

POTENTIAL OF BIOMASS AS ONE OF RENEWABLE ENERGY IN ITS FUNCTION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

POTENCIJAL BIOMASE KAO JEDNOG OD OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U FUNKCIJI ODRŽIVOG RAZVOJA

SERCER, Mario; KAVIC, Zlatica & LADIC, Valentina

Abstract: According to current indicators, more than 80 percent of the energy in the world is generated from classical sources. At the moment, fossil fuels (coal, petroleum and natural gas) do not have adequate substitutes on the energy sources market, and renewable energy sources are still not used to a large extent. In this paper, the term biomass, as one of the renewable energy sources, is explained as an important potential energy source in near future playing a significant role in the environmental protection and sustainable development.

Key words: renewable energy sources, pellets, biomass, sustainable development, ecology

Sažetak: Prema trenutačnim pokazateljima, više od 80 posto proizvedene energije u svijetu dobiva se iz klasičnih izvora. Fosilna goriva (ugljen, nafta i prirodni plin) trenutačno nemaju odgovarajuće supstitute na tržištu energenata, a obnovljivi izvori energije još se uvijek koriste u premalim količinama. U radu je pojašnjen pojam biomase kao jednog od obnovljivih izvora energije te u skoroj budućnosti jednog od važnih potencijalnih energenata čija je uloga očita kako u zaštiti okoliša tako i u funkciji održivog razvoja.

Ključne riječi: obnovljivi izvori energije, peleti, biomasa, održivi razvoj, ekologija



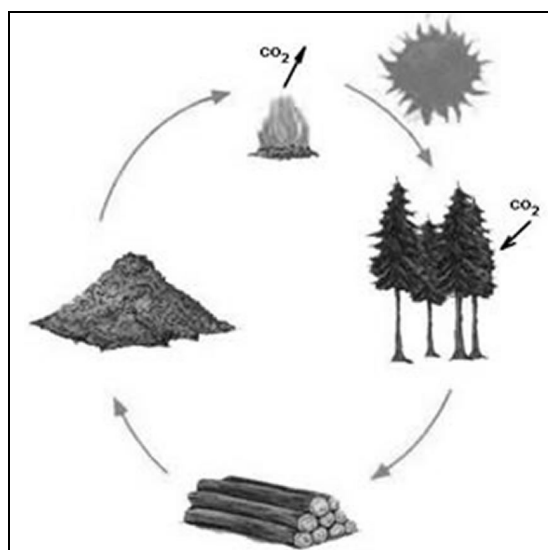
Authors' data: Mario, **Sercer**, mag. oec., Ekonomski fakultet u Osijeku, Gajev trg 7, Osijek, bioplam@ck.t-com.hr ; Zlatica, **Kavic**, mag. oec., Ekonomski fakultet u Osijeku, Gajev trg 7, Osijek, zlatica.kavic@gmail.com; Valentina, **Ladic**, mag. oec., Ekonomski fakultet u Osijeku, Gajev trg 7, Osijek, valentina_ladic@yahoo.com

