

## RASPOLOŽIVE POLJOPRIVREDNE POVRŠINE I MOGUĆNOSTI ŠUMA ZA PROIZVODNJU BIOGORIVA U HRVATSKOJ

### AVAILABLE AGRICULTURAL AREAS AND THE USE OF FORESTS FOR BIOFUEL PRODUCTION IN CROATIA

Franjo TOMIĆ\*, Tajana KRIČKA\*, Slavko MATIĆ\*\*

**SAŽETAK:** Zbog ekonomskih i ekoloških razloga nastavlja se unapređivanje proizvodnje i širenje korištenja biogoriva u svijetu i Europskoj uniji (EU). Zbog ograničene površine za proizvodnju biomase, biogoriva bi mogla zamijeniti fosilna goriva samo u jednom dijelu. Po EU do 2030. godine, uz razvoj ostalih obnovljivih izvora energije, biogoriva bi u Hrvatskoj zamijenila naftu u prometu za 25 %, što iznosi 452.325 t. Danas poljoprivredne površine zauzimaju 2,955.728 ha. Od toga su 1,074.159 ha pogodne, 1,074.510 ha ograničene, a 806,328 ha trajno nepogodne površine za poljoprivrednu proizvodnju. Potencijali obradivih površina iznose 2,150.000 ha, a obrađuje se svega 1,092.000 ha. Danas je moguće u poljoprivredi iz biomase (organskih ostataka i otpadaka) dobivati 673.530 t/godišnje biogoriva, a da se ne ugrozi stalnost prirodnog obnavljanja organske tvari u tlu. Hrvatska raspolaže s 2,688.687 ha šuma i šumskog zemljišta, gdje godišnje prirašćuje 10,526.000 m<sup>3</sup>, a sječivi etat je 6,564.000 m<sup>3</sup>. Od toga se za industrijsko drvo i ogrjev iskoristi 60 % ili 3,938.400 m<sup>3</sup>, a ostatak od 40 % ili 2,625.000 m<sup>3</sup> ostaje kao otpad u šumi. Ako bi se otpad sveo na normalnu količinu od 15 % ili 984.600 m<sup>3</sup> onda bi za bioenergiju ostalo 45 % ili 2,953.800 m<sup>3</sup>. Ta količina drva za bioenergiju dovoljna je za proizvodnju 600.000 t biogoriva u ekvivalentnim količinama nafte. Koristeći postojeće zalihe u poljoprivredi i šumarstvu danas se može proizvesti 1,273.530 t/godišnje biogoriva. Taj iznos premašuje za 2,8 puta potrebnu količinu, koju će Hrvatska, trebati koristiti 2030. umjesto fosilnih goriva. Hrvatska raspolaže s potrebnim površinama u poljoprivredi, kao i s kvalitetnim šumama u svrhu proizvodnje hrane i biogoriva po postojećim direktivama EU.

*Glavne riječi:* biogorivo, biodizel, bioetanol, bioplin, poljoprivredne površine, šuma, poljoprivreda, šumarstvo.

#### 1. UVODNE NAPOMENE – Introductory remarks

Neodrživi izvori, pretežno nafte i plina, još uvijek prevladavaju u proizvodnji energije. Njihove zalihe su u ograničenim količinama, sve skuplji su i sve više dolazi do izražaja njihov štetan utjecaj na okoliš. Stoga, razvijene zemlje u svijetu i Europska unija (EU) drže da

obnovljivi izvori energije (hidroenergija, energija vjetera, sunčeva energija, geotermalna energija i bioenergija) trebaju, u jednom dijelu, zamijeniti energiju iz fosilnih izvora. Budući da se u bližoj budućnosti očekuje značajna korist od korištenja bioenergije, nastavlja se unapređivanje proizvodnje i širenje uporabe biogoriva.

Međutim, zbog ograničenih postojećih površina za proizvodnju biomase, EU planira u prometu, tijekom sljedećih 30 godina, zamijeniti naftu biogorivima od 25 % njezine potrošnje (Tom ić i Krička, 2007).

\* Prof. dr. sc. Franjo Tomić, Prof. dr. sc. Tajana Krička, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb

\*\* Akademik Slavko Matić, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 10 000 Zagreb

S obzirom da je Hrvatska kandidat za članstvo u EU, potrebno je najprije raditi na ispunjenju obveza od 5,75 % udjela biogoriva, koju ima svaka članica do 2010. godine. Hrvatska ima oko 950.000 ha poljoprivrednih površina koja se sada ne koriste za uzgoj poljoprivrednih kultura. Nakon potrebne izvedbe melioracijskih mjera, manjeg ili većeg intenziteta, ove površine moguće je koristiti za potrebno povećanje poljoprivredne proizvodnje i za uzgoj energetskih usjeva u svrhu proizvodnje biogoriva.

