

## PROJEKT ARBRE: ODRŽIVO ENERGETSKO PODUZETNIŠTVO I ŠUMARSTVO IDU ZAJEDNO

ARBRE PROJECT: SUSTAINABLE ENERGY BUSINESS AND FORESTRY CAN GO TOGETHER

Julije DOMAC\*

*SAŽETAK:* Elektrana ARBRE u Eggboroughu kraj Yorka (Velika Britanija), demonstracijski je projekt tehnologije rasplinjavanja biomase, prvo takve vrste u Europi. U budućnosti ovakva postrojenja mogu znatno pridonijeti opskrbi energijom u Velikoj Britaniji, ali i drugim europskim zemljama te pridonijeti izvršavanju obveza vezano na smanjenje emisije stakleničkih plinova. Prema protokolu iz Kyota, Europska unija se obvezala smanjiti emisiju stakleničkih plinova za 8 % u odnosu na 1990. godinu, u razdoblju od 2008. do 2012. godine. Cilj Vlade Velike Britanije je, neovisno o obvezi Europske unije, smanjiti emisiju CO<sub>2</sub> za 20 % u odnosu na 1990. do 2010. godine. Za ispunjenje tako zahtjevnog cilja, značajan se doprinos očekuje od projekata kao što je elektrana ARBRE, kapaciteta 10 MW. Kao gorivo, elektrana će koristiti sječku dobivenu iz šumskog ostatka te brzorastućih nasada vrba koje uzbajaju lokalni poljoprivrednici. Osobitost ovog postrojenja je da se za dobivanje električne energije drvo pretvara u plin najnovijom tehnologijom rasplinjavanja, a dobiveni se plin u energiju pretvara u visoko učinkovitom ciklusu kombiniranog procesa. Osim tehnoloških, značajna osobitost projekta je i poduzetnička, jer se s lokalnim poljoprivrednicima sklapa dugoročni ugovor o uzgoju brzorastućih vrba te otkupu i opskrbi elektrane gorivom. Na ovaj se način osim smanjenja utjecaja na okoliš ostvaruju i višestruko pozitivni socijalno-ekonomski učinci projekta. Otvaraju se nova radna mjesta, a lokalnim se poljoprivrednicima pruža mogućnost da koristeći zemlju koju ne mogu koristiti za proizvodnju hrane, ostvare dodatni prihod. Do sada je podignuto ukupno 1150 ha nasada brzorastućih vrba. Ove će se godine podići 160, a u 2002. godini planira se podići još 280 ha namijenjenih isključivo za proizvodnju goriva za ovu elektranu.

*Ključne riječi:* biomasa, elektrana, brzorastuće vrbe, staklenički plinovi

### 1. UVOD – Introduction

Međunarodno prihvaćena potreba za obuzdavanjem i smanjenjem emisije stakleničkih plinova omogućila je biomasi, tom najstarijem izvoru energije koji je čovjek koristio, novi život. Korištenje biomase za proizvodnju energije, osim u slučaju kada se sijeku

šume koje se ne obnavljaju, ne pridonosi povećanju emisije stakleničkih plinova i može se smatrati CO<sub>2</sub> neutralnim. Biomasa je značajan izvor energije u zemljama u razvoju, a njen udio u proizvodnji energije u razvijenim zemljama posljednjih je godina u stalnom porastu i ponegdje već čini osjetan udio u ukupnoj potrošnji primarne energije.

\* Mr. sc. Julije Domac, dipl. ing., Energetski institut "Hrvoje Požar", Savska 163, 10000 Zagreb

Procjena energetskog potencijala biomase, ali i buduće uloge biomase u proizvodnji energije na nacionalnoj i globalnoj razini prilično su zahtjevne zadaće, a rezultati mogu znatno odstupati u ovisnosti o početnim pretpostavkama, socijalnim i političkim uvjetima te tehničkom razvoju. Stanje je dodatno otežano različitim definicijama potencijala od različitih autora, pa se tako razlikuje teoretski, raspoloživi, tehnički, ekonomski potencijal itd. Jedna od postavki Konferencije o okolišu i razvoju UN-a, održane 1992. u Rio de Janeiru bio je RIGES model (engl. *Renewable Intensive Global Energy Scenario*), koji je pokazao da bi se do 2050. godine iz biomase moglo proizvoditi oko 50 % ukupnih potreba za energijom. U modelu je pokazano da bi u istom razdoblju udio obnovljivih izvora u ukupnoj proizvodnji električne energije mogao biti čak 60 % od čega bi biomasa mogla imati značajan udio. Prema modelu, povećanjem energetske učinkovitosti i ubrzanim uvođenjem obnovljivih izvora, globalna bi se emisija CO<sub>2</sub> u 2050. godini mogla smanjiti za čak 75 % u odnosu na 1985. godinu [1].