1. Uvod

Obnovljivi izvori energije su takvi izvori koji se u određenom vremenskom razdoblju samostalno obnavljaju ili pak ih prilikom eksploatacije nije moguće iscrpiti. U današnje se vrijeme sve više koriste zbog svoje neškodljivosti prema okolišu. Moguće ih je podijeliti u dvije glavne kategorije, a to su: tradicionalni obnovljivi izvore energije poput biomase i velikih hidroelektrana, te takozvani novi obnovljivi izvori energije poput energije sunca, energije vjetra ili geotermalne energije. Prema sadašnjim predviđanjima u svijetu se do sredine 21. stoljeća očekuje značajan porast udjela biomase u potrošnji energije, a očekivanja pokazuju sličan trend i u Europskoj uniji gdje se predviđa da će proizvodnja energije iz biomase u odnosu na ostale obnovljive izvore energije iznositi skoro tri četvrtine ukupne proizvodnje energije. U Republici Hrvatskoj obnovljivi izvori energije, u to ne uključujući hidroenergiju daju tek neznatan dio od ukupnog dijela potrebne energije. Taj udio u budućnosti treba znatno povećati jer neobnovljivih izvora ima sve manje, a njihov štetni utjecaj sve je izraženiji. Biomasa je prvi i najstariji izvor energije koji su ljudi koristili, danas obnovljivi izvor energije koji se široko koristi i koji pridonosi zaštiti okoliša, otvaranju novih radnih mjesta i ukupnom gospodarskom razvitku gradova, općina i cijele Hrvatske. Ona je obnovljivi izvor energije koji uključuje ogrjevno drvo, grane i drveni otpad iz šumarstva, te piljevinu, koru i drveni ostatak iz drvne industrije kao i slamu, kukuruzovinu, stabljike suncokreta, ostatke pri rezidbi vinove loze i maslina, koštice višanja i kore od jabuka iz poljoprivrede, životinjski izmet i ostaci iz stočarstva, komunalni i industrijski otpad. Postoje razni načini da se iz biomase dobije energija. Biomasa je jedini obnovljivi izvor energije koji se neograničeno može koristiti za proizvodnju električne i toplinske energije te tekućih goriva za vozila. Glavna prednost biomase u odnosu na fosilna goriva je njena obnovljivost i potrajnost. Računa se da je opterećenje atmosfere s CO₂ pri korištenju biomase kao goriva zanemarivo, budući da je količina emitiranog CO₂ prilikom izgaranja jednaka količini apsorbiranog CO₂ tijekom rasta biljke. U posljednje vrijeme sve više postaje očito da je današnji pristup energiji neodrživ. Od svih obnovljivih izvora energije, najveći se doprinos u bližoj budućnosti očekuje od biomase. Biomasa, kao i njezini produkti – tekuća biogoriva i bioplin, nije samo potencijalno obnovljiva, nego i dovoljno slična fosilnim gorivima da je moguća izravna zamjena. Republika Hrvatska postala je 1996. godine stranka Okvirne konvencije o promjeni klime, odnosno Kyoto Protokola, iz čega proizlazi obveza smanjenja emisije stakleničkih plinova što će za Hrvatsku će biti vrlo težak zadatak, možda praktički i neizvediv, a korištenje biomase kao obnovljivog izvora energije tu može odigrati presudnu ulogu. Sve manje zalihe nafte i plina, uz sve više cijene na svjetskim tržištima dovode malu zemlju ovisnu o uvozu, poput Hrvatske, u isto tako tešku situaciju. Korištenjem biomase smanjuje se ovisnost o uvozu energije te tako pridonosi zaštiti gospodarske stabilnosti zemlje, zadržavanju nacionalnog dohotka u zemlji te ukupnom napretku. Vlada Republike Hrvatske prepoznala je važnost i na više načina potiče korištenje energije biomase i ostalih obnovljivih izvora. U Strategiji energetskeg razvitka biomasa ima posebno mjesto kao obnovljivi izvor od kojeg se u bližoj budućnosti očekuje naročito značajni doprinos, a slično mjesto ima i u Nacionalnoj šumarskoj politici i strategiji.

2. Općenito o biomasi

Pod pojmom biomase mogu se smatrati praktički sve organske tvari biološkog porijekla. Biomasa obuhvaća sve žive i rastuće u prirodi: kako biljke tako i životinjske organizme te otpadne tvari koje se stvaraju u biološkim procesima prilikom razvoja i rasta biljnih i životinjskih organizama te njihovih organskih ostataka za vrijeme i nakon raspadanja. Može se reći da je biomasa cjelokupna organska tvar nastala direktno ili indirektno utjecajem fotosinteze, a ne geoloških procesa. Stoga se tvari fosilnog karaktera poput nafte, ugljena ili zemnog plina ne ubrajaju u biomasu. Prilikom fotosinteze kod biljaka djelovanjem sunčeve svjetlosti i energije te u zraku sadržanog ugljik-dioksida stvara se organska supstanca, odnosno dolazi do akumuliranja energije. Ta se energija i ugljik-dioksid ponovo oslobađaju prilikom oksidacije – spaljivanje ili raspadanje drveta, biljaka ili organskog otpada i ostataka te stoga spaljivanje biomase svojim dimnim plinovima ne opterećuje dodatno atmosferu. Prilikom sagorijevanja oslobađa se samo onoliko ugljik-dioksida koliko ga je biljka akumulirala za vrijeme svog rasta i razvoja. Jedino ta količina ugljik-dioksida može opet biti oslobođena u atmosferu ili putem gorenja ili raspadanja što je simbolički prikazano na slici 1.



