



Eko produkt

TEHNOLOŠKO - MAŠINSKI BIRO
PROJEKTOVANJE - KONSALTING - INŽENJERING

21000 Novi Sad, Kaće Dejanović 52, mob: 064/160-99-96, mail: jtodor@open.telekom.rs
Matični broj: 56740651, PIB: 103572460
Račun: 340-32036-46, ERSTE BANK A.D., Novi Sad

PREDSTUDIJA

RASPOLOŽIVOST I TROŠKOVI BIOMASE ZA POTREBE SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA NA PODRUČJU OPŠTINA VRBASA I KULE

NARUČILAC:	CeSID - Srbija
OBJEKAT:	
INVESTITOR:	
LOKACIJA:	Opštine: Vrbasa i Kula
DOKUMENT:	PREDSTUDIJA
EVIDENCIJA:	S I – 05 / 2012
DATUM:	18.04.2012.
MESTO:	NOVI SAD
IZVRŠILAC:	
ZA "EKO PRODUKT":	<hr/> Dr Todor Janić

Naručilac saglasan

M:P:

Kaće Dejanović 52
21000 Novi Sad
Srbija

Mob: +381-64-160-99-96
Tel: +381-21-496-320
Fax: +381-21-496-320
E-mail: jtodor@open.telekom.rs

Naručilac predstudije:

CeSID , Belimarkovićeve 9, Beograd, Srbija

Naslov predstudije:

RASPOLOŽIVOST I TROŠKOVI BIOMASE ZA POTREBE SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA NA PODRUČJU OPŠTINA VRBASA I KULE

Autori predstudije:

- **Prof. dr Miladin Brkić**
- **Prof. dr Todor Janić**
- **Goran Pejović**
- **Blažo Kostić**

Novi Sad, 2012.





SADRŽAJ:

strana

:

Pregled tabela

Pregled slika

Pregled korišćenih oznaka i jedinica

Poglavlje 1:

Polazni parametri predstudije

- 1.1. Projektni zadatak
- 1.2. Podaci o naručiocu predstudije
- 1.3. Podaci o autorima predstudije
- 1.4. Uvod i cilj predstudije
- 1.5. Podaci o lokaciji
 - 1.5.1. Opšti podaci o opštini Vrbas
 - 1.5.2. Opšti podaci o opštini Kula

Poglavlje 2:

Osobine biomase i potencijali

- 2.1. Biomasa kao energent
- 2.2. Raspoloživi resursi biomase za korišćenje u energetske svrhe
 - 2.2.1. Energetski potencijali opštine Vrbas
 - 2.2.2. Energetski potencijali opštine Kula
- 2.3. Potencijali biomase
- 2.4. Tehnika i tehnologija pripremanja biomase
 - 2.4.1. Prikupljanje biomase
 - 2.4.2. Skladištenje biomase
 - 2.4.3. Transport biomase
- 2.5. Hemijsko-fizičke karakteristike biomase kao goriva



- 2.6. Tehnologija i tehnika za sagorevanje biomase
- 2.7. Ekološki aspekti sagorevanja biomase

Poglavlje 3:

Cena biomase kao energenta

- 3.1. Definisanje optimalnog mesta za izgradnju termoenergetskog postrojenja
- 3.2. Potrebne količine biomase za časovni i sezonski rad kotlovskeg postrojenja
- 3.3. Troškovi spremanja biomase
- 3.3.1. Uticaj promena cena gasa, biomase i toplotne energije
- 3.3.2. Mogućnosti stimulanja proizvođača toplotne i električne energije iz obnovljivih izvora energije – biomase.
- 3.4. Ekonomska analiza opravdanosti korišćenja biomase kao energenta

Poglavlje 4:

Zaključci i korišćena literatura

- 4.1. Zaključci
- 4.2. Korišćena literatura

Prilog – Grafička dokumentacija



Pregled tabela

Tab. 1.

Tab. 2.

Tab. 3.

Tab. 4.

Tab. 5.

Tab. 6.

Tab. 7.

Tab. 8.

Tab. 9.

Tab. 10.



Pregled slika

Sl. 1.

Sl. 2.

Sl. 3.

Sl. 4.

Sl. 5.

Sl. 6.

Sl. 7.

Sl. 8.

Sl. 9.

Sl. 10.



POGLAVLJE 1

1.1. RADNI ZADATAK KOD IZRADE STUDIJE

Za potrebe CeSID-a, izraditi studiju: "Raspoloživost i troškovi biomase za potrebe sistema daljinskog grejanja na području opština Vrbasa i Kule".

Studija treba da sadrži sledeće priloge:

1. Utvrđivanje raspoloživosti vrsta i količina poljoprivredne biomase

- Utvrđivanje vrsta biomase na području opština Vrbasa i Kula;
- Površine i prinosi pojedinih kultura;
- Prosečan sadržaj vlage;
- Sezonski raspored pojedinih vrsta i količina biomase;
- Definisane mesta za skladištenje biomase;
- Definisane mesta kotlarnica na biomasu;
- Određivanje potrebne količine i vrste pakovanja biomase za grejanje;
- Alternativno korišćenje resursa koje bi moglo da utiče na raspoloživost ili cenu grejanja;
- Granice kvaliteta goriva (zagađujuće materije koje bi mogle da imaju uticaja na opremu za sagorevanje, uticaj produkata sagorevanja biomase na okolnu sredinu i dr.);
- Uticaj vremenskih prilika na uskladištenje biomase;
- Broj i procenat poljoprivrednih proizvođača sa kojima bi bilo neophodno potpisati ugovore o kupovini biomase;

2. Određivanje troškova prikupljanja, manipulacije i skladištenja biomase

- Opređenje za vrstu pakovanja biomase: male bale, rol bale, velike bale;
- Vrste, načini i troškovi prikupljanja biomase;
- Troškovi utovara;
- Troškovi transporta;
- Troškovi istovara i skladištenja;
- Neophodna veličina skladišta;



- Cena resursa;
- Eventualni podsticaji od strane države;

3. Diskusija i zaključci

- Diskusija
- Zaključci

4. Literatura



1.2. PODACI O NARUČIOCU PREDSTUDIJE

Osnovni podaci o firmi

CeSID - Centar za slobodne izbore i demokratiju je nevladina, nestranačka i neprofitna organizacija. Organizacija okuplja građane sa ciljem da doprinese uspostavljanju i unapređenju demokratskih vrednosti i institucija u Republici Srbiji. Ove vrednosti se promovisu obrazovnim i istraživačkim programima, organizovanim nadgledanjem izbora, analizom predizbornih i izbornih aktivnosti učesnika u izbornom procesu, razvojem lokalne samouprave i ukazivanjem na devijantna ponašanja u našem društvu i preporukama za njihovo otklanjanje. CeSID, takođe, ima za cilj širenje znanja o demokratskim institucijama, podizanje svesti građana o važnosti slobodnih i poštenih izbora, ljudskim pravima i procesu decentralizacije, pri tome sve vreme radeći na promovisanju i jačajući proevropskih vrednosti, normi i standarda.

Centar za slobodne izbore i demokratiju u svojim aktivnostima kombinuje sledeće kapacitete:

- Veliku mrežu, koju čini 21 000 volontera/posmatrača, 165 opštinskih timova, 16 lokalnih i 5 regionalnih kancelarija. Na ovaj način, CeSID je u stanju da kroz razgranatu mrežu svojim aktivnostima pokrije svaku opštinu u Srbiji i izvede niz različitih aktivnosti i po obimu i po trajnosti.
- Ekipu stručnjaka, od kojih većinu čine univerzitetski profesori i istraživači u oblasti izbora, stranaka, razvoja lokalne samouprave, sprečavanja korupcije. Time su oblasti, odnosno programi kojima se CeSID bavi pokriveni i sa stručnog stanovišta.
- Određeni broj istaknutih ličnosti iz različitih oblasti koji podržavaju napore CeSID-a kao članovi Saveta CeSID-a. Njihovim učešćem u radu i aktivnostima CeSID održava i reafirmiše ulogu kompetentnog i nepristrasnog činioca u društvenom i političkom životu Srbije.

Svoje aktivnosti CeSID je razvio u okviru 5 osnovnih programa, koji u sebi sažimaju po nekoliko projekata :

Izbori

Ovim programom su obuhvaćeni projekti posmatranja izbornog procesa. U Srbiji to su projekti posmatranja glasanja na blizu 9000 biračkih mesta u 165 opština u Srbiji, paralelno brojanje glasova, analize izbornog procesa i procedure, istraživanje medija, edukaciju posmatrača i birača, kao i kampanje za izlaznost na izbore. Pored toga, izrađen je niz projekata koji su obuhatali međunarodnu saradnju i učešće u procesima posmatranja izbora u većem broju zemalja.

Edukacija

Ovaj program je započet edukacijom posmatrača, građana, predstavnika vlasti i političkih partija u oblasti izbornog procesa i zakonodavstva. Potom slede edukacije u oblasti prevencije i rešavanja konflikata, političkog sistema, ljudskih prava, procesa decetralizacije i razvoja lokalne samouprave, identifikovanja ključnih društvenih problema, razvoja civilnog sektora. Ciljne grupe su različite, od učenika srednjih škola, građana, predstavnika vlasti i nevladinog sektora, kao i organizacije koje posmatraju izbore u drugim zemljama kojima je pružana podrška da podignu svoje kapacitete.



Razvoj lokalne zajednice

Ovaj program predstavlja polje u kome je CeSID postigao zapažen rezultate, pre svega zahvaljujući razgranatoj mreži i mogućnosti da svoje aktivnosti izvede u svakoj od opština Srbije. Projekti koji su rađeni u ovoj oblasti tiču se edukacije građana lokalnih zajednica, lokalnih vlasti i administracije, istraživanja javnog mnjenja o problemima lokalnih zajednica, praćenje rada lokalnih vlasti i opštinske administracije, praćenje procedura u opštinama, uspostavljanje saradnje između civilnog sektora i lokalnih vlasti, kao i unapređenje kapaciteta nevladinog sektora na lokalnu.

Istraživanja i analize

Svoju istraživačku i analitičku delatnost CeSID je razvijao paralelno sa izvođenjem projekata iz različitih oblasti. Tako su realizovana istraživanja i analize izbornog ponašanja i izborne utakmice, političkih stavova građana i ciljnih grupa, ponašanja tokom izbornih kampanja; sociološka, politikološka, ekonomska i marketinška istraživanja. Pri tome su korišćene najrazličitije istraživačke tehnike, terenska istraživanja sa različitim vrstama uzorka, institucionalne analize....

Borba protiv korupcije

Uvek aktuelno i napeto polje koje podrazumeva stalne napore i borbu protiv mita, korupcije i negativnih aspekata novca u politici i društvu predstavlja za CeSID novi izazov. Nekoliko projekata i istraživanja tiču se ove oblasti i ulažemo konstantne napore i znanja da bi pomogli društvu da smanji i ograniči negativne efekte koje ove pojave izazivaju.

U predhodnim godinama postojanja i rada CeSID je izveo oko 100 projekata nacionalnog, regionalnog i lokalnog karaktera. U okviru tih projekata, ali i nezavisno od njih izvedeno je preko 100 istraživanja javnog mnjenja o različitim temama i sa različitim ciljnim grupama.

U svom radu CeSID je imao podršku od strane raznih donatora i ambasada.

1.3. PODACI O AUTORIMA PREDSTUDIJE

1.3.1. Profil firme – realizatora predstudije

Osnovni podaci o firmi

Naziv firme: Tehnološko – mašinski biro “Eko produkt”

Mesto: 21000 Novi Sad

Adresa: Kaće Dejanovića 52

Matični broj: 56740651

PIB: 103572460

Svojina: Privatna

Delatnost: 7112: Inženjerske delatnosti i tehničko savetovanje

Početak poslovanja: 2004. god.

Račun: 340-32036-46, Erste bank a.d., Novi Sad

Kontakt: 064/160-99-96, jtodor@open.telekom.rs

Poslovanje firme

Tehnološko – mašinski biro “Eko produkt” se od osnivanja 2004. godine bavi pružanjem usluga u oblasti projektovanja i konsaltinga u oblasti inženjerskih delatnosti, pored toga od 2005. godine bavi se inženjeringom u oblastima termotehničkih i procesnih postrojenja i opreme. Višegodišnje iskustvo i mnoštvo realizovanih projekata i postrojenja su doveli „Eko produkt“ u poziciju ozbiljnog partnera na tržištu Srbije i okolnih zemalja. Poziciju koju ima na tržištu, „Eko produkt“ je pre svega obezbedio orijentacijom prema kvalitetu, stručnim konsaltingom, kao i poštenim i odgovornim pristupom klijentima i ugovorenim obavezama.

Delatnosti „Eko produkt-a“ sprovodi pažljivo biran tim od preko 25 obrazovanih ljudi sa velikim iskustvom u odabiru i implementaciji savremenih rešenja.

Usmerenje u delatnosti firme mogu se prikazati u sledećem:

- Projektovanje i konsalting,
- Inženjering i razvoj,
- Prodaja i marketing i
- Pružanje usluge korisnicima.

Najveći kvalitet „Eko produkta“ je taj što firma može tehnički, organizaciono i finansijski realizovati složene projekte u svim fazama realizacije, kao što su: snimanje stanja i izrade projektnog zadatka, projektovanja, tj. izradu tehničke dokumentacije, isporuke, montaže i puštanja opreme u rad, održavanja, servisa i nadzor rada sistema.

Zbog specifičnih zahteva, projektantska struktura firme je podeljena po radnim grupama iz sledećih oblasti:

- Arhitekture i građevinskih konstrukcija sa vodovodom i kanalizacijom,
- Tehnologije,
- Procesnog mašinstva,



- Termotehniike i energetike,
- Elektroinstalacija,
- Automatizacije i
- Konsalting poslova, u koje se mogu svrstati i poslovi na izradi studija protivpožarne zaštite, proceni uticaja na životnu sredinu, opravdanosti ili izvodljivosti i energetske efikasnosti postrojenja.

Za veće i složenije poslove inženjeringa firma "Eko produkt" angažuje spoljašnje kooperantske firme sa snažnijom operativom, dok poslove projekt menadžmenta, nadzora nad izvođenjem radova i upravljanja izgradnjom obavljaju stručnjaci angažovani od strane „Eko produkta“.

U rezimeu svega navedenog „Eko produkt“ može da pruži kompletnu uslugu investitorima u oblastima projektovanja (urbanističkog, idejnog, glavnog i izvođačkog), projektnog menadžmenta (ishodovanja lokacijskih dozvola i saglasnosti, tenderskog procesa, nadzora nad gradnjom, tehničkog prijema i učestvovanja u dobijanju Upotrebne dozvole) i inženjeringa.

Konkurentnos

Konkurentnost firme Eko produkt se zasniva na:

- Stručnosti i iskustvu radnih timova,
- Bliskoj saradnji sa relevantnim firmama iz inostranstva,
- Obavljanju radnih aktivnosti korišćenjem savremene metodologije i tehnike,
- Favorizovanju savremenih tehnoloških rešenja,
- Izradi sistema i proizvoda prema posebnim zahtevima investitora,
- Mogućnošću ponude više kvalitetnih rešenja,
- Dosadašnjoj korektnosti u poslovanju i dr.

1.3.2. Autori predstudije

Dr Miladin Brkić, redovni profesor, Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, stručna oblast – tehnologija, projektovanje, istraživanje, eksploatacija termotehničkih i procesnih sistema i obnovljivi izvori energije.

Dr Todor Janić, vanredni profesor, Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu i vlasnik firme za projektovanje, konsalting i inženjering u oblasti termotehničke, procesne tehnike i energetike „Eko produkt“ iz Novog Sada, stručna oblast – tehnologija, projektovanje, istraživanje i eksploatacija termotehničkih i procesnih sistema i obnovljivi izvori energije.

Goran Pejović iz Vrbasa, stručna oblast – energetika.

Blažo Kostić iz Kule, stručna oblast – energetika.



1.4. UVOD I CILJ PREDSTUDIJE

U današnjem vremenu svima je postalo jasno da aktivnosti ljudi na našoj planeti ima za posledicu narušavanje okolne prirodne sredine sa potencijalno nesagledivim negativnim posledicama po floru, faunu, klimu, ali i na zdravlje i kvalitet života ljudi.

Sve aktivnosti čoveka vezane su sa utroškom nekog vida energije. Povećanjem broja ljudi na planeti, kao i njihovog kvaliteta življenja potrebe za energijom svakim danom sve više rastu.

Najveći deo današnje energije, ljudi obezbeđuju korišćenjem fosilnih goriva (naftini derivati, ugalj i prirodni gas). Razlozi takvog obima korišćenja fosilnih energenata treba tražiti u skoncentrisanoj energiji u relativno malim količinama energenta, razvijenim tehnologijama i tehnicima njihovog prikupljanja i korišćenja, dosadašnjoj relativno niskoj ceni, ogromnim finansijskim moćima lobija za njihovu proizvodnju i korišćenje i dr. Pogodnosti u pogledu njihovog korišćenja u ovom trenutku se ne može odreći ni jedna privreda u svetu, ali negativni aspekti njihovog korišćenja i neprestalnog tržišnog poskupljivanja svakim danom podstiču težnju da se njihovo korišćenje supstituiše nekim drugim, pre svega obnovljivim energentima.

Traženje razloga za supstitucijom fosilnih izvora energije obnovljivim energentima u Srbiji ima nekoliko specifičnosti. Pre svega se to odnosi na činjenicu da su rezerve fosilnih energenata u Srbiji jako male. Smatra se da će se domaće prirodne rezerve nafte i zemnog gasa iscrpeti za oko 15-20 godina, a da će uglja u velikim nalazištima biti za još 55-60 godina. Nakon toga Srbija će u potpunosti biti primorana da svoje potrebe za energentima podmiruje iz uvoza. Do tog vremena, cena energenata na svetskom tržištu će sve više rasti, što će dovesti u pitanje konkurentnost domaćih proizvoda, kao i kvalitet života njenih građana. Zbog navedenog i usled drugih faktora prinude u zemlji se mora promeniti odnos u gazdovanju energijom uz imperativ supstituisanja konvencionalnih, tj. fosilnih energenata lokalno dostupnim i obnovljivim energentima.

Jedna od potvrda da su stremljenja ka supstituisanju fosilnih izvora energije obnovljivim energentima u našoj zemlji perspektivna može se pronaći i u tome, što je i Evropska unija još tokom 2007. definisala kombinovani cilj za države članice koji podrazumeva da do 2020. godine, 20% ukupne potrošnje energije EU mora obezbediti iz obnovljivih izvora.

Srbija bi velike količine energije mogla da produkuje iz obnovljivih izvora, ali se u zemlji trenutno godišnje iskoristi manje od 16% potencijala tih izvora. Najveći udeo u tome mogla bi imati biomasa, od koje bi se moglo proizvoditi oko četvrtine ukupne energije u Srbiji. Biomasa u svom čvrstom i tečnom obliku predstavlja najznačajniji OIE u Srbiji i čini dve terećine ukupnog potencijala ili 66% obnovljivih izvora energije.

Da bi biomasa postala privlačna kao energent neophodno je da postoje tehnologije i tehnika koje omogućavaju da se na efikasan način iskoristi energija biomase, da se negativni uticaji na okolnu sredinu usled korišćenja biomase kao energenta svedu na minimum, da je proizvedena energija po svom kvantitetu i kvalitetu konkurentna energiji iz fosilnih goriva. Tehnologije konverzije biomase kao energenta nude određene prednosti, ali imaju i određene nedostake: U prednosti bi se moglo nabrojati sledeće:

- ekološki znatno prihvatljivija proizvodnja energije,
- obnovljivost na godišnjem nivou,



- lokalna dostupnost,
- niska cena nabavke i dr.

Od nedostataka bi se u najkraćem moglo navesti:

- često složeni procesi za energetske konverzije biomase,
- korišćenje biomase kao energenta najčešće u stacioniranim postrojenjima,
- viša cena postrojenja za korišćenje biomase u poređenju sa konvencionalnim postrojenjima koja koriste fosilna goriva, mnoge tehnologije konverzije biomase su još u demonstracionoj fazi ili i ako su komercijalne, ne postoji veliki broj postrojenja na osnovu kojih bi gradnja takvih postrojenja postala jeftinija.

Naša država je potpisala "Kjoto protokol", čime se obavezala da će postepeno smanjivati korišćenje konvencionalnih energenata, a umesto njih uvoditi obnovljive energente. Cilj ovog protokola je da se smanji ispuštanje ugljendioksida u atmosferu, tj. da se umanjuje efekat "staklene bašte" čime će se doprineti smanjenju globalne promene klime. Za organizovano sprovođenje navedenog protokola i domaćih akata (akcioni plan korišćenja OIE...), korišćenje biomase kao energenta za zagrevanje vode u sistemima centralnog daljinskog grejanja, lokacije koje su u blizini ruralnih područja ima najveću perspektivu.

Regije Vrbasa i Kule u navedenim težnjama imaju svoju šansu, pošto su bogate biomasom, imaju veliki broj sunčanih dana (sve više postaje aridno područje), a sa geotermalnim vodama je preko osam puta bogatija od evropskog proseka, a ima i područja sa velikom učestalošću intenziteta vetra.

Pozitivni efekti korišćenja biomase kao energenta u sistemu daljinskog grejanja moraju se posmatrati multidisciplinarno od čega bi se najpre mogli istaći: društveni, ekonomski i ekološki aspekt (sl. 1), koji predstavljaju stub održivosti takvih aktivnosti.



Sl. 1. Multidisciplinarni koncept održivosti primene biomase kao energenta

Iz tog razloga naponi Opštine Vrbasa i Kule su sasvim opravdani da u se u tim gradovima pokuša da se uvede postrojenja kod kojih se koristi čvrsta biomasa za dobijanje toplotne energije u svrhu daljinskog zagrevanja.

Najbolji način za uspešnu realizaciju investicije izgradnje kotlovske postrojenja za daljinsko grejanje je da se prvo uradi studija izvodljivosti, tj. opravdanosti takvog projekta

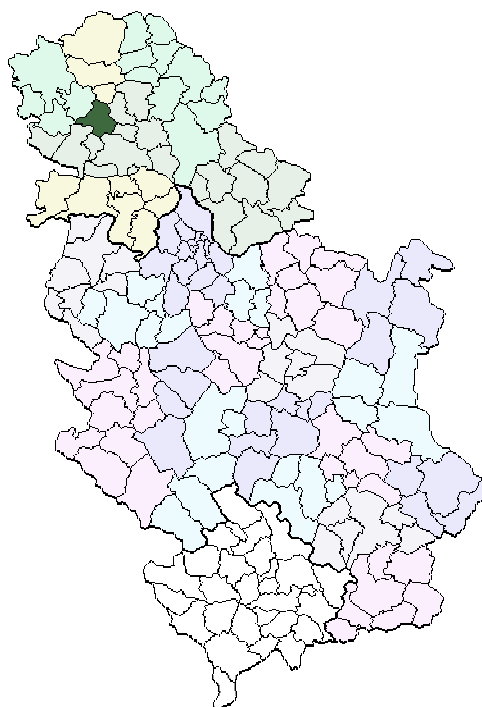
Istraživanja u ovoj studiji imaju za cilj da se identifikuju sadašnji resursi biomase u opštinama Vrbasa i Kula, kao i da se definišu potencijali kojima bi se obezbedilo još više biomase za rad postrojenja za daljinsko grejanje.

1.5. PODACI O LOKACIJI

1.5.1. Opšti podaci o opštini Vrbas



Opština Vrbas nalazi se u AP Vojvodini i spada u Južnobački okrug (sl. 2).



Sl. 2. Situacija lokacije opštine Vrbas u prostornom planu Republike Srbije

Prema podacima iz 2004. godine opština zauzima površinu od 37.600 ha. Na poljoprivrednu površinu otpada 33.989 ha (90,4%), a na šumsku 124 ha (ili 0,33%). Centar opštine je grad Vrbas. Opštinu Vrbas čine 7 naselja i to: Bačko Dobro Polje, Vrbas, Zmajevo, Kosančić, Kucura, Ravno selo i Savino selo, čiji prostorni raspored je prikazan na sl. 3.

Po podacima iz 2002. godine u opštini je živelo 45.852 stanovnika. Po podacima iz 2004. godine prirodni priraštaj je iznosio -1‰, a broj zaposlenih u opštini bio je 14.130 ljudi. Prema popisu stanovništva iz oktobra 2011. godine broj stanovnika u opštini Vrbas je smanjen za 3.902 stanovnika (-8,5%). U opštini se nalazi 10 osnovnih i 2 srednje škole. Polovina osnovnih škola nalazi se u Vrbasu.

Grad Vrbas je sedište istoimene opštine Vrbas. Broj građana prema poslednjem popisu stanovništva iz 2002. godine je oko 26.000 stanovnika i taj broj skoro da se nije promenio u odnosu na 1991. godinu, kada je bio prethodni popis. Prema popisu stanovništva iz oktobra 2011. godine broj stanovnika je smanjen za 2.090 stanovnika

(-8,7%). Danas u Vrbasu živi 23.910 građana u oko 8.400 domaćinstava. Prosečna starosna dob stanovnika Vrbasa je oko 38 godina. Specifična karakteristika za ovaj grad je ta što Srbi nisu u velikoj većini, kao u drugim gradovima Vojvodine.



Sl. 3. Naseljena mesta i njihov položaj u prostornom planu opštine Vrbas

Geografski i saobraćajni položaj Vrbasa je vrlo povoljan. Značajni su drumski putevi koji vode od Vrbasa ka Novom Sadu, Subotici, Bačkoj Palanci i Somboru. Pored drumskog puta, veoma su bitne i železničke pruge Sombor-Vrbas, kao i Subotica-Vrbas-Novi Sad. Okolne opštine su: Novi Sad, Bačka Palanka, Odžaci, Srbobran, Kula, Mali Idoš i Temerin. Vrbas se nalazi na nadmorskoj visini od samo 78 metara. Koordinate su: 45°34'10" SGŠ, 19°38'16"IGD. Geografski položaj Vrbasa karakteriše mnoštvo prirodno-geografskih i društveno-ekonomskih komponenti i međusobnih uticaja. Zauzima deo prostora koji se nalazi u geometrijskom središtu Bačke. Vrbas ima izuzetan položaj, kao značajan saobraćajni čvor u kome se ukršta više drumskih, železničkih i vodenih puteva. Najznačajniji su auto-put E – 75 i međunarodna pruga Beograd – Budimpešta – Beč, koji povezuju Srbiju sa Evropom, što Vrbasu pruža značajan potencijal tranzitnog turizma.

Ime Vrbasa kao grada prvi put se pominje davne 1387. godine. Pored toga, smatra se da je istorija ovog grada mnogo duža, čak još od pre nove ere, kada su na ovim prostorima živeli Kelti. Za godinu osnivanja Vrbasa uzima se 1213. godina, kao sedište poseda dvojice plemića pod nazivom "Orbaspalotaja". Prema pisanim izvorima ovde je uglavnom živelo slovensko stanovništvo, Srbi, koji su u više navrata zbog poplava, ratova ili bolesti napuštali naselje. Godine 1720. nastupaju ogromne etničke promene, Srbi se sele u Rusiju i Banat, a počinje kolonizacija Nemaca, Rusina i Mađara na ove prostore.

Vrbas predstavlja snažan industrijski centar u Vojvodini, sa akcentom na prehrambenoj industriji. Od većih industrijskih firmi posluju "Carnex", "Vital", "Metro" i dr.

Vodene tokove čine kanali hidro sistema DTD u ukupnoj dužini od 39 km i reka Jegrička. Jegrička je akvatički ekosistem velike vrednosti, a deo Jegričke koji prolazi kroz opštinu zaštićen je prvim stepenom zaštite kao prirodno dobro.

Bitni kulturni objekti ovog grada otvarani su već u 18. veku, kao što je bila crkvena, narodna i rusinska osnovna škola. Poznata narodna biblioteka „Danilo Kiš“ osnovana je 1962. godine. Ona danas broji preko 100.000 knjiga. Od zaštićenih kulturnih dobara postoje: arheološka nalazišta: Carnok, Šuvakov salaš i ciglana Polet; Dvorac Tabori Vrbas; Tomanova vila; Carnok Bačko Dobro Polje; Crkva Vavedenja Presvete Bogorodice – Vrbas. Od manifestacija u Vrbasu se ističu "Nevenov festival dece pesnika", Kulturno leto, Festival folklornih tradicija Vojvodine, Memorijalni dani u decembru, i dr.