Danas hrvatsko šumarstvo gospodari s 2,688.687 ha šuma i šumskog zemljišta, u kojima se nalazi 397,963.000 m<sup>3</sup> drvene zalihe, koja godišnje prirašćuje 10,526.000 m<sup>3</sup>, gdje se u zahvatima njege i obnove šuma godišnje sječe etat bruto volumena od 6,564.000 m<sup>3</sup>. Od ukupnog godišnjeg etata iskoristi se 30 % ili 1,969.200 m<sup>3</sup> trupaca i 10 % ili 656.400 m<sup>3</sup> celuloznog drva, te 20 % ili 1.312.800 m<sup>3</sup> ogrjevnog drva za energiju, a ostatak od 40 % ili 2,625.000 m<sup>3</sup> kao otpad ostaje u šumi (Matić 2007., 2007a).

Od ukupne količine otpada koji danas ostaje u šumi, istraživanjima se utvrdilo do bi 62,5 % ili 1,641.000 m<sup>3</sup> moglo koristiti za proizvodnju bioenergije, a 37 % ili 984.000 m<sup>3</sup> bi ostajalo u šumi kao otpad. Ako količinu pogodnu za bioenergiju iz današnjeg otpada pridružimo količinu od 1,312.800 m<sup>3</sup> koliko se danas proizvede ogrjevnog drveta, dobijemo ukupnu količinu drva za energiju, koja bi već danas mogla doći na energetsko tržište u iznosu od 2,953.800 m<sup>3</sup>, što je 45 % od ukupnog godišnjeg etata. Na taj način bi se za industriju koristilo 40 % ili 2,525.600 m<sup>3</sup>, za energiju 45 % ili 2,953.800 m<sup>3</sup>, a u šumi ostajalo 15 % ili 984.600 m<sup>3</sup> otpada.

U ovom radu razmatraju se današnje mogućnosti šumarstva i raspoložive poljoprivredne površine za proizvodnju biogoriva u nas, kako bi u energetske svrhe koristili gospodarske vrijednosti biomase i istovremeno zadovoljili postojeće obveze Europske unije u svrhu rješavanja ekoloških problema.

## 2. STANJE POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA I POGODNOST TALA NA UZGOJ POLJOPRIVREDNIH KULTURA

### The condition of agricultural area and soil suitability for agrocultures

S obzirom na površine, Hrvatska raspolaže potencijalima za daleko veću poljoprivrednu proizvodnju od one koju danas ostvaruju naša gospodarstva. Znatno dio površina ne koriste se za uzgoj poljoprivrednih kultura, i to predstavlja dobar potencijal za proširenje biljne proizvodnje. Uz to, poljoprivredna proizvodnja može se povećati i na obradivim površinama, primjenjujući naprednije tehnologije. Naime, u nas se u ovom vremenu, primjenjuju tehnologije uzgoja poljoprivred-

nih kultura na nižoj razini u odnosu na tehnologije u zemljama s razvijenom poljoprivredom, pa se potencijali za veću poljoprivrednu proizvodnju nalaze i u boljem gospodarenju na površinama koja se obrađuju.

Na temelju Osnovne pedološke karte i Generalizirane karte – staništa Republike Hrvatske (xxx, 2004.), u tablici 1, prikazane su površine pedoloških razdjela tala u poljoprivredi, površine pod šumom i ukupne površine.

Tablica 1. Ukupne površine u Hrvatskoj, površine pedoloških razdjela tala u poljoprivredi, površine pod šumama i površine naselja  
Table 1 Total area in Croatia, area of pedological soil classification in agriculture, forested area and settled area

Površine – Area	ha	% od ukupnih površina % of total area	% od poljoprivrednih površina % of agricultural area
Ukupne površine Hrvatske – Total area in Croatia	5,662.031,0	100,0	
Površine pod šumom – Forested area	2,608.358,0	46,1	
Površine pod vodom – Area under water	53.359,0	0,9	
Površine naselja – Settled area	44.586,0	0,8	
Poljoprivredne površine – Agricultural area	2,955.728,0	52,2	100,00
Automorfna tla – Automorphous soils	1,502.082,2		50,82
Hidromorfna tla – Hydromorphous soils	1,087.905,4		36,81
Halomorfna tla – Halomorphous soils	410,5		0,01
Subakvalna tla – Subaquial soils	319,9		0,01
Stjenovita tla – Rocky soils	365.010,0		12,35

Dakle, od ukupne kontinentalne površine Hrvatske (5,662.031 ha), poljoprivredne površine zauzimaju

2,955.728 ha ili 52,2 %. Na poljoprivrednim površinama dominiraju automorfna i hidromorfna tla.