Izvor: Mario Šercer, vlastita izrada

Slika 1. – Kružni proces biomase

Za razliku od fosilnih goriva čije su količine ograničene i prilikom eksploatacije se ne obnavljaju, biomasa se ubraja u obnovljive izvore energije (uz geotermalnu energiju, sunčevu energiju te vjetar).

U osnovi razlikujemo krutu, tekuću i plinovitu biomasu. Danas se u Europi kao izvor energije najviše koristi kruta, drvena biomasa: cjepanice, samljeveno drvo, sječka, industrijski otpadci te u novije doba briketi i peleti. Osim drvene biomase kao kruta goriva koriste se slama, pšenica, biljni ostaci te organski otpad.

Kao tekuća goriva danas se najviše koriste biljna ulja dobivena prešanjem uljem bogatih biljaka kao što su npr. uljana repica i suncokret. Takva se ulja prerađuju te se dobiva biodizel. Iz biljki bogatih šećerima kao, npr. pšenica ili šećerna repa dobivaju

se alkoholi koji se koriste kao zamjena za benzin. Kao tekuća biomasa važno mjesto zauzimaju i stara jestiva ulja i masti koja se sakupljaju u gastronomiji i kućanstvima. Kao izvor energije danas sve veći značaj dobiva i bioplin koji se dobiva fermentacijom većinom na poljoprivrednim gospodarstvima u odgovarajućim postrojenjima. Kao osnovne tvari za reakciju koriste se životinjska gnojnica, kuhinjski otpad, klaonički otpadci, ostaci od napoja i slično. Osim na poljoprivrednim gospodarstvima, bioplin se proizvodi i na deponijima za smeće i postrojenjima za pročišćavanje.

Biomasa se može sagledati kao najsloženiji oblik obnovljivih izvora energije s više aspekata: nalazi se u sva tri agregatna stanja, obuhvaća široku sirovinsku osnovu, iz biomase se mogu proizvesti sva tri oblika korisne energije, široki spektar tehnologija konverzije, iz iste vrste biomase mogu se proizvesti različiti oblici korisne energije korištenjem različitih tehnologija pretvorbe i drugi.

U odnosu na ostale obnovljive izvore energije biomasa ima nekoliko znatnih prednosti; njezino korištenje ograničeno je kriterijima održivosti, energija iz biomase se može skladištiti, primarna energija iz biomase se može iskoristiti dalje od mjesta nastanka, proizvodnja energije biomase omogućuje kontinuirani proces smican kao i kod konvencionalne energije (npr. kogeneracijska postrojenja), višestruke koristi za lokalnu zajednicu.

3. Dobivanje energije iz biomase

Energija se iz biomase može dobiti na različite načine. Biomasa je jedini obnovljivi izvor energije koji se neograničeno može koristiti za proizvodnju električne i toplinske energije te tekućih goriva za vozila.

- biomasa se može izravno pretvarati u energiju jednostavnim izgaranjem pri čemu se proizvodi pregrijana vodena para za grijanje u industriji i kućanstvima ili za dobivanje električne energije u malim termoelektranama.
- fermentacija biomase u alkohol zasad je najrazvijenija metoda kemijske konverzije biomase. Takav se postupak najopsežnije razvija u Brazilu, gdje se godišnje dobiva oko milijun tona etanola za pogon vozila, a očekuje se da će se ta proizvodnja i povećati.
- uljana repica i neke druge uljarice daju biodizel koji se može izravno upotrebljavati u dizelskim motorima.
- anaerobnom fermentacijom može se iz biomase dobiti metan. Bioplin nastao fermentacijom bez prisutnosti kisika sadrži metan i ugljik pa se može upotrebljavati kao gorivo.