Model RIGES pretpostavlja podizanje oko 400 milijuna ha plantaže za uzgoj biomase do 2025. godine. Naglašava se održivost proizvodnje biomase kroz vraćanje lišća i pepela u zemlju, međusadnju vrsta koje vežu dušik te poduzimanje svih raspoloživih mjera za sprječavanje erozije i odnošenja hranjiva iz tla. U modelu se predviđa da se 62 % biomase dobiva iz uzgoja na plantažama, 32 % iz ostataka poljoprivrede i šumarstva te 6 % iz postojećih, ali bolje održavanih šuma. Dakako, RIGES je samo pretpostavljeni model, a ne stvarna politika, i iskazuje više što bi se moglo dogoditi nego što će se događati.

Osim navedenog modela RIGES, postoje razne druge procjene potencijala i buduće uloge biomase u globalnoj energetskoj politici u budućnosti, no u svim se scenarijima predviđa značajan porast i bitno značajnija uloga (tablica 1). Za usporedbu može poslužiti podatak da je u 1990. godini potrošnja energije u svijetu iznosila 376,8 EJ, dok se u 2050. prema raznim scena-

Tablica 1. Uloga biomase u globalnoj energetskoj politici prema raznim scenarijima u EJ [3]

Table 1 Role of biomass in global energy policy according to different scenarios in EJ [3]

Scenario	2025. godina	2050. godina
Shell (1996)	85	220
IPCC (1996)	72	280
Greenpeace (1993)	114	181
Johansson et al. (1993)	145	206
WEC (1993)	59	157
Dessus et al.	135	-
Lashof i Tirpak (1991)	130	215

rijima očekuje potrošnja energije od 586 do 837 EJ [2]. Vrijedi istaknuti da čak i velike naftne kompanije putem Shella, predviđaju značajan udio biomase, pa je nedavno čak i u sklopu kompanije osnovan poseban odjel, tzv. Shell Renewables, koji se bavi istraživanjem i korištenjem obnovljivih izvora energije.

U Velikoj Britaniji trenutačno se iz obnovljivih izvora zadovoljava svega oko 2% ukupne potrošnje energije, ali je Vlada i tu postavila ambiciozne ciljeve. Do 2010. godine planira se postići udio iz obnovljivih izvora od 10% ukupne potrošnje energije, a za to su odobrena i značajna finansijska sredstva koja ukupno iznose:

- Preko 200 milijuna funti do 2010. za razvoj novih tehnologija na području obnovljivih izvora,
- 29 milijuna funti subvencija za 22 000 ha energetskih biljaka (srednjoročni cilj je podizanje ukupno 125 000 ha energetskih biljaka),
- 200 milijuna funti subvencija za kapitalne investicije projekata korištenja biomase od 2001. do 2004. godine,
- 14 do 20 milijuna funti za istraživačke projekte i razvoj novih tehnologija korištenja energije biomase.

Većina podataka prikazanih u članku sakupljena je, a fotografije snimljene tijekom autorova obilaska elektrana, kao sudionika sastanka Izvršnog odbora IEA Bioenergy, u Yorku, u lipnju 2001. godine.

## 2. ULOGA BIOMASE U ELEKTROENERGETSKOM SUSTAVU

### The role of biomass in power system

Osnovna uloga elektroenergetskog sustava je neprekidna isporuka potrebnih količina električne energije, određene kvaliteti i uz prihvatljive ekonomske uvjete dobave. Međutim, kako se u proizvodnji električne energije i općem razvoju mogu iskorištavati različiti primarni izvori energije, planiranje izgradnje elektroenergetskog sustava predstavlja vrlo specifično područje razvoja.