Postanak i razvoj automorfni tala pod utjecajem je oborinskih voda i u njihovom profilu nema dužeg zadržavanja suvišne vode. Međutim, hidromorfna tla prekomjerno su vlažena, kraće ili duže vrijeme. Suvišne vode mogu biti oborinske, koje stagniraju na sloju različito mogućeg intenziteta nepropusnosti. Zatim, njihov višak može biti od slivnih, poplavnih i podzemnih voda te prekomjerno vlaže profil tla u različitom trajanju.

Halomorfna tla zauzimaju neznatne površine. Zasljenjena su ili alkalizirana različitog intenziteta zbog prisutnosti zaslanjene ili alkalizirane podzemne vode.

Subakvalna tla zauzimaju najmanju površinu, svega oko 320 ha. Ona su stalno pod plićim vodenim pokri-

vačem (močvare) i neupotrebljiva su za poljoprivrednu proizvodnju.

Na temelju pedološke obrade četiri postojeća razreda tala, izrađene su namjenska pedološka karta Republike Hrvatske (Bogunović et. al. 1996) i hidropedološka karta (Vidaček et. al. 2005). Ove pedološke obrade utvrdile su 72 pedosistematske jedinice, koje su raznoliko pogodne za biljnu proizvodnju. Na temelju pedoloških (fizikalnih i kemijskih) značajki, u tablici 2. prikazane su površine s pogodnim tlima, površine na kojima su tla s ograničenjima i površine na kojima su trajno nepogodna tla za uzgoj poljoprivrednih kultura.

Tablica 2. Pogodnost poljoprivrednih površina (tla) za uzgoj poljoprivrednih kultura, u ha  
Table 2. Suitability of agricultural area (soil) for the growth of agrocultures, in ha

<b>Površine s pogodnim tlima</b> <i>Area with suitable soils</i>	<b>Površine s umjereno pogodnim tlima</b> <i>Area with moderately suitable soils</i>	<b>Površine s ograničeno pogodnim tlima</b> <i>Area with limited soil suitability</i>	<b>Površine s privremeno nepogodnim tlima</b> <i>Area with temporarily unsuitable soils</i>	<b>Površine s trajno nepogodnim tlima</b> <i>Area with permanently unsuitable soils</i>	<b>Ukupne poljoprivredne površine (tla), ha</b> <i>Total agricultural area (soil), ha</i>
605.739	468.420	463.597	611.324	806.648	2,955.728

Površine s pogodnim tlima i umjereno pogodnim tlima, zajedno iznose 1,074.159 ha. Mogu se koristiti za uzgoj poljoprivrednih kultura, uz primjenu pravilnog gospodarenja. Na većem dijelu ovih površina sada se primjenjuje poljoprivredna proizvodnja. U ovu skupinu tala spadaju: černozemi, aluvijalna neoglejena, koluvijalna duboko tlo bez skeleta, veći dio eutričnih tala, dublje rendzine, dublje crvenice, lesivirana na rastresitim sedimentima i ilovačama, semiglejna tla, rigo-lana i veći dio hidromelioriranih tala.

Poljoprivredna proizvodnja može se ostvarivati i na površinama s ograničeno pogodnim tlima koja zauzimaju 463.597 ha. U ovu skupinu spadaju površine na kojima su: koluvijalna tla s manje ili više skeleta, zatim sirozemi – koji su erodibilni, nerazvijena tla eolski “živi pijesci” te rendzine na laporu, ranker na pijesku i distrično smeđa tla – dublja na pijesku, smolnica – bogata glinom, pseudoglejna tla – koja su kisela i imaju slabije propusan “g” sloj, kao i hidromeliorirano močvarno vertično tlo. Budući da se veći broj ovih ograničenja (fizikalne, kemijske i biološke značajke tla) mogu otkloniti agromelioracijskim i hidromelioracijskim mjerama, ove površine mogu postati pogodne za uspješan uzgoj poljoprivrednih kultura.

Posebno dobra mogućnost postoji za melioriranje većeg dijela hidromorfni tala, koja zauzimaju 611.324 ha i spadaju u površine s privremeno nepogodnim tlima za poljoprivrednu proizvodnju. Ovdje posebno treba istaći močvarno glejna tla, koja su dosta rasprostranjena u dolinama rijeka. Ona su prekomjerno vlažena površinskim i podzemnim vodama te imaju

nepovoljan vodo-zračni odnos. Inače su ova tla potencijalno plodna i mogu melioracijama postati pogodna. Posebno se to odnosi na: hipoglejna tla, ritsku crnicu, zatim pseudoglej – glejno tlo.

