

# BIOMASA KAO EKOLOŠKI ENERAGENT

*Roman Mulić, Dragan Škorić, Miladin Brkić,  
Ljiljana Krgović, Veljko Radojević<sup>1</sup>*

## SAŽETAK:

Odvajkada biomasa predstavlja nezamenljivu hranu, dragocenu sirovinu, čistu energiju. Samim tim, otpadna biomasa je besmislen pojam. Otpadne biomase nema i ne bi smelo biti. Biomasa – žetveni i šumski ostaci, komunalni otpad, masnoće iz prehrane i industrije, deponije stajnjaka i piljevine... melase, uljni talog – predstavlja ekološki balast.

Protivno zakonima prirode i društva, degradacijom (spaljivanjem...) biomase atmosfera se zagađuje opasnim gasovima, zemlja ostaje bez humusa. Voda se truje. Na površini mora, jezera i reka stvara se masni film koji šteti prirodi i društvu.

Rešenjem problema neiskorišćene biomase radikalno se unapređuje zaštita životne sredine. Proizvodnjom biodizela, biogasa, bioetanela, biobriketa... postižu se veliki ekološki, energetski i ekonomski efekti.

**Ključne reči:** *biomasa, biodizel, biogas, bioalkohol, ekologija, energija*

## 1. BIOENERGENTI

Tranziciju, društveno-ekonomske rekonverzije, pored ostalog, prate energetske i ekološke krize. Sa destrukcijom starih odnosa obezvređuju se društveno-ekonomski potencijali koji dovode i do smanjenja zaštite životne sredine, zapostavljanja obnovljivih izvora energije, posebno energije dobijene organskom konverzijom.

---

<sup>1</sup> Roman Mulić, dipl. inž., Beograd, Sv. Nikole 18  
Dragan Škorić, akademik, prof. dr, Novi Sad, Maksima Gorkog 30  
Miladin Brkić, prof. dr, Novi Sad, Partizanskih baza 12  
Ljiljana Krgović, dipl. inž., Budva, Trg slobode 2  
Veljko Radojević, prof. dr, Bačko Gradište, R. Kozarskog 45

Prema tome, energetske oskudice nisu izazvane nedovoljnim prirodnim rezervama energenata. One su uslovljene polit-ekonomskom strategijom moćnih.

(Tek jedna napomena: jednogodišnji potencijal energije dobijene organskom konverzijom, u globalnim razmerama, dvanaest puta je veći od godišnjeg hidropotencijala).

U našoj zemlji, kao i u svetu, biogoriva su bila energetska prošlost čoveka. Danas su odbačena! Nagomilavaju se kao divlje deponije oko sela i gradova, trule nad i pod zemljom, spaljuju se po njivama i livadama. Zagađuju vazduh, zemlju i vodu. Izazivaju nemerljive štete, koje mnogostruko prevazilaze dimenzije inicijalnog zagađenja.

Na primer, procena je da restorani na Crnogorskom primorju troše oko 400 tona jestivog ulja. Veći deo iskorišćenog biljnog ulja završava u moru. U odnosu na morski beskraj to je nesrazmerno mala količina, čija je vrednost beznačajna. Međutim, šteta je nemerljivo velika. Masni film na površini mora narušava turistički prestiž obale, ekološki ugled zemlje. Sanacija zagađenja je neracionalna. (Bolje je sprečiti nego lečiti.) Separacija ulja iz kanalizacije, takođe, nema smisla. Čemu bacanje ulja na početku kanalizacije, ako se ono mora vaditi na njenom kraju. Jednostavno, iskorišćeno ulje se mora sakupljati radi hemijske prerade, destrukcije opasnih i kancerogenih materija u njemu.

Primarni ekološki značaj ima hitno rešenje krupnih ekoloških problema, uklanjanje deponija biootpada, prerada ratarskih i šumskih ostataka, komunalnog balasta... Zemljište bi se očistilo od ružnih deponija. Vodotokovi bi se zaštitili od organskih, posebno fekalnih materija. Površine mora i jezera zaštitile bi se od blokade masnog filma. Vazduh bi se oslobodio smrada štetnih, pa i opasnih gasova sa zgarišta. Prekinulo bi se sa suludim zagađenjem životne sredine, raubovanjem prirodnih resursa, osiromašenjem društva.