Obrazovne ustanove

1. Predškolsko obrazovanje

U opštini Vrbas predškolskim vaspitanjem i obrazovanjem se bavi Predškolska ustanova "Boško Buha" sa sedištem u Vrbasu. To je ustanova koja svoju delatnost obavlja u 12 objekata u Vrbasu i u pet naseljenih mesta opštine Vrbas: Bačkom Dobrom Polju, Zmajevu, Ravnom Selu, Savinom Selu i Kucuri. Kapacitet Ustanove je 1.600 dece, a trenutno ih ima upisanih oko 1.400. U predškolskoj ustanovi je zaposleno 105 radnika.

2. Osnovno obrazovanje

U opštini Vrbas radi 9 osnovnih škola i jedna osnovna muzička škola i to:

- OŠ "Svetozar Miletić", Vrbas (35 odeljenja, 873 učenika i 72 zaposlenih),
- OŠ "Petar Petrović Njegoš", Vrbas (31 odeljenje, 815 učenika, 61 zaposleni),
- OŠ "Bratstvo-jedinstvo", Vrbas (24 odeljenja /16 odeljenja redovne nastave i 8 odeljenja specijalne nastave-nastava za decu ometenu u razvoju, 439 učenika, 52 zaposlena),
- OŠ "20 oktobar", Vrbas (24 odeljenja, 598 učenika, 51 zaposleni),
- OŠ "Vuk Karadžić", Bačko Dobro Polje (19 odeljenja, 477 učenika, 42 zaposlena),
- OŠ "Jovan Jovanović-Zmaj", Zmajevo (18 odeljenja, 474 učenika, 41 zaposleni),
- OŠ "Branko Radičević", Ravno Selo (16 odeljenja, 384 učenika, 36 zaposlenih),
- OŠ "Branko Radičević", Savino Selo (18 odeljenja, 430 učenika, 39 zaposlenih),
- OŠ "Bratstvo-jedinstvo", Kucura (24 odeljenja, 514 učenika, 47 zaposlenih),
- Osnovna muzička škola, Vrbas (14 odeljenja, 111 učenika, 13 zaposlenih).

3. Srednje obrazovanje

Srednje obrazovanje u Vrbasu odvija se kroz dve srednje škole:

- Gimnazija "Žarko Zrenjanin", Vrbas (24 odeljenja, 761 učenik, 59 zaposlenih),
- Srednja stručna škola "4. juli", Vrbas (38 odeljenja, 932 učenika, 90 zaposlenih).

Etnička struktura

Prema popisu iz 1991. godine struktura stanovništva bila je sledeća:

Srbi (47,77%), Crnogorci (24,79%), Rusini (8,21%), Mađari (6,29%), Ukrajinci (2,12%), Jugosloveni (1,47%) i Hrvati (1,43%). Popis stanovnika iz 2002. godine pokazao je da Srbi čine 41% od ukupne populacije, a da Crnogoraca ima 30%, zatim



Mađara oko 7% i Rusina oko 5%, što ovaj grad čini nacionalno mešovitim. Gustina naseljenosti je oko 244 stanovnika na kvadratnom kilometru.

Bačko Dobro Polje, Zmajevo, Kosančić i Ravno Selo imaju većinsko srpsko staniovništvo. Grad Vrbas ima relativnu srpsku većinu, Kucura relativnu rusinsku a Savino Selo relativnu crnogorsku. 85% stanovništva opštine izjavljuje da im je maternji srpski jezik, 8% rusinski, 4% mađarski i 1% ukrajinski.

U 2000. godini u proseku je bilo zaposleno 12.960 radnika i to u: privredi 8.816 radnika, vanprivredi 2.024 i samostalnim delatnostima 2.120 radnika.

Na ovom području registrovano je 910 radnji i 1.214 preduzeća, ustanova i drugih pravnih lica, od kojih su 949 privredna preduzeća.

Ukupan društveni proizvod iznosi 1,2 milijarde dinara. Učešće opštine u društvenom proizvodu Republike je 0,8%, AP Vojvodine 2,6 i regiona 8,2%.

U oblasti industrije ostvareno je 56,5%, a u oblasti poljoprivrede 26,3% od ukupnog društvenog proizvoda.

Razvoj i karakteristike savremene industrije

Godine 1980. IPK "Vrbas" su sačinjavali: fabrika šećera "Bačka" Vrbas, fabrika ulja i biljnih masti "Vital" Vrbas, fabrika stočne hrane i prerada pšenice "Vitamix" Vrbas, industrija mesa "Carnex" Vrbas, "Svinjogojstvo" Vrbas, teretni i putnički saobraćaj "Bačkatrans" Vrbas, "Zadrugar" Vrbas, PD"Njegoš" Lovćenac, PD"Feketić" Feketić, PD"Mali Idoš" Mali Idoš, PD"Milan kuć" Savino Selo, "Mepol" Vrbas, "Vrbas-komerc" Vrbas, "Zmajevo" Zmajevo, PP"Klas" Vrbas i PZ "Kucura" Kucura.

Razvoj ovih fabrika zatečen je raspadom Jugoslavije devedesetih godina prošlog veka, ratnim prilikama, ekonomskom blokadom zemlje i ostalim negativnim faktorima koji su proistekli iz datih okolnosti. Kao rezultat toga nastali su značajni poremećaji u industriji opštine - smanjeno je snabdevanje sirovinama i polufabrikatima, snižene su mogućnosti investiranja u opremu, smanjen je nivo kooperacije sa ranijim partnerima koji su bili locirani u republikama koje su postale samostalne državne celine, drastično je suženo tržište itd. U takvim okolnostima, iako uzdrmana, najveći stepen vitalnosti nakon privatizacije firmi pokazala je prehrambena industrija, zbog specifičnih, najstabilnijih lokacijskih faktora. Pošto ona obuhvata najveći deo industrije opštine, to se može konstatovati da će se sa poboljšanjem uslova poslovanja, industrija opštine Vrbas relativno brzo revitalizovati

Pregled važnijih preduzeća

- AD "CARNEX", Industrija mesa i mesnih prerađevina,
- MIROTIN D.O.O. Trgovina na veliko i malo,
- AD "BAČKA" Fabrika šećera,
- AD "MEDELA", Konditorska industrija,
- TUTNJEVIĆ TRANSPORT D.O.O. Međunarodni transport,
- AD "VITAL", fabrika ulja i biljnih masti.

Poljoprivreda

Poljoprivreda, u prošlim vremenima, je bila primarna delatnost u Vrbaskoj opštini. Posle Drugog svetskog rata sprovedena je agrarna reforma, dodeljena je zemlja pridošlom stanovništvu, izčezli su veliki posedi, ozakonjen je maksimum od 10



hektara. Pored vrednog starosedelačkog stanovništva i pridošli žitelji postali su uzorni poljoprivrednici.

Pored poljoprivrede na ovom prostoru se razvijala i industrija, koja je u najvećoj meri zavisna od poljoprivrednih proizvoda.

Pedološki sastav opštine Vrbas je izvanredan. Struktura zemljišnih površina je povoljna. Od ukupnih zemljišnih površina na plodno zemljište dolazi 90,07 %. Najveći procenat plodnog zemljišta su njive (od ukupnog plodnog zemljišta njive zauzimaju 96,98%). Sadržaj humusa više od 3% ima preko 92% njiva. U svakom naselju Vrbaske opštine nalazi se jedno do tri preduzeća čija je delatnost neposredna poljoprivredna proizvodnja.

LEAP - Lokalni ekološki akcioni plan opštine Vrbas

Opština Vrbas ulaže velike napore u zaštiti životne sredine i okoline. Bez velike materijalne pomoći sa strane teško može opština da uspe u ovim naporima.

Javna preduzeća:

Javna preduzeća čiji je osnivač opština Vrbas:

- JKP Standard,
- Direkcija za izgradnju,
- JP VRBAS GAS,
- JP Vrbas,
- JP za informisanje "Vrbas" i
- JP za prevoz putnika, Vrbas.

Ustanove u nadležnosti opštinske uprave:

- Kulturni centar vrbas,
- Narodna biblioteka,
- Predškolska ustanova,
- Centar za fizičku kulturu i
- Centar za socijalni rad.

Statistički podaci Opštine Vrbas

Tabela 1. Opšti podaci

Opština / grad	Površina (km ²)	Broj naselja	Broj stanovnika (popis 2002.)	Broj stanovnika (popis 2011.)
Opština Vrbas	376	7	45.852	41.950
Grad Vrbas	-	-	26.000	23.910

Tabela 2. Domaćinstva, prema broju članova

Opština/ grad	Ukupno stanovn.	1	2	3	4	5	6	7	8 i više	Prosečan broj članova domaćinstva
Vrbas	14.818	2747	3328	2698	3427	1630	710	198	80	3,08

Tabela 3. Starosna i polna struktura stanovništva

Opština / grad	Pol	Broj	Ukupno
Vrbas	M	22.113	45.852
	Ž	23.739	

Tabela 4. Vitalni događaji, 2007.

Opština / grad/	Živorodeni	Živorodeni na 1.000 stanovnika	Umrli	Umrli na 1.000 stanovnika	Prirodni priraštaj	Prirodni priraštaj na 1.000 stanovnika
Vrbas	434	9,8	577	13,1	-143	-3,2

Tabela 5. Nezaposlena lica, stanje od 2008.

Opština/ grad/	Ukupno	Prvi put traže zaposlenje		Bez kvalifikacija		Žene	
		Svega	%	Svega	%	Svega	%
Južnobački okrug	64138	31662	49,4	25226	39,3	34553	53,9
Vrbas	7770	4100	52,8	2800	36,0	4080	

1.5.2. Opšti podaci o opštini Kula



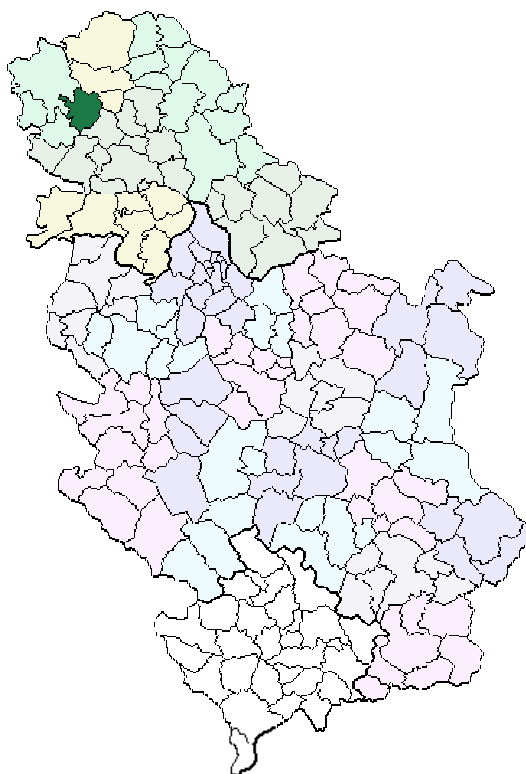
Opština Kula nalazi se na severnom delu Republike Srbije, u AP Vojvodini i spada u Zapadnobački okrug (sl. 4).

Po podacima iz 2004. Godine opština zauzima površinu od 481 km² (od čega na poljoprivrednu površinu otpada 45.404 ha, a na šumsku 279 ha ili 0,6%). Sedište opštine je grad Kula. Opštinu Kula čine 7 naselja i to: Kula, Kruščić, Lipar, Nova Crvenka, Ruski Krstur, Sivac i Crvenka, čiji prostorni raspored je prikazan na sl. 5.

Po podacima iz 2002. godine u opštini je živelo 48.353 stanovnika. Po podacima iz 2004. prirodni priraštaj je iznosio - 4,5‰, a broj zaposlenih u opštini iznosi 10.592 ljudi. U opštini se nalazi 8 osnovnih i 4 srednje škole.

Opština Kula ističe se središnjim položajem u Bačkoj. Funkcionalna spona i faktor okupljanja opštinske teritorije je grad Kula. Iako je u svojoj opštini ekscentrično locirana, po svojim višestrukim funkcijama Kula ima centralno značenje. Tako izraženi funkcionalni značaj, sem Vrbasa i Sombora, nema ni jedno naselje bačko-kanalske zone. Specifičnost saobraćajno-geografskog položaja Kulske teritorije istaknuta je momentom tranzitno-čvorišne povezanosti na šire područje Velikog Bačkog Kanala,

zbog čega i Crvenka može da preuzme deo ovih funkcija. U tom smislu Crvenka se pojavljuje kao sekundarna polarna tačka koja prema sebi privlači deo Kulske teritorije i ima odgovarajuću ulogu u funkcionalnoj regionalizaciji, naravno sa relativno kompleksnijim regionalnim učincima i doprinosima.



Sl. 4. Situacija lokacije opštine Kula u prostornom planu Republike Srbije



Sl. 5. Naseljena mesta i njihov položaj u prostornom planu opštine Kula

Reljefna jednoličnost ovog područja je prividna, jer pri detaljnijem promatranju dolaze do izražaja određeni kontrasti, najizrazitiji u pojavi i rasprostranjenosti povišene lesne

zaravni (lesnog platoa), koja u odnosu na nižu lesnu terasu ostavlja utisak povišenog i zasečenog reljefnog bloka. I jedan i drugi reljefni elemenat ističu se zemljištem visokog boniteta, što se odražava u kvalitetu agrarne vrednosti ovih regiona.

Klimatska kontinentalnost odražava se niskim januarskim i visokim julskim temperaturama. Za godišnji tok temperatura je upadljivo to da se ekstremi ne podudaraju s letnjim i zimskim solsticijem, tj. pojavljuju se izuzeci od ove pretežne pravilnosti.

Dužina puteva u opštini iznosi 138 km.

Broj osnovnih škola je 8, sa brojem učenika od 4.351.

Boj srednjih škola je 4, a broj učenika je 2465.

Naselja sa većinskim srpskim stanovništvom su Lipar, Nova Crvenka, Sivac i Crvenka. Kula ima relativnu srpsku većinu, Kruščić relativnu crnogorsku. Ruski Krstur ima rusinsku većinu.

Iako je vodeće naselje Kula smešteno na istočnoj periferiji opštinske teritorije, raspored naselja u celini odražava gotovo izotetno rastojanje. Na dodiru dvaju reljefnih elemenata prostiru se Kula Crvenka i Sivac. Ruski Krstur je najznačajnije naselje lesne terase na kojoj se nalazi i Kruščić. Na lesnoj zaravni nalaze se svega dva naselja opštine - Lipar i Nova Crvenka. Kula i Crvenka kao vodeća naselja svrstana su u kategoriju gradskih naselja s gradskim perspektivama i rekonstruisanim centralnim delovima. I u ostalim naseljima nailazimo u centralnim delovima na elemente gradske arhitekture. Rasprostranjenje i vertikalne linije arhitektonskih objekata su proporcionalne s veličinom i značenjem naselja.

Demografska kretanja stanovništva pokazuju pozitivne rezultate fizičkog kretanja broja stanovnika opštine u celini. Pozitivna kretanja pokazuju i dva vodeća naselja opštine - Kula i Crvenka. Ostala naselja iskazuju naizmenično oscilatorne i ujednačene tendencije s negativnim vrednostima u poslednjem popisnom periodu.

Heterogenost i izmešanost stanovništva bitna je karakteristika nacionalnog sastava ovog kraja. Najbrojnije je srpsko stanovništvo, a od nacionalnosti najzastupljeniji su Mađari. Crnogorci su najznačajnija imigraciona komponenta. Etnički specifikum ovog kraja su Rusini sa svojom zanimljivom i bogatom kulturnom baštinom.

Nacionalni sastav opštine Kula prema popisu iz 2002. godine:

- Srbi (52,01%)
- Crnogorci (16,34%)
- Rusini (11,16%)
- Mađari (8,44%)
- Ukrajinci (3%)
- Hrvati (1,66%)
- Jugosloveni (1,53%)

Grad Kula

Kula je grad koji pripada Zapadnobačkom okrugu. Glavni je grad i sedište istoimene opštine – Kula. Posledni popis koji je bio 2002. godine je pokazao da u ovom gradu živi oko 19.000 stanovnika što je skoro identično broju stanovnika koji je bio i 1991.godine kada je vršen prethodni popis građana. Sada u Kuli živi oko 15.000 punoletnih građana u oko 6.500 domaćinstava. Prosečna starost stanovnika ovog



grada je oko 39 godina. Etnički sastav stanovništva je vrlo sepcifičan, pa tako Srbi čine samo oko 50 % ukupnog stanovništva, dok je Crnogoraca 16%, Mađara oko 8 %, a Ukrajinaca i Rusina oko 4 % od ukupnog udela stanovnika.

Kula se nalazi na sredini područja Bačke, na plodnoj vojvođanskoj ravnici, na raskrsnici između Novog Sada, Sombora i Subotice, dakle, na čvrnoj poziciji saobraćajnih veza Bačke, pa je s toga jako važna raskrznica puteva. Pored toga, na dodiru je dva reljefna elementa:

Telečke lesne zaravni na severu, nadmorske visine 105 m i lesne terase na jugu nadmorske visine 83 m. U takvim reljefnim odnosima posebnu važnost imaju saobraćajni pravci - željeznički, drumski i rečni.

Kula se kao grad (6) u raznim istorijskim arhivima pominje kao jedno od najstarijih naselja na području Bačke. Smatra se da je na mestu današnjeg naselja još 1522. godine, za vreme Turaka, postojao ovaj grad.



Sl 6. Plan grada Kule

Najznačajniji prirodni resursi opštine izražavaju se velikim oraničnim površinama zemljišta (44.168 ha) visokog boniteta kao i velikim mogućnostima navodnjavanja po osnovu razgranate kanalske mreže. 1812. godine u Kuli je osnovana prva fabrika piva. Zatim 1876. se otvara prvi mlin. Danas u Kuli posluje čak 271 preduzeće i 847 preduzetnika.

Koordinate grada Kule su: 45°36'19" SGŠ, 19°31'21" IGD, površina 122,1 km² i broj stanovnika 19.301.

Privreda

U privrednim funkcijama osnovno značenje imaju industrija i poljoprivreda. Industrija sa svojim kapacitetima i proizvodnjom daleko prelazi opštinske okvire. Neke industrijske grane poprimaju po važnosti i vrsti proizvodnje državne relacije, a neke se pojavljuju i na stranom tržištu sa svojim kvalitetnim proizvodima. Industrijom u celini karakteriše pravilan izbor proizvodne orijentacije i dinamičan razvoj. U prostornom rasporedu, pored aglomerativnih, dolaze do izražaja i disperzne tendencije.

U slici agrarnog pejzaža dolaze do izražaja društveni posedi. Vizuelno naglašeni velikim prostranstvom i individualni posedi s pravilnom kraćom i užom parcelacijom. Brojčanu prevlast imaju livade, a ostale kategorije tla odraz su ekološke sredine reljefnih elemenata.

Na osnovu potencijalno velikih mogućnosti primarne poljoprivredne proizvodnje kao osnovne sirovine, na području opštine su se razvijali i razvili veoma značajni kapaciteti prehrambene industrije, kao što su kapaciteti za preradu šećerne repe u Crvenki od oko 600 vagona prerade za 24 sata i prosečnom mogućom preradom od oko 60.000 vagona repe; kapaciteti za proizvodnju alkohola, takođe u Crvenki, koji se naslanjaju na sirovinsku osnovu Fabrike šećera (melasa), sa radom u tri smene, za preradu od 58.000 t melase i proizvodnjom od oko 17.000 t alkohola i oko 1.700 t kvasca; Fabrike biskvita u Crvenki sa dve proizvodne linije – „Jaffa“ linija sa godišnjim kapacitetom od oko 4.000 t i „Munchmellow“ linija sa godišnjim kapacitetom od oko 3.000 t gotovih proizvoda; Fabrika stočne hrane u Crvenki godišnjeg kapaciteta od oko 6.000 vagona koncentrovane stočne hrane. Ukupni mlinski kapaciteti u Kuli, Sivcu, Liparu i Ruskom Krsturu iznose oko 12.000 vagona prerade pšenice sa značajnim kapacitetima za smeštaj pšenice i brašna i sušarama za žitarice uz značajne kapacitete za proizvodnju hleba i peciva u Kuli, Sivcu i Kruščiću. Kapaciteti prerade smrznutog povrća sa hladnjačom u Ruskom Krsturu izražavaju se linijom za preradu povrća od oko 3 do 4 t na sat, a kapaciteti hladnjače iznose oko 6.000 t.

Pored prehrambene industrije i poljoprivrede koje su vodeće privredne oblasti u opštini značajan doprinos ukupnom razvoju daju i ostale privredne oblasti kao što su: građevinarstvo, trgovina, ugostiteljstvo, saobraćaj i ostale uslužne delatnosti.

Danas u Kuli posluje 271 preduzeće i 847 preduzetnika.

Poljoprivreda

Najznačajniji prirodni resursi opštine Kula izražavaju se velikim oraničnim površinama zemljišta (44.168 ha) visokog boniteta kao i velikim mogućnostima navodnjavanja po osnovu razgranate kanalske mreže. Raspoloživi zemljišni fond oraničnih površina, stručni potencijal, velike mogućnosti navodnjavanja, uz primenu savremenih agrotehničkih mera, omogućava području opštine primarnu poljoprivrednu proizvodnju od oko 6.000 vagona pšenice, 14.000 vagona kukuruza i šećerne repe, 800 vagona suncokreta, 300 vagona soje i 1.800 vagona povrća godišnje. Po osnovu velikih mogućnosti u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji, posebno u postrnoj proizvodnji krmnog bilja u uslovima navodnjavanja, raspoloživim stočarskim i živinarskim farmama, ribnjacima, kapacitetima za proizvodnju stočne hrane, organizovanim službama biljne zaštite i zdravstvene zaštite stoke, postoje potencijalno velike mogućnosti u stočarskoj proizvodnji kao osnovnom faktoru intenzifikacije ukupne materijalne proizvodnje u oblasti poljoprivrede.

Opština Kula zbog svojih prirodnih karakteristika zemljišta, klime i vodenih resursa ima veliki potencijal u poljoprivrednom sektoru koji nije u potpunosti iskorišćen.



Adekvatnom agrarnom politikom poljoprivreda može dati značajan doprinos ekonomskom razvoju opštine Kula. Zbog svoje povezanosti i uticaja na ostale sektore poljoprivreda ima izuzetan značaj za razvoj. Pogotovo kada je poznato da se u ovoj oblasti zapošljava direktno ili indirektno veliki broj ljudi.

Poljoprivreda u opštini Kula suočava se sa mnogim problemima koji su, između ostalog, rezultat agrarne politike vođene posle Drugog svetskog rata do raspada SFRJ i teškoća nastalih u proteklih petnestak godina tranzicije.

U opštini Kula po značaju za poljoprivredu, pre svih ubrajamo, kvalitetno zemljište koje je pogodno za uzgoj poljoprivrednih kultura. Opština Kula se prostire u centralnom delu Bačke i pripada Zapadnobačkom okrugu. Područje je po karakteru izrazito ravničarsko koje je u centralnom delu blago zatalasano, brežuljkasto sa Telečkom visoravni na istoku (sl. 7). Prosečna nadmorska visina je 90 m.



Sl. 7. Reljef i gajeni usev u opštini Kula

Zemljišna površina je izgrađena na lesu i lesnim terasama. Veoma je visokog proizvodnog kvaliteta (to je livadska crnica i karbonatni černozelem sa izraženim humusnim slojem), te se većim delom i koristi u oranične svrhe. Sadržaj kalcijum-karbonata je u granicama 7-12 %. Dakle, ova zemljišta su bogata kalcijumom i to je bitno za ishranu biljaka i hemijske procese u zemljištu koji se dešavaju prilikom unošenja mineralnih đubriva. Ph vrednost je neutralna do blago alkalna što je bitno kod izbora vrste mineralnog đubriva. Fosfor i kalijum su uglavnom u količinama srednje obezbeđenosti. Analize prisustva pesticida i teških metala u zemljištu ne postoje.

Ukupna površina opštine Kula iznosi 48.146 ha. Ukupna površina poljoprivrednog zemljišta na teritoriji opštine Kula je 43.957 ha

Tabela 1. Struktura zemljišta

Struktura zemljišta	
1	2
Ukupne poljoprivredne površine	41.806 ha
Obradive površine	40.866 ha
Oranice	39.495 ha
Voćnjaci	196 ha
Vinogradi	56 ha

Livade	1.119 ha
Ostale poljoprivredne površine	940 ha
Pašnjaci	803 ha
Ribnjaci, bare, trstici	137 ha
Preovlađujući kvalitet zemljišta	II klasa 76%
Ukupne površine u državnom vlasništvu	9.971 ha
Izdato u zakup	9.565 ha
Neizlicitirnao	406 ha

Izvor: PSS Vrbas, Služba za Katastar Kula

Tabela 2. Poljoprivredno zemljište u opštini Kula po katastarskim opštinama

Red. broj	Katastarska opština (k.o.)	Površina k.o. u ha	Površina polj. zemljišta u ha	Poljoprivredno zemljište (%)	Poljoprivredno zemlj. u ukupnom zemlj. u opštini (%)
1.	Kula	10.955,32	9.940,24	20,65	22,7
2.	Crvenka	6.552,22	5.743,15	11,93	13,11
3.	Sivac	15.313,06	14.134,04	29,36	32,27
4.	Ruski Krstur	7.318,79	6.548,01	13,60	14,95
5.	Kruščić	3.959,08	3.603,29	7,48	8,23
6.	Lipar	4.047,64	3.828,33	7,95	8,74
Ukupno:		48.146,11	43.797,06	90,97	100

Izvor: Strategija održivog razvoja opštine Kula

Obrazovanje

U opštini Kula postoji osam osnovnih škola, četiri srednje škole: Srednja škola ekonomsko - trgovinske struke i Srednja tehnička škola "Mihajlo Pupin" (sl. 8) u okviru koje postoji Viša elektro-tehnička škola iz Beograda (posebno odeljenje).



Sl. 8. Srednja tehnička škola "Mihajlo Pupin"

Srednja poljoprivredna- mašinska škola i Gimnazija "Petro Kuzmjak" u Ruskom Krsturu. U Kuli se nalazi i škola za muzičko obrazovanje. Predškolska ustanova "Bambi" svoju delatnost obavlja na jedanaest lokacija u svim naseljima kulske opštine. Ova ustanova ima preko 120 godina bogate tradicije u predškolskom vaspitanju i obrazovanju dece. Predškolske ustanove se nalaze u odličnom stanju i spadaju u red najbolje opremljenih u Vojvodini.

Teritorijalni razmeštaj obrazovnih ustanova osnovnog obrazovanja zadovoljava potrebe stanovništva. Mrežu ustanova osnovnog obrazovanja čini sedam osnovnih škola sa nastavom od 1 - 8 razreda i jedna sa nastavom od 1 - 4 razreda.

Nekadašnji "Dom pionira" je objekat u funkciji socijalne zaštite dečija ustanova, obrazovanja i zdravstvene zaštita dece. U okviru objekta se nalazi dobro opremljena "Škola za osnovno muzičko obrazovanje".

Osnovna škola "Petefi brigada" u Kuli je organizovana dvojezično na srpskom i mađarskom jeziku. Uz školski objekat je objekat predškolske ustanove i dečijeg vrtića sa uređenim slobodnim površinama.

Srednja škola ekonomske struke (sl. 9) je izgrađena u centru naselja i pohađaju je učenici sa teritorije svih naselja opštine Kula, ali i iz opština Vrbas, Srbobran, Sombor, Odžaci, Mali Idoš, Bačka Topola, Bačka Palanka.



Sl. 9. Srednja škola ekonomske struke u Kuli

Srednja tehnička škola "Mihajlo Pupin" takođe je izgrađena u centru naselja i pohađaju je učenici sa teritorije opštine Kula i susednih opština. Nastava se realizuje za stručne službe elektro i mašinske struke.

U Crvenki osnovna škola "Vuk Karadžić" ima izgrađene objekte i površine u funkciji osnovnog obrazovanja. Nalaze se na dve lokacije unutar uže zone centra. Nastava za učenike nižih razreda od 1 do 4 razreda odvija se u objektu zajedno sa predškolskom ustanovom. Nastavu viših razreda od 5 do 8 zajedno sa učenicima iz Crvenke pohađaju i učenici iz Nove Crvenke. Ukupan broj dece koji pohađa nastavu je 1.133.