Elektroenergetski sustav čini proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije. U načelu postoji vrlo mnogo tehnički mogućih rješenja (različiti tipovi elektrana, različiti parametri tih tipova elektrana, različiti naponi, konfiguracije mreža, lokacije postrojenja itd.). Isto tako, postoji i niz ograničenja uvjetovanih geografskim položajem, rezervama energetskih izvora, lokacijom potrošača itd. Zbog svega je toga potrebno

odrediti strategiju razvoja elektroenergetskog sustava, kojom se određuju temeljni pravci razvoja. Među te pravce razvitka mogu se uvrstiti dalje iskorištanje vodnih snaga s određivanjem prioriteta prema vodotocima, određivanje strukture termoelektrana, izgradnja toplana i centraliziranih toplinskih sustava za grijanje gradova i opskrbu industrije, povećanje energetske učinkovitosti posebice na strani potrošnje, primjena obnovljivih izvora energije, realne cijene energije, tarifni sustavi za umrežene energente itd.

Biomasa je poslije velikih hidroelektrana najznačajniji obnovljivi izvor energije. Iako je u prošlosti korištena uglavnom za dobivanje toplinske energije, u novije se vrijeme sve više podižu i postrojenja za biomasu za dobivanje električne energije, a očekuje se da će se takav trend nastaviti i u budućnosti.

U velikom broju razvijenih zemalja prisutan je, ili je čak već u velikoj mjeri uznapredovao, trend deregulacije tržišta električne energije i restrukturirajućih promjena u svim dijelovima elektroenergetskog sustava. Sličan proces započeo je i u Hrvatskoj, te se procjenjuje da će njegove posljedice imati značajan učinak na bu-

duću proizvodnju električne energije iz biomase. Kako će se proces tranzicije razvijati, pojačavat će se i potreba za ekonomski konkurentnom, niskom cijenom električne energije, ali i primjenom ekološki prihvatljivih tehnologija i goriva. Iako su ova dva zahtjeva naizgled u suprotnosti, takav je trend već vidljiv u brojnim zemljama kao što su SAD, Finska, Nizozemska i sl. [4, 5].

Daleko najznačajniji način proizvodnje električne energije iz biomase, danas su kogeneracijska postrojenja (istovremena proizvodnja toplinske i električne energije). Osim malih, pojedinačnih sustava u sklopu europskih elektroprivreda, trenutačno je instalirano preko 1200 MWe Š6C. Biomasa (najviše otpad iz drvene industrije i poljoprivrede te komunalni otpad) se koristi za proizvodnju električne energije u sustavima s konvencionalnom parnom turbinom. U SAD je u takvim sustavima instalirano više od 8000 MWe [7]. Iako su takva postrojenja prilično male snage, najčešće oko 20 MWe, a zahtijevaju relativno visoke investicijske troškove, ipak je moguće proizvesti električnu energiju koja je cijenom konkurentna tamo gdje su na raspolaganju dovoljne količine jeftine biomase (tablica 2).

Tablica 2. Pregled tehnologija za proizvodnju električne energije iz biomase [8]

Table 2 Power range and reported efficiencies of different technologies [8]

Tehnologija	Električna snaga u MWe	Prosječna ukupna efikasnost u %
Parni motor	0,025 - 2,0	16
Parne turbina (protutlačna)	1 - 150	25
Parne turbina (kondenzacijska s oduzimanjem)	5 - 800	35
Parne turbina (kondenzacijska)	1 - 800	40
Plinski motor	0,025 - 1,5	2
Plinska turbina	1 - 200	35
Rasplinjavanje i kombinirani ciklus	5 - 450	55
Stirling motor	0,0003 - ?	40
Gorive ćelije	0,005 - ?	70