Najisplativiji način proizvodnje električne energije iz biomase jesu kogeneracijska postrojenja (istovremena proizvodnja toplinske i električne energije), za što postoji velik broj primjera u raznim zemljama. Kao tipični primjer mogućnosti za uspješnu kogeneraciju na biomasu može se uzeti drvna industrija – drvoprerađivačka poduzeća imaju potrebu za toplinom (sušenje i parenje drva, grijanje prostorija) i električnom energijom, a preradom drva nastaje dovoljna količina drvnog otpada koji služi kao gorivo.

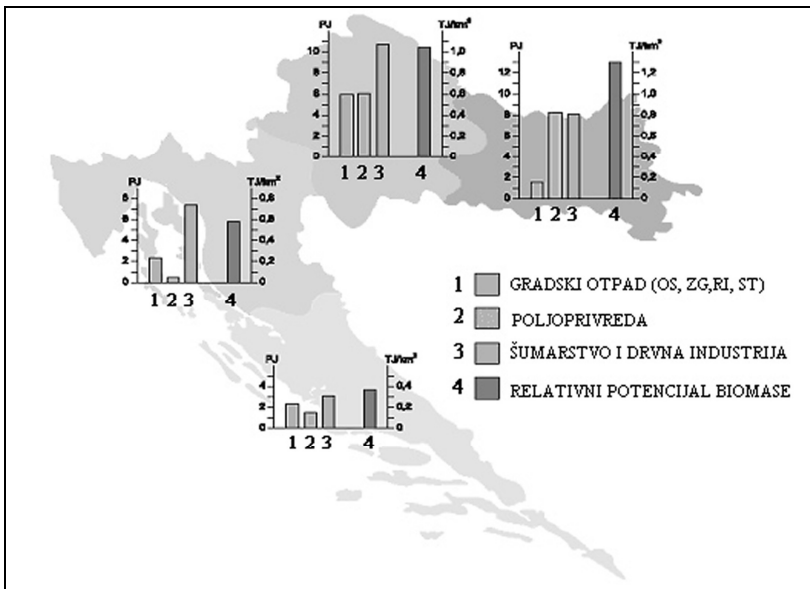
4. Drvna biomasa u Hrvatskoj

U Republici Hrvatskoj Zakon o energiji (NN 68/01, 177/04, 76/07, 152/08, 127/10) definira da su: [1]

- obnovljivi izvori energije - izvori energije koji su sačuvani u prirodi i obnavljaju se u cijelosti ili djelomično, posebno energija vodotoka, vjetra, neakumulirana Sunčeva energija, biogorivo, biomasa, bioplin, geotermalna energija, energija valova, plime i oseke, biomase, plina iz deponija, plina iz postrojenja za preradu otpadnih voda,
- biogorivo – tekuće ili plinovito gorivo dobiveno iz biomase,
- biomasa – biorazgradivi dio proizvoda, ostataka i otpadaka od poljoprivrede (uključivo s biljnim i životinjskim tvarima), šumarstva i drvne industrije, kao i biorazgradivi dijelovi komunalnog i industrijskog otpada čije je energetske korištenje dopušteno,
- plin – prirodni plin, ukapljeni prirodni plin, miješani ukapljeni naftni plin, ispareni ukapljeni naftni plin, bioplin, plin iz biomase i gradski plin