U površine s privremeno nepogodnim tlima spadaju i halomorfna tla (solončak-zaslanjeno tlo i solonec-alkalizirano tlo). Iako ove površine zauzimaju mali prostor (svega 411 ha) i nemaju veće značenje za poljoprivredu, ipak ih je moguće meliorirati intenzivnijim mjerama. Prema prikazanim podacima, uz površine s pogodnim tlima (605.739 ha i umjereno pogodnim tlima (468.420 ha), moguće je za poljoprivrednu proizvodnju koristiti i površine s ograničeno pogodnim tlima (463.597 ha) kao i površine s privremeno nepogodnim tlima (611.324 ha), pogotovo nakon otklanjanja njihovih ograničenja – odgovarajućim melioracijskim mjerama. Na temelju ovog stanja može se zaključiti da je moguće primjenjivati poljoprivrednu proizvodnju na ukupnoj površini od 2,149.080 ha.

Uz ove raspoložive površine za poljoprivrednu proizvodnju, Hrvatska ima još 441.318 ha, koja su trajno nepogodna za uzgoj poljoprivrednih kultura. U ovu skupinu ubrajaju se: litosoli – imaju izrazito loše pedofizikalne i pedokemijske značajke, vapneno dolomitna crnica – visoko stjenovita i vrlo suha, skeletni rankeri, smeđe tlo na vapnencu i dolomitu – plitka i skeletoidna, eutrično i distrično smeđa tla na eruptivima, te podzol i smeđe podzolasto tlo na kiselim supstratima. Ovim tlima svakako treba dodati i oko 320 ha subakvalnih tala, koja su pod plitkim vodama i nemaju praktički značaj za poljoprivredu. U trajno nepogodna tla ubraja-

ju se i stjenovita tla, koja zauzimaju čak 365.010 ha. Time ukupno trajne nepogodne površine za poljoprivredu u nas iznose 806.328 ha.

Ove površine od 806.328 ha koje su nepogodne za poljoprivredu, mogu se korisno upotrijebiti za podiza-

nje šumskih kultura, gdje bi se proizvodilo drvo za industriju i bioenergiju. Na taj bi se način osim gospodarskih dobile i općekorisne vrijednosti koje nam daju šume (ekološke i socijalne) a koje su svakim danom sve potrebnije i vrjednije.

### 3. STRUKTURA UZGOJA POLJOPRIVREDNIH KULTURA I MOGUĆNOST UZGOJA BIOUSJEVA

#### The structure of agro-culture cultivation and the possibility of bioculture cultivation

Prema Statističkom ljetopisu (xxx, 2006) u tablici 3. prikazana je struktura uzgoja poljoprivrednih kultura.

Tablica 3. Poljoprivredne površine i uzgoj kultura u Hrvatskoj, u ha  
Table 3. Agricultural areas and agriculture cultivation in Croatia, in ha

Poljoprivredne površine ukupno <i>Agricultural area Total</i>	Potencijalno obradive površine <i>Potentially arable area</i>	Obradive površine s pašnjacima <i>Arable area with pastures</i>	Oranice i vrtovi <i>Ploughland and vegetable gardens</i>	Voćnjaci <i>Orchards</i>	Vinogradi <i>Vineyards</i>	Livade <i>Meadows</i>	Pašnjaci <i>Pastures</i>
2,955.728	2,149.080	1,202.000	864.000	43.000	30.000	155.000	110.000

Značajno je da se od potencijalno obradivih površina u nas obrađuje 55,9 % ili 1,202.000 ha. Ako se isključe pašnjaci, obradive površine iznose svega 50,8 % ili 1,092.000 ha. U svakom slučaju raspoložive poljoprivredne površine slabo se koriste, a uz to se ostvaruje niska razina poljoprivredne proizvodnje. Posljedice ovog stanja su poznate – nedostatak potrebnih poljoprivrednih proizvoda, veliki uvoz hrane i visoke cijene.

Povećanje poljoprivredne proizvodnje moguće je ostvariti korištenjem postojećih 947.080 ha potencijalno obradivih površina, kao i primjenom suvremenih tehnologija na sadašnjim obradivim površinama. Zahvaljujući upravo ovim 947.080 ha nekorisćenih površina, moguće je, uz povećanje poljoprivredne proizvodnje (hrane) pristupiti i uzgoju kultura za proizvodnju biogoriva.