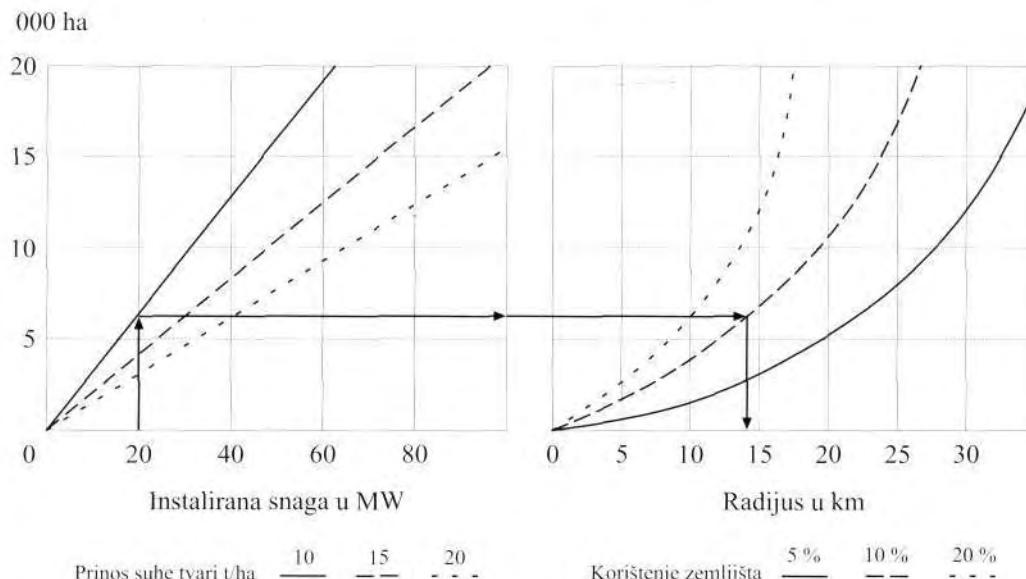
Višu učinkovitost i niže investicijske troškove moguće je postići u sustavima koji će koristiti plinske turbine. Trenutačno se najviše razvijaju sustavi integriranog rasplinjavanja biomase i plinske turbine (BIG/GT, od engl. *Biomass Integrated Gasifier/Gas Turbine*) [8]. Rasplinjavanje je termokemijski proces pri kojem se sirovina (ugljik) djelomično oksidira zagrijavanjem do temperature od 1200 °C kako bi se proizveo stabilni gorivi plin. Postoji nekoliko načina rasplinjavanja, a dobiveni gorivi plin sastoji se uglavnom od CO, vodika i metana, a goriva mu je vrijednost relativno niska i iznosi između 4 i 6 MJ/Nm<sup>3</sup>. Od tehnologije rasplinjavanja za proizvodnju električne energije dosta se očekuje već u skoroj budućnosti. U razvoju su različiti sustavi u Europi i obje Amerike. Prvo potpuno komercijalno postrojenje za rasplinjavanje gradskog otpada pušteno je 1998. godine u pogon u Lahti, u Finskoj. Energija se iz

dobivenog plina proizvodi u sklopu kogeneracijskog postrojenja ukupne snage 160 MWe i 250 MWth, od čega se rasplinjavanjem pokriva 15% [9].

Postoji mišljenje da bi za proizvodnju električne energije iz biomase trebalo uzgajati energetske biljke na velikim površinama, provoditi masovnu sječu šuma i slično, što bi sve imalo izrazito nepovoljan utjecaj na okoliš. U stvarnosti se, međutim električna energija iz biomase proizvodi isključivo u manjim postrojenjima snage do 70 MWe, najčešće i puno manje, a energija se proizvodi iz otpada i sporednih proizvoda poljoprivrede, šumarstva i drvene industrije. Osim toga, biomasa kao gorivo za proizvodnju električne energije može predstavljati samo značajan dodatni, ali ne i najvažniji element elektroenergetskog sustava. Čak i ako se energija proizvodi iz plantažno uzgojenih biljaka, zauzeće zemljišta je relativno malo, a utjecaj na okoliš bitno je

manji nego pri uzgajanju uobičajenih poljoprivrednih kultura. Na slici 1 prikazana je veza između potrebnog zemljišta za uzgoj biomase za proizvodnju električne energije i kapaciteta postrojenja. Dodatni su parametri prinos suhe tvari po hektaru i korištenje zemljišta u %.

Primjer na slici pokazuje da je za postrojenje snage 20 MW i uzgajanu kulturu prinosa 10 tona suhe tvari po hektaru potrebno 7000 ha, od čega će 10 % biti pod određenom energetskom kulturom, odnosno da će se zauzeti zemljišta u radijusu od 14 km oko postrojenja.