Poljoprivredno-mašinska škola izgrađena je u centru naselja. Školu pohađa 320 učenika sa teritorije svih naselja opštine i iz naselja susednih opština Sombor, Vrbas i Bačka Topola.

U Sivcu osnovna škola "20 oktobar" ima izgrađene objekte školskih kompleksa na dve lokacije u Starom i Novom Sivcu. Nastava je organizovana prema potrebama stanovništva, od 1 - 6 razreda nastava se odvija u Starom Sivcu, s tim da po jedno odeljenje od 1 - 6 razreda nastavu obavlja u školi u Novom Sivcu, Odeljenja od 7 - 8 razreda u potpunosti nastavu vrše u školi u Novom Sivcu.

U Ruskom Krsturu osnovna škola "Petar Kuzmjak" nastavu izvodi u objektima školskog kompleksa zajedno sa gimnazijom. Gimnazija nastavu drži u istom objektu - poseban paviljon, školskom kompleksu pripada i đački dom za boravak učenika gimnazije. Nastava je dvojezična, na srpskom i rusinskom jeziku.

U Kruščiću osnovno obrazovanje se odvija u osnovnoj školi "Veljko Vlahović", objekti škole su prilagođeni potrebama učenika od 1-8 razreda.

U Liparu osnovno obrazovanje od 1-8 razreda organizovano je u osnovnoj školi "Nikola Tesla", koju pohađa 160 učenika i rad je u jednoj smeni.

Predškolska ustanova "Bambi" ima delatnost u svim naseljenim mestima opštine Kula, izuzev u Novoj Crvenki. Ukupan broj dece je 1.214 , vaspitno-obrazovni rad obavlja se na srpskom, mađarskom i rusinskom jeziku.

Kada je reč o struktura stanovništva starog 15 i više godina po stručnoj spremi i pismenosti (popis 2002. godina) situacija je sledeća: od ukupno 40.437 stanovnika, bez školske spreme je 1.902 (4,7%), od toga broja nepismenih je 985, od 1-3 razreda škole 883 (2,18%), od 4-7 razreda osnovne škole 5.789 (14,31%), osnovno obrazovanje 9.513 (23,52%), srednje obrazovanje 19.031 (47,06%), više obrazovanje 1379 (3,4%), visoko obrazovanje 1.452 (3,59%) i nepoznato 488 (1,2%).



POGLAVLJE 2

2.1. BIOMASA KAO ENERAGENT

Imajući u vidu ograničenost rezervi konvencionalnih energenata (i njihovu sve veću cenu), u svetu je sve aktuelnija tendencija supstitucije tih energenata tkz. održivim energentima, tj. energentima koji su u relativno kratkom vremenu obnovljivi i čija primena ne narušava u većoj meri čovekovu životnu i radnu sredinu.

Primena biomase u energetske svrhe, kao prvog i najstarijeg izvora energije, danas po mnogim aspektima postaje sve aktuelnija, jer biomasa:

- predstavlja obnovljiv izvor energije, tj gorivo koje stalno nastaje i kao takvo je praktično neiscrpno,
- sa tehničkog i ekonomskog aspekta njeno sagorevanje je isplativo,
- sa ekološkog stanovišta, njeno korišćenje, utiče na smanjenje narušavanja životne i radne sredine, jer se njenim sagorevanjem atmosfera dodatno ne obogaćuje sa ugljen dioksidom (biljke koriste CO₂ iz atmosfere u njihovoj vegetaciji – sagorevanjem se korišćeni CO₂ samo vraća u atmosferu), a pepeo kao đubrivo učestvuje u izgradnji nove biljne mase. Pored toga biomasa u svom sastavu ne sadrži sumpor, pa u gasovitim produktima sagorevanja nema sumpordioksida, a zbog niže temperature sagorevanja skoro da u njenim produktima sagorevanja i nema emisije azotnih oksida. Sliku ekološkog goriva donekle menja činjenica da se prilikom sagorevanja biomase u produktima sagorevanja javlja povećana koncentracija ugljenmonoksida (CO), ali je tome zakon izašao u susret, pri čemu je kod sagorevanja biomase granica za emitovan ugljenmonoksid pomerena sa uobičajenih 300 ppm (za ostala goriva) na 1.000 ppm za biomasu.
- Takođe, intenzivnije korišćenje biomase u energetske svrhe bi omogućilo otvaranje novih radnih mesta i opšti napredak sela, gradova, lokalnih zajednica i cele Srbije.

Samim tim dobijanje toplotne energije iz biomase uklapa se u održivi razvoj sa stanovišta ekonomske održivosti i proizvodnje, zaštite životne sredine i sa socijalnog aspekta u smislu društvene stabilnosti, otvaranju novih radnih mesta i smanjenja uvoza energije.

Srbija je od održivih energenata najbogatija biomasom koja potiče od biljnih kultura, tj. drvetom i ostacima koje nastaju u procesima primarne poljoprivredne proizvodnje ili u procesima dorade poljoprivrednih proizvoda.

Veće korišćenje ostataka iz primarne proizvodnje poljoprivrednih proizvoda i iz njihove dorade u energetske svrhe je posebno interesantno u Vojvodini, za koju se sa pravom

može reći da u Srbiji predstavlja jedan od najvećih "rudnika", tog održivog energenta. Regije opština Vrbasa i Kule raspolažu takođe značajnim količinama biomase.

Da bi korišćenje biomase za dobijanje toplotne energije zauzelo mesto koje joj po energetskim bilansima zemlje i pripada treba insistirati na uspostavljanju potpunih gorivih ciklusa (povezani niz tehnologija, opreme i uređaja) tj. na stvaranju infrastrukture i tržišta kojima bi se povećala udobnost njenog dobavljanja (sakupljanja i pripreme) skladištenja i samog sagorevanja. Sa time bi se pored ostalog stimulisalo korišćenje biomase u energetske svrhe, smanjila cena proizvedenog kWh energije i što je za svaku, pa i našu državu u sadašnjoj izrazito nestabilnoj situaciji u svetu možda i najvažnije, povećao bi se stepen energetske autohtonosti zemlje.

U navedenom posebna pažnja se mora usmeriti na neophodnost razvoja adekvatnih postrojenja za sagorevanje biomase iz poljoprivrede, koja bi radila u režimima zadovoljavajuće ekološke, energetske i ekonomske efikasnosti, čija nabavna cena bi opravdala njihovu izgradnju, a opsluživanje i održavanje ne bi bili složeni.

2.2. PROCENE POTENCIJALA BIOMASE SRBIJE

Uopšteno posmatrano, biomasa je obnovljivi, biorazgradivi materijal, koji predstavlja zajednički pojam za brojne, najrazličitije proizvode živog sveta. U pogledu sastava i načina nastajanja, generalno, biomasa kao energent može da se klasifikuje na drvnu, nedrvnu, životinjski, industrijski i komunalni otpad, u okviru čega se može razlikovati:

- drvena biomasa (iz šumarstva, voćarstva i vinogradarstva, otpadno drvo i ostaci drveno prerađivačke industrije (piljevina, okorci...),
- drvena uzgajana biomasa (brzorastuće drveće, vrba, topola, jasen...),
- sekundarni ili tercijelni proizvodi iz poljoprivrede (slama pšenice, soje, ječma, raži, kukuruzovina, stabljike suncokreta i dr.),
- ostaci prehrambeno-prerađivačke industrije (ljuske sunc., oklasak, koštice itd.),
- nedrvna uzgajana biomasa (brzorastuće alge i trave ...),
- životinjski otpad i ostaci i
- komunalni i industrijski otpad.

Navedene vrste biomase su u mnogome slične po sastavu i tehničkim karakteristikama sa aspekta da se koriste kao biogoriva. Ali, uprkos tome postoje značajne specifičnosti koje su uslovile razvoj posebnih tehnologija i tehnike za njihovo korišćenje u energetske svrhe.

U cilju poređenja energetskih potencijala oblasti opština Vrbasa i Kule sa ukupnim potencijalima Srbije navešće se ukupne količine biomase biljnog porekla za Srbiju.

U pogledu drvne biomase u Srbiji, na godišnjem nivou sečom šuma raspolaže se sa oko 0,6 miliona m³ upotrebljivog ostatka (granje...), u šta nisu uvršeni panjevi i još dosta drvnog ostatka, koji ostaju u šumi (Brkić i Janić, 2009). Realno bi za dobijanje toplotne energije bez većih ulaganja, a sa boljom organizacijom moglo da se koriste oko 1,1 milion m³ drvenih ostataka. Od drvne mase u Srbiji značajniji su i ostaci nakon rezidbe voćnjaka i vinograda u poljoprivrednoj proizvodnji sa kojima se na godišnjem nivou raspolaže sa oko 400.000 t (Brkić i sar, 2006).

Biomasa od drveta, koja se sagoreva, može biti u formi dugih i kraćih cepanica (sl. 10 i 11), okoraka, usitnjenih komadaraznih oblika i veličina (sl. 12,13,14 i 15), čipsa (sl.

16), piljevine (sl. 17), peleta (18) ili briketa (sl. 19). U odnosu na te forme drveta za njihovo sagorevanje su razvijene i tehnologije sagorevanja u skladu sa kojima je primarena i korišćena tehnika (Janić i sar, 2009).



Sl. 10. Drvo za saforevanje u formi dugih cepanica



Sl. 11. Drvo za saforevanje u formi kratkih cepanica



Sl. 12. Drvo za sagorevanje u formi okorka



Sl. 13. Drvo za sagorevanje u formi većih komada iz drvno prerađivačke industrije



Sl 14. Drvo za sagorevanje u formi manjih komada iz drvno prerađivačke industrije



Sl. 15. Drvo za sagorevanje u formi usitnjenih komada



Sl. 16. Drvo za sagorevanje u formi ivera



Sl. 17. Drvo za sagorevanje u formi usitnjene piljevine



Sl. 18. Drvo za sagorevanje u formi peleta



Sl. 19. Drvo za sagorevanje u formi briketa

Srbija, a posebno Vojvodina je bogata biomasom koja može da se koristi u procesima sagorevanja za dobijanje toplotne energije i koja predstavlja biljne ostatke primarne poljoprivredne proizvodnje i prerađivačke industrije. Smatra se da od ukupnih potencijala biomase nastale iz poljoprivredne proizvodnje za dobijanje toplotne energije nesmetano može da se koristi oko 25-30%, što bi iznosilo oko 4 miliona tona (ekvivalentno sa oko 1,4 miliona tona ulja za loženje). Pored toga, raspolaže se i sa oko 300.000 t biomase iz prerađivačke industrije.

Biomasa nastala kao produkt (ostatak) primarne poljoprivredne proizvodnje najčešće se prikuplja u obliku manjih ili velikih četvrtastih bala ili većih rol bala, različitih gustina. Forma biomase koja ostaje na raspolaganju iz prerađivačke industrije može biti veoma raznolika, ali je uglavnom u okviru pojedinih pogona ujednačena po vrsti, obliku i tehničkim karakteristikama.

Biomasa kao gorivo ima niz povoljnosti, ali i nedostataka. Od dobrih osobina biomase kao goriva se može istaći da je biomasa lako dostupan, obnovljiv, tehnički i ekološki prihvatljiv izvor energije. Korišćenjem biomase smanjuju se potrebe za uvozom konvencionalnih energenata, što u posrednom smislu obezbeđuje neprekidnost u snabdevanju energijom, povećanje broja zaposlenih, podiže kvalitet života u ruralnim područjima, smanjenje migracije selo-grad i obezbeđuje manju zavisnost države od spoljašnjih pritisaka. Međutim, i pored mnogih povoljnosti u eksploataciji biomase njeno korišćenje je vezano i za određene nedostatke, od kojih bi se moglo navesti: periodičnost nastanka biomase, razuđenost u prostoru, otežano sakupljanje,

pakovanje i skladištenje, što je uslovljeno malom nasipnom masom (gustinom), manjom toplotnom moći svedene na jedinicu zapremine, nepovoljnim oblikom i visokim sadržajem vlage, a i investicioni troškovi za izgradnju postrojenja za sagorevanje biomase su veći od onih za sagorevanje konvencionalnih energenata. Navedeni problemi se umnogome mogu izbeći ili njihov uticaj smanjiti ukoliko se biomasa sabija u obliku peleta i briketa. Istina, za te procese se troši dodatna energija, za usitnjavanje, po potrebi sušenje, sabijanje i hlađenje, ali je krajnji bilans uložene i raspoložive energije značajno pozitivan.

Od važnijih poljoprivrednih kultura u opštinama Vrbas i Kula se mogu navesti: pšenica (*Triticum sp.*), ječam (*Hordeum vulgare L.*), kukuruz (*Zea mays L.*), soja (*Glycine hispida*, Suncokret (*Helianthus annuus*) i uljana repica (*Brassica napus*.)



Sl. 20. Biljka pšenice za vršidbu



Sl. 21. Ovršena njiva pod pšenicom



Sl. 22. Velike četvrtaste bale pšenice



Sl. 23. Velike okrugle bale pšenice



Sl. 24. Biljka kukuruza za vršidbu



Sl. 25. Ovršena njiva pod kukuruzom



Sl. 26. Velike četvrtaste bale kukuruzovine



Sl. 27. Velike okrugle bale kukuruzovine



Sl. 28. Biljka soje za vršidbu



Sl. 29. Ovršena njiva pod sojom



Sl. 30. Velike četvrtaste bale sojine slame



Sl. 31. Velike okrugle bale sojine slame



Sl. 32. Biljka uljane repice za vršidbu



Sl. 33. Izgled slame uljane repice



Sl. 34. Prikupljeni oklasak za sagorevanje



Sl. 35. Izgled oklasaka



Sl. 36. Biljka suncokreta za vršidbu



Sl. 37. Ljuske suncokreta

U regionu opština Vrbasa i Kule se uzgajaju i druge poljoprivredne kulture, ali su one sa aspekta korišćenja u energetske svrhe u velikim termoenergetskim sistemima od manje važnost, pošto ih je teško prikupiti.

Republika Srbija je smeštena u centralnom delu Balkanskog poluostrva. Zbog kompleksne geološke istorije, izražena je velika varijabilnost geološke i litološke osnove, što se odrazilo zajedno sa orografskim i klimatskim faktorima i na pedološku strukturu, koja je predstavljena na slici 39 (sa legendom).

TLA (ZEMLJIŠTA) U RAVNICAMA I BREŽULJKASTIM TERENIMA		TLA (ZEMLJIŠTA) BRDSKIH I PLANINSKIH PREDJELA	
1	ČERNOZEMI	13	RENDZINE, CRVENICE I SMEĐA TLA NA TVRDIM VAPNENCIMA I DOLOMITIMA
2	SLATINE I SLATINASTA TLA	14	GOLI KRŠ S PJEĀAMA CRVENICE I RENDZINE
3	PARAPODZOLASTE GAJNJAČE I GAJNJAČE	15	HUMUSNO-SILIKATNA TLA (RANKERI)
4	CRVENICA	16	RANKERI, KISELA SMEĐA I PARAPODZOLASTA TLA NA SILIKATIMA
5	PARAPODZOLI I PARAPODZOLASTA TLA	17	PODZOLASTA I SMEĐA PODZOLASTA TLA
6	PARAPODZOLASTA VRIŠTINSKO BUJADNIČNA TLA		
7	PARAPODZOLASTA I NERAZVIJENA TLA NA FLIŠU I LAPORU		
8	NERAZVIJENA TLA		
9	SMONICE		
10	RITSKE CRNICE		
11	LIVADSKA I MOČVARNA TLA		
12	RECENTNI ALUVIJALNI NANOSI		

Prema slici 38. može se sagledati da su opštine Vrbas i Kula smeštene u predelu za koji je karakteristično da se nalazi na černozemskom zemljištu koje je veoma pogodno za svaku biljnu proizvodnju, što pored gajenih kultura omogućava gajenje i drugih, pa i energetskih kultura, kao što su brzorastući zasadi drva, miskantus i dr.

U najkraćem osobine navedenog zemljišta može se predstaviti u sledećim navodima:

ČERNOZEM je karakterističan za Panonski basen. Najrasprostranjeniji je u Vojvodini i Mačvi. Pogodan je za uzgoj žitarica, šećerne repe, suncokreta i drugih poljoprivrednih kultura.

DEGRADIRANI ČERNOZEM nastaje pod uticajem veće količine padavina i većeg nagiba zemljišta. Ima manje humusa od černozema. Karakterističan je za Panonski basen.

ALUVIJALNO TLO javlja se u rečnim dolinama Panonskog basena i veoma je plodno.

GAJNJACA se javlja u krajevima sa više vlage. Karakteristična je za Planinsku oblast. Sadrži malo humusa i pogodna je za ratarstvo i povrtlarstvo.

SMONICE se javljaju uz gajnjače i karakteristične su za Šumadiju, Mačvu, u dolinama Velike, Zapadne i Južne Morave i Timoka (Planinska oblast). Popravlja se dodavanjem vještačkog đubriva i gajenjem lucerke. Pogodna je za gajenje ratarskih kultura, krmnog bilja i voća.

PODZOLI se javljaju u Planinskoj oblasti gdje ima dosta padavina. Prirodna vegetacija podzola su šume. Gajenje poljoprivrednih kultura moguće je uz primjenu agrotehničkih mera i obilnog đubrenja.

CRVENICA je karakteristična za Jadransku oblast sadrži dosta oksida gvožđa zbog čega je crvene boje. Crvenica je glinovito-peskovito i skoro neutralno zemljište. Sadrži malo humusa, a pogodna je za uzgajanje duvana, vinove loze, voća, maslina i drugih kultura. U višim, vlažnijim krajevima, crvenica se degradira u prelazi u podzole i gajnjače.

2.2. RASPOLOŽIVI POTENCIJALI BIOMASE ZA KORIŠĆENJE U ENERGETSKE SVRHE U OPŠTINAMA VRBAS I KULA

2.2.1. Energetski potencijali opštine Vrbas

BILJNA PROIZVODNJA

Opština Vrbas se rasprostire na 37.600 ha, od čega poljoprivredna površina zauzima 33.989 ha, dok površina zemljišta pod šumama iznosi samo 124 ha. Od ukupne poljoprivredne površine u opštini Vrbas u proseku se obrađuje oko 33.789,5 ha. Od navedene površine na površini od 32.497,5 ha zasniva se proizvodnja merkantilnih kultura, a na površini od 1.292 ha proizvodnja semenskih useva. Setvena struktura, kao i njihov prinos zrna i slame u opštini Vrbas prikazana je u tabeli 6.

Tabela 6. Setvena struktura i prinos važnijih poljoprivrednih kultura u 2011. godini

Biljna vrsta	Merkantilna proizvodnja	Semenska proizvodnja	Prinos merk.	Prinos slame	Količina slame	Sezonski raspored
	(t)	(t)	(t/ha)	(t/ha)	(t)	
Pšenica	5.500	190	6	6	34.140	Jul
Ječam	1.000	-	6	6	6.000	Jun/Jul
Ovas	14	-	-	-	-	-
Kukuruz	12.500	850	9	9,297	124.115	Septembar/ Novembar
Soja	7.500	173	3.5	7	53.711	Septembar
Suncokret	1.300	-	3.5	7,35	9.555	Avgust/ Septembar
Šećerna repa	2.500	-	60	-	-	Septembar- Decembar
Lucerka	450	-	-	-	-	-
Uljana repica	400	-	3.5	7	2.800	Jun
Ost. krmno bilje	220	-	-	-	-	-
Smeša trava i leguminoza	215	-	-	-	-	-
Krompir	200	-	-	-	-	-
Paradajz	20	4	-	-	-	-
Paprika	30	10	-	-	-	-
Krastavac	1	-	-	-	-	-
Povrtarske leguminoze	612	64	-	-	-	-
Luk	15	-	-	-	-	-
Mrkva	0.5	1	-	-	-	-
Kupus	15	-	-	-	-	-
Ostalo povrće	5	-	-	-	-	-
Ukupno	32.497.5	1.292	-	-	230.321	-

Važniji ratarski usevi za opštinu Vrbas predstavljaju: kukuruz, pšenica, soja, šećerna repa, suncokret, ječam, lucerka, uljana repica, ostalo krmno bilje, smeša trava i leguminoza. Pod kukuruzom zasejano je najviše površina 12.500 ha, pod pšenicom 5.500 ha, sojom 7.500 ha, šećernom repom 2.500 ha, suncokretom 1.300 ha, ječmom 1.000 ha lucerkom 450 ha, uljnom repicom 400 ha i povrćem 898,5 ha. Ostalo krmno bilje, smeše trava i leguminoza zastupljene su sa po 200 ha. Ukupna zasejana površina ratarskih kultura je 32.812 ha. Procenjuje se da se sa ove površine može da dobije ukupna količina ratarske biomase od 220.068 t iz merkantilne proizvodnje i 10.253 t iz semenske proizvodnje, tj ukupno 230.321 t godišnje. Prosečna cena biomase iznosi 31,73 evra/t. Prosečna toplotna moć biomase je 14.000 kJ/kg.

Ako bi se celokupna količina biomase pretvorila u energiju dobilo bi se 2.579.595.200 MJ, pri koeficijentu energetske efikasnosti sagorevanja slame 0,80. Pošto je toplotna moć dizel goriva 41 MJ/kg, a koeficijent energetske efikasnosti sagorevanja tečnog goriva 0,95, to ispada da bi se moglo sa ovom količinom biomase supstituisati 66.228,4 t dizel goriva godišnje. Da bi se ova količina goriva pretvorila u ekvivalentnu količinu ulja za loženje treba korigovati toplotnu vrednost goriva i računati sa 41,866 MJ/kg. Dakle, dobija se nešto manja ekvivalentna količina ulja za loženje od 64.858,5 toe. Ako se uzme da je cena dizel goriva 1,4 evra/l, odnosno 1,647 evra/kg, dobija se vrednost od 106.821.950 evra godišnje. Naravno, da se iz više razloga neće sva ratarska biomasa koristiti u toplotnu energiju: zbog obaveze da se određena količina biomase zaore i tako poveća plodnost zemljišta, da se jedan deo biomase koristi za prostirku u stočarstvu, da se jedan deo koristi u povrtarstvu i za druge svrhe, a procena je da će veliki sistemi, poput DPP „Sava Kovačević“ i „Karneks“ žetvene ostatke, kao biomasu, sa svojih njiva koristiti za sopstvene potrebe. Takođe, procenjuje se da bi se moglo svake godine iskoristiti oko 25% biomase za toplotne svrhe. To je količina biomase od 57.580,3 t godišnje ili izraženo u ekvivalentnoj količini ulja za loženje 16.214,6 toe. Ako se ova vrednost izrazi u evrima dobila bi se vrednost uštede od 26.705.446 evra godišnje.

VOĆARSKO VINOGRADARSKA PROIZVODNJA

U opštini Vrbas gaji se voće i vinova loza. Voćne zasade čine: jabuka, breskva, kajsija, višnja, kruška, šljiva i orah. Ukupno je zasadjeno 157 ha pod voćem i 4 ha pod vinogradom (tab 7). Procenjuje se da se rezidbom voćaka i vinograda može dobiti 545,2 t orezina svake godine (3,386 t/ha). Ako se uzme prosečna vrednost toplotne moći orezina od 15.500 kJ/kg onda se može dobiti energetska vrednost od 6.760.480 MJ energije, sa energetsom efikasnošću ložišta 80%. Sa ovom količinom energije može da se supstituiše 173,6 t dizel goriva, odnosno ekvivalentnog ulja za loženje 170 toe. To znači da bi se sa orezinama od voćaka i vinograda moglo uštedeti oko 279.990 evra svake godine. Pošto se celokupna količine orezina ne može pokupiti računacemo da uštede mogu biti u vrednosti od 50%, tj. 139.995 evra svake godine.

Tabela 7. Vrsta i prinos voćnih i vinogradarskih kultura u 2011. godini

Vrsta	Površina	Prinos ploda	Masa ploda	Odnos masa	Prinos orezina	Masa orezina
	(ha)	(t/ha)	(t/ha)	(t/t)	(t/ha)	(t/god)
Voćke	157	10,450	1640,650	0,325	3,396250	533,21
Vinova loza	4	6,556	26,224	0,457	2,996092	11,98
Ukupno	161	-	-	-	-	545,19

STOČARSKA PROIZVODNJA

Poznato je da se iz stočarske proizvodnje može dobiti stajnjak, koji može da se upotrebi za proizvodnju biogasa kao i za đubrenje zemljišta. Na području opštine Vrbas uzgajaju se goveda, svinje, ovce i živina. Ukupno grla stoke ima: 3.205 goveda, 89.839 svinja, 2.650 ovaca i 83.684 živine (tab 8). Ovaj broj grla stoke ako se pretvori u uslovna grla (UG) onda ta količina iznosi $2.493,49 + 10.636,94 + 201,4 + 21 + 251,05 = 13.603,88$ UG. Ovaj broj stoke može da proizvede $113.570,89$ t stajnjaka godišnje, odnosno $6.501.400 \text{ nm}^3$ biogasa godišnje ($477,9 \text{ nm}^3/\text{UG}$). Ako se uzme da je toplotna moć biogasa sa 65 % metana $23,66 \text{ MJ}/\text{nm}^3$, odnosno $35,8 \text{ MJ}/\text{kg}$ gasa, dobija se energetska vrednost biogasa od $1,53823 \times 10^8$ MJ, sa energetsom efikasnošću ložišta 98%. Ova količina energije može da supstituiše $3.662,45$ t dizel goriva. Dakle, sa ovom količinom biogasa moglo bi da se uštedi $5.242.718$ evra godišnje. Ovaj potencijal biogasa je, pre svega, skoncentrisan u sektoru stočarske proizvodnje, ali se može reći da se velika količina biogasa može dobiti i iz organskog otpada u prerađivačkoj industriji, pre svega u okviru grupa koja posluju u šećerani, hladnjači, mlinovima i konditorskoj industriji. Takođe, korišćenjem silažnog kukuruza (cele biljke) može se značajno povećati količina proizvedenog biogasa.

Tabela 8. Vrsta stoke, broj stoke, prinos stajnjaka i biogasa u 2011. godini

Vrsta	Broj grla	Prosečna masa grla	Broj uslovnih grla (UG*)	Masa stajnjaka	Odnos masa	Masa stajnjaka	Suva materija	Biogas
		(kg)		(kg/dan)	(kg/kg)	(t/god)	(t/god)	$10^3 (\text{nm}^3)$
Goveda	3.205	389	2.493,49	26	1:18,98	23.663,22	3.094,42	742,7
Svinje	89.839	59,2	10.636,94	22	1:16,06	85.414,61	12.812,19	5.381,1
Ovce	2.650	38	201,40	26	1:18,98	1.911,29	249,94	60,0
Koze	300	35	21,0	26	1:18,98	199,29	26,1	6,3
Živina	83.684	1,5	251,05	26	1:18,98	2.382,48	723,91	311,3
Ukupno	179.678	37,86	13.603,88	22,87	1:16,70	113.570,89	16.906,56	6.501,4

1 UG = 500kg

ŠUMARSTVO

U opštini Vrbas šume u vlasništvu JVP Vojvodine zauzimaju površinu od 80 ha i grmlja 200 ha, starosti 1 do 7 godina. To je ukupno 280 ha (tab 9). Opština Vrbas ima 82 ha pod šumom, od toga 64 ha je vetrozaštitni pojas pod šumom starosti 1 do 3 godine i 18 ha devastirane šume. Lovačko društvo "Fazan" poseduje 64 ha šume, od toga 40 ha je devastirani bagrem koji se privodi kulturi i 24 ha zanovljenog zasada. JAZIP ima 25 ha mlade šume, starosti 1 do 2 godine. JPV imaju oko 20 ha trske koja se kosi svake godine. U planu je predviđeno pošumljavanje 290 ha. U toku je uviđaj na terenu da se tačno utvrdi stanje u šumarstvu. Moguće je dodati još do 5 ha grmlja i do 5 ha zapuštene šume.