#### 3.1. Mogućnost proizvodnje biogoriva – Possibility of biofuel production

Poznato je da se danas proizvodi tri vrste biogoriva: biodizel, bioetanol i bioplina. Biodizel se najviše proizvodi u Europskoj uniji, koristeći tehnologije proizvodnje prve i druge generacije. Primjenom tehnologija prve generacije biodizel se proizvodi iz sjemena uljarica (uljane repice, soje i suncokreta), a primjenom tehnologija druge generacije dobiva se iz lignocelulozne (drvene) mase, te ostataka i otpada u šumarstvu i poljoprivredi.

Do sada je EU manje proizvodila bioetanol, koristeći pšenicu, kukuruz i šećernu repu, jer nije mogla konkurirati cijeni njegove proizvodnje u Brazilu iz šećerne trske.

Bioplina se proizvodi iz raznolikih organskih ostataka i otpadaka koji fermentiraju. Budući da su u tu svrhu značajni otpaci u stočarstvu, u državama EU već postaje brojna postrojenja za njegovu proizvodnju.

Uzimajući u obzir naše uvjete, držimo da u ovo vrijeme posjedujemo dobre mogućnosti za proizvodnju biodizela iz sjemena uljarica (posebno uljane repice), koristeći tehnologije prve generacije te biodizel iz ligno-

celulozne (drvene) biomase i njezinih ostataka – primjenjujući tehnologije druge generacije. Isto tako, naše brojne stočarske farme imaju velike količine organskog otpada (pogotovo stajskog gnoja) pa ih je korisno, zbog gospodarskih i ekoloških razloga, pretvarati u bioplina.

Na temelju direktive EU iz 2003. godine (xxx, 2003.), po kojoj svaka članica treba koristiti u prometu 5,75 % biogoriva u 2010. godini, 20 % u 2020. i 25 % u 2030. godini, kao i potrošnje dizel goriva i benzina u prometu Hrvatske od ukupno 1,809.300 t godišnje (xxx, 2006), Hrvatska treba u prometu koristiti ove količine biogoriva:

2010. godine 104.034 t  
2020. godine 180.930 t  
2030. godine 452.325 t

Ove količine biogoriva moguće je ostvariti i bez uzgoja poljoprivrednih kultura i uporabe šumske drvene mase u svrhu proizvodnje biodizela i bioetanola. Time bi se moglo svih 947.080 ha, koja se sada ne obrađuju, koristiti za povećanje poljoprivredne proizvodnje, odnosno za proizvodnju hrane.



Navedene potrebne količine biogoriva, pa i znatno više od potrebnih količina (više od 452.325 t u 2030. godini), moguće je proizvoditi iz sada raspoložive biomase (organskih ostataka i otpada) u poljoprivredi i šumarstvu, uvođenjem tehnologija proizvodnje druge genera-

cije (Krička i sur., 2007). Prema podacima Dundovića i Kričke (2007) iznose se podaci o postojećoj biomasi u poljoprivredi, koja se može koristiti za proizvodnju biogoriva i njoj ekvivalentna vrijednost u količini nafte (tablica 4).

Tablica 4. Biomasa značajnih poljoprivrednih kultura i ekvivalentna vrijednost nafte, u tonama/godišnje  
Table 4 Biomass of important agro-cultures and equivalent value of crude oil, in tons/per annum

Kultura – Culture	Biomasa t/god. – Biomass t/year	Ekvivalentna vrijednost nafte u t/god. – Equivalent value of crude oil in t/year
Vinova loza – Grape vine	34.570	13.828
Jabuka – Apple	33.610	13.444
Kruška – Pear	12.110	4.844
Breskva – Peach	10.900	4.360
Maslina – Olive	59.670	23.868
Šljiva – Plum	78.770	31.508
Višnja – Sour cherry	7.510	3.004
Pšenica – Wheat	305.950	101.983
Ječam – Barley	34.360	11.453
Kukuruz – Corn	624.910	208.303
Uljana repica – Oil rape	7.820	2.607
Suncokret – Sunflower	12.220	4.073
Soja – Soya	10.460	3.487
Grah – Beans	6.690	2.230
<b>Ukupno – Total</b>	<b>1,239.550</b>	<b>428.992</b>

Navedene količine biomase za pojedine značajne poljoprivredne kulture, kao i ukupna biomasa 1,239.550 (t) godišnje, predstavlja svega 30 %-nu njihovu vrijednost, jer je potrebno ostalih 70 % biomase ostavljati na poljoprivrednim površinama zbog prirodnog obnavljanja organske tvari u tlu. Na temelju energetske vrijednosti biomase pojedinih kultura, ukupna ekvivalentna vrijednost u nafti iznosi 428.992 t/godišnje

Uz prikazanu biomasu uzgajanih kultura u poljoprivredi značajne količine biomase postoje i u stočarstvu.