Hemizacija poljoprivrede – prekomerna potrošnja fosilnih goriva, hemijskih đubriva... pesticida – zagađuje životnu sredinu, ugrožava zdravlje, onemogućuje održivi razvoj. U poslednjem trenutku dolazi do prekretnice. Razvijene zemlje se okreću i bioenergentima. Evropska unija donosi direktive o zameni 0,75 % fosilnih goriva biogorivima svake godine. Planira udvostručenje potrošnje obnovljivih energenata do 2010. godine (12 %). Programira povećanje učešća obnovljivih izvora energije u proizvodnji elektroenergije sa 15 % iz 2002. na 22% u 2010. godini.

Na ovaj način monopolska strategija centralizovane energetike otvara prostor i za širenje decentralizovanih, autonomnih bioenergetskih sistema na bazi alkoholiže triglicerida, anaerobne metanske i alkoholne fermentacije... sagorevanja, pirolize i gasifikacije biomase uz smanjenje produkcije opasnih materija.

Za razliku od razvijenih zemalja, u našoj zemlji stanje je nezadovoljavajuće. Uspešna realizacija bioenergetskih investicija poslednjih decenija drugog milenijuma prekinuta je na samom početku. Proizvodnja bioetanola je drastično smanje-

na, a proizvodnja biodizela i biogasa obustavljena! Postrojenja su ruinirana, delom demontirana, uništena. A prerada otpadne čvrste biomase je ugušena na samom početku.

Verbalno zalaganje za priključenje razvijenim zemljama ni u ovoj oblasti nije materijalizovano. Naprotiv. Zakonski propisi ne stimulišu ulaganja u bioenergetiku. KJOTO protokol nije ratifikovan. Atinski ugovor je potpisan. Nedostaje zakonski okvir za gazdovanje energijom. Nema strategije razvoja bioenergetike, koja bi definisala ne samo puteve razvoja, već i obaveze učesnika u bioenergetskoj reprodukciji u poljoprivredi i šumarstvu.

A bioenergetika sve više dobija u značaju. Pored hidroenergetike, biomasa je najznačajniji obnovljivi izvor energije i u našoj zemlji. Vrednost jednogodišnjeg prinosa biomase procenjuje se na 2,7 miliona tona ekvivalentne nafte, od toga 1,7 miliona tona otpada na poljoprivredu, a 1 milion tona na šumarstvo.

To je dovoljno da bioenergetika postane gorivo naše budućnosti. Ratarstvo bi moglo biti energetska izvorina sirovina za dobijanje biodizela i glicerola, bioalkohola i džibre... Stočarstvo i šumarstvo nude sirovine za proizvodnju biogasa i eko đubriva, briketa... Primarni energenti iz poljoprivrede i šumarstva baza su bioprodukcije čiste toplotne i elektroenergije.

## **2. BIODIZEL**

Među bioenergentima, biodizel je, mada nov proizvod, pravi lider, jedna od najznačajnijih karika u proširenoj bioenergetskoj reprodukciji u poljoprivredi. To nije slučajno. Proizvodnja i potrošnja biodizela je prva pretpostavka energetske autonomije u poljoprivrednoj ekonomiji.

U hemijskom pogledu biodizel je smeša metilestera masnih kiselina. Nastaje u procesu alkoholize bioproizvoda poljoprivrede, triglicerida viših masnih kiselina (bioulja i masti) alkoholom (metanol, etanol...), u prisustvu katalizatora. Izvanredno je gorivo za dizel-mašine. Dobro se meša sa fosilnim dizel-gorivom. Smeša ima bolja energetska i ekološka svojstva.

Na tržištima razvijenih zemalja, biodizel se pojavljuje kao gorivo, ali i kao aditiv za poboljšavanje kvaliteta običnog dizela. Obavezujući propisi regulišu ne samo kvalitet već i količine nužne proizvodnje i potrošnje biodizela. U pitanju je nova orijentacija u razvoju ekonomije, zasnovana na optimizaciji marketinga hrane, unapređenju plodoreda u poljoprivredi, povećanju zaštite životne sredine, smanjenju uvoza fosilnih goriva...