Na osnovu navedenog ukupne površine pod šumom su 251 ha i 200 ha pod grmljem, tj. ukupno 451 ha. Drvo u šumi se može računati sa prosečnom zapreminom $125,2 \text{ m}^3/\text{ha}$, odnosno ukupnom zapreminom stabala od 31.425 m^3 . Zapreminski prirast drveta je $3,96 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Tabela 9. Površine pod šumama, grmljem i trskom 2011. godini

Vlasnik	Vrsta					Starost i površine
	Grmlje	Sibirski brest	Topola	Bagrem	Ukupno	
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	
JVP Vojvodine	200	25	55	-	280	1 do 7 god.
Opština Vrbas	-	25.000 kom.	15.000 kom.	18	82	64 ha vetrozaštitnih pojaseva 1-3 god., 18 ha devastirana šuma
Lovačko društvo "Fazan"	-	-	-	64	64	40 ha devastiranog bagrema koji se privodi kulturi, 24 ha zanovljenog zasada
JAZIP	-	1	21	3	25	1 do 2 god.
JPV	-	-	-	-	-	20 ha trske koja se kosi svake godine
Plan	-	-	-	-	290	Predviđeno za pošumljavanje

Procenjuje se da je pri seči šuma šumski ostatak drveta $0,53 \text{ m}^3/\text{ha}$, odnosno ukupno 133 m^3 godišnje, bez šiblja. Ako se uzme u obzir i seča šiblja onda bi ukupna zapremina ostatka drveta bila 239 m^3 godišnje. Približno ista količina drveta ostaje nakon prerade drveta. To je količina oko 130 m^3 godišnje. Ako se količina drveta od 133 m^3 pomnoži sa nasipnom masom od $750 \text{ kg}/\text{m}^3$, dobija se količina drveta od $99,75 \text{ t}$. Masa šiblja iznosi oko 53 t , pri nasipnoj masi $500 \text{ kg}/\text{m}^3$. Ostatak od prerade drveta ima nasipnu masu od 375 kg . Tako se dobija količina iz procesa prerade drveta od $48,75 \text{ t}$. Ukupna masa ostatka je $201,5 \text{ t}$ svake godine. Toplotna vrednost ostatka od drveta je $15.500 \text{ kJ}/\text{kg}$. Na osnovu ovog podatka može da se dobije ukupna energetska vrednost ostatka od drveta od $2.498.600 \text{ MJ}$, sa energetsom vrednošću ložišta 80% . Ova količina energije može da supstituiše $64,15 \text{ t}$ dizel goriva, sa energetsom efikasnošću ložišta od 95% , odnosno ekvivalentnog ulja za loženje $62,82 \text{ toe}$. Sa ovom količinom ostatka od drveta može da se uštedi 103.470 evra svake godine. Naime, ako bi se od nevedene sume uštedelo samo 50% , onda bi ta suma iznosila 51.735 evra svake godine.

KOMUNALNI OTPAD

Iz tabele 10 može da se vidi da masa komunalnog biorazgradljivog otpada u Opštini Vrbas ima oko 6.000 tona godišnje. Ako se uzme u obzir da je energetska vrednost tog otpada $12 \text{ MJ}/\text{kg}$, onda može da se izračuna ukupna energetska vrednost otpada. Ta vrednost iznosi $50.400.000 \text{ MJ}$, sa energetsom efikasnosti ložišta od 70% . Pošto je toplotna moć dizel goriva $41 \text{ MJ}/\text{kg}$, a koeficijent energetske efikasnosti sagorevanja tečnog goriva $0,95$, to ispada da bi se moglo sa ovom količinom biomase supstituisati $1.229,3 \text{ t}$ dizel goriva godišnje. Ekvivalentna količina ulja za loženje iznosi nešto manje, tj. $1.203,9 \text{ toe}$. Ako se uzme da je cena dizel goriva $1,647$ evra/kg, dobija se vrednost od $1.982.777$ evra godišnje. Naravno, da se iz više razloga neće sav

biorazgradljivi otpad koristiti u toplotnu energiju. Procenjuje se da bi se moglo svake godine iskoristiti oko 50% otpada za toplotne svrhe. To je količina otpada od 3.000 t godišnje ili izraženo u ekvivalentnoj količini ulja za loženje 602 toe. Ako se ova vrednost izrazi u evrima dobila bi se vrednost uštede od 991.388,5 evra godišnje.

Tabela 10. Količina komunalnog otpada u Opštini Vrbas u 2011. godini

Period godine	Količina otpada	Masa otpada	Udeo organskog otpada	Masa organskog otpada (biorazgradljivog)
	(t)	(kg/stanovn/dan)	(%)	(t)
Leto	-	-	-	-
Zima	-	-	-	-
Prosek	11.680	0,80	50,00	5.840,0
Prosek*	11.436	0,68	59,97	6.858,2

*Prema podacima iz studije: Lokalni plan upravljanja otpadom za opštinu Vrbas, GIZ, 2011.

Ukupno sagledavajući korišćenjem poljoprivredne i šumske biomase, kao i komunalnog biorazgradljivog otpada, ukupne godišnje uštede u opštini Vrbas mogle bi da iznose 29.449.200 evra godišnje i to:

- od ratarske biomase 26.705.446 evra,
- od voćarsko-vinogradarske biomase 139.995 evra,
- od stočarske biomase 1.560.615 evra,
- od šumske i drvoprerađivačke biomase 51.735 evra i
- od komunalnog biorazgradljivog otpada 991.389

Četvrtina od ukupne količine biomase može produkovati 712.415.006 MJ energije. Ova vrednost može da se pretvori u MWh. To iznosi 197.893 MWh. Ako bi termičko postrojenje za proizvodnju toplotne energije radilo godišnje 6 meseci, odnosno 4.320 časova, onda bi snaga postrojenja bila 45,8 MW. Naravno, da se celokupna snaga postrojenja ne upotrebljava svih 6 meseci već samo kada su niske temperature. Stoga, potrošnja biomase bila bi znatno manja ispod 25%, odnosno 50%, pa bi se mogla iskoristiti za nova postrojenja, ili za druge potrebe.

Moglo bi se konstatovati da bi u opštini Vrbas bilo dovoljno biomase za rad termičkog postrojenja snage od 50 MW tokom cele godine sa korišćenjem biomase od oko 30% raspoloživih resursa, što bi u pogledu očuvanja plodnosti zemljišta zadovoljavajuće.

Setvena struktura ratarsko-povrtarskih kultura u odnosu na tip vlasništva nad zemljištem je prikazana u tabelama 11 i 12. Ostatak obradivog zemljišta od oko 24.900 ha u opštini Vrbas je u vlasništvu individualnih poljoprivrednih proizvođača, koji su locirani u šest katasterskih opština (K.O.).

Setvena struktura u pojedinim K.O. opštinama opštine Vrbas je predstavljena u tabelama 13, 14, 15, 16, 17 i 18.

2.2.1.1. Setvena struktura ratarsko povrtarskih kultura u opštini Vrbas po vlasništvu i lociranosti

Od ukupno 33.789 ha površina namenjenih poljoprivrednoj proizvodnji veća poljoprivredna preduzeća u svom vlasništvu imaju oko 9.000 ha. Od tih većih poljoprivrednih preduzeća prikazani su podaci za: Carnex, Savu Kovačević i Novi trading.

Tabela 11. Setvena struktura kod većih poljoprivrednih preduzeća (Carnex, Sava Kovačević i Novi trading)

Red. br.	Biljna vrsta	Površina (ha)
1.	Pšenica	940
2.	Ječam	696
3.	Ovas	14
4.	Kukuruz	3232
5.	Soja	1308
6.	Suncokret	532
7.	Šećerna repa	617
8.	Lucerka	22
9.	Uljana repica	291
10.	Ostalo krmno bilje	220
11.	Smeša trava i leguminoza	215
12.	Krompir	121
13.	Paradajz	6
14.	Paprika	0
15.	Krastavac	0
16.	Povrtarske leguminoze	676
17.	Luk	0
18.	Mrkva	0
19.	Kupus	0
20.	Ostalo povrće	0
Ukupno		8.890

Raspored obradivog zemljišta u vlasništvu individualnog sektora po K.O. izgleda na sledeći način: Vrbas (3.881 ha), Kucura (4.746 ha), Savino Selo (3.878 ha), Ravno Selo (4.552 ha), Zmajevu (4.586 ha) i Bačko Dobro Polje (3.256 ha).

Individualni poljoprivredni proizvođači imaju u vlasništvu oko 24.900 ha. Ovaj raspored površina je veoma značajan za određivanje udaljenosti pojedinih površina od mesta skladištenja biomase koje će se nalaziti u blizini termoenergetskog postrojenja da bi se mogli izračunati troškovi transporta biomase.

Tabela 12. Setvena struktura na obradivom zemljištu kod individualnih poljoprivrednih proizvođača

Red. br.	Biljna vrsta	Površina (ha)
1.	Pšenica	4750
2.	Ječam	304
3.	Ovas	0
4.	Kukuruz	10118
5.	Soja	6365
6.	Suncokret	768
7.	Šećerna repa	1883
8.	Lucerka	428
9.	Uljana repica	109
10.	Ostalo krmno bilje	0
11.	Smeša trava i leguminoza	0
12.	Krompir	79
13.	Paradajz	18
14.	Paprika	40
15.	Krastavac	1
16.	Povrtarske leguminoze	0
17.	Luk	15
18.	Mrkva	1,5
19.	Kupus	15
20.	Ostalo povrće	5
Ukupno		24.899

Raspored i setvena struktura obradivog zemljišta koje je u vlasništvu individualnog sektora po K.O. je sledeći:

Tabela 13. Setvena struktura na obradivom zemljištu kod individualnih poljoprivrednih proizvođača u K.O. Vrbas

Red. br.	Biljna vrsta	Merkantilna proizvodnja (ha)
1	2	3
1.	Pšenica	740
2.	Ječam	47
3.	Ovas	0
4.	Kukuruz	1577
5.	Soja	992

1	2	3
6.	Suncokret	120
7.	Šećerna repa	293
8.	Lucerka	67
9.	Uljana repica	17
10.	Ostalo krmno bilje	0
11.	Smeša trava i leguminoza	0
12.	Krompir	12
13.	Paradajz	3
14.	Paprika	6
15.	Krastavac	0
16.	Povrtarske leguminoze	0
17.	Luk	2
18.	Mrkva	0
19.	Kupus	2
20.	Ostalo povrće	1
Ukupno		3881

Tabela 14. Setvena struktura na obradivom zemljištu kod individualnih poljoprivrednih proizvođača u K.O. Kucura

Red. br.	Biljna vrsta	Merkantilna proizvodnja (ha)
1	2	3
1.	Pšenica	905
2.	Ječam	58
3.	Ovas	0
4.	Kukuruz	1929
5.	Soja	1213
6.	Suncokret	146
7.	Šećerna repa	359
8.	Lucerka	82
9.	Uljana repica	21
10.	Ostalo krmno bilje	0
11.	Smeša trava i leguminoza	0
12.	Krompir	15
13.	Paradajz	3

1	2	3
14.	Paprika	8
15.	Krastavac	0
16.	Povrtarske leguminoze	0
17.	Luk	3
18.	Mrkva	0
19.	Kupus	3
20.	Ostalo povrće	1
Ukupno		4746

Tabela 15. Setvena struktura na obradivom zemljištu kod individualnih poljoprivrednih proizvođača u K.O. Savino Selo

Red. br.	Biljna vrsta	Merkantilna proizvodnja (ha)
1.	Pšenica	740
2.	Ječam	47
3.	Ovas	0
4.	Kukuruz	1576
5.	Soja	991
6.	Suncokret	120
7.	Šećerna repa	293
8.	Lucerka	67
9.	Uljana repica	17
10.	Ostalo krmno bilje	0
11.	Smeša trava i leguminoza	0
12.	Krompir	12
13.	Paradajz	3
14.	Paprika	6
15.	Krastavac	0
16.	Povrtarske leguminoze	0
17.	Luk	2
18.	Mrkva	0
19.	Kupus	2
20.	Ostalo povrće	1
Ukupno		3878

Tabela 16. Setvena struktura na obradivom zemljištu kod individualnih poljoprivrednih proizvođača u K.O. Ravno Selo

Red. br.	Biljna vrsta	Merkantilna proizvodnja (ha)
1.	Pšenica	868
2.	Ječam	56
3.	Ovas	0
4.	Kukuruz	1850
5.	Soja	1164
6.	Suncokret	140
7.	Šećerna repa	344
8.	Lucerka	78
9.	Uljana repica	20
10.	Ostalo krmno bilje	0
11.	Smeša trava i leguminoza	0
12.	Krompir	14
13.	Paradajz	3
14.	Paprika	7
15.	Krastavac	0
16.	Povrtarske leguminoze	0
17.	Luk	3
18.	Mrkva	0
19.	Kupus	3
20.	Ostalo povrće	1
Ukupno		4552

Tabela 17. Setvena struktura na obradivom zemljištu kod individualnih poljoprivrednih proizvođača u K.O. Zmajevo

Red. br.	Biljna vrsta	Merkantilna proizvodnja (ha)
1	2	3
1.	Pšenica	875
2.	Ječam	56
3.	Ovas	0
4.	Kukuruz	1864
5.	Soja	1172

1	2	3
6.	Suncokret	141
7.	Šećerna repa	347
8.	Lucerka	79
9.	Uljana repica	20
10.	Ostalo krmno bilje	0
11.	Smeša trava i leguminoza	0
12.	Krompir	15
13.	Paradajz	3
14.	Paprika	7
15.	Krastavac	0
16.	Povrtarske leguminoze	0
17.	Luk	3
18.	Mrkva	0
19.	Kupus	3
20.	Ostalo povrće	1
Ukupno		4586

Tabela 18. Setvena struktura na obradivom zemljištu kod individualnih poljoprivrednih proizvođača u K.O. Bačko dobro polje

Red. br.	Biljna vrsta	Merkantilna proizvodnja (ha)
1	2	3
1.	Pšenica	621
2.	Ječam	40
3.	Ovas	0
4.	Kukuruz	1323
5.	Soja	832
6.	Suncokret	100
7.	Šećerna repa	246
8.	Lucerka	56
9.	Uljana repica	14
10.	Ostalo krmno bilje	0
11.	Smeša trava i leguminoza	0
12.	Krompir	10
13.	Paradajz	2

1	2	3
14.	Paprika	5
15.	Krastavac	0
16.	Povrtarske leguminoze	0
17.	Luk	2
18.	Mrkva	0
19.	Kupus	2
20.	Ostalo povrće	1
Ukupno		3256

2.2.2. Energetski potencijali opštine Kula

BILJNA PROIZVODNJA

Opština Kula se rasprostire na 48.146 ha, od čega poljoprivredna površina zauzima 43.957 ha, dok površina zemljišta pod šumama iznosi samo 279 ha. Od ukupne poljoprivredne površine u opštini Kula u proseku se obrađuje oko 40.487 ha. Od navedene površine na površini od 39.531 ha zasniva se proizvodnja merkantilnih kultura, a na površini od 956 ha proizvodnja semenskih useva. Setvena struktura, kao i njihov prinos zrna i slame u opštini Kula prikazana je u tabeli 19.

Tabela 19. Setvena struktura i prinos važnijih poljoprivrednih kultura u 2011. godini

Biljna vrsta	Merkantilna proizvodnja	Semenska proizvodnja	Prinos merk.	Prinos slame	Količina slame	Sezonski raspored
	(t)	(t)	(t/ha)	(t/ha)	(t)	
1	2	3	4	5	6	7
Pšenica	7.000	393	6	6	42.000	Jul
Ječam	1.100	-	4	6	6.600	Jun/Jul
Ovas	50	-	9	4	200	-
Kukuruz	13.350	338	3,5	9,297	124.115	Septembar-Novembar
Soja	6.400	173	3,5	7	44.800	Septembar
Suncokret	3.500	-	60	7,35	25.725	Avgust-Septembar
Šećerna repa	4.750	-	-	-	-	Septembar-December
Lucerka	600		3,5			-
Uljana repica	250	6		7	1.750	Jun
Ostalo krmno bilje	100	-	-	-		-

1	2	3	4	5	6	7
Smeša trava i leguminoza	-	-	-	-	-	-
Krompir	400		-	-	-	-
Paradajz	75	9	-	-	-	-
Paprika	300	18	-	-	-	-
Krastavac	1	-	-	-	-	-
Povrtarske leguminoze	800	5	-	-	-	-
Luk	50	2	-	-	-	-
Mrkva	5	2	-	-	-	-
Kupus	30	4	-	-	-	-
Ostalo povrće	770	6	-	-	-	-
Ukupno	39.531	956	-	-	245.190	-

Izvor: PSS Vrbas

Ratarske useve predstavljaju: kukuruz, pšenica, soja, šećerna repa, suncokret, ječam, lucerka, uljana repica i ostalo krmno bilje. Pod kukuruzom zasejano je najviše površina 13.350 ha, a pod pšenicom 7.000 ha, sojom 6.400 ha, šećernom repom 4.750 ha, suncokretom 3.500 ha, ječmom 1.100 ha, lucerkom 460 ha, uljnom repicom 250 ha i povrćem 2.431 ha. Ostalo krmno bilje zastupljene je sa 100 ha. Ukupna zasejana površina ratarskih kultura je 37.054 ha. Procenjuje se da se sa ove površine može da dobije ukupna količina ratarske biomase od 245.190 t iz merkantilne proizvodnje i 2.771 t iz semenske proizvodnje godišnje, tj. ukupno 247.961 t godišnje. Uzimajući u obzir slamu pšenice, kukuruza i uljane repice iz semenske proizvodnje sa prinosom od 50% u odnosu na merkantilnu proizvodnju. Prosečna cena biomase iznosi 31,73 evra/t. Prosečna toplotna moć biomase je 14.000 kJ/kg.

Ako bi se celokupna količina biomase pretvorila u energiju dobilo bi se 2.777.163.200 MJ, pri koeficijentu energetske efikasnosti sagorevanja slame od 0,80. Pošto je toplotna moć dizel goriva 41 MJ/kg, a koeficijent energetske efikasnosti sagorevanja tečnog goriva 0,95, to ispada da bi se moglo sa ovom količinom biomase supstituisati 71.300,7 t dizel goriva godišnje. Da bi se ova količina goriva pretvorila u ekvivalentnu količinu ulja za loženje treba korigovati toplotnu vrednost goriva i računati sa 41.866 MJ/kg. Dakle, dobija se nešto manja ekvivalentna količina ulja za loženje od 69.825,8 toe. Ako se uzme da je cena dizel goriva 1,21 evra/l, odnosno 1,42 evra/kg, dobija se vrednost od 99.152.636 evra godišnje. Naravno, da se iz više razloga neće sva ratarska biomasa koristiti u toplotnu energiju: zbog obaveze da se određena količina biomase zaore i tako poveća plodnost zemljišta, da se jedan deo biomase koristi za prostirku u stošarstvu, da se jedan deo koristi u povrtarstvu i za druge svrhe. Procenjuje se da bi se moglo svake godine iskoristiti oko 25% biomase za toplotne svrhe. To je količina biomase od 61.990,3 t godišnje ili izraženo u ekvivalentnoj količini ulja za loženje 17.456,8 toe. Ako se ova vrednost izrazi u evrima dobila bi se vrednost uštede od 24.788.656 evra godišnje.

VOĆARSKO VINOGRADARSKA PROIZVODNJA

U Opštini Kula gaji se voće i vinova loza. U tabeli 20 i 21 dati su podaci o površinama i prinosima pod voćem i vinovom lozom.

Tabela 20. Površine pod voćem i vinovom lozom

Red. br.	Vrsta kulture	Površine ha
1.	Višnja	45
2.	Kruška	60
3.	Jabuka	85
4.	Kajsija	15
5.	Orah	41
6.	Šljive	15
7.	Ukupno voće	261
8.	Vinova loza	10

Izvor: PSS Vrbas

Voćne zasade čine: višnja, kruška, jabuka, kajsija, orah i šljive. Najviše ima jabuke 85 ha, kruške 60 ha, višnje 45 ha, oraha 41 ha, kajsije i šljive po 15 ha. Pod zasadam vinove loze nalazi se 10 ha. Procenjuje se da se rezidbom voćaka i vinograda može dobiti 917,6 t orezina svake godine (3,386 t/ha). Ako se uzme prosečna vrednost toplotne moći orezina od 15.500 kJ/kg onda se može dobiti energetska vrednost od 11.383.040 MJ energije, sa energetsom efikasnošću ložišta 80%. Sa ovom količinom energije može da se supstituiše 292,3 t dizel goriva, odnosno ekvivalentnog ulja za loženje 286,2 toe. To znači da bi se sa orezinama od voćaka i vinograda moglo uštedeti oko 471.371 evra svake godine. Pošto se celokupna količine orezina ne može pokupiti računacemo da uštede mogu biti u vrednosti od 50%, tj. 235.686 evra svake godine.

Tabela 21. Struktura voćaka i vinove loze u opštini Kula

Jabuka			Šljiva			Vinova loza		
Broj rodni stabala	Prinos		Broj rodni stabala	Prinos		Broj rodni čokota u 000	Prinos	
	Ukupno	Po stablu		Ukupno	Po stablu		Ukupno	Po stablu
(kom)	(t)	(kg)	(kom)	(t)	(kg)	(kom)	(t)	(kg)
25.010	1.236	49,4	74.950	2.214	29,5	231	262	1,1

Izvor: Republički zavod za statistiku

STOČARSKA PROIZVODNJA

Poznato je da se iz stočarske proizvodnje može dobiti stajnjak, koji može da se upotrebi za proizvodnju biogasa kao i za djubrenje zemljišta. Na ovom području

uzgajaju se goveda, svinje, ovce i živina. Ukupno grla stoke ima: 2.778 goveda, 2079 svinja, 200 ovaca i 92.718 živine (tab. 22). Ovaj broj grla stoke ako se pretvori u uslovna grla (UG) onda ta količina iznosi $2.161 + 246,2 + 15,2 + 278,2 = 2.701$ UG. Ovaj broj stoke može da proizvede 17.288 t stajnjaka godišnje, odnosno $1.290.808 \text{ nm}^3$ biogasa godišnje ($477,9 \text{ nm}^3/\text{UG}$). Ako se uzme da je toplotna moć biogasa sa 65 % metana $23,66 \text{ MJ}/\text{nm}^3$, odnosno $35,8 \text{ MJ}/\text{kg}$ gasa, dobija se energetska vrednost biogasa od 29.929.707 MJ, sa energetsom efikasnošću ložišta 98%. Ova količina energije može da supstituiše 768,4 t dizel goriva ili izraženo u ekvivalentnom ulju za loženje 752,5 toe. Dakle, sa ovom količinom biogasa moglo bi da se uštedi 1.239.367 evra godišnje. Naravno, da sva količina stajnjaka ne može da se upotrebi za proizvodnju biogasa: zbog direktnog đubrenja zemljišta, zbog razuđenosti proizvođača, rasipanja, itd. Procenjuje se da bi se moglo iskoristiti za toplotne svrhe oko 25% od ukupne količine stajnjaka. Tada bi ušteta iznosila oko 309.842 evra godišnje. Ovaj potencijal biogasa je, pre svega, skoncentrisan u sektoru stočarske proizvodnje, ali se može reći da se velika količina biogasa može dobiti i iz organskog otpada u prerađivačkoj industriji, pre svega u okviru grupa koja posluju u šećerani, hladnjači, mlinovima i konditorskoj industriji. Takođe, korišćenjem silažnog kukuruza (cele biljke) može se značajno povećati količina proizvedenog biogasa. Procenjuje se da se na osnovu otpada u prehrambenoj industriji može uštedeti oko 150.000 evra godišnje kroz proizvodnju biogasa, odnosno toplotne i električne energije, ukoliko bi se izgradilo kogenerativno postrojenje. Dakle, ukupna ušteta u oblasti proizvodnje biogasa bila bi 459.842 evra godišnje.

Tabela 22. Vrsta i broj stoke u opštini Kula

	Ukupno grla stoke						
	Kula	Crvenka	Sivac	R. Krstur	Kruščić	Lipar	Ukupno
Goveda	630	50	86	976	117	289	2778
Svinje	200	0	1663	0	216	0	2079
Ovce	0	0	0	200	0	0	200
Živina	0	11160	0	0	81558	0	92718

Podaci iz spiska zakupaca po osnovu prava prečeg zakupa(2011-2013)

ŠUMARSTVO

U Opštini Kula pod šumama i rastinjem ima 321 ha (što čini 0,4% od ukupnih površina opštine), od čega su prema prostornom planu opštine Kula:

- 177,38 ha šumski zasadi i
- 144,00 ha atarsko zelenilo.

Obraslih šuma ima 96,2 ha i 68,15 ha neobraslih, tj. ukupno 164,4 ha (JVP Vojvodine) (tab. 23). Na osnovu navedenog ukupne površine pod šumom su 279 ha. Drvo u šumi se može računati sa prosečnom zapreminom $125,2 \text{ m}^3/\text{ha}$, odnosno ukupnom zapreminom stabala od 34.931 m^3 . Zapreminski prirast drveta je $3,96 \text{ m}^3/\text{ha}$. Procenjuje se da je pri seči šuma šumski ostatak drveta $0,53 \text{ m}^3/\text{ha}$, odnosno ukupno 148 m^3 godišnje, sa šibljem. Ako se uzme u obzir i seča šiblja onda bi ukupna zapremina ostatka drveta bila 193 m^3 godišnje. Približno ista količina drveta ostaje

nakon prerade drveta. To je količina oko 135 m³ godišnje. Ako se količina drveta od 148 m³ pomnoži sa nasipnom masom od 750 kg/m³, dobija se količina drveta od 111 t. Masa šiblja iznosi oko 22,5 t, pri nasipnoj masi 500 kg/m³. Ostatak od prerade drveta ima nasipnu masu od 375 kg. Tako se dobija količina iz procesa prerade drveta od 50,6 t. Ukupna masa ostatka je 184,1 t svake godine. Toplotna vrednost ostatka od drveta je 15.500 kJ/kg. Na osnovu ovog podatka može da se dobije ukupna energetska vrednost ostatka od drveta od 2.282.840 MJ, sa energetsom vrednošću ložišta 80%. Ova količina energije može da supstituiše 61,7 t dizel goriva, sa energetsom efikasnošću ložišta od 95%, odnosno ekvivalentnog ulja za loženje 60,42 toe. Sa ovom količinom ostatka od drveta može da se uštedi 99.512 evra svake godine. Naime, ako bi se od nevedene sume uštedelo samo 50%, onda bi ta suma iznosila 49.755 evra svake godine.

Tabela 23. Stanje šuma i neobraslih površina na kanalskoj mreži

Opština	Površina (P)		Zapremina (V)			Tekući zapreminski prirast (i _v x 100)			
	(ha)	(%)	(m ³)	(m ³ /ha)	(%)	(m ³)	(m ³ /ha)	(%)	(i _v / V)
Kula obraslo	96,20	7,79	2.638,7	27,4	2,58	200,7	2,1	3,38	7,6%
Kula neobraslo	68,15	41,5	-	-	-	-	-	-	-
Ukupno	164,35	6,65	-	-	-	-	-	-	-

Izvor: JVP Vojvodine

Planirane zemljišne površine za pošumljavanje su prikazane u tabeli 24.

Tabela 24. Planirane zemljišne površine za pošumljavanje u opštini Kula

Red. br.	Katastarska opština	1*	2**
		Zemljište predviđeno za sadnju	Zemljište predviđeno za sadnju
1.	KO Sivac	8,632	50,9332
2.	KO Kruščić	2,568	13,8921
3.	KO Crvenka	4,852	1,2573
4.	KO Lipar	0,824	0
5.	KO Kula	6,654	0,3836
6.	KO RuskiKrstur	1,636	10,6154
Ukupno:		25,166	77,0816

1* Plan za podizanje poljozaštitnih pojaseva na teritoriji opštine Kula prema projektno tehničkoj dokumentaciji

2** Prema podacima iz programa za zaštitu i unapređenje poljoprivrednog zemljišta (2011-2013) izuzeto u svrhu pošumljavanja

KOMUNALNI OTPAD

Iz tabele 10 može se videti da mase komunalnog biorazgradljivog otpada u Opštini Kula ima oko 15.470 t godišnje (tab. 25). Ako se uzme u obzir da je energetska vrednost tog otpada 12 MJ/kg, onda može da se izračuna ukupna energetska vrednost otpada. Ta vrednost iznosi 129.948.000 MJ, sa energetsom efikasnosti ložišta od 70%. Pošto je toplotna moć dizel goriva 41 MJ/kg, a koeficijent energetske efikasnosti sagorevanja tečnog goriva 0,95, to ispada da bi se moglo sa ovom količinom biomase supstituisati 3.336,3 t dizel goriva godišnje. Ekvivalentna količina ulja za loženje iznosi nešto manje, tj. 3.267,4 toe. Ako se uzme da je cena dizel goriva 1,647 evra/kg, dobija se vrednost od 5.381.408 evra godišnje. Naravno, da se iz više razloga neće sav biorazgradljivi otpad koristiti u toplotnu energiju. Procenjuje se da bi se moglo svake godine iskoristiti oko 50% otpada za toplotne svrhe. To je količina otpada od 7.735 t godišnje ili izraženo u ekvivalentnoj količini ulja za loženje 1.633,7 toe. Ako se ova vrednost izrazi u evrima dobila bi se vrednost uštede od 2.690.704 evra godišnje.