Stajski gnoj i organski otpaci u stočarstvu koriste se za proizvodnju biogoriva – bioplina (Kralik, 2007; Krička i sur. 2007). Količine organske tvari (biomase) ovise o vrsti stoke, njihovom broju i tehnologiji uzgoja. U tablici 5 prikazana je biomasa i ekvivalentna vrijednost nafte iz raspoložive količine stajskog gnoja u nas (Dundović i Krička (2007).

Tablica 5. Biomasa u stočarstvu i ekvivalentna vrijednost u nafti, u tonama/godišnje  
Table 5 Biomass in cattle breeding and equivalent value in crude oil, in tons/per annum

Vrsta domaće životinje Type of domestic animal	Biomasa (stajski gnoj t/god) Biomass (animal manure t/year)	Ekvivalentna vrijednost nafte t/god. Equivalent value of crude oil t/year
Goveda – Cattle	205,496.000	131.728
Svinje – Pigs	148,648.000	95.287
Konji – Horses	3,604.000	2.310
Ovce – Sheep	13,464.000	8.631
Perad – Poultry	10,268.000	6.582
<b>Ukupno – Total</b>	<b>381,480.000</b>	<b>244.538</b>

Količine biomase u stočarstvu (stajski gnoj), prikazane u tablici 5, predstavljaju 25 % od postojećih godišnjih količina. Naime, uzima se da se može raspolagati za proizvodnju bioplina samo 1/4 ukupnog stajskog gnojiva, zbog toga što domaće životinje nisu stalno u zatvorenom prostoru i što se ne može koristiti u gospodarstvima koja imaju 1–3 životinje.

Uzimajući ove razloge u obzir, godišnje količine ukupnog stajskog gnojiva u nas iznose 381,480.000 t. Iz ove količine biomase (organskog otpada u stočarstvu) može se dobiti ukupno 244.538 t godišnje ekvivalentnih vrijednosti nafte. Slične vrijednosti ekvivalenata nafte u t/godišnje, za Hrvatsku dobio je i Kralik (2007).

Ovoj ukupnoj mogućoj vrijednosti biogoriva u poljoprivredi (673.530 t/god.), moguće je dodati 600.000 t/godišnje biogoriva iz postojećih oko 3,000.000 m<sup>3</sup> ili 1,500.000 t/godišnje raspoložive drvene mase u šumarstvu (Matić, 2007. te Dundović i Krička, 2007). Isti autori ističu da su potencijalne mogućnosti za proizvodnju biogoriva u šumarstvu čak oko 1,000.000 t/godišnje ekvivalentnih vrijednosti nafte, ne ugrožavajući pravilno gospodarenje i potrajnost ili održivi razvoj šuma.

Ovim potencijalnim količinama biogoriva, koji se mogu proizvoditi iz biomase u šumarstvu, moguće je

dodati i one količine koje se mogu dobiti iz otpada u drvenoj industriji te potencijalne količine koje će se moći dobiti iz povećane poljoprivredne proizvodnje koristeći sadašnjih 947.080 ha neobrađivih površina, pa i povećanjem poljoprivredne proizvodnje unapređenjem tehnologije koje su sada na niskom stupnju.

Sve ove činjenice dokazuju da Hrvatska ima dobre uvjete za proizvodnju biogoriva, ne ugrožavajući proizvodnju hrane niti ugrožavajući potrajnost ili održivi razvoj šuma.

#### 4. UMJESTO ZAKLJUČKA – Instead of conclusion

Od ukupne kontinentalne površine Hrvatske (5,662.031 ha) poljoprivredne površine zauzimaju 2,955.728 ha ili 52,2 %.

Od potencijalno obradivih površina u nas, koje iznose 2.150.000 ha obrađuje se 55,9 % ili 1,202.000 ha. Ako se iz te površine isključe pašnjaci, tada danas obradive površine iznose svega 50,8 % ili 1,092.000 ha.

Hrvatska ima čak 947.080 ha na kojima je moguće, uz primjenu manje ili više intenzivnih melioracijskih mjera, proširiti uzgoj poljoprivrednih kultura za proizvodnju hrane, a dijelom i za proizvodnju biogoriva.

Kod nas trajno nepogodne površine za poljoprivrednu proizvodnju iznose 806.328 ha. Ove površine, koje su nepogodne za poljoprivredu, mogu se korisno upotrijebiti za podizanje šumskih kultura, gdje bi se moglo proizvoditi drvo za industriju i bioenergiju.

Na temelju sadašnje poljoprivredne proizvodnje, moguće je iz biomase (organskih ostataka i otpadaka) dobivati 673.530 t/godišnje biogoriva ekvivalentne vrijednosti nafte, a da se ne ugrozi stalnost prirodnog obnavljanja organske tvari u tlu.