Slika 1. Zauzeće zemljišta pri uzgajanju energetskih biljaka za proizvodnju električne energije iz biomase [10]  
Figure 1 Land requirements for biomass power plants [10]

### 3. ELEKTRANA ARBRE – Arbre power plant

#### 3.1. Organizacija projekta

Naziv ARBRE skraćenica je od **A**rable **B**iomass **R**enewable **E**nergy, a sama elektrana je prvo komercijalno postrojenje takvog tipa u Europi i trebala bi proizvoditi dovoljno električne energije za opskrbu oko 33 500 ljudi (slika 2). Projekt vodi, te posjeduje elektranu, tvrtka First Renewables, dio Kelda Group (<http://www.keldagroup.com/>), zajedno s partnerima:

- tvrtkom TPS iz švedske, koja je razvila tehnologiju rasplinjavanja koja će se primijeniti na postrojenju;
- Vladinim programom Non Fossil Fuel Obligation (NFFO);

- Energetskim programom Europske komisije THERMIE.

Od samog početka projekta, značajna se pozornost pridavala okolišu i smanjenom utjecaju na okoliš koji je projekt trebao ostvariti kako bi se opravdalo njegovo pokretanje. Iako su se tijekom provedbe projekta pojavili problemi s izvođačem radova, projekt je završen u relativno kratkom roku s obzirom na svoje karakteristike i to sa sljedećom dinamikom:

- 1993.: Izrada studija utjecaja na okoliš i studija korištenja zemljišta (područja za podizanje nasada vrba);
- 1994., 1995.: Prikupljanje sredstava i potpisivanje ugovora s NFFO i EC Thermie;
- 1995.-1997.: Tri pokusa u tvrtki TPS kako bi se utvrdila i potvrdila svojstva tehnologije rasplinjavanja;
- 1997.: Izrada projektnе dokumentacije i dobivanje dozvole za gradnju;
- 1998.: Početak izgradnje;
- 2000.: Raskid ugovora s glavnim izvođačem radova, izgubljena jedna godina;
- 1997.-2000.: Podignuto 1150 ha nasada brzorastućih vrba;
- 2001.: Početak rada postrojenja, podizanje dodatnih 160 ha nasada.



Slika 2. Elektrana ARBRE  
Figure 2 ARBRE Power plant

### 3.2. Izvori goriva – Fuel sources

Kao gorivo za elektranu se planiraju zajedno koristiti dva tipa goriva i to sječka brzorastućih vrba i šumski ostaci. Nakon početnih pokusa s topolama, odlučeno je da se uzgajaju vrbe na lokalnim poljoprivrednim gospodarstvima u krugu od 50 milja (oko 80 km), na zemlji, koja se zbog ograničenja Europske unije vezanih za proizvodnju hrane više ne koristi (tzv. set-aside land). Sada je za ovu svrhu u uporabi između 5 i 10 % zemljišta koje se ne koristi, dok se u budućnosti s konacnim povećanjem kapaciteta elektrane na 35 MW to planira i povećati do 50 %, odnosno ukupno podići 7000 - 8000 ha nasada brzorastućih vrba.

Za potrebe nasada za elektranu (sadnja, žetva) koristi se suvremena mehanizacija razvijena u Velikoj Bri-

taniji, ali su razvijana i vlastita rješenja. Gustoća nasada iznosi 15 000 sadnica po hektaru, a zasađeno je sedam različitih klonova; jedan koji se tradicionalno uzgaja u Velikoj Britaniji te šest uvezenih klonova iz Švedske koji su prilagođeni uvjetima u Velikoj Britaniji, imaju visok prinos i otpornost prema bolestima te su testirani i odobreni od Šumarske komisije Velike Britanije.

U prvoj sezoni šibe vrbe narastu oko 3 do 4 metra, u ovisnosti o uvjetima tla, a iz svake sadnice izniknu 2 do 3 izdanka koji se tada obrežu kako bi potaknuto intenzivniji razvoj biljke. Nakon rezidbe, nasad se sijeće ("žanje") svake tri godine, a visina šiba u trećoj godini iznosi 6 do 7 metara. Očekivani prinos u prvoj žetvi iznosi 9-12 tona suhe tvari po hektaru i postepeno bi se trebao povećati kako nasad postaje zrelij (slika 3 i 4).