Tabela 25. Komunalni otpad (prosek u toku godine)

Mesto	Količina otpada	Masa otpada	Udeo organskog otpada	Masa organskog otpada
	(t/god)	(kg/stanovnik/dan)	(%)	(t)
Kula, Lipar	21.340	2,64	50	10.670
Crvenka, Nova Crvenka i Kruščić	5.500	1,14	50	2.250
Sivac	2.600	0,77	50	1.300
Ruski Krstur	1.500	0,75	50	750
Ukupno	30.940	1,69	50	15.470

Podaci iz Lokalnog plana upravljanja otpadom opštine Kula. Količine komunalnog otpada uzete na osnovu broja ciklusa odnošenja (tura) i nosivosti kamiona.

Korišćenjem poljoprivredne, prehrambene i šumske biomase, kao i komunalnog biorazgradljivog otpada, ukupne godišnje uštede u opštini Kula mogle bi da iznose 32.187.337 evra godišnje (tab. 26) i to:

- od ratarske biomase 28.751.350 evra,
- od voćarsko-vinogradarske biomase 235.686 evra,
- od biomase iz stočarstva 309.842 evra,
- od otpada iz prehrambene industrije 150.000 evra,
- od šumske i drvoprerađivačke biomase 49.755 evra i
- od komunalnog biorazgradljivog otpada 2.690.704.

Četvrtina od ukupne količine biomase može proizvoditi 777.201.768 MJ energije. Ova vrednost može da se pretvori u MWh. To iznosi 215.889 MWh. Ako bi termičko postrojenje za proizvodnju toplotne energije radilo godišnje 6 meseci, odnosno 4.320 časova, onda bi snaga postrojenja bila 49,97 MW. Naravno, da se celokupna snaga postrojenja ne upotrebljava svih 6 meseci već samo kada su niske temperature. Stoga, potrošnja biomase bila bi znatno manja ispod 25%, odnosno 50%, pa bi se mogla iskoristiti za nova postrojenja, ili za druge potrebe.

Moglo bi se konstatovati da bi u opštini Vrbas bilo dovoljno biomase za rad termičkog postrojenja snage od 55 MW tokom cele godine sa korišćenjem biomase od oko 30% raspoloživih resursa, što bi u pogladu očuvanja plodnosti zemljišta zadovoljavajuće.

Tabela 26. Vrste biomase, ukupne količine, procenat korišćenja, ekvivalentne količine tečnog goriva i ekonomska ušteda

R. br.	Vrsta biomase	Ukupno raspoloživo biomase	Procenat korišćenja	Količina biomase	Ekvivalent. količina goriva	Ekonomska ušteda
		(t/god)	(%)	(t/god)	(toe/god)	(evra)
1.	Ratarska proizvodnja	247.961	25	61.990,3	17.457	28.751.350
2.	Voćarsko-vinogradarska	917,6	50	458,8	143,1	235.686
3.	Stočarska proizvodnja	17.288	25	4.322	188,1	309.842
4.	Prehrambena industrija	4.187	50	2093,5	91,1	150.000
5.	Šumarsko-drvooprerađivačka	184,1	50	92,1	30,2	49.755
6.	Komunalni otpad	15.470	50	7.735	1.633,7	2.690.704
	UKUPNO:	286.007,7	25,35	72.505,2	19.543,2	32.187.337

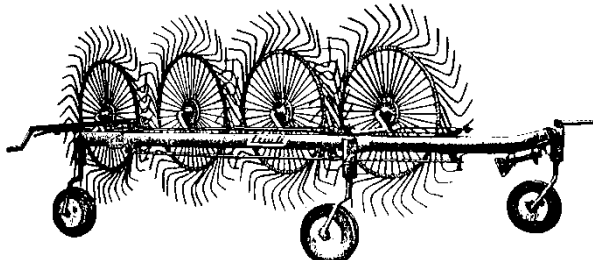
2.3. TEHNIKA I TEHNOLOGIJA PRIPREMANJA BIOMASE

Biomasa nastala u procesima poljoprivredne proizvodnje sa aspekta podobnosti za dobiljanje energije u opštinama Vrbas i Kula predstavljaju najveći potencijal. U velikoj meri na konačnu ocenu primerenosti da se takva biomasa koristi kao energenti utiču i način njihovog prikupljanja, transporta, manipulacije i skladištenja. Iz tog razloga je neophodno veliku pažnju obraditi baš na te tehnološke operacije, koje se svakodnevno unapređuju, pre svega zahvaljujući velikom napretku tehnike za njihovu realizaciju.

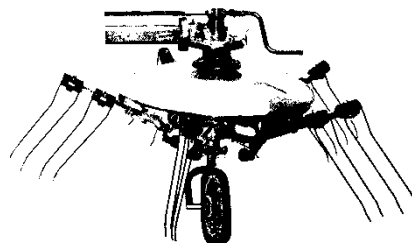
2.3.1. Sakupljanje biomase

Prva operacija ubiranja slame je njeno sakupljanje u adekvatni zboj (val, valjak) posle žetve, koji je pogodan za dalju manipulaciju. Zavisno od prinosa slame i širine izbačenog reda slame iz slamotresa kombajna, u jedan zboj sakuplja se 2 ili više redova. Ukoliko širina reda odgovara radnom zahvatu pick-up uređaja prese ne vrši se skupljanje u zboj, pod uslovom da je debljina reda slame zadovoljavajuća. Sakupljanje se obavlja različitim tipovima grablji.

Sakupljanje se obavlja različitim tipovima grablji, a najčešće se koriste zvezdaste (sl. 40) i čigraste grablje (sl. 41), premda se mogu koristiti i ostali tipovi grablji, ali na manjim površinama i uz znatnije gubitke slame. U poslednje vreme sve se više koriste čigraste grablje zbog mogućnosti ostvarenja većeg radnog zahvata.



Sl. 40: Zvezdaste vučene bočne grablje



Sl. 41: Čigraste grablje sa 1 čigrom

Zvezdaste grablje kreću se radnim brzinama od 10 – 12 km/h i zavisno od širine radnog zahvata ostvaruju velike površinske učinke. Širina zahvata obično se kreća od 2 – 3 m kod traktorskih nošenih tipova, tako da se učinak postiže sa njima od 1,74 do preko 3,0 ha/h.

Čigraste grablje su tip grablji kod kojih su radni elementi-zupci obrću u horizontalnoj ravni sl.41. Sastoje se od jednog, dva ili više horizontalnih sklopova, zavisno od širine zahvata. Svaki sklop se satoji od nosača zubaca (3-6) na kojima su postavljeni zupci (3-8 po nosaču). Nosači zubaca se kreću po geometrijski određenoj putanji, tako da se na određenom delu puta zaokreću. Na kružnoj horizontalnoj putanji pri prelasku prednjeg dela kruga položaj nosača je takav da su zupci vertikalni, zahvataju masu ispred sebe i nose je polukružno. Pri kretanju zubaca unazad na kružnoj liniji u odnosu na smer kretanja agregata nosači se zakreću, tako da zupci postupno zauzimaju horizontalni položaj, pri čemu odbacuju i napuštaju masu. Širina zahvata može biti i

do 5 m, zavisno od konstrukcije. Radna brzina kreće se 10-15 km/h, te ostvaruju visok površinski učinak, koji može da iznosi i do 5 ha/h, zavisno od širine zahvata grablji i prinosa slame koji utiče na radnu brzinu. Veoma su lake (mase do 300 kg, retko više), pošto se osnovni noseći elementi uglavnom izrađuju od cevnih nosača, izuzev horizontalnih vođica nosača zubaca.

Za pogon grablji u principu je potreban relativno mali utrošak snage, pa je je i specifični utrošak snage kod izvedenih konstrukcija od 1,5-3,0 kW/m širine zahvata, što znači da su dovoljni traktori snage 7-15 kW, ali zbog univerzalnosti primene traktora na drugim radnim operacijama u poljoprivredi koriste se traktori znatno veće snage motora.

Slama se veoma retko sakuplja, transportuje i skladišti u rinfuznom (nebaliranom) obliku. Zato se iz sakupljenih zbojeva vrši baliranje slame.

2.3.2. Baliranje slame

a) Klasične (konvencionalne) prese

Nepresovana slama ima zapreminsku masu 40 – 60 kg/m³, što znači da zauzima značajan skladišni prostor. S druge strane manipulacija s njom je otežana u pogledu mehanizovanog skladištenja, izuzimanja i dalje distribucije, napr. dopreme u ložišta. Poseban problem slame u rinfuznom obliku predstavlja transport. Iskorišćenost zapremine i nosivosti transportnih sredstava je veoma mala.

Klasične pick-up prese visokog pritiska obezbeđuju gustinu bala (80) 100 – 180 kg/m³. Zbijenost bala je moguće podešavati, zavisno od vlažnosti slame i načina dalje manipulacije s njom (ručna ili mehanizovana).

Zavisno od proizvođača i tipa klasičnih presa širina bala iznosi 500 mm. Visina klasičnih bala kreće se od 380 do 460 mm. Dužina bale se podešava u granicama od 300, pa čak do 1300 mm, premda je najčešća dužina bala 700 do 1100 mm radi uobičajenih postupaka manipulacije s njima. Kod nas je najviše zastupljena ručna manipulacija. Prema ovim istraživanjima klasičnim presama ostvari se utrošak od oko 3,0 kg/ha PVC veziva, odnosno oko 1,0 kg/t ispresovane mase.

b) Prese za formiranje bala valjkastog oblika (rol-prese)

Prese za formiranje valjkastih bala se prema konstruktivnim oblicima mogu podeliti u dve grupe:

- rol prese sa konstantnom zapreminom komore,
- rol prese sa promenljivom zapreminom komore.

Rol prese su vučene traktorske mašine, pa pogon dobijaju od priključnog vratila traktora (PVT). Sastoje se od pik-ap uređaja, komore za oblikovanje bale, uređaja za vezanje (obmotavanje bale kanapom) i kontrolnog uređaja pritiska mase slame u komori. Komora prese, u principu, može biti ovičena beskonačnim (konvejskim) trakama, baterijom valjaka ili pak različitim vrstama lančastih konvejsera sa letvicama ili valjcima.

1. Prese sa konstantnom zapreminom komore, oblikuju valjkastu balu, koja je u sredini rastresita, a na obodu zbijena. Ovakva struktura bale nastaje iz razloga, što se komora prese postupno puni, a masa slame u komori vrti se u krug. Tek kad se komora napuni, masa se nabija na obodne ivice komore i sve više sabija. Zato je jezgro bale rastresito i obično karakterističnog zvezdastog oblika. Komora prese može biti različito rešena: od traka ili baterije valjaka, što je pogodno za presovanje sena od

skoro svih krmnih biljaka i presovanje slame, ili u obliku lančastog konvejera, koji je pogodan za baliranje slame i livadskog sena otpornog na krunjenje lišća. Prednost ovog tipa prese je što se bale mogu naknadno prosušiti u polju, ukoliko masa slame nije skladišna. Kod presa sa komorom oblikovanom trakama, brzina traka se kreće od 1,6-1,8 m/s, a sa valjcima periferna brzina valjaka je oko 2,0 m/s. Pritom se oblikovana bala obrće u komori sa brzinom obrtanja 18-22 min⁻¹. Bale su prečnika najčešće 1,8 m, dužine 1,2-1,6 m, zavisno od konstrukcije. U poslednje vreme na svetskom tržištu pojavljuju se rol - prese koje formiraju bale manjih dimenzija, npr. prečnika Ø1,4 m i niže.

2. Prese sa promenljivom zapreminom komore (sl. 42), sabijaju masu od samog početka ulaska mase slame. Komora ovih presa je, najčešće, od traka konvejerskog tipa, a posebni zatezni mehanizam omogućuje širenje komore uz istovremeno sabijanje mase slame. Zbog toga je moguće formirati balu različitog prečnika, od 80-180 cm, dok je dužina bala ograničena širinom komore i kod uobičajenih konstrukcija je od 120-150 cm.



Sl. 42. Presa za formiranje bala valjkastog oblika (rol-prese)

Bez obzira na tip rol prese, u toku rada potrebno je obezbediti ravnomeran priliv mase po širini komore prese. Zato se u radu presa vodi cik-cak u odnosu na valjak slame. Kad se komora ispuni, a što se signalizira rukovaocu vizuelno na presi ili zvučno u kabini traktora ili na oba načina, vrši se vezivanje bale. Vezanje se obavlja unakrsnim obmotavanjem kanapa, a ne vezanjem u čvor kao kod klasičnih presa. Za vreme vezanja bala se vrti u komori prese. Po vezivanju, presa se pomeri unazad, izbacila se bala otvaranjem zadnjeg dela komore, zatvori se komora, priđe se napred do početka valjka slame i nastavi se rad. Kod novih rešenja rol presa, iza prese se nalaze elastični odbacivači bale, tako da se bala otkotrlja unazad, te nije potreban hod agregata unazad.

Za vezanje bale dovoljno je 12-16 obmotaja kanapa, što čini u proseku, utrošak veziva od oko 1,5 kg/ha, odnosno 0,5 kg/t ispresovane mase slame. Radi kompaktnosti vezivanja valjkastih bala danas se sve više koriste mreže od PVC materijala za obmotavanje bala. Masa valjkastih bala se kreće 100-400 kg slame. To znači, da se pri presovanju dobije oko 20 puta manji broj rol- bala po ha nego klasičnih bala.

c. Prese za formiranje kvadar bala velike mase (big baleri) (sl. 43) Ovi tipovi presa su po principu rada veoma slični klasičnim presama niskog pritiska. Razlika je u uređaju

za dopremu mase u kanal (komoru) prese i u većim dimenzijama prese, a tim i dimenzijama formiranih bala. Dužina bala kreće se do 2,7 m, širina 1,2 m, a visina do 0,7 m, pri čemu se 6 manjih bala veže u jednu veliku balu, kao što su prese "Krone - Big square balers". Uređaj za vezanje bala je kao kod klasične prese s razlikom što se vezanje vrši, najčešće, sa 6 vezova po dužini bale. Za posebne namene vezivanje može biti sa žicom, ali se za ove namene ne koristi. Masa pojedinih bala kreće se od 300 – 1000 kg, zavisno od vlažnosti slame. S obzirom na veliku masu bala, najčešće su ovakve prese opremljene tzv. akumulatorom bala. Na akumulator, koji je smešten na izlaznom delu kanala za presovanje, složi se 3-4 bale koje se u grupi ostave na kraju parcele, obično uz put. S tim su bale grupisane, pa je manje gaženje parcele pri njihovom utovaru i transportu. Novi tipovi ovakvih presa mogu formirati do 6 manjih bala, koje se povežu u jednu celinu kao velika bala. Razlog takvog konstruktivnog rešenja je potencijalna mogućnost ručne manipulacije sa manjim balama u okviru velike bale.



Sl. 43. Presa za formiranje velikih četvrtastih bala

U tabeli 27 dat je pregled različitih oblika pakovanja i fizičke osobine ratarske biomase. Prema obliku pakovanja, tj. realizovanoj formi biomase izvedene su različite konstrukcije ložišta peći i kotlova na biomasu, kao alternativnog goriva. U principu cena pakovanja, transporta i skladištenja biomase zavisi od pripreme biomase za pakovanje, oblika pakovanja, dimenzija i pritiska sabijanja, kao i od udaljenosti njive do mesta uskladištenja.

Tabela 27. Oblik i fizičke osobine ratarske biomase (sadržaj vlage 15 do 20%)

Oblik pakovanja	Parametri pakovanja	Max. poprečni presek	Dužina	Masa jedinice oblika	Gustina jedinice oblika	Gustina nasutog materijala	Napomena
		(cm)	(cm)	(kg)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	
1	2	3	4	5	6	7	8
Rinfuza	Dugačka, Seckana	-	-	-	-	20-40 40-60	
Male četvrtaste bale	Niskog Srednjeg Visokog pritiska	40 x 50	50-120	8-10 10-25 50	35-55 80-120 do 200	40-60 70-110 115-160 (85 -120)	slagane slagane slagane neslagane

1	2	3	4	5	6	7	8
Valjkaste bale	Male	Ø150	120	140-240	70-110	70-80	
	Velike	Ø180	150	250-420	70-110	70-80	
	Promenljive zapremine	Ø60-210	120-180	20-680	70-110	70-80	
Velike četvrtaste bale	Normalnog	150x150	210-240	do 500	50-100	40-80	
	Visokog pritiska	120x127	250	530-570	140-150	90	
		120x127	160	240	180	150	
Stogovi	Normalnog pritiska	240x300	210-640	1300-2000	60-90	-	
Brikete	Visokog pritiska	Ø5-11	8-30	0,1-1,0	700-800	300-400	
Kobsovi	Visokog pritiska	Ø3,5-5 □ 3-5	8-12	0,07-0,15	800-900	400-500	
Pelete	Visokog pritiska	Ø0,3-2	1-4	0,05-0,1	900-1000	500-600	
Brašno (prekrupa)	Bez pritiska	-	-	-	-	180-350	

Na primer, što su bale većih dimenzija i više sabijene (sa većom masom) to mogu ekonomski da podnesu duže transportne puteve. Male četvrtaste bale mogu da se transportuju do 15 km, valjkaste bale do 60 km, velike četvrtaste bale do 100 km. Kod briketa, kobsova i peleta je obrnuto. Što su oblici ovih pakovanja manjih dimenzija, a veće gustine, odnosno mase, to mogu ekonomski da podnesu duže transportne puteve. Brikete mogu da podnesu troškove transporta do 500 km, kobsovi 800 km, a pelete i do 1000 km. Biomasa upakovana u bale slame ili stogove, zahteva veći prostor za skladištenje.

Za bale slame koriste se ložišta sa ravnom nepokretnom rešetkom, za brikete ravna i kosa stepenasta nepokretna rešetka, za sitno iseckanu biomasu, kobsove i pelete kosa stepenasta nepokretna i pokretna rešetka i za pelete može da se koristi ravna rešetka sa fluidiziranim slojem sagorevanja biogoriva. Jako usitnjena biomasa, prekrupa i brašno zahteva ciklonsko ili vrtložno ložište (kovitlac), tj. sagorevanje u prostoru bez rešetke.

Na primer, što su bale većih dimenzija i više sabijene (sa većom masom) to mogu ekonomski da podnesu duže transportne puteve. Male četvrtaste bale mogu da se transportuju do 15 km, valjkaste bale do 60 km, velike četvrtaste bale do 100 km. Kod briketa, kobsova i peleta je obrnuto. Što su oblici ovih pakovanja manjih dimenzija, a veće gustine, odnosno mase, to mogu ekonomski da podnesu duže transportne puteve. Brikete mogu da podnesu troškove transporta do 500 km, kobsovi 800 km, a pelete i do 1000 km. Biomasa upakovana u bale slame ili stogove, zahteva veći prostor za skladištenje.

Za bale slame koriste se ložišta sa ravnom nepokretnom rešetkom, za brikete ravna i kosa stepenasta nepokretna rešetka, za sitno iseckanu biomasu, kobsove i pelete kosa stepenasta nepokretna i pokretna rešetka i za pelete može da se koristi ravna rešetka sa fluidiziranim slojem sagorevanja biogoriva. Jako usitnjena biomasa, prekrupa i brašno zahteva ciklonsko ili vrtložno ložište (kovitlac), tj. sagorevanje u prostoru bez rešetke.

2.3.3. Manipulacija balama slame

Male klasične bale

Tehničko rešenje mehanizovanog utovara klasičnih malih bala zavisi od toga, da li se bale utovaraju u prikolicu direktno sa prese ili se ostavljaju po parceli, pa se naknadno utovaraju.

Valjkaste (rol) bale

Pri utovaru valjkastih bala, transportu, istovaru i slaganju na skladišnom mestu, u svetu postoji veliki broj tehničkih rešenja.

a) *Prednji traktorski utovarivač*, sl. 44, je rešenje koje se danas najšeeće primenjuje. Smešten je na prednjem delu traktora i može biti izrađena u dve varijante: sa šiljcima i sa korpom. Bale se sakupljaju pojedinačno i direktno utovaraju u transportno sredstvo ili se slažu u grupe ili ivicu parcele, pa se kasnije transportuju. S obzirom da on služi i za istovar i slaganje bala na skladišnom prostoru, to mu radna visina dizanja treba biti preko 5 m.

b) *Samohodni teleskopski utovarivač*, sl. 45, spada u najpraktičnija rešenja za manipulaciju velikim balama na njivi ili u ekonomskom dvorištu. Predstavljaju samohodnu mašinu sa velikim brojem opreme za manipulaciju teretima. Visina dizanja tereta im je i preko 12 m.

Velike kvadar bale

S obzirom na masu ovih bala, tehnička rešenja za manipulaciju sa njima su, takođe, posebno rešena, ali uz modifikaciju nekih klasičnih tehničkih rešenja.

Oprema za zahvatanje bala kod prednjeg traktorskog utovarivača (sl. 44), i samohodnog teleskopskog utovarivača (sl. 45) su konstruisani tako, što im je podizna moć veća i zahvatni uređaj je prilagođen obliku tereta, odnosno velikim kvadar balama. Zahvatni uređaj je, obično, sa redom vila sa donje strane, i lučno pokretnim zupcima pomoću hidrosistema sa gornje strane. Gornjim zupcima se bala fiksira u zahvatnom uređaju radi lakšeg prenošenja i slaganja na transportno sredstvo. Obično proizvođači presa za ovakve bale izrađuju adekvatne utovarivače za ovaj tip bala, odnosno da su pojedine mašine u liniji mašina za formiranje i manipulaciju sa balama su kompatibilne.



Sl. 44. Prednji traktorski utovarivač



Sl. 45. Samohodni teleskopski utovarivač

2.3.4. Pripremanje slame kao energenta

Prednosti i nedostaci kod prikupljanja slame žitarica u pojedine forme bala su prikazani u tabeli 28.

Tabela 28. Prednosti i nedostaci pojedinih formi bala

Vrsta bala	Prednosti	Nedostaci
Konvencionalne	Niže cene prese, umerena cena veziva, potreba za manjim traktorom, dobro skladištenje, povoljno slaganje na transportno sredstvo, jednostavna dezintergacija i usitnjavanje sredstvima niže cene, mogućnost loženja celih bala.	Ručna manipulacija gotovo neizbežna, skladištenje uglavnom ručno, uz korišćenje pomoćnih sredstava, relativno visok utrošak veziva, niža pouzdanost u radu od ostalih presa.
Valjkaste	Umerena cena prese, jednostavna i potpuno mehanizovana manipulacija, u slučaju odmotavanja jednostavan i jeftin uređaj, povoljno uskladištavanje za vlastite potrebe na srednjim gazdinstvima, mogućnost rada sa traktorima srednje snage.	Najviši utrošak veziva, niži učinak zbog potrebe zastoja u toku vezivanja i izbacivanja bale iz radnog prostora, osetljivost vezača na kvalitet veziva, deformisanje pri nedovoljno kvalitetnom vezivanju, niža transportibilnost zbog praznog prostora, potreban veći skladišni prostor.
Velike četvrtaste	Viši pritisak sabijanja, visok učinak, mala potrošnja veziva, najpovoljnija (u poređenju sa drugim balama) transportibilnost, dobri uslovi za skladištenje, potpuna mehanizovanost i najniža cena manipulacije, najniži utrošak veziva.	Visoka nabavna cena presa, potreban traktor većih pogonskih snaga, neophodna specijalna sredstva za manipulaciju, vezači osetljivi na primenu nekvalitetnog veziva, potrebna posebna mehanizacija za dezintegraciju bala.

2.3.5. Skladištenje biomase

Skladištenje klasičnih bala obavlja se na dva načina: kamarisanje na otvorenom prostoru na tvrdoj i ocednoj podlozi i skladištenje u nadkrivenom prostoru. Drugi način je mnogo povoljniji, jer su bale zaštićene od zakišnjanja. Slaganje bala je ručno, a podizanje je pomoću lančastih elevatora za bale.

Skladištenje rol bala je kamarisanjem pomoću prednjih traktorskih ili samohodnih teleskopskih utovarivača. Kamara se formira na tvrdoj ocednoj podlozi sa PVC folijom postavljenom ispod osnove kamare ili na betonskoj podlozi, što je znatno povoljnije. Kamaru nije neophodno pokrivati folijom (sl. 46), pošto se u novije vreme bale sa spoljašnje strane zaštićuju omotačem (sl. 47), iako je bolje pokriti je.



Sl. 46. Kamara bala slame na otvorenom prostoru



Sl. 47. Natkriveno skladište bala slame

Skladištenje velikih kvadar bala ne treba raditi na otvorenom prostoru bez zaštitnog pokrivača zbog toga što će u velikoj meri kamare prokisnuti, pošto ne postoji mogućnost slivanja vode iz padavina. Zbog svega toga velike kvadar bale se trebaju skladištiti u nadkrivenom prostoru.



Sl. 48. Kamara velikih četvrtastih bala slame na otvorenom prostoru



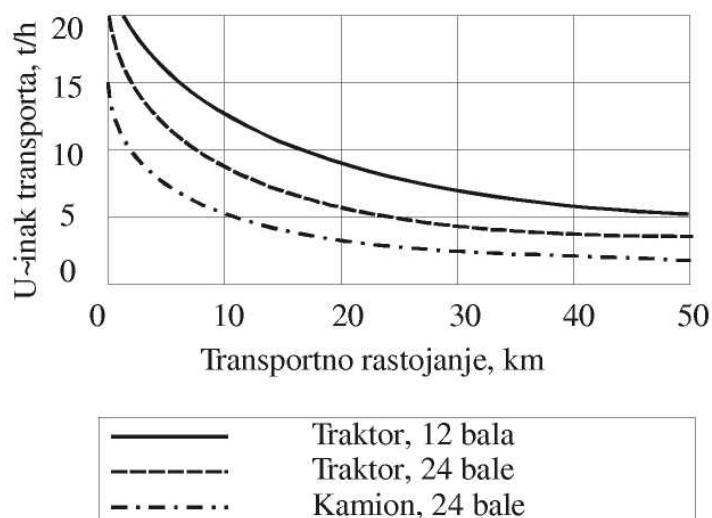
Sl. 49. Natkriveno skladište velikih četvrtastih bala slame

2.3.6. Transport biomase

Transport balirane biomase mogu može da se razmatraju sa dva aspekta. Transport od njive do međuskladišta, gde se skladišti veća količina biomase na prostoru koji je za to prilagođen i PPZ bezbedan, koji je po pravilu jeftiniji kod korišćenja i transport od međuskladišta do postrojenja za sagorevanje. Uobičajeno je da je skladišni prostor međuskladišta znatno veći i da se na njemu radi veći obim manipulacije sa balama. Prostor za privremeno skladištenje bala do njihovog sagorevanja se nalazi u blizini objekata, iz kog razloga je i manji.

U odnosu na razdaljinu gde se bale biomase transportuju bira se i transportno sredstvo, jer učinci, a samim tim i cena koštanja biomase u mnogome zavise od

načina transportovanja. Najveći uticaj na transportne troškove u slučaju bala ima gustina transportovanog materijala. Učinci u odnosu na transportno rastojanje i izbor transportnog sredstva su prikazani na slici 50.



Sl. 50. Učinci raznih transportnih sredstava u zavisnosti od broja bala i rastojanja

Mogućnosti odabira transportnog sredstva u zavisnosti od oblika, tj. forme biomase su prikazani u tabeli 29.