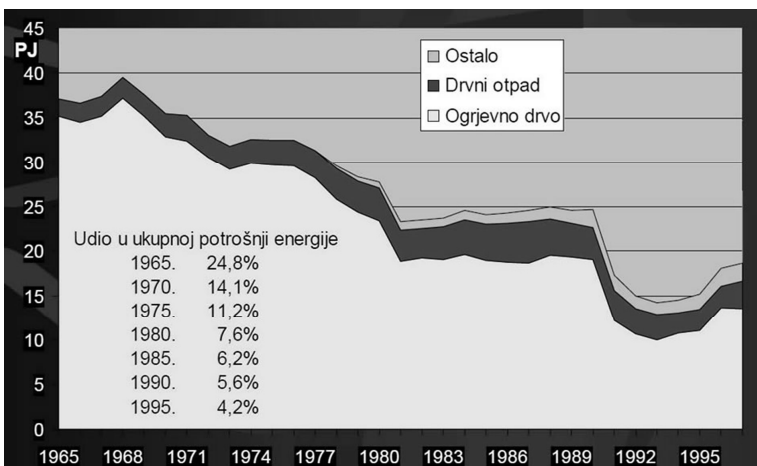
Korištenje šumske biomase (uglavnom kao ogrjevnog drveta) ima u Republici Hrvatskoj dugu tradiciju. Još 1965. godine iz biomase se zadovoljavala četvrtina energetske potrebe. Iako Republika Hrvatska danas raspolaže značajnim potencijalom biomase za proizvodnju energije (toplinska energija, električna energija, biogoriva) radi pomanjkanja tržišta i zamjene drugim energentima koji se uvoze (plin, nafta-loživo ulje, struja) te nedostatka ekološke svijesti o prednosti obnovljivih izvora energije to korištenje svelo se na svega 4,3 %. Dugoročnim programom gospodarenja šumama (2006.-2015.) procjenjuje se da bi samo Hrvatske šume d.o.o. mogle raspolagati s 2,6 mil. m³ šumske biomase za dobivanje energije što bi udvostručilo sadašnji udio biomase kao energenta. [2]

Svjetska energetska kriza, koja će se sve više produbljivati korištenjem ograničenih rezervi nafte, te utjecaj korištenja fosilnih goriva na povećanje stakleničkih plinova s jedne strane, poštivanje međunarodnih sporazuma i deklaracija (Kyoto protokol, Gradečka deklaracija 2005.) s druge strane, daje šumarskom sektoru, a time i Državi, mogućnost i obavezu boljeg korištenja manje vrijednog drva i otpada i općenito biomase. Gotovo 45% ukupnog teritorija prekrivenog šumom veliki je hrvatski potencijal za korištenje biomase. Ukupni godišnji prirast iznosi 9.6 milijuna m³, s razvijenom drvnom industrijom te značajnim udjelom poljoprivrede i stočarstva u ukupnom gospodarstvu isto su tako izvrsna osnova za proizvodnju energije iz biomase i to posebice u Slavoniji i Gorskom Kotaru, gdje je osobito izražen potencijal korištenja poljoprivredne biomase. Slika 2. prikazuje potencijal bioenergije Republike Hrvatske raspodijeljen regionalno. Vidljivo je da kontinentalni dio ima puno veći biopotencijal od primorskog, jer je veliki dio našeg primorja vrlo škrto kamenito tlo. Ukupna potrošnja energije dobivene iz biomase koristi se još uvijek na većinom nedjelotvoran način - za grijanje kućanstava.



Izvor: Šljivac, D. (2008). *Obnovljivi izvori energije – energija biomase*, str. 20
 Slika 2. – Potencijal bioenergije u Republici Hrvatskoj po regijama

Posljednjih godina došlo je do smanjenja korištenja biomase, jer se sve manje kućanstava grije na drva, dok s druge strane biomasa nije značajnije utjecala na proizvodnju električne energije. Udio energije dobivene iz biomase u ukupnoj potrošnji energije prikazan je slikom 3. Uvođenjem novih tehnologija i mehanizama podrške očekuje se da će tehnički potencijal biomase i otpada za period do 2030. godine porasti na razinu od 50 do 80 PJ (u Finskoj se već danas iz biomase pokriva preko 25% svih ukupnih potreba za energijom). [3]