Eksplozivno povećanje proizvodnje i potrošnje biodizela na Zapadu predstavlja najbolji marketing biodizela u manje razvijenim zemljama. Kao talas bio-

dizel osvaja zemlje, prvo kao ekološki imperativ, a potom kao energetska i ekonomska potreba.

U našoj zemlji proizvodnja i potrošnja biodizela ima poseban trend. Usled embarga, pre desetak godina pokrenuta je prava kampanja u izgradnji postrojenja, osvajanju tehnologija za proizvodnju i primenu biodizela. Tada je pušteno u pogon pet većih i više manjih postrojenja. Planirana proizvodnja od 50.000 tona biodizela nije ostvarena. U probnoj proizvodnji napravljeno je oko 10.000 tona biodizela, rešeni su brojni tehničko-tehnološki problemi. Otvoreno je pitanje prerade i primene sirovog glicerola, glicerolske vode i masnih kiselina...

Nažalost, prekinuta je realizacija projekta biodizela. Diskontinuitet u razvoju tehnologije za dobijanje metilestera i derivata traje gotovo deset godine. Angažman naučnika i stručnjaka, savetovanja kompetentnih, izdavačka delatnost, laboratorijska i poluindustrijska istraživanja nisu mogla nadoknaditi izgubljeno. Bez industrijske proizvodnje nije moglo biti značajnijeg unapređenje kvaliteta.

Mogućnosti za pokretanje reprodukcionog ciklusa biodizela postoje. Nikad nisu bile povoljnije. Pored raspoloživih velikih površina pogodnog zemljišta, zavidne tehnologije i značajnog proizvodnog iskustva u proizvodnji uljarica i ulja, još uvek kvalitetnih i nedovoljno iskorišćenih tehničkih kapaciteta u uljarskoj i hemijskoj industriji, ostvareni su i povoljni marketinški, posebno ekonomski uslovi za optimalnu proizvodnju metilestera masnih kiselina i derivata, glicerola i masnih kiselina, eko tenzida i neotrovnih antifrizi, antipenušavaca... sirovina za industriju hrane, lekova, plastike, deterdženata, maziva, duvana.

Potrebe za biodizelom i nusproizvodima u zemlji i svetu premašuju mogućnosti proizvodnje. Cene sirovina i gotovih proizvoda uspešno mogu konkurisati cenama fosilnih goriva. Propisi u razvijenim zemljama stimulišu proizvodnju i potrošnju biogoriva.

### **3. BIOALKOHOL**

Viševjekovna tradicija u kućnoj i industrijskoj proizvodnji bioetanola u našoj zemlji obavezuje. U pitanju je besmrtni proizvod. Bio je i ostao nezaobilazni napitak... narodni lek. Kao takav zaslužuje ozbiljnu pažnju.

Postojanje jedanaest fabrika sa više od 150.000 hektolitara alkohola govori o uočenom značaju i industrijske proizvodnje i potrošnje bioalkohola u našoj zemlji.

Potencijale sirovinske baze su mnogo veći. Potrebe gotovo neograničene. I pored toga, obim proizvodnje bioalkohola u zemlji pada iz godine u godinu. Tehnički kapaciteti se koriste sve manje i manje. Deponije „otpada“ iz industrije šećera, skroba, brašna... i poljoprivrede (pokvarene i oštećene žitarice, koren šećerne repe i sl.) se povećavaju.

Proizvodnja i potrošnja bioalkohola, posebno bioetanola ekonomski je, ekološki i energetski problem. Utiče na razvoj ratarstva i stočarstva, energetike i industrije, na unapređenje životne sredine.

Od izuzetne važnosti za ekonomiju zemlje je proizvodnja alkohola u procesima fermentacije, destilacije i dehidretacije radi dobijanja biobenzina. Potrebe su praktično neograničene. Sirovina ima i može biti u izobilju. Nalazi se u poljoprivrednoj proizvodnji. Moguća je i poželjna i namenska proizvodnja biomase bogate šećerom, skrobom, naročito kukuruza, sirka, čičoke... radi dobijanja etanola i džibre. Ipak, primarni zadatak je u rešavanju ekološkog problema koji predstavlja „otpadna“ biomasa iz poljoprivrede („otpad“ žitarica), industrije šećera (melasa), skroba (ljuske krompira).