Slika 3. Nasad vrba površine 2 ha u okolini elektrane ARBRE  
Figure 3 Willow SRC, area 2 ha, near ARBRE plant



Slika 4. Mladice vrbe  
Figure 4 Willow coppice stool

Ostatak potrebnog goriva sada se dobiva iveranjem iz konvencionalnog šumarstva. Međutim, budući da su šume iz kojih se biomasa doprema, više udaljene od nasada vrba, podizanjem novih nasada u budućnosti će se smanjivati udio šumske biomase, te će se tako uslijed smanjenog transporta utjecati na reduciranje troškova i pridonijeti zaštiti okoliša.

### 3.3. Proces rasplinjavanja i proizvodnja električne energije – Gasification process and power generation

Drvo se na postrojenje dovozi kamionima, pri čemu se mjeri masa i sadržaj vlage, a pri elektrani postoji skladište dostatno za četiri dana. Prije korištenja sječka se suši na otprilike 10% vlage, pri čemu se koristi otpadna toplina iz procesa.

Elektrana ARBRE daje 10 MW električne snage, od čega se 8 MW izravno predaje u lokalnu mrežu. Biomasa se prvo rasplinjavanjem pretvara u stabilni gorivi plin, koji se sastoji od većeg broja komponenata kao što su vodik ( $H_2$ ), ugljični monoksid ( $CO$ ), ugljični dioksid ( $CO_2$ ), metan ( $CH_4$ ), etan ( $C_2H_6$ ) and eten ( $C_2H_4$ ) te manje količine težik ugljikovodika. Plin tada izgara u postrojenju s kombiniranim ciklusom koje sadrži plinsku turbinu i parnu turbinu kako bi se povećala učinkovitost. Ovakav se sustav naziva *Biomass Integrated Gasification Combined Cycle (BIG-CC)*.

Rasplinjavanje je termokemijski proces, pri kojem se sirovina (ugljik) djelomično oksidira zagrijavanjem do temperature od 1200 °C (850 °C u slučaju postrojenja ARBRE), kako bi se proizveo stabilni gorivi plin. Rasplinjavanje je kao proces za dobivanje plina poznato već više od 180 godina. Plin nastaje djelomičnim izgaranjem krute biomase u reaktoru s okomitim protjecanjem u koji zrak ulazi odozdo, odozgo ili u sloju u kojem se nalazi kruta biomasa. Sastav dobivenog plina može se mijenjati ovisno o temperaturi, tlaku, atmosferskim uvjetima i vrstama procesa koji se koristi. Postoje tri osnovna sustava rasplinjavanja: odozdo, odozgo i u sloju (sustav instaliran u elektrani ARBRE). Pri rasplinjavanju odozdo, nastali plin provodi se kroz najtopliju zonu što izaziva raspadanje molekula velikih ugljikovodika. Budući da je tako nastali plin vrlo visoke temperature, potrebno ga je dodatno ohladiti pri izlazu iz postrojenja. Pri rasplinjavanju odozgo nastali plinovi vode se kroz hladniju zonu prema izvodu iz postrojenja. Zbog toga se velike molekule ne raspadaju, te je

potrebno provesti čišćenje dobivenog plina. Ova je metoda prikladnija za biomasu s većim sadržajem vlage. Rasplinjavanje u sloju, kakvo se provodi u elektrani ARBRE, najjednostavnija je metoda. Gorivo se ubacuje kroz otvor na stijenci reaktora, gdje se odmah izlaže struji vrućeg zraka i sloju koji pokreće rasplinjavanje. Neposredan dodir vrućeg materijala sloja i goriva koje se ubacuje osigurava učinkovit prijelaz topline.

U kombiniranom ciklusu kakav je instaliran u elektrani ARBRE, proizvodnja električne energije odvija se u dvije faze koje zajedno daju visoku učinkovitost. Pročišćeni gorivi plin dijeli se u dvije struje. Prva struja se kompresira i injektira u plinsku turbinu gdje izgara na visokoj temperaturi. Izlazni plinovi iz turbine koji su još uvek na visokoj temperaturi, uvode se u kotao kako bi se njihova energija dodatno iskoristila. Druga struja plina izgara u kotlu, a nastala toplina služi kao dodatak ispušnoj toplini iz turbine. Para iz kotla, zajedno s parom iz rashladivača izlaznih plinova koristi se za pokretanje parne turbine, a para s izlaza parne turbine kondenzira se u hibridnom postrojenju za hlađenje i vraća u kotao.