Hrvatska raspolaže s 2,688.687 ha šuma i šumskog zemljišta, u kojima se nalazi 397,963.000 m<sup>3</sup> drvene zalihe koja godišnje prirašćuje 10,526.000 m<sup>3</sup>. Godišnja sječa ili sječivi etat je 6,564.000 m<sup>3</sup> bruto volumena. Od ukupnog godišnjeg etata iskoristi se 40 % ili 2,625.600

drva za preradu 20 % ili 1,312.800 m<sup>3</sup> ogrjevnog drva za energiju a ostatak od 40 % ili 2,625.000 m<sup>3</sup> ostaje kao otpad u šumi.

Od navedenog današnjeg otpada, moglo bi se 62,5 % ili 1,641.000 m<sup>3</sup> koristiti za proizvodnju bioenergije, a 37 % ili 984.000 m<sup>3</sup> bi ostajalo u šumi kao otpad. Ako toj količini koja je pogodna za bioenergiju pridružimo količinu od 1,312.800 m<sup>3</sup> ogrjevnog drveta, dobijemo ukupnu količinu drva za energiju, koja bi već danas mogla doći na energetske tržište u iznosu od 2,953.800 m<sup>3</sup>, što je 45 % od ukupnog godišnjeg etata. Od te količine može se dobiti 600.000 t/godišnje biogoriva ekvivalentne vrijednosti nafte.

Iz svega navedenog proizlazi da se danas u Hrvatskoj, koristeći postojeće zalihe u poljoprivredi i šumarstvu, može proizvesti 1,273.530 t/godišnje biogoriva. Taj iznos premašuje za 2,8 puta potrebnu količinu (452.325 t) koju će Hrvatska na temelju direktive EU iz 2003. koristiti 2030. godine u prometu, umjesto fosilnih goriva.

Ako se uzmu u obzir i realne potencijalne mogućnosti proizvodnje biogoriva u poljoprivredi i šumarstvu, držimo da je potrebno pristupiti izradi naše strategije o korištenju biomase i proizvodnji biogoriva u svrhu ostvarivanja gospodarske i ekološke koristi, a time i ispunjenja obveza koje postoje u Europskoj uniji.

#### LITERATURA – References

- Bogunović, M., Ž. Vidaček, Z. Racz, S. Husnjak, M. Sraka, (1996): Namjenska pedološka karta Republike Hrvatske, u mjerilu 1:300.000, Zavod za pedologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Dundović, J. i T. Krička, (2007): Energetska uporaba šumske i poljoprivredne biomase u Republici Hrvatskoj, Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zbornik radova znanstvenog skupa, str. 53–61, Zagreb.
- Krička, T., F. Tomić, N. Voća, V. Janušić, (2007): Proizvodnja bioplina iz ostataka poljoprivredne proizvodnje, 4. Međunarodni znanstveno-stručni skup o naftnom gospodarstvu, Zbornik radova, Vol.31, str. 49–58, Zadar.
- Krička, T., F. Tomić, N. Voća, Ž. Jukić, V. Janušić, A. Matin, (2007): Proizvodnja obnov-

ljivih izvora energije u EU, Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zbornik radova znanstvenog skupa, str. 9–16, Zagreb.

- Kralik, D., (2007): Potencijali Republike Hrvatske u proizvodnji bioplina, Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zbornik radova znanstvenog skupa, str. 181–189, Zagreb.
- Matić, S., (2007): Zahvati njege i obnove kao način pridobivanja drva za energiju i povećanja kvalitete šuma u Hrvatskoj, Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zbornik radova znanstvenog skupa, str. 17–41, Zagreb.
- Matić, S., (2007a): Bioenergija-izazov i prilika šumarstva Hrvatske, u: I. Grbac (ur), Nove tehnologije i materijali u industrijama baziranim na sektoru šumarstva, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagrebački velesajam, 5–11, Zagreb.
- Tomić, F. i T. Krička, (2007): Strategija proizvodnje i korištenja biogoriva u Europskoj uniji, Po-

ljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zbornik radova znanstvenog skupa, str. 43–52, Zagreb.

- Vidaček, Ž., M. Bogunović, S. Husnjak, M. Sraka, A. Bensa, (2005): Hidropedološka karta Republike Hrvatske, u mjerilu 1:300.000, Zavod za pedologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Vuk, B. i suradnici (2007): Energija u Hrvatskoj, Godišnji energetske pregled, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva Republike Hrvatske, Zagreb.
- xxx, (2003): Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport, Official Journal of the EU, Bruxelles.
- xxx, (2004): Karte staništa Republike Hrvatske, u mjerilu 1:100.000, DZZO, Zagreb.
- xxx, (2006): Statistički ljetopis Republike Hrvatske, str. 235–270, Zagreb.