Proizvodnja bioetanola u svetu se povećava. U pitanju je povećana potražnja. Mešanjem sa benzinom (5 do 20 %), njegova primena u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem postaje praktično neograničena. Čitava produkcija bioetanola može biti, na ovaj način, iskorišćena. Jer, efekti su izvanredni. Bioetanol supstituiše benzin, poboljšava smeši energetska i ekološka svojstva.

Posebno važnu ulogu ima etanol u proizvodnji antidetonatora (umesto tetraetilolova), ekološki prihvatljivog etiltercijalnog butiletra (ETBE).

Nusproizvod u proizvodnji bioetanola, džibra ima takođe strateški značaj. Bantski spahija Lederer, vlasnik spahiluka i čuvenog podruma u Čoki, sagradio je pre više od sto godina fabriku etanola. Kapacitet pogona dimenzionisao je prema potrebama za džibrom za tov junadi.

Kasnije, građena su postrojenja u Srbobranu i Zrenjaninu radi dobijanja džibre, ekonomski i biološki najpogodnije hrane za ishranu krava i tov junadi.

Zaboravljena hrana za stoku još uvek nije prevaziđena. Na primer, tov sa optimalizovanim sastavom stočne hrane (60 % džibre plus 40 % kukuruza) neuporediva je najproduktivniji. Od tri kilograma ove hrane dobija se kilogram prirasta u tovu svinja. Kukuruza je potrebno 5 kg za 1 kg prirasta. Etanol je čist čar.

Kao što se vidi, i bioetanol sa džibrom predstavlja dragocenu kariku koja povezuje energetiku, ratarstvo i stačarstvo u proširenoj bioenergetskoj reprodukciji u poljoprivredi.

#### **4. BIOGAS**

U okviru projekta razvoja biogoriva i ekoderivata, osamdesetih godina organizovana je prava kampanja za preradu stajnjaka, fekalnih i drugih otpadnih voda, odnosno za proizvodnju biogasa i eko đubriva, toplotne i elektro energije. Tada je izgrađeno osam postrojenja za dobijanje biogasa, kapaciteta 1.300 do 3.200 metara kubnih dnevno. U svim pogonima, izuzev onog u Senti, ugrađeni su parni kotlovi, a na pet lokacija i generatori električne energije od 175 do 340 KW.

Relativno dug probni rad u ovim postrojenjama bio je potreban radi rešavanja velikog broja biotehnoških i tehničkih problema složenog mikrobiološkog i hemijskog procesa anaerobne fermentacije, koji je obuhvatao faze hidrolize, acetogeneze i metanogeneze, pod dejstvom fermentata mešoviti populacija. Bilo je potrebno mnogo znanje, iskustva, rada i strpljenja radnog osoblja da bi se došlo do uspeha. Veliki broj promenljivih parametara (koncentracija kiselina, alkalija, hranljivih i toksičnih materija, temperature...), nerešivi tehnološki problemi (zagrevanje biomase zimi, potrošnja toplotne energije u letnjem periodu, prijem elektroenergije u mrežu itd.) bili su dovoljni da onemoguće ostvarivanje planiranih rezultata, u rigoroznim uslovima primene nedovoljno savršenih tehnologija i manjkave tehničke opreme.

Poseban problem predstavljao je nezadovoljavajući kvalitet biogasa. Pored poželjnog metana nedovoljno visokog sadržaja (70 %), u dobijanom biogasu bilo je dosta neutralnog ugljendioksida (25 %) i previše agresivnih sumpornih (1%), koji onemogućavao bezbedan rad motora. Štaviše, visok sadržaj sumpora u biogasu senčanskog postrojenja onemogućio je proizvodnju toplotne energije.

Do očekivanog investicionog ciklusa u proizvodnji biogasa i organskih đubriva, usled tranzicionih problema, nije došlo. Za očekivati je da će do toga uskoro doći. Marketinški uslovi postoje. U razvijenim zemljama (Nemačka, Holandija...), odnosno u velikim zemljama (Kina, Indija...) biogas je u žiži poslovnog interesovanja. Prerada stajnjaka, osoke, fekalnih voda... proizvodnja biogasa, toplotne i elektroenergije je u velikom usponu.