Tabela 29: Oblici biomase i parametri transportnih sistema

Oblik slame	Gustina nasutog ili složenog materijala	Transportni sistem	Korisna površina	Visina tovara	Zapremina tovara	Moguća masa tovara
	(kg/m ³)		(m ²)	(m)	(m ³)	(t)
1	2	3	4	5	6	7
Rinfuza (samoutov. prikolica)	60	1 samoutov. prikolica	10	2,2	22	1,32
Bale niskog pritiska (slagane)	50	2 univerzalne prikolice	30	2,5	75	3,75
Bale visokog pritiska (slagane)	80	2 prikolice	30	3,0	90	7,2
Bale visokog pritiska (slagane)	80	Kamion + prikolica	3,75	3,0	112,5	9,0
Bale visokog pritiska vezane žicom	120	Kamion + prikolica	37,5	3,0	112,5	13,5

1	2	3	4	5	6	7
Bale visokog pritiska neslagane	60	2 univerzalne prikolice	30	2,5	75	4,5
Bale najvišeg pritiska	140	2 univerzalne prikolice	30	3,0	90	12,6
Bale najvišeg pritiska slagane	140	Kamion sa prikolicom	37,5	3,0	112,5	15,75
Bale najvišeg pritiska neslagane	80	2 univerzalne prikolice	30	3,0	90	72
Velike kvadar bale	80	2 univerzalne prikolice	21,6	3,0	65	5,2
Velike kvadar bale	80	Kamion sa prikolicom	36	3,0	108	8,64
Rol bale ø 1,8x1,5 m	80	2 univerzalne prikolice	30	3,5	20 bala	6,0
Rol bale ø 1,8x1,5 m	80	Kamion sa prikolicom	37,5	3,0	18 bala	5,4
Rol bale ø 1,8x1,25 m	120	2 univerzalne prikolice	25	3,0	20 bala	6,0
Rol bale ø 1,6x1,25 m	120	Kamion sa prikolicom	37,5	3,5	28 bala	8,4



Sl. 51. Transport bala slame traktorskim specijalizovanim prikolicama



Sl. 52. Transport bala slame kamionskim specijalizovanim prikolicama

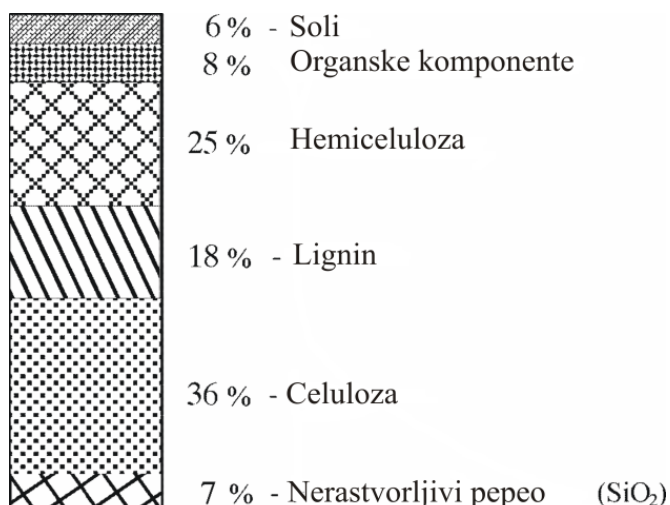
2.4. HEMIJSKO-FIZIČKE KARAKTERISTIKE BIOMASE KAO GORIVA

Biomasa je regenerativni ili obnovljivi izvor toplotne energije. Svake godine se obnavlja. Ona nastaje fotosintezom solarne energije, ugljen-dioksida i vode (biokonverzija). Biomasa spada u alternativne vrste goriva sa kojima se može veoma uspešno zameniti konvencionalna (klasična) goriva (naftine derivate, prirodni zemni gas i uglj) čije su svetske zalihe sve manje.

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.

Biomasa, kao 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, brikete i pelete), 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 izrazom $CH_{1,4}O_{0,6}N_{0,1}$, 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. Renomirani autori iz ove oblasti navode 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 53).



Sl. 53: Sastav žitne slame i mogućnost upotrebe pojedinih komponenti

Dakle, hemijski posmatrano biomasa se sastoji iz više različitih komponenata. Za upoređenje tehničkih karakteristika biomase navešće se hemijski sastav pšenične slame (tabela 30).

Tabela 30. Hemijski sastav pšenične slame

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 u zavisnosti od sadržaja vlage.

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 (1).

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

Elementarna hemijska analiza nekih vrsta biomasa, svedeno na suhu materiju, pokazuje da je elementarni sastav vrlo sličan drvetu (tabela 31).

Tabela 31: Elementarni hemijski sastav biomase (Brkić, 1995)

Red. br.	Hemijski element	Slama (%)	Oklasak (%)	Ljuske sunc. (%)	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

U tabeli 31 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).

Biomasa sadrži visok procenat kiseonika (oko 40%). Zbog toga biomasa ima nižu toplotnu vrednost u odnosu na konvencionalna goriva. Što se tiče sadržaja azota, on iznosi do 1,5%.

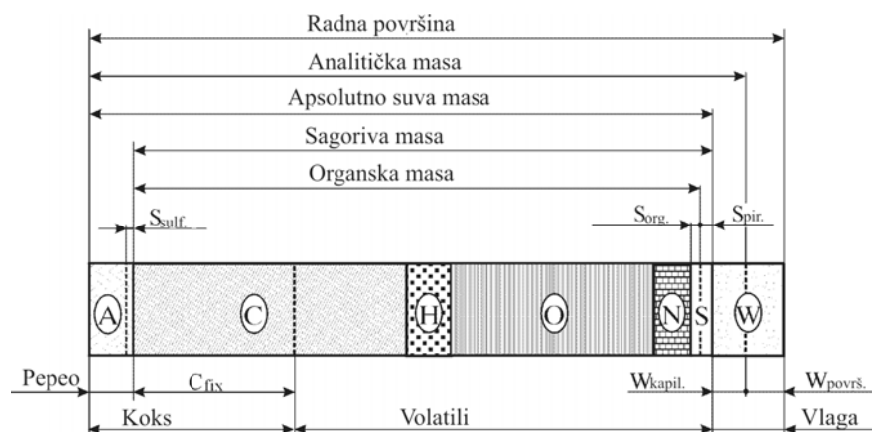
Elementarni sastav pšenične slame (kao gorivasa kojim je region Kikinde bogat) u mnogome određuje način i karakteristike procesa njenog sagorevanja. Od važnijih karakteristika slame koje su značajne za elementarni hemijski sastav su pre svega:

- 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 31 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 ekološki ima velike 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 i dr.

U zavisnosti od elementarnog sastava, uslovno se definišu i različite mase biogoriva, što je prikazano na slici 54.

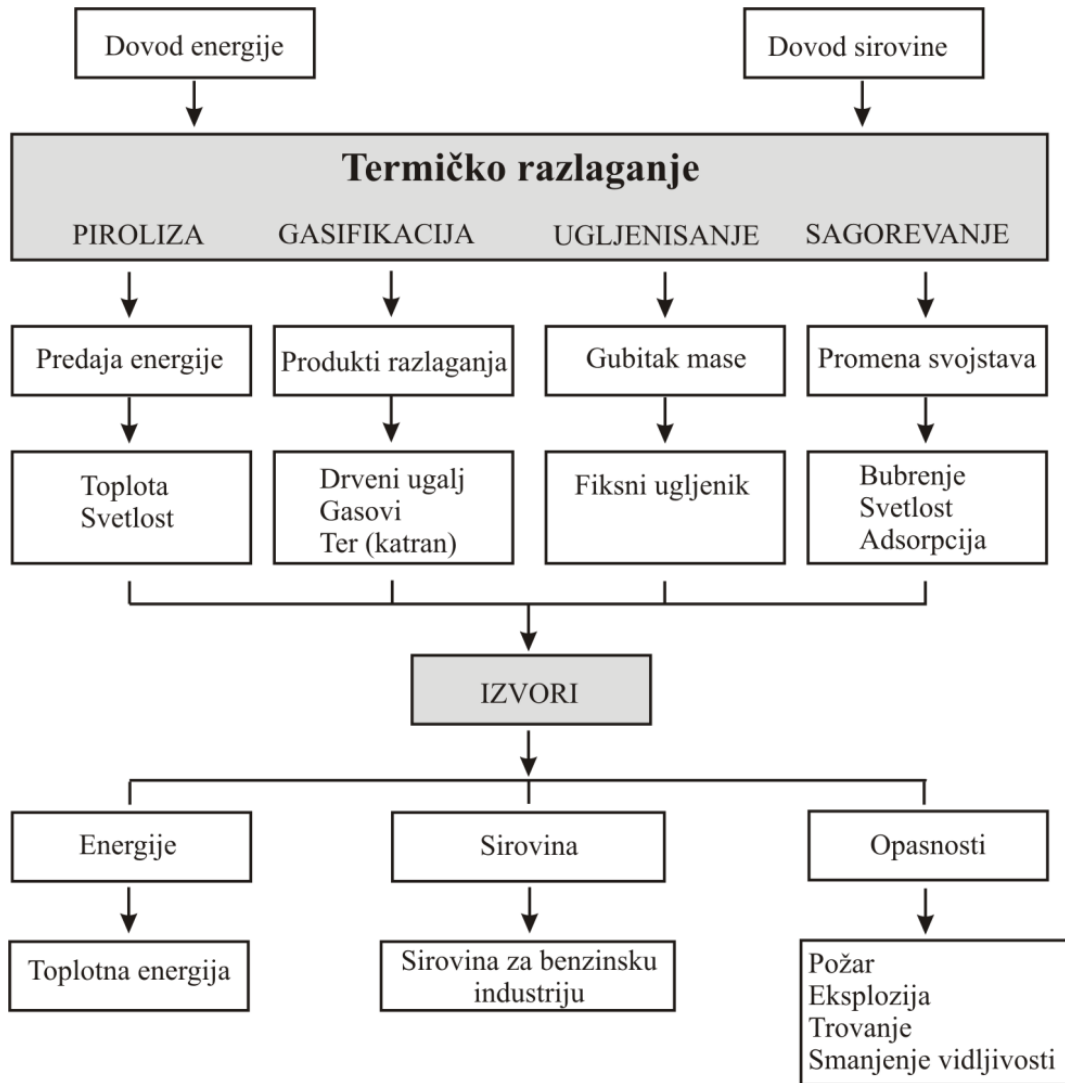


Sl. 54: Tehnička analiza goriva

($s_{sulf.}$ - 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)

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.

Na slici 55 šematski je prikazan proces termičkog razlaganja biomase.



Sl. 55. Šema termičkog razlaganja biomase

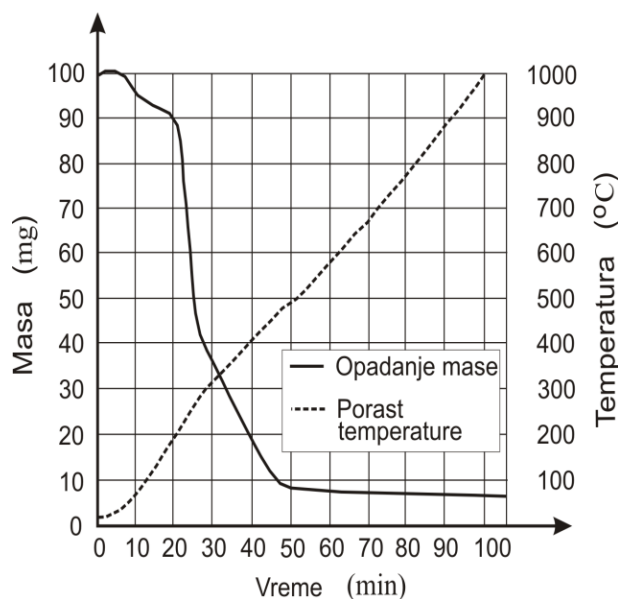
Dakle, zagrevanjem biogoriva dolazi do njegovog sušenja i termičkog razlaganja, što se manifestuje izdvajanjem parogasnih materija iz njega. Taj proces isparavanja - volatilizacije se odvija sve dok se gorivo toliko ne razloži da u njemu ostane samo neisparljivi deo. S obzirom na složenost biogoriva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

U početnoj etapi sagorevanja usled zagrevanja iz biogoriva isparava vlaga (sl. 56). 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. "egzotermskog efekta" koji se javlja u temperaturnom intervalu od 270 - 370°C, što zavisi od brzine zagrevanja.



Sl.56. Termička destrukcija pšenične slame

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 (fiksog 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. Poređenja radi temperature paljenja: lignita su od 280 - 300°C, mrkog uglja su od 230 - 240°C, kamenog uglja su od 150 - 260°C i antracita su od oko 485°C.

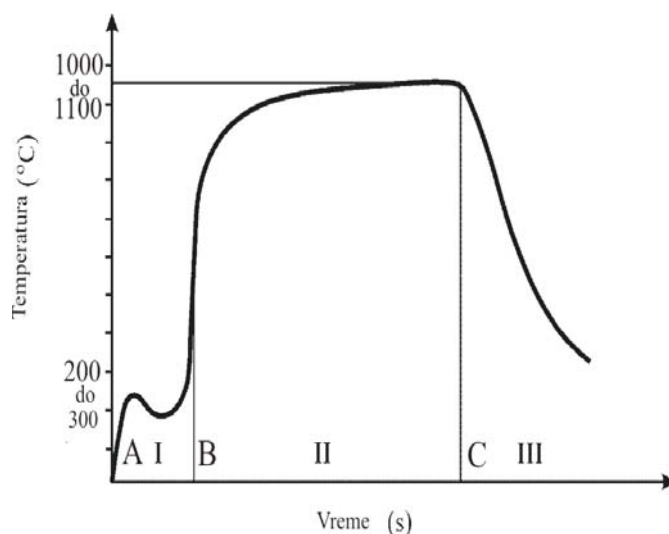
Karakterističan odnos temperatura-vreme tokom sagorevanja biogoriva u zatvorenom prostoru je veoma slikovito prikazan u radu Prevedena (1980), što je predstavljeno na slici 57. Na slici se može uočiti da se prema odgovarajućim temperaturama može izvršiti i podela etapa sagorevanja biogoriva.

U periodu I biogorivo se zagreva, suši, razlaže i pali. 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.

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.



Sl. 57. Tok krive temperatura-vreme procesa sagorevanja biogoriva (I-razlaganje, II-sagorevanje, III-obamiranje)

U tabeli 32 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 i S) čine više od 50% od ukupne količine biomase (tab. 32). 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 oklasaka 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 oklasaka u vertikalnom sloju još nije dovoljno proučeno. U semenskim centrima zdrobljeni oklasak sagoreva u fluidiziranom sloju (Subotica, Bačka Topola i Šid) ili kosoj rešetki (Sombor, Zemun Polje i 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, (tabela 32):

Tabela 32. Sadržaj sagorljivih komponenti u kukuruzovini

Red. br.	Komponente	Sirova masa (%)	Suva masa (%)
1.	Sadržaj vlage, (w)	35	15
2.	Isparljivi deo, volatili, (V)	54,6	76,6
3.	Fiksni ugljenik, (C_{fix})	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_{fix}) 8,24 % i pepeo (a) 1,64%.

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

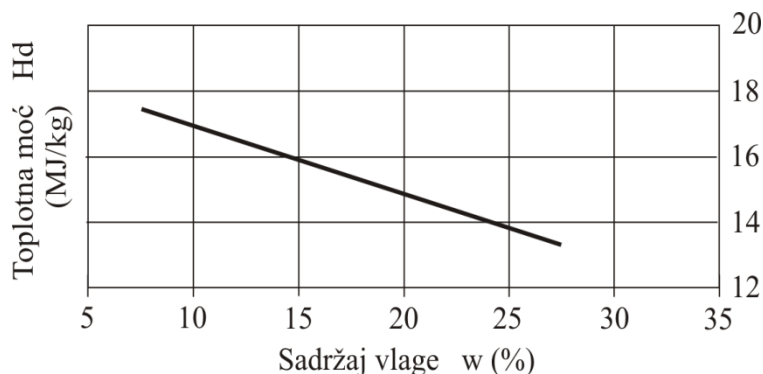
Jedan od osnovnih pokazatelja upotrebljivosti neke materije kao goriva je njena toplotna moć. Toplotne moći biogoriva se razlikuju u zavisnosti od vrste i sastava biogoriva, kao i od njihovog sadržaja vlage. Prosečne vrednosti toplotne moći pšenične slame svedene na suhu masu kreću se oko 15.826,9 kJ/kg. 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. Na slici 58 prikazana je zavisnost toplotne vrednosti oklasa 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 oklasa (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%).



Sl. 58. Zavisnost toplotne vrednosti oklaska od sadržaja vlage

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 je utvrdio korelaciju između sadržaja vlage i donje toplotne vrednosti za kukuruzovinu (slika 58).

$$hd = 19.002,44 - 186,82 w \text{ (kJ/kg)} \dots\dots\dots (2)$$

gde je:

w - sadržaj vlage u kukuruzovini (%).

Dakle, istraživanja sagorevanja kukuruzovine pokazuju da je ona pogodna za upotrebu kao biogorivo. Gasifikacijom kukuruzovine postignut je energetski 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:

$$hds = hgs - 24,4 W \text{ (kJ/kg)} \dots\dots\dots (3)$$

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:

$$hdv = hds (100 - w)/100 - 24,4 w \text{ (kJ/kg)} \dots\dots\dots (4)$$

gde je:

w - sadržaj vlage u biogorivu (%).

Gornja toplotna moć izražena u odnosu na vlažno biogorivo je:

$$h_{gv} = h_{dv} + 24,4 (W + w) \text{ (kJ/kg)} \dots \dots \dots (5)$$

U tabeli 33 date su donje toplotne moći različitih vrsta goriva.

Tabela 33. Toplotne moći različitih vrsta goriva

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

U tabeli 34 data je donja toplotna moć ratarskih biomasa. Iz ovog prikaza može da se konstatuje da toplotna vrednost iznosi 2,36 puta manja od toplotne vrednosti zemnog gasa. Pošto gas može u ložištima kotlova da sagoreva sa stepenom energetske efikasnosti 0,95, a biomasa sa 0,85, to je potrebno obezbediti 2,63 kg biogoriva (bale slame), umesto 1 Nm³ zemnog gasa. Kada se ova računica prevede u cenovne odnose, onda ispada da je biomasa 3,5 puta jevtinija za ekvivalentnu energetska vrednost.

Tabela 34. Toplotna vrednost ratarske biomase

Red. br.	Ratarska biomasa	Donja toplotna moć (MJ/kg)
1.	Pšenična slama	14,00
2.	Ječmena slama	14,20
3.	Ovsena slama	14,50
4.	Ražena slama	14,00
5.	Kukuruzovina	13,50
6.	Kukur. sem. kukuruza,	13,85
7.	Oklasak od kukuruza	14,70
8.	Stabljika suncokreta	14,50
9.	Ljuske suncokreta	17,55
10.	Slama od soje	15,70
11.	Slama od uljane repice	17,40
12.	Stabljika hmelja	14,00
13.	Stabljika duvana	13,85

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 začepjavanja 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.

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 začepjavanja 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. Perunović ističe da je temperatura topljenja pepela nalazi ispod 900°C, usled visokog sadržaja alkalnih metala u pepelu pšenične slame. Prema njegovom tvđenju, 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.

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 Na₂O, zajedno sa SiO₂ 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 35 prikazane su temperature topljenja pepela iz biomase, prema DIN normama.

Tabela 35: Temperature topljenja pepela iz biomase, prema DIN 51730

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

U tabeli 35 dat je prikaz elementarnog sastava ratarskih biomasa, drveta i kore od drveta. Na osnovu podataka iz ove tabele može se reći da najveći problem čini visoka vrednost pepela u pšeničnoj slami. Sojina slama ima nižu vrednost pepela. Pepeo iz biomase je ograničavajući faktor u podizanju temperature sagorevanja biomase. Naime, temperatura u ložištu ne sme da pređe 850°C, jer već na temperaturi od 940°C, dolazi do omekšavanja pepela. Zbog toga, da bi se smanjila količina pepela u biogorivu, neophodno je da se obavlja mešanje više vrsta biomasa. Tako na primer, može da se napravi smeša pšenične slame od 34%, sojine slame od 33% i kukuruzovine od 33% ili umesto pšenične slame može da se u ložište ubaci oklasak od kukuruza (tkzv. šapurika, čokanj, rulina, šuška itd.) ili suncokretova ljuska.

2.5. TEHNOLOGIJA I TEHNIKA ZA SAGOREVANJE BIOMASE

Sagorevanje je tehnologija transformacije hemijske energije iz goriva u toplotnu energiju, koja se koristi u običnom životu, industriji ili za dobijanje drugih vidova energije (električne i dr.), kako u industrijski razvijenim zemljama tako i u zemljama u razvoju. Obim primene sagorevanja raznih vrsta goriva, pa i biomase je danas doveo do ekoloških problema svetskih razmera zbog čega se svakodnevno radi na usavršavanju tehnologija sagorevanja, povećanju obima korišćenja obnovljivih energenata i povećanju energetske efikasnosti svih činioca u proizvodnji i korišćenju toplote.

Adekvatan izbor tehnologije za namensko sagorevanje biomase u cilju dobijanja toplotne energije je od najvećeg značaja za energetske, ekonomske i ekološke efikasnost tog procesa.

Čvrsta biomasa kao energent može da se klasifikuje na: drvenu, nedrvnu (najčešće sekundarni i tercijelni ostaci poljoprivredne proizvodnje), životinjski, industrijski i komunalni otpad, što u samoj osnovi već u velikoj meri predodređuje izbor tehnologije za njeno direktno sagorevanje.

Veliki broj faktora su usmeni na neku od moguće primenljivih tehnologija sagorevanja biomase. U svakom slučaju verovatno najvažniji faktori za izbor tehnologije sagorevanje se odnose na vrstu i formu raspoložive biomase, potrebnu snagu termoenergetskog postrojenja, tip ložišta za sagorevanje biomase, sadržaj i osobine pepela u biomasi, zahtevi o veličini štetnih uticaja na životnu i radnu sredinu, veličinu raspoloživih investicionih sredstava i dr.

Za realizaciju tehnologija direktnog sagorevanja biomase danas su u upotrebi postrojenja različitih toplotnih snaga, od onih koja se koriste u domaćinstvima, snaga 1 do 120 kW, do najvećih kotlovskih i kogeneracijskih postrojenja (CHP) snaga iznad 400 MW.

Postrojenja koja su najčešće u primeni, a kod kojih se biomasa direktno sagoreva mogu biti manjih snaga 30 – 50 kW, i oni se koriste za zagrevanje pojedinačnih objekata ili manjih proizvodnih pogona, srednjih snaga 50 do 360 kW, koji se koriste za zagrevanje objekata većih zapremina i velika industrijska postrojenja snaga od 360 kW do preko 50 MW. Biomasa se sagoreva i u najvećim postrojenjima termičkih snaga od preko 400 MW, ali se tu najčešće sagoreva kao dopunsko gorivo izmešana sa konvencionalnim energentima, najčešće ugljem.

Pregled postrojenja u kojima se sagoreva biomasa po načinu opsluživanja, tipu ložišta, vrsti i formi korišćene biomase, njihovog uobičajenog sadržaja pepela i vlage predstavljen je u tabeli 36.

U tabeli 36, su navedene razne mogućnosti sagorevanja biomase. Glavna podela se odnosi na tip ložišta za sagorevanje biomase koje direktno utiče na izbor tehnologije. Pri ovome je važno napomenuti da potpuno sagorevanje i visoki stepen energetske efikasnosti u postrojenjima za direktno sagorevanje biomase nije lako postići. U principu, što je granulacija biomase veća i što se više biomase ubacuje odjednom u ložište (pogotovo ako biomasa u sebi sadrži povećan stepen vlage) sagorevanje je nekvalitetnije, a emisija štetnih gasova u atmosferu veća, ali je termoenergetsko postrojenje za istu toplotnu snagu u celini znatno jeftinije. Kada je kvalitet imperativ kod sagorevanja koristi se usitnjena forma goriva.

Tab. 36. Najčešće korišćena postrojenja za sagorevanje biomase

Način korišćenja	Tip ložišta	Opseg toplotnih snaga	Gorivo	Sadržaj pepela	Sadržaj vode u gorivu
1	2	3	4	5	6
Ručno	Peći na drva	2 – 10 kW	suve kratke cepanice	<2%	5-20%
	Peć ili kotao na cepanice	5 – 50 kW	kratke cepanice, orezana granjevina	<2%	5-30%
Pelete	Peć ili kotao na pelete	2 – 25 kW	peleti biomase	<2%	8-10%
Automatsko	Rešetka za dovođenje goriva odozdo	20 kW – 25 MW	drveni čips, orezana granjevina	<2%	5-50%
	Postrojenja sa pomerljivom rešetkom	150 kW – 15 MW	svi oblici usitnjenog drvnog goriva, većina vrsta biomase	<50%	5-60%
	Rešetka sa predložištem	20 kW – 15 MW	suvo drvo, granjevina	<5%	5-35%
	Rotirajuća rešetka za dovođenje goriva odozdo	2 – 5 MW	čips drveta sa visokim sadržajem vlage	<50%	40%-65%
	Gorionik oblika cigarete	3 – 5 MW	prednji deo bala biomase	<5%	20%
	Postrojenja za cele bale biomase	3 – 5 MW	cele bale biomase	<5%	20%
	Postrojenja na biomasu iz poljoprivrede	100 kW – 5 MW	bale biomase sa iseckanom masom	<5%	20%
	Lebdeći fluidizovani sloj	5 – 15 MW	sečena biomasa, d < 10 mm	<50%	5-60%
	Cirkulirajući fluidizovani sloj	15 – 100 MW	sečena biomasa, d < 10 mm	<50%	5-60%
	Gorionik za prašinu	5 – 10 MW	sečena biomasa, d < 5 mm	<5%	<20%

1	2	3	4	5	6
Sagorevanje izmešanih goriva Co-firing*	Lebdeći fluidizovani sloj	Total 50 MW – 150 MW	sečena biomasa, d < 10 mm	<50%	5-60%
	Cirkulirajući fluidizovani sloj	Total 100 – 300 MW	sečena biomasa, d < 10 mm	<50%	5-60%
	Gorionik za prašinu	Slama 5 MW – 20 MW	sitna biomasa, d = 2-3 mm	<5%	20%
* udeo biomase u ukupnoj masi goriva je uobičajeno manji od 10%					

2.5.1. Tehnologija primene i konstrukcija manjih termoenergetskih postrojenja

Sadašnja postrojenja manjih snaga koja koriste pelete biomase kao biogorivo su namenjena za domaćinstva ili manje potrošače toplotne energije. Termička snaga postrojenja namenjenih domaćinstvima iznosi do 120 kW, dok se sa sličnim konstrukcijama prave postrojenja snage i nekoliko stotina kilovata. Takva postrojenja (sl. 59) najčešće rade na principu primarne i sekundarne komore za sagorevanje sa gravitacionim ubacivanjem goriva. Primarna komora za sagorevanje je obložena šamotom i u njoj se peleti biomase sagorevaju na nižim temperaturama od oko 800°C. Po izlasku sagorivih gasova iz primarne komore za sagorevanje, dodatno se mešaju sa sekundarnim vazduhom i u sekundarnoj komori sagorevaju na temperaturama od 1200 do 1300°C, što obezbeđuje visoku energetska efikasnost u radu takvih postrojenja.