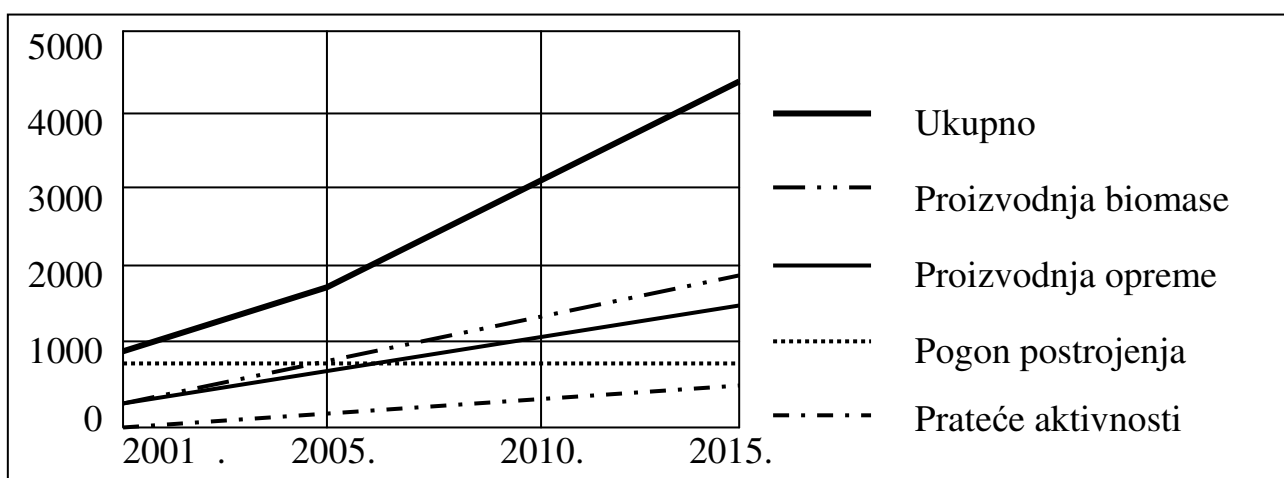
Izvor: Izvor: Šljivac, D. (2008). *Obnovljivi izvori energije – energija biomase*, str. 20
 Slika 3. - Udio energije dobivene iz biomase u ukupnoj potrošnji energije

Proizvodnja energije dobivene iz obnovljivih izvora iz dana u dan dobiva sve više na važnosti što dokazuje i podatak da je od 2008. na 2009. godinu ista porasla za 29,8 posto te energija ogrjevnog drva za 5,6 posto. [4] Razumljivo je da se očekuje značajan porast u proizvodnji energije od 2004. do 2009. godine dobivene upravo iz obnovljivih izvora i drvne biomase što je prikazano tablicom 1.

	2004. PJ	2009. PJ
obnovljivi izvori	0,02	1,34
ogrjevno drvo	16,09	17,97
sirova nafta	42,44	33,07
prirodni plin	77,08	93,50
vodne snage	69,00	65,77
	204,62	211,64

Izvor: Grupa autora, (2010). Energija u Hrvatskoj-godišnji energetski pregled, str. 42
 Tablica 1. – Udjeli u proizvodnji primarne energije u Republici Hrvatskoj

Ekološka prednost biomase u odnosu na fosilna goriva je njena obnovljivost i potrajnost, a opterećenje atmosfere ugljičnim dioksidom je zanemarivo. Proizvodnjom i korištenjem biomase u energetske svrhe smanjuje se emisija štetnih tvari i doprinosi se zaštiti tla i voda te povećanju bioraznolikosti. Važna je i socijalna komponenta u korištenju biomase jer se iskorištavanjem tog potencijala otvara znatan broj novih radnih mjesta, posebice u ruralnim područjima. Petnaest puta više radnih mjesta osigurava se pri korištenju drva kao energenta u odnosu na korištenje fosilnih goriva kao izvora energije. Neposredno zapošljavanje zbog korištenja biomase nastaje zahvaljujući proizvodnji goriva te izgradnji i upravljanju energetskim postrojenjima. Posredno zapošljavanje obuhvaća poslove koji se pojave u gospodarstvu zahvaljujući gospodarskim aktivnostima koje korištenje biomase uzrokuje. Jedna je od najvažnijih razlika u razvojnome smislu je trošak ulaganja po svakome otvorenom radnom mjestu, koji za biomasu iznosi između 15 000 i 25 000 US\$ po radnom mjestu. Takvi troškovi otvaranja radnih mjesta mogu se usporediti s prosječnim troškovima zapošljavanja po svakome otvorenom radnom mjestu u industrijskim projektima (40 000 US\$), u petrokemijskoj industriji (800 000 US\$) i u proizvodnji energije iz hidroelektrana (preko milijun US\$). [5] Doprinos biomase pri otvaranju novih radnih mjesta u Republici Hrvatskoj prikazan je na slici 4.