Pored tehnologija biohemijskih konverzija, sve značajnije su termohemijske tehnologije gasifikacije ostataka čvrste biomase radi dobijanja kvalitetnog biogasa, tera i koksa. Ove tehnologije obuhvataju procese sušenja, pirolize, gasifikacije. Sastav dobijenog biogasa zavisi od brzine grejanja, temperature ali i od gasifikatora, kvaliteta biomase, oksidanata, vlage i dr. faktora. Od namene zavisi i kvalitet proizvedenog biogasa. Pored proizvodnje toplotne i elektroenergije, biogas se koristi i za pogon motora sa unutrašnjim sagorevanjem, u gasnim turbinama i sl.

Nije slučajno što propisi u tim zemljama (Atinski ugovor npr.) otvaraju put za preradu sve većih količina sa sve brojnijih deponija biootpada, za uklanjanje iz njih štetnih i opasnih materija, patogenih organizama, smrada... Proizvodnja biogasa, za njih je ekološki imperativ, a dobijanje eko đubriva predstavlja nezaobilazni uslov za unapređenje organske poljoprivrede.

## **5. ČVRSTA BIOMASA**

Čvrsta biomasa je bila prvi energent čoveka. Mada potcenjena njena važnost je nesporna i danas. Povećava se iz dana u dan. Njeni godišnji, energetski

i ekološki potencijali su respektabilni. Samo ostaci biomase u ratarstvu dostižu 10.000.000 tona. Od toga 3.000.000 tona biomase predodređeno je za energetiku. To je energetska ekvivalent nafti od 1.000.000 tona. Ovome se mora dodati i energetska vrednost ostataka biomase iz voćarstva i vinogradarstva od 600.000 tona ekvivalentne nafte.

Godišnji prirast ogrevnog drveta iz šumarstva je oko 1.200.000 metara kubnih, čija vrednost je oko 240.000 tona ekvivalentne nafte. Više od 600.000 tona ekvivalentne nafte se godišnje krije u 3.300.000 kubnih metara kore, grana, panjeva, piljevine...

Racionalno prikupljanje, konfekcioniranje, lagerovanje, pa i konverzija, potrošnja čvrstih ostataka iz poljoprivrede i šumarstva je veliki problem, koji se danas lakše rešava uz pomoć moderne tehnike i usvršene tehnologije za proizvodnju bala, briketa, čipsa, peleta...

Nažalost, svega toga još uvek nema dovoljno kod nas. Kao da su neuspesi u izgradnji i radu desetine većih pogona za briketiranje od pre četvrt veka obeshrabrile zagovornike ovih bioenergetskih programa. Zapravo, danas tranziciona kriza onemogućuje investicije u ovu oblast.

Naravno, situacija će se uskoro izmeniti. Nova energetska politika razvijenih zemalja prisiljava na energetska-ekološka racionalnost. Pored tehnologija fizičko-hemijskih i bio-hemijskih konverzija dobijaju u značaju i tehnologije termohemijskih konverzija biomasa. U prvom redu, to je sagorevanje. Od davnina se upražnjava, ali i usavršava. Zastupljeno je u proizvodnji toplotne, pa i elektroenergije. Novina je u kosagorevanju biomase i uglja. Na ovaj način, elektroprivrede razvijenih zemalja rešavaju probleme korišćenja čvrste biomase, smanjenja emisije ugljen-dioksida, azotnih, sumpornih i drugih oksida.

## 6. ZAKLJUČAK

Nesporan je strateški značaj biomase za razvoj energetike u našoj zemlji. Pre svega, godišnja produkcija biomase je ogromna, oko 115.000 TJ; 65.000 TJ od poljoprivrednih ostataka i 50.000 šumske biomase. U poređenju sa, dosad, favorizovanom proizvodnjom uglja od 258.000 TJ zapostavljeni energetska potencijal biomase dobija još veći značaj. Radi se ekološkom – obnovljivom, netoksičnom, lako i brzo razgradljivom energentu, koji poboljšava i povećava energetska bilans.

Mešanjem biodizela sa fosilnim dizelom, bioalkohola sa benzinom, kosagorevanjem biomase sa ugljem poboljšavaju se ekološka i energetska svojstva svake smeše. Smanjuju se sumporni, ugljeni, azotni oksidi... ugljovodonici, aromati u procesu sagorevanja. Ublažavaju se opasni „efekti staklene bašte“.

