal-matik” iz Beočina: [www.metal-matik.com](http://www.metal-matik.com).
- 8.5. Sajt firme „Metalac-Ostojić” iz Obrenovca: [www.metalacostojic.com](http://www.metalacostojic.com).
- 8.6. Firma „Perović” iz Lovćenca, Petra Drapšina bb, Tehnička dokumentacija.
  
- 9.1. Sajt firme „Dekan” iz Vrnjačke Banje: [www.dekan.co.yu](http://www.dekan.co.yu).
- 9.2. Sajt danske firme CF „Nielsen”: [www.cfnielsen.com](http://www.cfnielsen.com)
- 9.3. PD „Labudnjača”, Vajska, Projektna dokumentacija,
  
- 10.1. Brkić, M., Janić, T., Somer, D.: Karakteristike briketirane biomase bez vezivnih sredstava. časopis PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 1(1997)3, s. 3-6,
- 10.2. Brkić, M., Janić, T.: Analiza stanja i pravci razvoja briketiranja biomase, časopis PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 6(2002)1-2, s. 14-17,
- 10.3. Brkić, M., Gobor, Z., Janić, T.: Efficiency and emission of biomass thermal plants in Yugoslavia, Proceedings of the Union of scientists - Rousse: „Energy efficiency and agricultural engineering”, Volume 2, CIGR, Rousse, Bulgaria, 2002., pp 106-113,
- 10.4. Brkić, M., Janić, T.: Korišćenje biomase u toplotne svrhe kao najjeftinijeg energenta, časopis: „Savremeni farmer”, Poljoprivredni fakultet, Institut za stočarstvo, Novi Sad, 3(2002)8 i 9, s. 35-36
- 10.5. Mitić, D.: Fizičke karakteristike biomase i biobriketa Srbije, Potencijalna ekološka goriva, Monografija, JDPTEP, Novi Sad-Niš, 1998. s. 119,
- 10.6. Perunović, P., Brkić, M., Pešenjanski, I., Janić, T.: Poljoprivredni otpaci - briketirati ili ne, časopis PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 2(1998)3, s. 96-98,
- 10.7. Projektna dokumentacija linije mašina za brketiranje slame „Fortschrit”, učinka 4 t/h, „Vojvodinainvest”, Novi Sad, 1987. s. 95.
- 10.8. Projektna dokumentacija linije za briketiranje vlažnog drvenog otpada, „Aggio” d.o.o., Novi Sad, 2001, s. 56.
- 10.9. Brkić, M, Janić, T: Izveštaj o briketiranju – peletiranju biomase na postrojenju u Vajskoj, Poljoprivredni Fakultet Novi Sad, 2003. god.
- 10.10 Brkić, M: Uticaj direktnog i indirektnog načina sušenja zrna kukuruza sa i bez recirkulacije na brzinu sušenja, kvaliteti energetske bilans, magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1980., s.209,
- 10.11. Brkić, M, Janić, T: Izveštaj o ispitivanju linije za briketiranje vlažnog drvnog otpatka od topole, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 2002, s. 23.
- 10.12. Mitić, D: Fizičke karakteristike biomasa i biobriketa Srbije, potencijalna ekološka goriva, monografija, JDPTE, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, JSTZ, Niš,1998, s.118,
- 11.1. Tešić, M: Das Verdichten unter Nährstoffaufschluss von Futterplanzen in Matrizenpressen, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Landwirtschaftlichen Fakultät der Georg-August.Universität zu Göttingen, Göttingen, 1977. s. 181.
- 11.2. Tešić, M: Presovanje slame uz dodatak sredstava za otvaranje hranljivih vrednosti u presama sa valjacima, In Proceed. sa IX internacionalnog simpozijuma:

- „Poljoprivredna tehnika u agroindustrijskom kompleksu”, III tematska sekcija: „Savremena tehničko-tehnološka rešenja u stočarskoj proizvodnji”, Novi Sad, 1977., s. 63 – 72.
- 11.3. Tešić, M: Podobnost presa sa valjcima, sa prstenastom i diskosnom matricom, za presovanje kobsova od slame, In Proceed. II jugoslovenski simpozijum: »Mašine i mehanizmi. Univerzitetska istraživanja i primena u industriji (IFTOMM – jugoslovenski nacionalni komitet), Niš, 1977, s. 435 – 445.
  - 11.4. Tešić, M: Svojstva kobsova od slame, proizvedenih u presama sa valjcima, kao krmiva za preživare, časopis: „Krmiva”, Zagreb, XX(1978),2-3, s. 35 – 38,
  - 11.5. Tešić, M: The properties of straw cobs treated with NaOH the pressing process in the roller press with disc matrix, In Proceed. of the II International Conference on „Physical Properties of Agricultural Materials and their Influence on Technological Processes”, University of Agricultural Sciences, CIGR Section III, Godollo, Hungary, 1980., pp. 58 –66,
  - 11.6. Tešić, M: Sitnjenje slame pri presovanju u kobsove presama sa valjcima, In Proceed. sa Jugoslovenskog simpozijume o aktuelnim problemima mehanizacije poljoprivrede, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb – Šibenik, 1980, s. 395 – 403.
  - 11.7. Mrhar, M: Briketiranje dehidrirane krme, In Proceed. sa IX internacionalni simpozijum: „Poljoprivredna tehnika u agroindustrijskom kompleksu”, III tematska sekcija: „Savremena tehničko-tehnološka rešenja u stočarskoj proizvodnji”, Novi Sad, 1977., s. 55– 62.
  - 11.8. Evropski peletni centar (EPC), Danska: <http://www.pelletcentre.info>,
  - 11.9. Zubac, M: Praktična primena tehnološkog postupka valorizacije biomase u energetske svrhe, Ravija agronomska saznanja, JNDPT, Novi Sad, 2007. br. 5, s. 58-62,
  - 11.10. Quality Declaration for Wood Pellets, Finland, 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, ETA-Florence, WIP\_Munich, Rome, 10-14. May 2004.
- 13.1. Sajt firme „Varotech” iz Mladenova: <http://www.virtualnigrad.com/?cd=26902>.
  - 13.2. Sajt Robne kuće „Uradi sam”, Novi Sad: [www.uradi-sam.co.yu](http://www.uradi-sam.co.yu),
  - 13.3. Sajt trgovačke kuće „Aer Dekor”, Novi Sad: [www.artdecor.co.yu](http://www.artdecor.co.yu),
  - 13.4. Sajt Evropskog peletnog centara: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info).
- 14.1. Brkić, M, Janić, T, Somer, D: Opravdanost investicionih ulaganja, „Procesna tehnika i energetika”, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2006. s. 323.
  - 14.2. Fond za razvoj Vojvodine, Metodologija izrade predinvesticionih studija ekonomske opravdanosti uloženih sredstava, Izvršno veće Vojvodine, Novi Sad, 2003. (CD).
  - 14.3. Pešenjanski, I, Martinov, M, Bjelaković, R, Živanović, T, Marić, B: Studija izvodljivosti sa prethodnim projektom za korišćenje biomase u sistemima centralnog grejanja u Negotinu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2006. s. 101.
- 15.1. Fond za razvoj Vojvodine, Novi Sad, Master centar Novosadskog sajma, Dokumentacija.
  - 15.2. Okrugli sto i promotivno-prodajna berza: „Briketiranje i peletiranje biomase”, Izveštaj zaključci, VDPT, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2004.