*SUMMARY: The production and expansion of biofuel use in the world and the EU has been prompted by economic and ecological reasons. Fossil fuel reserves (oil and gas) are being depleted and becoming more expensive. At the same time the Kyoto Protocol stipulates the reduction of greenhouse gas emissions with the goal of mitigating climatic phenomena which could cause unforeseen consequences.*

*Land for biomass production is limited: therefore, biofuels could, following the EU strategy, replace fossil fuels only in one part. In addition to developing other renewable energies (hydro energy, solar energy, wind energy, geothermal energy), the EU committed itself to replace traffic oil with biofuels by 25 % by the year 2030. As Croatia is an EU membership candidate, the first thing it is required to do is to fulfill the obligation of achieving a 5.75 % proportion of biofuels (104,034 tons), held by each member state, by the year 2010. This is followed by the fulfillment of the commitment for the year 2020 (180,930 tons) and by the year 2030 (452,325 tons).*

*Of the total continental land area of Croatia (5,662,031 ha), agricultural land covers 2,955,728 ha or 52.2 %.*

*In Croatia, 55.9% or 1,202,000 ha of a total of 2,150,000 ha of potentially arable land are cultivated. If pastures are excluded, then arable land amounts to only 50.8 % or 1,092,000 ha.*

*With the application of more or less intensive ameliorative measures, agro-cultures could be cultivated for food production and partially for biofuel production over as many as 947.080 ha of available land in Croatia.*

*Permanently unsuitable land for agricultural production in Croatia amounts to 806,328 ha. This land could be used for the establishment of forest cultures where timber for industry and bioenergy could be produced.*

*The current conditions in Croatia give us reason to believe that there are good possibilities for biodiesel production from rape seed (especially rape*

oil) using first generation technologies, and biodiesel from lignocellulose biomass and its residues in agriculture and forestry with the application of second generation technologies. Moreover, a large number of cattle farms in Croatia produce large quantities of organic residue (especially animal manure) which could be usefully converted into biogas for both economic and ecological reasons.

The quantity of biomass from agrocultures amounts to 1,239,550 (t) annually, which is only 30 % of their value. The remaining 70 % of the biomass should be left on agricultural land to allow organic matter in the soil to regenerate naturally. The total equivalent value in crude oil from agricultural areas is 428,992 t/annually.

Apart from biomass from agrocultures, significant biomass quantities also exist in cattle breeding. Animal manure and organic residue from cattle are used for biofuel production – biogas. Annual quantities of overall animal manure in Croatia amount to 381,480,000 t and represent 25 % of the existing annual quantities. This biomass quantity (organic residue in husbandry) may provide a total of 244,538 t of annual equivalent values of crude oil.

Present agricultural production may provide 673,530 t/annually of biofuels from biomass (organic residue and waste) in the equivalent value of crude oil without jeopardizing permanent natural regeneration of organic matter in the soil.

Croatia possesses 2,688,687 ha of forests and forestland with 397,963,000 m<sup>3</sup> of growing stock which increments annually by 10,526,000 m<sup>3</sup>. The annual cut or the prescribed cut is 6,564,000 m<sup>3</sup> of gross volume. Of the total annual cut, about 40 % or 2,625,600 of timber is used for processing, 20 % or 1,312,800 m<sup>3</sup> for of fuelwood for energy and the remaining 40 % or 2,625,000 m<sup>3</sup> is left in the forest as waste.

Of this residue, 62.5 % or 1,641,000 m<sup>3</sup> could be used for bioenergy production, while 37 % or 984,000 m<sup>3</sup> would remain in the forest as waste. If this amount suitable for bioenergy is added to the quantity of 1,312,800 m<sup>3</sup> of fuelwood, the total quantity of energy wood that could already be placed on the energy market amounts to 2,953,800 m<sup>3</sup>, which is 45 % of the total annual cut. This quantity could provide 600,000 t/annually of biofuel in the equivalent value of crude oil.

Therefore, Croatia can produce an annual biofuel quantity of 1,273,539 t from the existing reserves in agriculture and forestry. This amount is 2.8 times higher than the quantity (452,325 t) which Croatia is obliged to use in traffic instead of fossil fuels by 2030 (the EU Directive of 2003).

Taking into account realistic potential possibilities of biofuel production in agriculture and forestry, we believe that a strategy on biomass use and biofuel production should be developed in Croatia with the goal of achieving economic and ecological bene.