Osamdesetih i devedesetih godina proteklog veka bili su ostvareni značajni rezultati u proizvodnji bioalkohola, biodizela, biogasa, briketa... Nažalost, većina izgrađenih postrojenja više nije u radu. Biotehnologije su prevaziđene.

Sa Zapada dolazi novi investicioni talas. U izgledu su velika ulaganja u bioenergetiku, koja će poboljšati položaj poljoprivrede i prateće industrije, energije i ekologije. Proizvodnja bioenergenata rešice i problem hiperprodukcije hrane, parloga... problem žetvenih ostataka, korišćenih masnoća, komunalnog otpada. Obezbediće se primarna pretpostavka održivog razvoja – dovoljno kvalitetne vode i hrane, ekološki prihvatljive sirovine, čisti energenti.

Sa uspostavljanjem planske proizvodnje i racionalne potrošnje bioenergenata ostvaruje se osnovni uslov za postojanje proširene bioenergetske reprodukcije u poljoprivredi i šumarstvu. I obrnuto. Proširena bioenergetska reprodukcija u poljoprivredi i šumarstvu stvara pretpostavke za konkurentsku potrošnju biodizela, bioetanela, biogasa, biobriketa i nusprodukata. U njoj se na najracionalniji način susreću, ukrštaju proizvodni ciklusi hrane, sirovina, energenata... stočne hrane, eko-đubriva, biohemikalija.

**Proširena bioenergetska reprodukcija u poljoprivredi** predstavlja novu integralnu koncepciju razvoja energetike koja **obuhvata ekološku poljoprivredu** (u kojoj se optimalno uvažavaju svi faktori repro-procesa, počev od zemljišta i plodoreda, preko genetike, agrotehnologija, poljoprivredne tehnike, elektronike, automatike, informatike...), **industriju** biodizela, bioalkohola, biogasa i nusproizvoda i **racionalnu potrošnju**...

Nova integralna koncepcija održivog razvoja uslovljena je postojanjem ekonomski racionalnog, ekološki prihvatljivog i energetski autonomnog poljoprivrednog gazdinstva, oslobođena monopolskih ucena u transferu biotehnologija, agrotehnike, u prometu bioprodukata.

Uspeh u realizaciji integralne koncepcije održivog razvoja bioenergetike u našoj zemlji pretpostavlja postojanje stručno definisane, naučno verifikovane, politički podržane – opšteprihvaćene strategije razvoja bioenergetike.

## 7. LITERATURA

- [1] Biomasa, Zbornik radova, Mladost, Beograd 1995. Monografija o biodizelu, Zbornik, Novi Sad 1995.
- [2] Mladen Ilić, *Uslovi i stanje korišćenja energije biomase u Srbiji*, „Biomasa za energiju“, Vrnjačka Banja, 2005.
- [3] Roman Mulić i sar., *Vreme je za biodizel*, Zbornik, JUNG 4P 2002.
- [4] Miloš Tešić i sar., *Biogas u Srbiji*, Energija br.1/7.
- [5] Informacija IV Vojvodine, *Mogućnosti razvoja proizvodnje biodizela*.



- [6] Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije za njenu primenu i energetsko iskorišćenje u Srbiji, Studija, ev. Br. NP EE611-1134, Beograd 2003.
- [7] Šema: *Bioenergetska reprodukcija u poljoprivredi*.

## BIOMASS – LIKE AN ECOLOGICAL ENERAGENT

### ABSTRACT:

Since long time ago, biomass is representing non replacing food, important raw material and pure energy. According to that, biomass as a dumping trash is seems to be unacceptable. Biomass, as a trash, do not exist and has not to exist. Biomass – harvest and forest rests, communal trash, fat rest from the food industry and from other fields, depots of landing gear and sawdust... molasses, oil sediments- representing ecological ballast.

Opposite to laws of nature and society, degradation of biomass is causing atmosphere pollution by the dangerous gases and at the same time leaving land with the lack of hummus. Water is polluting. Surface of the seas, lakes and rivers, starting to be covered with the fat film that is representing the danger for the nature and for the society.

Resolving the problem of unused biomass would lead to radical progress of environment protection.

With the producing of biodiesel, biogas, bioethanol, biobriquettes... will be attained the great ecological, energetic and economical effects.

**Key words:** *biomass, biodiesel, biogas, bioalcohol, ecology, energy*