- 16.1. Bogner M: Termotehničar, „Poslovna politika”, Beograd, 1992. (tom I),
- 16.2. Brkić, M, Janić, T, Krivokuća, D: New type of the furnace for combustion of biobriquettes, Proceedings of interational conference on: „Rational use of renewable energy sources in agriculture”, MEE, CIGR, MAE, Budapest, 2000, C-4,
- 16.3. Brkić, M, Janić, T: Izveštaj o ispitivanju stepena energetske efikasnosti peći „Roza” na brikete od slame i mrkog uglja, Laboratorija za termotehniku, Institut za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2000, s. 13,
- 16.4. Brkić, M, Janić, T: Specifičnost sagorevanja biobriketa, časopis PTEP, JDPTEP, Novi Sad, VII(2003)1-2, s. 8-11.
- 16.5. Mihajlović, Emina: Istraživanje kompozitnih biobriketa sa zadatim fizičko-hemijskim i energetske svojstvima, doktorska disertacija, Fakultet zaštite na radu, Niš, 2003, s. 178,
- 16.6. Milanović, B: Fundamentalna istraživanja biobriketa i zaštita od požara objekata za njihovu proizvodnju i eksploataciju, magistarski rad, Fakultet zaštite na radu, Niš, 2000, s.127,
- 16.7. Mitić, D, Mihajlović, Emina, Janković, Sobodanka, Milanović, B: Brzina sagorevanja biobriketa, časopis PTEP, JDPTEP, Novi Sad, 6(2002)3-4, s. 90-92,
- 16.8. Radovanović, M, Rac, A, Savić, A: Prilog karakterizaciji briketa od ljuske suncokreta, Zbornik radova sa naučno-stručnog savetovanja EKO-EK 95: „Biomasa, bioenergetska reprodukcija u poljoprivredi”, IP „Mladost”, Beograd i Ekološki pokret Beograda, Beograd, 1995, s. 199-208.
  
- 17.1. Evropski peletni centar, sajt je: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info),
- 17.2. Danski peletni bum, sajt je: <http://fuels.dk-teknik.dk>,
- 17.3. Trendovi tržišta u Danskoj, sajt je: [www.ens.dk](http://www.ens.dk)
- 17.4. Pelete za Evropu, sajt je: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info),
- 17.5. Tržište peleta u Italiji: [www.etaflorence.it](http://www.etaflorence.it)
- 17.6. Evropski klasifikacioni normativ (CEN), sajt je: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info),
- 17.7. Pelete R&D u Evropi – pregled istraživanja, sajt je: [www.EnergyCentre.Info](http://www.EnergyCentre.Info),
- 17.8. Tržište i trendovi peleta, časopis, sajt je: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info),
- 17.9. Bioenergija, novine, sajt je: [www.pelletcentre.info](http://www.pelletcentre.info),
- 17.10. Granofyt pelete, ATEA, Praha, sajt je: <http://www.ateap.ez/>,
- 17.11. Projekt „ALTENER”, sajt je: [http://www.dk-teknik.dk/dk-teknik\\_docs/](http://www.dk-teknik.dk/dk-teknik_docs/).
  
- 18.1. Fond za razvoj Vojvodine, Novi Sad, sajt je: , [www.vdf.org.yu](http://www.vdf.org.yu)
- 18.2. Garancijski fond AP Vojvodine, Novi Sad, sajt je: <http://www.garfondapv.org.yu/>.
- 18.3. Pokrajinski fond za razvoj poljoprivrede, Novi Sad, sajt je: <http://www.fondpolj.vojvodina.sr.gov.yu/>
- 18.4. Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, Novi Sad, sajt: <http://www.psp.vojvodina.sr.gov.yu>
- 18.5. NLB Kontinental banka, Novi Sad, sajt je: <http://www.cont.co.yu/>
- 18.6. ProCredit leasing, Novi Sad, sajt je: <http://www.moneyinserbia.netfirms.com/micro-finance-bank.html/>
- 18.7. Metals banka, Novi Sad, sajt je: [www.metals-banka.co.yu](http://www.metals-banka.co.yu).

- 18.8. Ministarstvo poljoprivrede, Beograd, sajt je: <http://www.minpolj.sr.gov.yu/>.
- 18.9. Agencija SAD za međunarodnu saradnju (USAID), Beograd, <http://www.usaid.gov/>
- 18.10. Američki fond za razvoj (ADF), Novi Sad, <http://www.adf.org.yu/>.
- 18.11. Opportunity Bank, krediti za mala i srednja preduzeća, sajt: [www.obs.co.yu](http://www.obs.co.yu)
- 18.12. Intesa Leasing, Beograd, nova oprema i mašine, [www.intesaleasingbeograd.com](http://www.intesaleasingbeograd.com)