Izvor Sušnik, H., Domac. J. Risović, S., (2009). Biomasa kao obnovljivi izvor energije, str. 10

Slika 4. - Doprinos biomase pri otvaranju novih radnih mjesta u Republici Hrvatskoj

Sadašnjom se energetsom strategijom predviđa da će tijekom narednih desetljeća znatnije porasti ovisnost Hrvatske o uvozu energije od sadašnjeg uvoza na razini 50% do očekivanog uvoza u 2030. godini od preko 70% [5]. Takva energetska budućnost ne samo što je vrlo nepovoljna sa stanovišta uvozno-izvozne bilance zemlje i gospodarski, već je jednako tako nepovoljna i politički, zbog sve veće ovisnosti o uvozu energije i energenata. Navedene teškoće rezultat su i naslijeđenog stanja iz bivše države, a mogu se riješiti samo dosljednom primjenom načela koje se posljednjeg desetljeća sve više primjenjuje u Europskoj uniji, a to je davanje apsolutnog prioriteta domaćim (lokalnim) izvorima te sustavno smanjivanje uvoza fosilnih energenata. Pojedina ruralna područja Hrvatske ugrožena su visokom razinom iseljavanja pa je u pitanje došao i njihov fizički opstanak jer je broj stanovnika već pao na ili čak ispod razine biološke održivosti. Stoga, uzimajući u obzir značenje biomase za ruralna područja, podizanje bioenergana može imati pozitivne posljedice na ruralno tržište rada i to kroz izravno zapošljavanje, ali i kroz podršku pripadajućim djelatnostima i pratećoj industriji. Potencijal bioenergije u Republici Hrvatskoj po regijama već je ranije prikazan slikom 2. Usprkos prethodno navedenim činjenicama u Republici Hrvatskoj se kako zadnjih godina pa tako i danas posvećuje, nažalost, još uvijek nedovoljno pažnje i ne pridaje dovoljno važnosti.

5. Projekti za energetska iskorištavanje drvene biomase u Hrvatskoj

Do početka veljače 2012. godine u Registar projekata koje vodi Ministarstvo gospodarstva bilo je upisano ukupno 89 postrojenja za energetska iskorištavanje biomase ukupne snage od oko 220 MW. [6] Svega dva projekta elektrana na biomasu dobila su rješenje (ujedno su ušli i u sustav poticaja), a još četiri projekta dobila su rješenja o stjecanju povlaštenog proizvođača električne energije. Do sada je ostvareno i nekoliko manjih toplana i više industrijskih energana za pokrivanje potreba tehnoloških procesa za toplinskom energijom koji kao gorivo koriste drvenu biomasu kao i mnogobrojni mali izvori topline (kamini, peći i kotlovi) kojima se pokrivaju potrebe za toplinom u sustavima grijanja i pripreme tople vode u zgradama različitih namjena. Neki od završenih projekata s postrojenjima na biomasu u Republici hrvatskoj su sljedeći: [6]

- Strizivojna Hrast d.o.o. – kogeneracijsko postrojenje
- Đuro Đaković Elektromont d.d. – kogeneracijsko postrojenje
- Centrometal Macinec – grijanje proizvodne hale
- Toplana u Ogulinu izgrađena 1995. god.
- Toplana u Gospiću izgrađena 2002. godine i drugi

Trenutno je u pripremi više različitih postrojenja na biomasu (kako privatnih korisnika tako i škola i komunalnih zajednica), a prema najnovijim podacima Ministarstva gospodarstva svakako je najvrjednije spomenuti kogeneracijsko postrojenje Lika Energo Eko u Udbini, projekt vrijednom čak 4,1 mil. eura no hoće li taj projekt biti sproveden prema planu uvelike ovisi o daljnjem razvoju trenutačne gospodarske situacije.