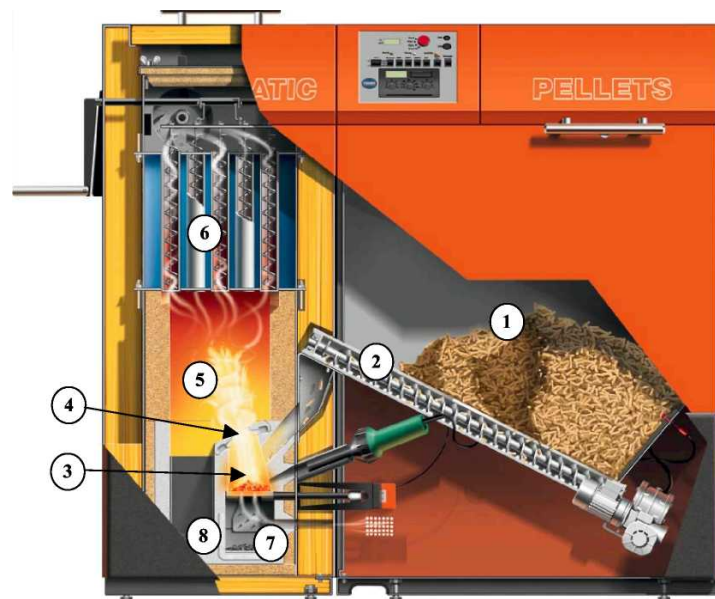
Peleti biomase se u primarnu komoru za sagorevanje dovode u kontinuitetu preko pužnog transportera za doziranje. Velika pažnja je usmerena na stalnost užarenog sloja u komori kojim se obezbeđuje dovoljno toplote za početak sagorevanja novo ubačenog goriva – peleta. U automatskoj sprezi foto ćelije, puža za dovod goriva, lambda sonde i ventilatora vazduha za sagorevanje omogućen je rad postrojenja u režimima od 30 do 100% deklariranih kapaciteta.

Razmenjivačka komora je dimenzionisana da pored dobre razmene toplote između vrelih produkata sagorevanja i grejnog fluida omogući i dobro dogorevanje gorivih materija, kao i odvajanje pepela. Postrojenja funkcionišu sa mogućnošću varijabilnog odvođenja toplote, što omogućava da se u radu postrojenja postigne fiksni režim izlaznih i ulaznih temperatura grejnog fluida od 80°C do 38°C. Čišćenje razmenjivačkih površina kotla se realizuje automatski, sa neophodnošću vađenja pepela iz postrojenja jednom do dva puta nedeljno.

Ova postrojenja su opremljena ventilatorom izduvnih gasova, koji obezbeđuje potpitisni režim rada postrojenja i tako sprečava opasnost od povratnog plamena od ložišta da koša sa gorivom. Kao dodatna sigurnost od povratnog plamena između ložišnog prostora i koša za gorivo se ugrađuje i čelična ustava.

Koš za pelete kod manjih postrojenja za sagorevanje se nalazi u osnovnoj konstrukciji i ujedno je i ciklon koji odvaja prašinu od ubačenih peleta.

Rad takvih postrojenja je u najvećem delu automatizovan uz kontrolu i regulaciju važnijih parametara sagorevanja korišćenjem adekvatne mikroprocesorske merno-regulacione tehnike.



Sl. 59. Kotao za sagorevanje peleta biomase ubacivanih odozgo sa automatskim radom

(1. koš za gorivo, 2. puž za doziranje goriva, 3. primarna komora za sagorevanje gde se dodaje primarni vazduh za sagorevanje, 4. dodavanje sekundarnog vazduha, 5. komora za dogorevanje gasovitih produkata sagorevanja, 6. razmenjivač toplote sa sistemom za čišćenje, 7. pepeljara za sakupljanje pepela iz primarne komore za sagorevanje, 8. pepeljara letećeg pepela)

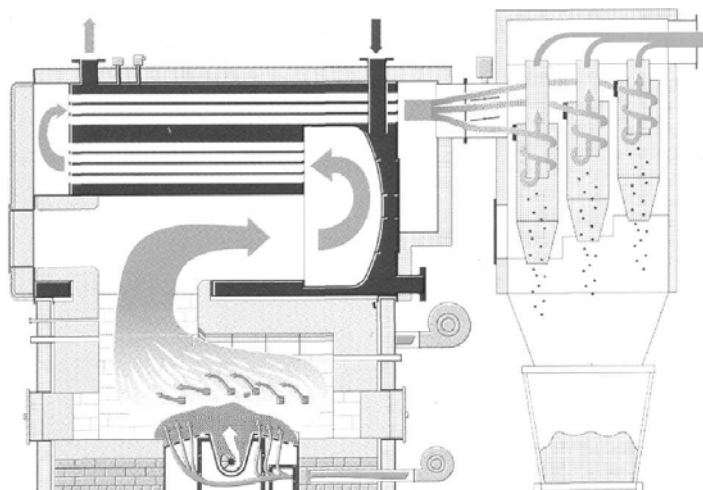
2.5.2. Tehnologija primene i konstrukcija industrijskih termoenergetskih postrojenja

Za sagorevanje biomase koja su najčešće u praktičnoj primeni u industriji i kod sistema daljinskog centralnog grejanja mogu se navesti sledeća važnija tehnička rešenja i to:

- ložišta sa nepokretnim rešetkama,
- ložišta sa dodavanjem goriva odozdo (sistem retorte),
- ložišta sa pokretnim rešetkama,
- ložišta za sagorevanje u ciklonima ili u vrtložnim ložištima i
- ložišta u fluidizovanom sloju.

Ložišta sa dodavanjem goriva odozdo (sistem retorte) (sl. 60)

Ovo ložište se koristi najčešće za usitnjenu biomasu dimenzija manjih od 50 mm, koja u sebi ima malo pepela. Tako se kao veoma dobra goriva za ova ložišta koristi biomasa u formi strugotine, pelleta i piljevine. Gorivo se u ovo ložište potiskuje najčešće odozdo pužnim transporterima. Najbolje karakteristike ova ložišta pokazuju do 6 MW. Važno je istaći da su do navedene snage investicioni troškovi za realizaciju takvog postrojenja niži nego za postrojenja gde se primenjuju druge tehnologije, npr. ložišta za sagorevanje goriva na rešetkama.



Sl. 60. Ložište sa dodavanjem goriva odozdo (sistem retorte)

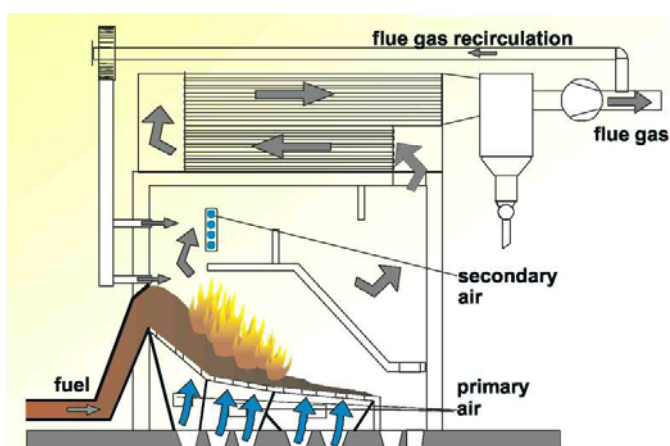
Ložišta sa pokretnom rešetkom

Od ložišta sa pokretnom rešetkom koja se koriste za sagorevanje biomase mogu se navesti:

- ložišta sa kosom pokretnom rešetkom,
- ložišta sa horizontalnom pokretnom rešetkom,
- ložišta sa puzećom (lančastom) rešetkom,
- ložišta sa vibrirajućom rešetkom i
- ložišta sa rotirajućom rešetkom.

Ložišta sa kosom pokretnom rešetkom (sl. 61)

Kosa rešetka se sastoji od pokretnih i nepokretnih rešetnica, po kojima se gorivo pomera, spušta na dole, usled pomeranja rešetnica napred-nazad.



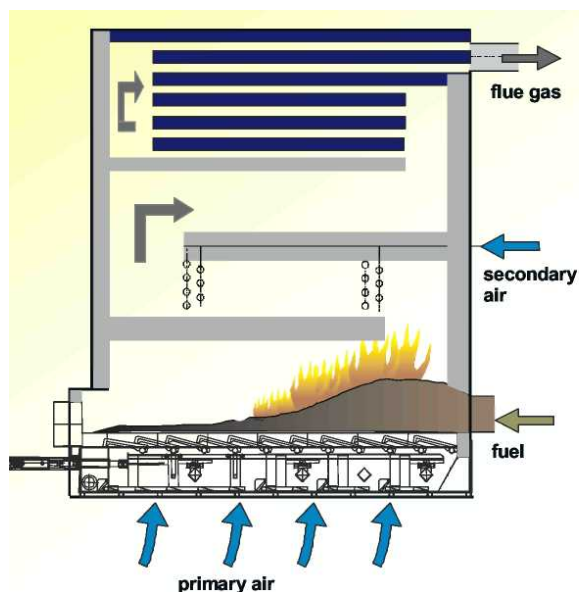
Sl. 61. Kosa pokretna rešetka

Najčešće se pomeranje realizuje hidrauličkim ili električnim mehanizmima. Rešetka se sastoji od nekoliko sekcija, koje se mogu pomerati različitim brzinama u zavisnosti od zona sagorevanja goriva na njoj. Rešetnice kose pokretne rešetke su izrađene od

vatrootporne legure čelika i u radu postrojenja se njihovo hlađenje obavlja vazduhom za sagorevanje ili vodom.

Ložišta sa horizontalnom pokretnom rešetkom (sl. 62)

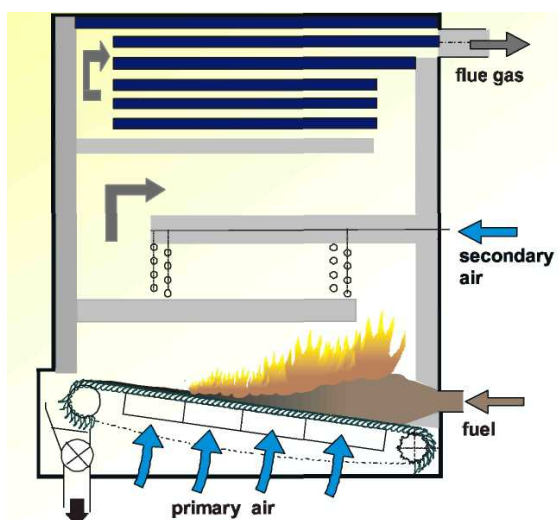
Gorivo se na ovim rešetkama nalazi sa gornje strane ukoso postavljenih rešetnica. Kod ovih tehnologija sagorevanja, tj. kod ovih horizontalno pomerljivih rešetki gorivo se u sloju dobro okreće i pokreće. Na njima se sprečava nekontrolisano pomeranje goriva usled dejstva gravitacione sile, kao što je to slučaj kod kosih rešetki, što uvek obezbeđuje ujednačenu debljinu sloja i njegovu homogenost. Takođe, velika prednost ovih rešetki je u tome što je ukupna visina ložišta značajno smanjena.



Sl. 62. Horizontalna pokretna rešetka

Ložišta sa horizontalnom pokretnom - lančastom rešetkom (sl. 63)

Rešetka kod ovih ložišta je sačinjena od beskrajne, rotirajuće metalne gusenice - lanca.

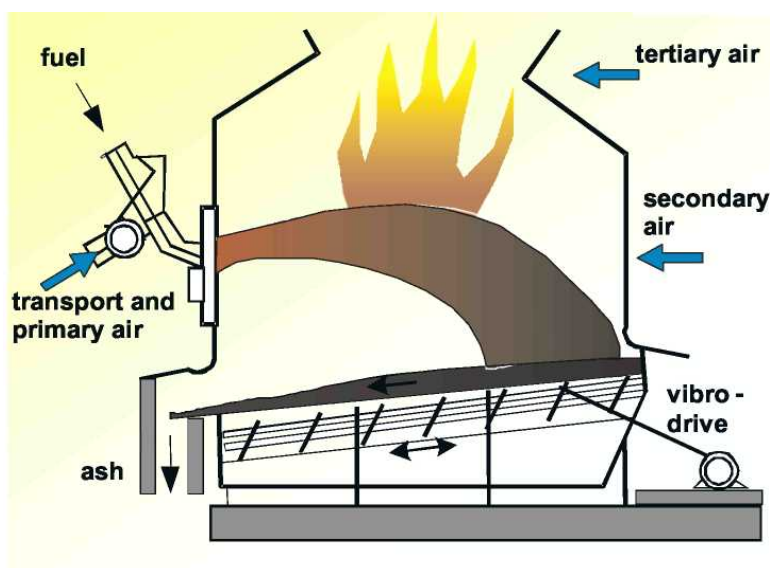


Sl. 63. Horizontalna ili kosa pokretna - lančasta rešetka

Gorivo se u odnosu na rešetku ne pomera, nego po istresanju na rešetku putuje sagorevajući sa njom kroz ložište. Na kraju ložišta na rešetki ostaje samo pepeo koji se po obrtanju rešetke izbacuje u transporter za iznošenje pepela iz ložišta. Prednosti ovog načina sagorevanja na horizontalnoj ili kosoj pokretnoj - lančastoj rešetki "čipsa" od drveta, peleta i briketa biomase se ogleda u ujednačenom sagorevanju po pojedinim zonama sagorevanja, prilikom eksploatacije ovih ložišta njihovo održavanje je lako, kao i izmene oštećenih rešetnica. U poređenju sa pokretnim rešetkama kod ovih rešetki je vreme sagorevanja duže i intenzivnije dodavanje primarnog vazduha.

Ložišta sa vibrirajućom rešetkom (sl. 64)

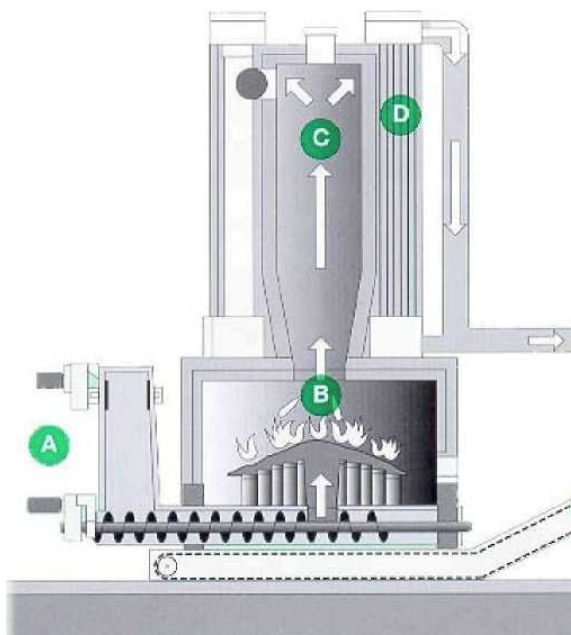
Rešetka od dva i više segmenata je kod ovih ložišta postavljena na oprugama, tako da se ljulja pokretana vibro pogonom. Ljuljanjem, tj. vibriranjem rešetke se gorivo pomera ka transporteru za uklanjanje pepela iz ložišta. Primarni vazduh se dodaje kroz rupe koje se nalaze na rebrima segmenata rešetke. Kod ove tehnologije sagorevanja dolazi do zašljakivanja goriva usled njegovog sabijanja vibriranjem rešetke. Ova tehnologija sagorevanja se ne preporučuje kod goriva koja lako sintežuju, tj. omekšavaju i kod kojih dolazi do zašljakivanja, kao što je vlažna usitnjena biomasa i dr. Nedostaci ovakvog načina sagorevanja biomase se manifestuju visokom emisijom letećeg pepela iz ložišta koju prouzrokuju vibracije i u čestim slučajevima povišena je emisija ugljenmonoksida.



Sl. 64. Vibrirajuća rešetka

Ložišta sa rotirajućom rešetkom i dovodenjem goriva odozdo (sl. 65)

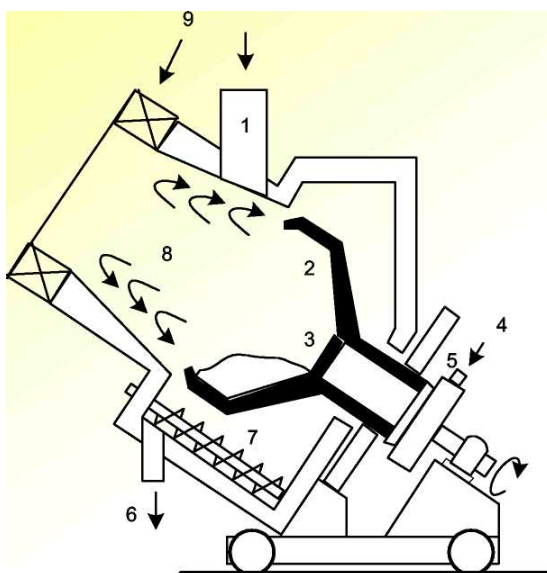
Rešetka kod ovih ložišta se sastoji od segmenata koji imaju suprotno obrtanje i kroz koje se u središnjem delu dovodi biomasa, kao gorivo i primarni vazduh. Biomasa se najčešće potiskuje pužnim transporterom. Suprotno smerno obrtanje segmenata rešetke veoma dobro meša biomasu, što je od najvećeg značaja za sagorevanje vlažne biomase. U ovim ložištima se mogu sagorevati i vlažne mešavine čvrste biomase i životinjskih eskremenata. Sagorivi isparljivi produkti sagorevanja – volatili sagorevaju u gornjim horizontalnim ili vertikalnim komorama za sagorevanje, gde se mešaju sa sekundarnim vazduhom



Sl. 65. Rotirajuća rešetka sa dodavanjem goriva odozdo

Ložišta u obliku rotirajuće kupe (sl. 66)

U osnovi se sastoji od polako rotirajuće rešetke u obliku obrnutog kosog konusa. Primarni vazduh ulazi u ložište kroz centralnu cev koja ulazi u donji deo konusa rešetke. Sekundarni vazduh se ubacuje sa velikim brzinama pri vrhu cilindrične komore za sagorevanje i to u njegov središnji deo. Ova rešetka nije dovoljno ispitana kod sagorevanja biomase i za sada u tom pogledu treba biti obazriv.

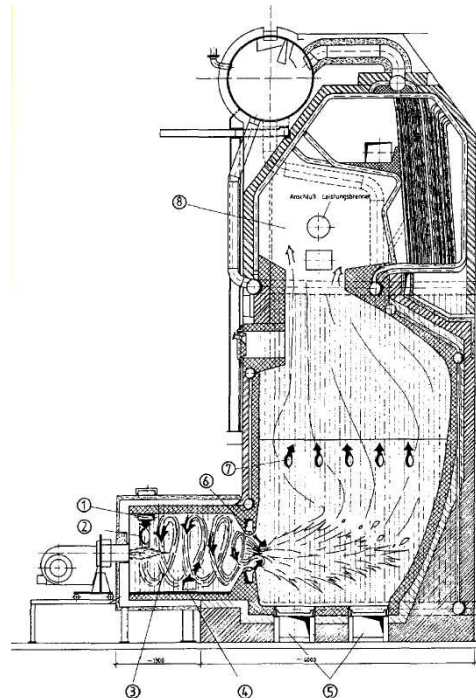


Sl. 66. Ložišta u obliku rotirajuće kupe

- (1. ubacivanje goriva, 2. rotirajuća rešetka za sagorevanje, 3. dno konusa rešetke, 4. ubacivanje primarnog vazduha, 5. regulacija ubacivanja primarnog vazduha, 6. izuzimanje vazduha, 7. pužni transporter za izuzimanje pepela, 8. komora za sagorevanje volatila, 9. ubacivanje sekundarnog vazduha)

Sistemi za sagorevanje prašine (sl. 67)

Biomasa, kao što je piljevina, fina strugotina ili usitnjena biomasa iz poljoprivredne proizvodnje se najčešće pneumatski ubacuju u ložište (uobičajeno tangencionalno). Ložišta su najčešće izrađena u obliku vertikalnih ili horizontalnih ciklona ili vrtlog ložišta. Biomasa koja se sagoreva u ovim ložištima mora biti ujednačenih dimenzija, maksimalne veličine čestica od 10 - 20 mm. Vlažnost biomase mora biti ispod 20%. Početo sagorevanje u ložištu se izvodi pomoću dodatnog gorionika, koji je u funkciji dok se ne stabilizuju radni parametri u ložištu. Biomasa se tokom sagorevanja prvo gasifikuje, pretvori u volatile, da bi nakon toga u kratkom vremenu sagorela. Proces se odvija brzo, zbog malih dimenzija čestica sagorevane biomase. Zbog brzine odvijanja procesa sagorevanja biomase veoma je važno proces pratiti sa preciznom mernom tehnikom brzog odziva i potrebne parametre regulisati automatski. Nedostatak kod ove tehnologije sagorevanja biomase se manifestuje u relativno brzom propadanju ozida ložišnog prostora, koji se degradira usled toplotnog stresa i erozije od strane letećih sagorevanih čestica biomase. Pored ovih tehnologija sagorevanja biomase u formi prašine u primeni su i drugi sistemi kod kojih se prašina biomase u ložište ubacuje bez njenog kovitlanja.



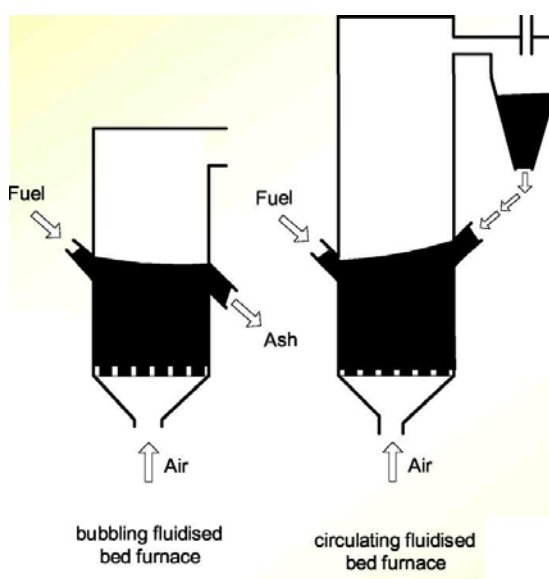
Sl. 67. Ložišta za sagorevanje prašine biomase

(1. ubacivanje primarnog vazduha, 2. ubacivanje čestica biomase, 3. faza gasifikacije i delimičnog sagorevanja, 4. recirkulacija produkata sagorevanja, 5. izbacivanje pepela iz ložišta, 6. ubacivanje sekundarnog vazduha, 7. ubacivanje tercielnog vazduha, 8. ekranisani toplovodni kotao)

Ložišta za sagorevanje u fluidizovanom sloju (sl. 68)

Lebdeći fluidizovani sloj (BFB) i cirkulirajući fluidizovani sloj (CFB) treba razlikovati. Ložište kod ovog postrojenja je u obliku cilindričnog suda koji na dnu ima perforiranu ploču. U koritu suda na ploči se nalazi suspenzija vrućeg, inertnog i skupog materijala.

Uobičajeni materijali u koritu su silicijumski pesak i dolomit. Primarni vazduh ulazi odozdo u cilindar ložišta i podiže do lebdenja fluidizovani sloj. Brzina kod fluidizacije iznosi za BFB tehnologiju 1 do 2,5 m/s, a za CFB 5 do 10 m/s. Intenzivan prenos toplote i mešanje obezbeđuju dobre uslove za potpuno sagorevanje biomase sa niskim koeficijentom viška vazduha. Temperatura sagorevanja se mora održavati nižom od uobičajenih 800-900°C u cilju sprečavanja sinterovanja pepela u fluidizovanom sloju. Ova tehnologija sagorevanja je fleksibilna u pogledu korišćenja različitih mešavina goriva, ali se ograničenja ispoljavaju u pogledu veličine čestica gorive biomase i nečistoća koje se nalaze u sagorevanoj biomasi. Odgovarajuća priprema biomase koja se sagoreva u pogledu veličina čestica je neophodna, kao i odvajanje metala iz biomase.



Sl. 68. Sagorevanje u fluidizovanom sloju

2.5.3. Upporedne karakteristike tehnologija i tehnike za sagorevanje biomase

Ložišta sa nepokretnom rešetkom za sagorevanje

- cena ovih ložišta je najniža za snage ispod 5 MW,
- eksploatacioni troškovi pri radu postrojenja su niski,
- imaju mali sadržaj pepela u produktima sagorevanja,
- jako su osetljiva na zašljakivanje,
- fleksibilna su u pogledu veličine i forme sagorevane biomase,
- nisu pogodna za sagorevanje biomase povišene vlažnosti,
- ložišta rade sa visokim koeficijentom viška vazduha, što smanjuje efikasnost njihovog rada,
- sagorevanje se obavlja u uslovima koja nisu homogena,
- kod ovih ložišta je veoma teško postići niske emisije štetnih gasova.

Ložišta sa dodavanjem goriva odozdo (sistem retorte)

- cena ovih ložišta je relativno niska za snage ispod 6 MW,

- u ova ložišta je jednostavno kontinualno ubacivanje goriva i lako izvođenje te operacije,
- pri dobrom sprovođenju procesa sagorevanja, iz ložišta se emituje mala emisija štetnih gasova,
- primenljiva su samo za sagorevanje biomase sa malim sadržajem pepela,
- niska fleksibilnost u pogledu veličina čestica biomase koje se sagorevaju.

Ložišta sa pomerljivom rešetkom za sagorevanje

- cena ovih ložišta je relativno niska za snage ispod 15 MW,
- eksploatacioni troškovi pri radu postrojenja su niski,
- imaju mali sadržaj pepela u produktima sagorevanja,
- nisu u velikoj meri osetljiva na zašljakivanje,
- fleksibilna su u pogledu veličine sagorevanih čestica biomase i njihove vlažnosti,
- nisu pogodna za mešanje drvene biomase sa biomasom iz poljoprivredne proizvodnje
- da bi se produkovala manja emisija NOx gasova mora se biomasa sagorevati po posebnim tehnologijama,
- ložišta rade sa većim koeficijentom viška vazduha, što smanjuje efikasnost njihovog rada,
- sagorevanje se obavlja u uslovima koja nisu homogena,
- kod ovih ložišta je veoma teško postići niske emisije štetnih gasova kod nižih režima rada.

Ložišta za sagorevanje prašine

- kod ovih ložišta je moguć rad sa malim viškom kiseonika (4-6%), što povećava efikasnost njegovog rada,
- značajno redukovanje emisije NOx iz ložišta se postiže pri adekvatno uspostavljenom koeficijentu viška vazduha.
- kontrola opterćenja pri radu ložišta i potrebna podešavanja mogu da budu veoma efikasna i brza,
- veličina čestica biomase koja se sagoreva mora biti manja od 10 – 20 mm,
- kod eksploatacije ciklonskih ili vrtlog ložišta izraženo je habanje ozida
- za startovanje sagorevanja do uspostavljanja stabilnih parametara rada neophodno je korišćenje dodatnog gorionika i drugog goriva.

Ložišta sa lebdećim fluidizovanim slojem

- ložište nema pokretnih delova,
- NOx redukovanje emisije je veoma dobro,
- velika fleksibilnost u pogledu vrste sagorevane biomase i njenog sadržaja vlažnosti
- mali višak kiseonika u radu (3-4%), što povećava efikasnost rada ložišta i smanjuje količinu gasovitih produkata sagorevanja,

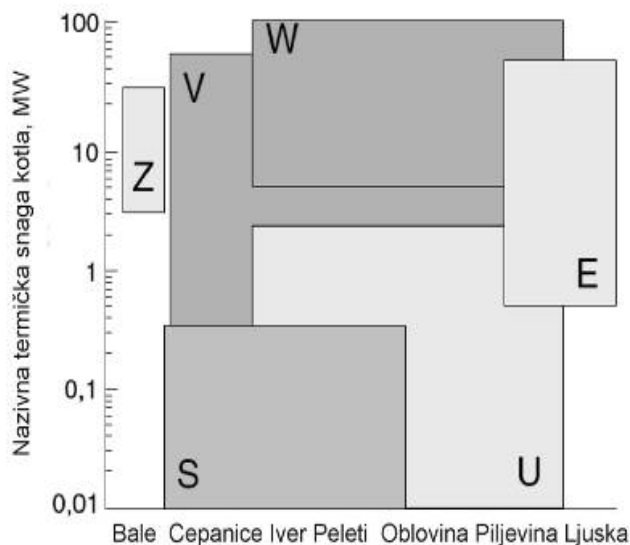
- velika cena koštanja, tako da je njihova izgradnja opravdana samo za postrojenja snage preko 20 MW,
- visoki troškovi pri radu postrojenja,
- mala fleksibilnost u pogledu veličine sagorevanih čestica biomase, koje moraju biti manje od 80 mm,
- visoki sadržaj pepela u gasovitim produktima sagorevanja,
- rad ložišta u delimičnom opterećenju zahteva posebnu tehnologiju,
- osrednja osetljivost na sklonost pepela ka zašljakivanju,
- gubitak inertnog materijala sa česticama pepela,
- u radu postrojenja se javlja i erozija izmenjivača toplote u fluidizovanom sloju

Ložišta sa cirkulirajućim fluidizovanim slojem

- ložište nema pokretnih delova,
- NOx redukovanje emisije je veoma dobro,
- velika fleksibilnost u pogledu vrste sagorevane biomase i njenog sadržaja vlažnosti
- mogu da se ostvare homogeni uslovi sagorevanja u ložištu i ako se koristi više vrsta goriva,
- u postrojenju je moguć izuzetno velik prenos toplote zbog ostvarenih turbulencija u radu,
- korišćenje aditiva za poboljšavanje uslova sagorevanja biomase je lako,
- mali višak kiseonika u radu (1-2%), što povećava efikasnost rada ložišta i smanjuje količinu gasovitih produkata sagorevanja,
- velika cena koštanja, tako da je njihova izgradnja opravdana samo za postrojenja snage preko 30 MW,
- visoki troškovi pri radu postrojenja,
- mala fleksibilnost u pogledu veličine sagorevanih čestica biomase, koje moraju biti manje od 40 mm,
- visoki sadržaj pepela u gasovitim produktima sagorevanja,
- rad u delimičnom opterećenju zahteva drugi sloj materijala,
- osrednja osetljivost na sklonosti pepela ka zašljakivanju,
- gubitak inertnog materijala sa česticama pepela,
- u radu postrojenja se javlja i erozija razmenjivača toplote u fluidizovanom sloju.

3.5.4. Praktična primenljivost pojedinih tehnološko-tehničkih rešenja pri sagorevanju biomase

Slikoviti prikaz primerenosti tehnološko-tehničkih rešenja za termičke snage ložišta do 100 MW i pojedinih formi biomase za sagorevanje predstavljen je na slici 6,9 gde se može konstatovati da se kod većih termičkih postrojenja najčešće koriste postrojenja sa fluidizovanim slojem, sagorevanjem u prostoru ili pomičnom rešetkom.



Sl. 69. Primerenost tehnološko-tehničkih rešenja kod sagorevanje biomase

S– šaržni, sa nepokretnom rešetkom; V– sa pokretnom rešetkom; U– sa donjim loženjem (retorta); E– sa sagorevanjem u prostoru (ciklonsko ili vrtložno ložište), W– sa fluidiziranim slojem; Z–sa čeonim sagorevanjem (cigareta);

3.1.5. Operativni problemi kod primenjenih tehnologija za sagorevanje biomase

Visok kvalitet sagorevanja, u smislu maksimalnog sagorevanja gorivih isparljivih gasova - volatila, veoma je važno za nizak nivo emisije štetnih gasova, čemu se danas u praksi teži. To uglavnom zavisi od temperature ložišta za sagorevanje, turbulencije gasova i vazduha za sagorevanje, dužine izlaganju izmešanih volatila i vazduha za sagorevanje uticaju visokih temperatura, koeficijentu viška vazduha sa kojim postrojenje radi i dr. Ovi parametri su regulisani nizom tehničkih detalja, kao što su:

- izabrana tehnologija sagorevanja (npr. konstrukcijom ložišta, kontrola procesa sagorevanja),
- način podešavanja režima sagorevanja (npr. primarni i sekundarni odnos vazduha, način ubacivanja vazduha za sagorevanje u ložište, izbor mlaznica),
- opterećenja postrojenja, tj. režima rada (deklarisano ili delimično radno opterećenje),
- fizičko-hemijske karakteristike biomase (vrste, oblik, veličina, način ubacivanja u ložište, sadržaj vlage, sadržaj pepela, sklonost pepela ka topljenju) i dr.

Brojne karakteristike biomase usložnjavaju njen proces sagorevanja. Niska gustina energije u biomasi predstavlja glavni problem u njenom doziranju u ložište, dok se poteškoće u sagorevanju uglavnom odnose na njen sadržaj neorganskih sastojaka, tj. pepela. Neke vrste biomase sadrže značajne količine hlora, sumpora i kalijuma. Soli, KCl i K_2SO_4 , pa su veoma nestabilne. Taloženjem ovih komponenti u ložištu i gasnom traktu može da se umanja stepen prenosa toplote, što dovodi do smanjenja energetske efikasnosti postrojenja i njegove povećane korozije.

Veličina operativnih problema u vezi sa sagorevanjem biomase u mnogome zavisi od izbora opreme za sagorevanje. U postrojenjima sa rešetkama za sagorevanje biomase zašljakivanje i korozija su glavni problemi.

POGLAVLJE 3

Cena biomase kao energenta

3.1. DEFINISANJE OPTIMALNOG MESTA ZA IZGRADNJU TERMOENERGETSKOG POSTROJENJA

3.2. POTREBNE KOLIČINE BIOMASE ZA ČASOVNI I SEZONSKI RAD KOTLOVSKOG POSTROJENJA

3.3. TROŠKOVI SPREMANJA BIOMASE

U ovo razmatranje uzeta su 3 sistema baliranja slame: spremanje u klasične (male) bale, valjkaste (rol) bale i velike bale kvadar oblika („Big square balers“). Kod utovara bala kod prvog sistema 2 radnika će raditi na slaganju, a utovar je direktno sa prese pomoću klizača bala. Kod rol bala utovar je sa prednjim traktorskim utovarivačem. Kod utovara i slaganja bala na skladištu predviđen je prednji traktorski utovarivač sa posebnim dodatkom za zahvat velikih kvadar bala.

Ekonomičnost pripreme biljnih ostataka (biomase) za dobijanje energije je u funkciji mnogobrojnih faktora od kojih se izdvajaju sledeći :

- cena mašina koje učestvuju u procesu pripreme,
- potencijalnog godišnjeg učinka istih, ha ili h
- ekonomskog veka korišćenja mašina (amortizacija),
- pouzdanosti u radu,
- organizacije rada traktorskog sistema.

Za predložena tehnička rešenja baliranja (presa + odgovarajući traktor) sastavljena je analitička kalkulacija, prema poznatim kategorijama troškova (fiksni + varijabilni).

Izračunate vrednosti važe za naznačene ulazne podatke. Ulazni podaci koji su ovom slučaju korišćeni u obračunu prikazani su u tabeli 4.32 (I varijanta).

Tabela 4.32. Ulazni podaci za obračun troškova pripreme biomase (I varijanta)

	Ulazni podaci	Klasična presa	Rol presa	Big pak
Baliranje	Potrošnja goriva(agregat), l/h	10,5	14,7	31,5
	Planirani vek upotrebe agregata, godina	10	10	10
	Godišnji obim upotrebe traktora, h	1.000	900	800
	Godišnji obim upotrebe prese, h	300	300	300
	Nabavna cena traktora, €	25.000	35.000	75.000
	Nabavna cena prese, €	7.000	30.000	110.000
	Bruto-mesečni lični dohodak traktoriste, €	341	341	341
	Učinak agegata, ha/h	1	2	8
	Broj bala, komada/ha	160	10	10
Utovar	Radnici (2), €/dan	2x20	-	-
	Utovarivač, €/utovarivaču	-	5.000	5.000
Transport	Prikolica	2x5.000	5.000	5.000
Slaganje	Radnici (2), €/dan	2x20	-	-
Utovar	Prednji traktorski utovarivač, €/utovarivaču	-	30.000	35.000
	Učinak, ha/h	1	2	8
	Učinak, bala/h	160	20	80
	Prosečan prinos biomase, t/ha	2,5	2,5	2,5

Za naznačene ulazne podatke izračunati su ukupni troškovi za predložena tri sistema pripreme biomase, tabela 4.33 (I varijanta).

Najpre su izračunati ukupni troškovi pripreme biomase, koji se u ovom slučaju sastoje iz: troškova baliranja, troškova utovara, troškova transporta i troškova slaganja. Jedinični troškovi pripreme biomase računati su po času rada, hektaru, bali i masi od jedan kilogram. Najniži čas rada je kod klasične prese i odgovarajućeg traktora 33,37 €/h. Najniži troškovi pripreme izraženi u €/ha dobijeni su kod big pak prese, na šta je svakako uticao učinak mašine. Najniži ukupni troškovi pripreme biomase izraženi po masi postignuti su kod big pak prese, potom kod klasične prese, a najviši kod rol prese.

Tabela 4.33. Troškovi pripreme biomase u evrima (I varijanta)

Red.broj	Vrsta troškova	Klasična presa + traktor od 50 kW	Rol presa + traktor od 70 kW	Presa big pak + traktor od 150 kW
I	VARIJABILNI TROŠKOVI	12,35	15,29	27,05
1.1.	Gorivo i mazivo	7,35	10,29	22,05
1.3.	Tekuće održavanje	5	5	5
II	FIKSNI TROŠKOVI	13,28	18,89	52,69
2.1.	Amortizacija	4,11	10,91	35,65
2.2.	Preventivno i investiciono održavanje	4,55	2,68	9,34
2.3.	Troškovi rada	4,26	4,26	4,26
2.4.	Osiguranje i registracija	0,36	1,04	3,44
III (II+I)	Troškovi baliranja, €/h	25,63	34,18	79,74
IV	Troškovi utovara, €/h	4	16,68	36,015
V	Troškovi transporta, €/h	15,48	17,38	35,875
VI	Troškovi slaganja, €/h	4	16,68	36,015
VII	Ukupni troškovi pripreme biomase, €/h (III+IV+V+VI)	37,63	84,22	187,785
VIII	Jedinični troškovi pripreme, €/bali	0,2351875	4,211	2,3473125
	Jedinični troškovi pripreme, €/ha	37,63	42,11	23,473125
	Jedinični troškovi pripreme biomase, €/kg	0,015052	0,016844	0,00938925
	Jedinični troškovi pripreme biomase, din/kg	1,52	1,70	0,94

U tabeli 4.34. prikazani su ulazni podaci za obračun troškova pripreme biomase za firmu PP, „Kinđa“ u Kikindi (II varijanta).

Tabela 4.34. Ulazni podaci za obračun troškova pripreme biomase za firmu PP „Kinđa“ u Kikindi (II varijanta)

	Ulazni podaci za PP „Kinđa“	Klasična presa	Rol presa	Big pak
Baliranje	Potrošnja goriva(agregat), l/h	10,5	14,7	31,5
	Planirani vek upotrebe agregata, godina	10	10	10
	Godišnji obim upotrebe traktora, h	1.000	900	800
	Godišnji obim upotrebe prese	660	330	82,5

	h			
	Nabavna cena traktora, €	12.500	17.500	37.500
	Nabavna cena prese, €	3.500	30.000	110.000
	Bruto-mesečni lični dohodak traktoriste, €	341	341	341
	Učinak prese, ha/h	1	2	8
	Broj bala, komada/ha	160	10	10
Utovar	Broj radnika	1 radnik	2 traktoris.	2 traktoriste
	Utovarivač, €/utovarivaču	-	5.000	5.000
Transport	Prikolica	2x5.000	5.000	5.000
Slaganje	Radnici (2), €/dan	2x20	-	-
	Prednji traktorski utovarivač, €/utovarivaču	-	30.000	35.000
Utovar	Učinak, bala/ha	2x80	2x8	2x12
		160	16	24
	Prinos biomase, t/ha	2,5	2,5	2,5

U tabeli 4.35. prikazani su troškovi pripreme biomase za firmu PP „Kinđa“ u Kikindi (II varijanta).

Tabela 4.35. Troškovi pripreme biomase za firmu PP „Kinđa“ u Kikindi (II varijanta)

Red. broj	Vrsta troškova	Klasična presa + traktor od 50 kW	Rol presa + traktor od 70 kW	Presa big pak + traktor od 150 kW
I	VARIJABILNI TROŠKOVI	7,5280303	15,29	24,091667
1.1.	Gorivo i mazivo	7,35	10,29	22,05
1.3.	Tekuće održavanje	0,1780303	5	2,0416667
II	FIKSNI TROŠKOVI	6,4963636	18,89	33,220833
2.1.	Amortizacija	1,780303	10,91	20,416667
2.2.	Preventivno i investiciono održavanje	0,3257576	2,68	5,1041667
2.3.	Troškovi rada	4,26	4,26	4,26
2.4.	Osiguranje i registracija	0,130303	1,04	3,44
III (II+I)	Troškovi baliranja, €/h	14,024394	34,18	57,3125
IV	Troškovi utovara, €/h	3,4	25,2	44,535
V	Troškovi transporta, €/h	7,74	12,95	22,1975

VI	Troškovi kamarisanja, €/h	8	37,26	38,26
VII	Ukupni troškovi pripreme biomase, €/h (III+IV+V+VI)	28,824394	121,84	184,6425
VIII	Jedinični troškovi pripreme, €/ha	28,824394	60,92	23,080313
	Jedinični troškovi pripreme biomase, €/kg	0,0115298	0,02437	0,0092321
	Jedinični troškovi pripreme biomase, din/kg	1,17	2,46	0,93

Za uslove firme PP „Kinda“ iz Kikinde u tab. 4.34. dati su ulazni podaci, a u tab. 4.35. troškovi pripreme biomase (II varijanta). Pri tom je uzeta varijanta utovara malih bala direktno sa klasične prese pomoću klizača bala i slaganje na prikolici jednim radnikom. Sistem transporta je sa zamenom prikolica, tj. jedna prokolica je na utovaru, zakačena za presu, a druga je u transportu. Kod skladištenja puna prikolica se istovara, a potom se vraća do prese i menja sa utovarenom prikolicom. Na skladištenju su predviđena 4 radnika. Kod skladištenja big bala i rol bala, skladištenje je pomoću utovarivača. Kod obračuna troškova uračunati su i troškovi radne snage na fizičkom radu i upravljanju agregatima. Pri tom su uzeti prinosi biomase, dati u tab. 4.36.

Tabela 4.36 Prosečan godišnji prinos biomase ratarskih kultura u okviru PP Kinda" u Kikindi

Red. broj	Vrsta biomase	Površina, ha	Prinos, kg/ha	Svega, kg/god.
1.	Pšenična slama	233	2.500	582.500,00
2.	Sojina slama	287	2.000	574.000,00
3.	Kukuruzovina	110	4.000	440.000,00
4.	Slama lucerke	33	2.000	66.000
5.	Sudanska trava	31	4.000	124.000
6.	Slama graška	20	3.000	60.000
7.	Slama grahorice	35	2.000	70.000
Ukupno	-	749	-	1.916.000

Dobijeni podaci pokazuju da su od predložena tri tehničko-tehnološka rešenja baliranja biljnih ostataka na ovom gazdinstvu najniži troškovi dobijeni big pak presom, a najviši kod rol prese.

U troškove pripreme biomase nije uzeta vrednost biomase kao sirovine. Ona iznosi od 0,8-1,0 din/kg (Zoranović, et al, 2005). Ako se ova vrednost preračuna na današnji nivo evra ispada da bi vrednost sirovine iznosila od 0,94 do 1,17 din/kg. To znači, ako bi se dodala vrednost slame kao sirovine na troškove pripreme biomase u I varijanti, onda bi ukupna cena upakovane biomase iznosila: 2,46 do 2,69 din/kg za male bale, 2,64 do 2,87 din/kg za rol bale i 1,88 do 2,11 din/kg za big bale. Kod II varijante cena bi iznosila: 2,11 do 2,34 din/kg za male bale, 3,40 do 3,63 din/kg za rol bale i 1,87 do

2,10 din/kg za big bale. Dakle cena balirane biomase iznosi u obe varijante od 2,11 do 2,69 din/kg za male bale, 2,64 do 3,63 din/kg za rol bale i 1,87 do 2,11 din/kg za big bale.

3.1.1. Uticaj promena cena gasa, biomase i toplotne energije

Prema trenutnim saznanjima veliki skupljači biomase nude slamu baliranu u velike (big) četvrtaste bale po ceni 4,0 din/kg bez PDV ili po ceni od 3,2 din/kg bez PDV za rol bale, franko Toplana, Kikinda. Biomasa upakovanu u rol bale „Sojaprotein“ Bečej otkupljuje po ceni od 3,3 din/kg bez PDV. Cena zemnog gasa bila je 36 din/Nm³, bez PDV. Ako se uzme da za ekvivalentnu toplotnu vrednost 1 Nm³ zemnog gasa treba obezbediti 2,63 kg slame, to znači da je upotreba bala slame 3,5 puta jeftinija od prirodnog gasa za istu toplotnu vrednost. U ovoj računici usvojena je vrednost energetske efikasnosti sagorevanja gasa u ložištu kotla 95%, a bala od slame 85%. Za donju toplotnu vrednost gasa usvojena je vrednost od 33 MJ/Nm³, a za bale slame 13,5 MJ/kg.

Cena toplotne energije najviše zavisi od vrste i cene korišćenog goriva. Svakako da na cenu toplotne energije utiče i vrednost amortizacije opreme. U ovoj studiji biće ustanovljena investiciona cena postrojenja na bale slame, pa će se na osnovu ovih cena moći iskazati kolika je cena toplotne energije.

3.1.2. Mogućnosti stimulisanja proizvođača toplotne i električne energije iz obnovljivih izvora energije – biomase.

Za sada postoji mogućnost stimulisanja proizvođača električne energije iz obnovljivih izvora energije – biomase i biouglja. Duneta je uredba Vlade Republike Srbije po kojoj su cene tzv. zelenih kilovatčasova dobijenih iz obnovljivih izvora energije stimulativne i iznose 13 evroceniti / kWh. Za sada nije doneta uredba za stimulisanje proizvodnje toplotne energije iz obnovljivih izvora energije. Očekuje se već duži niz godina da se donese i ova uredba ili će se to rešiti novim Zakonom o energetici.

Postoji jedna stimulativna mera koja se zove „karbon kredit“. Ukoliko se kupi termičko postrojenje ili oprema, na primer, iz Nemačke, postoji mogućnost da se dobiju stimulativna sredstva za smanjenu proizvodnju ugljendioksida iz obnovljivih izvora energije. Naime, vlada Nemačke stimuliše svoje proizvođače za smanjenje proizvodnje CO₂, a s tim i smanjenja zagađenja atmosfere. Ova stimulacija može da se prenese i na druge zemlje, ako se koriste njihova termička postrojenja i oprema.

3.3. EKONOMSKA ANALIZA OPRAVDANOSTI KORIŠĆENJA BIOMASE KAO ENERGENTA

POGLAVLJE 4

Zaključci i korišćena literatura

4.1. ZAKLJUČCI

4.2. KORIŠĆENA LITERATURA

1. Bogdanović, Darinka: "Biološko ratarenje – stvarnost ili utopija" Zbornik radova, 16, XXIV Seminar Agronoma, Pula, 1989.
2. Brkić M, Somer, D: Termotehnika u poljoprivredi (II deo: Procesna tehnika, autorizovana skripta); Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1995, s. 315
3. Brkić, M, Janić, T, Somer, D.: Termotehnika u poljoprivredi, II – deo: Procesna tehnika i energetika, udžbenik, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2006. s. 323,
4. Brkić, M, Janić, T.: Briketiranje i peletiranje biomase, monografija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2009., s. 277.
5. Brkić, M, Janić, T.: Mogućnosti korišćenja biomase u poljoprivredi, Zbornik radova sa II savetovanja: »Briketiranje i peletiranje biomase iz poljoprivrede i šumarstva«, Regionalna privredna komora, Sombor, »Dacom«, Apatin, 1998, s. 5-9,
6. Brkić, M, Janić, T: Nova procena vrsta i količina biomasa Vojvodine za proizvodnju energije , časopis: »Savremena poljoprivredna tehnika«, JNDPT, Novi Sad, 36(2010)2, s. 178-188,
7. Brkić, M, Tešić, M, Radojević, V, Potkonjak, V, Janić, T, Mehandžić, R, Dakić, D, Mesarović, M, Radojević, Vuk, Tehno-ekonomska karakterizacija, tipizacija i izbor kapaciteta i postrojenja za korišćenje biomase u sušarama i proizvodnim pogonima ZZ »Bag-Deko« u Bačkom Gradištu, studija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Ministarstvo za nauku Republike Srbije, br. NP EE 273022, 2007, s. 151.
8. Dakić, D, Grubor, B, Ilić, M, Oka, S: Mogućnosti sagorevanja oklaska kukuruza u ložištima sa fluidiziranim slojem, časopis: "Revija agronomska saznanja", VDPT, Novi Sad, IV(1994)2, s. 29-33.
9. Dakić, D., i dr., Preliminarna ispitivanja sagorevanja balirane biomase iz poljoprivredne proizvodnje na eksperimentalno-demostracionom postrojenju, Izveštaj NIV-ITE-318, Beograd-Vinča, 2006.
1. Dokumntacija Opštine Kula, Služba za Katastar, Kula

2. Gulič, M, Brkić, Lj, Perunović, P: Parni kotlovi, Mašinski fakultet, Beograd, 1983, s. 510,
3. Hartmann. et. al. Handbuch Bioenergie – Kleinanlagen. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülyow, 2003.
4. Ilić, M. i dr., Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije za njenu pripremu i energetsko iskorišćenje u Srbiji, Studija Nacionalnog Programa Energetske Efikasnosti, NPEE 611-113A, Beograd 2003.
5. Internet prezentacija Opštine Kula,
6. Janić, T, Brkić, M, Igić, S, Dedović, N: Biomasa – energetski resurs za budućnost, časopis: »Savremena poljoprivredna tehnika«, JNDPT, Novi Sad, 36(2010) 2, s. 167-177,
7. Janić, T, Brkić, M, Igić, S, Dedović, N: Gazdovanje energijom u poljoprivrednim preduzećima i gazdinstvima, časopis: »Savremena poljoprivredna tehnika«, JNDPT, Novi Sad, 35(2009)1-2, s. 127-133,
8. Janić, T, Brkić, M, Igić, S, Dedović, N, Drobnyak, Ž: Upravljanje sagorevanjem balirane biomase u toplovodnim kotlovskim postrojenjima, časopis: »Revija agronomska saznanja«, JNDPT, Novi Sad, 18(2008)5, s. 29-32,
9. Janić, T, Brkić, M, Igić, S, Dedović, N: Projektovanje, izgradnja i eksploatacija kotlarnica sa kotlovima na baliranu biomasu, časopis: »Revija agronomska saznanja«, JNDPT, Novi Sad, 17(2007)5, s. 9-12,
10. Janić, T, Brkić, M, Igić, S, Dedović, N: Termoenergetski sistemi sa biomasom kao gorivom, časopis: »Savremena poljoprivredna tehnika«, JNDPT, Novi Sad, 34(2008), 3-4, s. 212-220,
11. Janić, T, Brkić, M, Nedić, D: Višenamensko kotlovsko postrojenje, Zbornik radova sa 36. Međunarodnog kongresa o KGH, SMEITS, Beograd, 2005, s. 336-342,
12. Janić, T.: Kinetika sagorevanja balirane pšenične slame, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2000, s. 119,
13. Journal: Straw for Energy Production, Technology – Enviroment, Economy, The Centre for Biomass Technology, Second Edicion, 1998. www.sh.dk/~cbt.
14. Jugoslovenski standard o maksimalno dozvoljenim koncentracijama škodljivih gasova, para i aerosola u atmosferi radnih i pomoćnih prostorija, JUS Z.BO 001. 1991.
15. JVP Vojvodine, Odeljenje Sombor,
16. Kastori, R. i saradnici: "Ekološki aspekti primene žetvenih ostataka kao alternativnog goriva", Zbornik radova: Biomasa, bioenergetska reprodukcija u poljoprivredi, IP "Mladost", Ekološki pokret Jugoslavije, Beograd, 1995.
17. Kastori, R.: "Uticao organske materije zemljišta na fiziološke procese biljaka", Zbornik III naučnog kolokvijuma "Quo vadis pedologija", Padinska Skela, 1990.
18. Katić, Z: Energetska valjanost poljoprivredne proizvodnje i njena zavisnost sa granicama energetskog obračuna, Zbornik radova: "Aktualni problemi mehanizacije poljoprivrede", Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagerb, 1982,
19. Kraus, U., Test results from pilot plants for firing wood and straw in the Federal Republic of Germany, Energy from biomass, 3rd E.C. Conference Energy from Biomass, Edited by W. Palz, J. Coombs, D.O.Hall, Elsevier Applied Science Publishers, London, pp.799-803.
20. Krupernikov, M.: "Počvovedenie", Mir, Moskva, 1982.

21. Lokalni plan upravljanja otpadom opštine Kula,
22. Lokalni plan upravljanja otpadom opštine Vrbas,
23. Martinov, M: Toplotna moć slame žita uzgajanih na području SAP Vojvodine, časopis: "Savremena poljoprivredna tehnika", VDPT, Novi Sad, 6(1980)3, s. 95 - 101,
24. Nemački standard za definisanje kvaliteta bala slame, DIN 511731
25. Metodologije za izradu poslovnih planova, osnovna uputstva, urađeni primeri, Izvršno veće AP Vojvodine, Novi Sad, decembar 2003. Godine,
26. Obernberger I. 1997a. Nutzung fester Biomasse in Verbrennungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens aschenbildender Elemente. Schriftenreihe Thermische Biomassenutzung, Institut für Ressourcenschonende und Nachhaltige Systeme, Technische Universität Graz, Graz.
27. Obernberger I. 1997b. Aschen aus Biomassefeuerungen – Zusammensetzung und Verwertung. In: VDI Bericht 1319, „Thermische Biomassenutzung – Technik und Realisierung“. VDI Verlag GmbH, Düsseldorf.
28. Oka, S., Korišćenje otpadne biomase u energetske svrhe, Program razvoja tehnologija i uslovi za njegovu realizaciju, Profesional Advancement Series "Sagorevanje biomase u energetske svrhe", Ed. N. Ninić, S. Oka, Jugoslovensko društvo termičara, Naučna knjiga, Beograd 1992, str.9-19.
29. Perunović, P., Pešenjanski, I., Timotić, U.: Biomasa kao gorivo. Savremena poljoprivredna tehnika, VDPT, Novi Sad, 9 (1983), 1 – 2, s.9 – 13,
30. Perunović, P., Pešenjanski, I., Timotić, U.: Istraživanje procesa sagorevanja poljoprivrednih otpadaka u vertikalnom sloju. Izveštaj za SIZ Vojvodine, FTN, Novi Sad, 1985, s. 83.
31. Podaci iz spiska zakupaca po osnovu prava prečeg zakupa (2011-2013), Opština Kula
32. Poljoprivredna savetodavna služba, Opštine Vrbas i Kula,
33. Potkonjak V, Brkić, M, Zoranović, M, Janić, T.: Baliranje i skladištenje kukuruzovine sa prirodnim i veštačkim dosušivanjem, Zbornik radova sa II savetovanja: »Briketiranje i peletiranje biomase iz poljoprivrede i šumarstva«, Regionalna privredna komora, Sombor, »Dacom«, Apatin, 1998, s. 11-18,
34. Pravilnik o graničnim vrednostima emisije, načinu i rokovima merenja i evidentiranja podataka, "Sl.glasnik RS", br. 30/1997.
35. Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciju podataka, "Sl. glasnik RS", br. 54/1992.
36. Pravilnik o sadržini, obimu i načinu izrade prethodne studije opravdanosti i studije opravdanosti za izgradnju objekata, "Sl. glasnik RS", br. 80/2005.
37. 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.
38. Projektni biro, Beograd. Mašinsko-tehnološki projekt izvedenog stanja postojeće kotlarnice TO „Kikinda“ u Kikindi, 1993.

39. Repić, B i dr., Eksperimentalno-demostraciono postrojenje za sagorevanje balirane biomase iz poljoprivredne proizvodnje, Izveštaj NIV-ITE-317, Beograd-Vinča, 2006.
40. Statisticki godisnjak, Republički zavod za statistiku, Beograd,
41. Strategija održivog razvoja opštine Kula,
42. Tešić, M, Martinov, M, Veselinov, B, Topalov, S, Ličen, H, Simić, L, Horti, J: Mogućnosti mehanizovanog ubiranja, transporta i manipulacije sporednih proizvoda ratarstva, studija, Mašinski fakultet, Novi Sad, 1983, s.330.
43. Vojvodina - znamenitosti i lepote, književne novine, Beograd, 1968.
44. Zakon o zaštiti životne sredine, "Sl. glasnik RS", br. 135/2004 i br. 36/2009.
45. Zekić, V.: Ocena ekonomske opravdanosti energetske upotrebe biomase. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. 2006.