6. Zaključak

Imajući u vidu podatak da je skoro čitava polovica kopnene površine Republike Hrvatske pokrivena šumama što predstavlja golemi potencijal za energetske iskorištavanje šumske biomase koja bi mogla zamijeniti sve skuplja i manje dostupnija fosilna goriva. Obnovljivi izvori energije nemaju značajnu ulogu u energetske politici zemlje te se njima pokriva samo mali dio potrebe za energijom. Osim činjenice da se ne koriste raspoloživi vlastiti izvori, nekorištenje biomase dovodi i do izravnog opterećenja okoliša s trajno štetnim posljedicama. Za veću primjenu drvene biomase i dalje postoje brojne prepreke, a jedna od njih je još uvijek niska ekološka svijest stanovništva koje će prednost dati 'suvremenijim' (često puta i skupljim) rješenjima; prirodnom plinu ili ulje za loženje. Osim toga u Republici Hrvatskoj još nema značajnijih potpora za primjenu malih izvora topline na obnovljive izvore u sustavima grijanja za obiteljske kuće, stambene, javne i poslovne zgrade, manje pogone i sl. kao što je slučaj u nekim drugim europskim zemljama. Sve veće zanimanje za takva energetska rješenja potvrđuje da šumska tj. drvena biomasa svakako predstavlja značajni potencijal za energetske iskorištavanje. Kao što je u prethodnim razmatranjima već navedeno, 89 projekata ukupne snage od oko 220 MW upisanih u Registar projekata i postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije te povlaštenih proizvođača koji vodi Ministarstvo gospodarstva najbolji su dokaz toj tvrdnji. Usprkos tome, još uvijek razmjerno mali broj do sada ostvarenih projekata s jedne strane pokazuje koliko su ti projekti tehnički zahtjevni i razmjerno skupi, a s druge strane i koliko je i dalje složen cijeli administrativni postupak za njihovo ostvarenje i ishodenje rješenja o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije. Opravdano je očekivati da će drvena biomasa u hrvatskoj energetici u narednim godinama zauzeti mjesto koje joj zasluženno pripada, kao što je to bio slučaj i u prošlosti, ali ovaj put uz primjenu najsuvremenijih i najefikasnijih tehnoloških rješenja te da će korištenjem biomase kao energenta u budućnosti ostvariti značajna sveopća korist u smislu održivog razvoja.

7. Literatura

- [1] Zakon o energiji (NN 68/01, 177/04, 76/07, 152/08, 127/10), Zagreb, 2001.
- [2] Dundović, J., (2010.), Sekcija za biomasu, *Dostupno na:* <http://www.sumari.hr/biomasa/> *Pristup:* (06-05-2012)
- [3] Šljivac, D. (2008). Obnovljivi izvori energije – energija biomase, *Dostupno na:* <http://oie.mingorp.hr/UserDocsImages/OIE%20Tekst.pdf>, *Pristup:* (06-05-2012)
- [4] Grupa autora. (2010). Energija u Hrvatskoj - godišnji energetske pregled, (prosinac 2010.), stranice 40-46, ISSN 1847-0602
- [5] Radna skupina za međuresorsku suradnju na području energetske iskorištavanja biomase kao obnovljivog izvora ,(2005). Biomasa kao obnovljivi izvor energije, Urednik: Domac, J., Risović, S., Energetske institut Hrvoje Požar i Šumarske fakultet u Zagrebu, ISBN: 953-6474-49-2, Zagreb
- [6] Labudović, B. (2012). *Osnove primjene biomase*, Energetika marketing, str. 262 – 268, ISBN 978-953-6759-58-3, Zagreb



Photo 112. Conference / Konferencija