Svaka od opisanih turbina povezana je s vlastitim sinkronim generatorom, a ukupna snaga od 10 MW saставljena je od 4,75 MW iz plinske turbine te 5,25 MW od parne turbine. Od toga se 2 MW koristi u postrojenju, dok se 8 MW predaje u lokalnu električnu mrežu. Ukupna termička učinkovitost iznosi 31 %, što je gotovo usporedivo s velikim konvencionalnim elektranama na ugljen.

#### 4. ZAKLJUČAK – Conclusion

Gospodarski razvoj usko je povezan s raspoloživošću i korištenjem suvremenih izvora energije. Alexander King, predsjednik Rimskog kluba, još je 1985. godine upozorio na novu globalnu krizu:

“Nacionalne ekonomije trebale bi se upravljati energetskom bilancom, a ne samo novčanom dimenzijom. Novac je relativan i prolazan, a energija je nužna i vječna. Trebamo shvatiti da su problemi energije, okoliša, klime i razvoja međusobno usko povezani.” [11]

Prema brojnim izvorima, jedna od najvećih prepreka većem korištenju biomase je činjenica da se na energetskom tržištu ne vrednuju troškovi, štete i rizici koji nastaju korištenjem fosilnih goriva i nuklearne energije, te neizravne koristi iz korištenja biomase. Incidenti s izljevanjem nafte iz tankera postaju sve češći, uzrokuju teške i dugotrajne štete za okoliš i živi svijet, ali i goleme troškove. Samo izravni troškovi incidenta Exxon-Valdez za čišćenje obale iznosili su 2,2 milijarde dolara, dok se medicinski troškovi i troškovi dekon-

taminacije nakon nuklearnog incidenta na Otoku 3 milje procjenjuju na 1 milijardu dolara [12]. Troškovi održavanja kanala za dobavu fosilnih goriva kroz vojne akcije trebali bi se također uzeti u obzir, kao i cijeli niz različitih drugih čimbenika.

Iskustva razvijenih zemalja pokazuju da osim brojnih i očitih prednosti korištenje biomase za okoliš (izbjegavanje emisije stakleničkih plinova, smanjena emisija štetnih tvari, manji utjecaj na tlo, vode i bioraznolikost) i posrednih utjecaja na nacionalno gospodarstvo (otvaranje novih radnih mesta u ruralnim područjima, poticanje lokalne i regionalne ekonomske aktivnosti i sl.), biomasa već odavno predstavlja unosan posao. U europskim se zemljama već iz biomase proizvode znatni udjeli energije (Austrija 15 %, Finska i Švedska 25 %), a biomasom (iverje, peleti, briketi,...) se trguje čak i na velike udaljenosti kao što je između Kanade i Švedske.

Razvijanje proizvodnje biomase i uzgoja kultura u kratkim ophodnjama kao mogućnosti produkcije obnovljivog izvora energije predstavlja novi industrijski potencijal nudeći koristi uzgajivačima, korisnicima tog razvoja i proizvodnje te lokalnoj upravi i zaštiti okoliša.

Kulture kratkih ophodnji mogu doprinijeti raznolikosti uzgoja u seljačkim gospodarstvima, što u razvijenim zemljama privlači različite potpore, poticajna sredstva i druge načine plaćanja, uključujući tu uporabu neiskorištenih poljoprivrednih i drugih marginalnih



Slika 5. Službeno vozilo elektrane ARBRE također odražava po-

kretačku ideju projekta "The Growing Energy Business"

Figure 5 The ARBRE power plant vehicle also reflects the driving idea of the project: "The Growing Energy Business"

zemljišta. Također mogu osigurati zapošljavanje u seljačkim kućanstvima, posebice tijekom zimskih mjeseci kada se vrši sjeća bioenergetskih nasada, dok su ostali poljoprivredni radovi na polju završeni, a ujedno se omogućuje i zapošljavanje djelatnika u osnovanim energetskim postrojenjima na biomasu. Taj oblik djelatnosti predstavlja trajan i potencijalno dobar urod također i u okolini većih urbanih sredina. Tijekom proljeća energetski nasadi, a posebno vrba, mogu biti od koristi pčelarima kao prva proljetna paša, ali i poslužiti kao područja s rekreacijskim pogodnostima (šetališta, biciklističke ili jahačke staze), kao mjesta za kampiranje, a koriste se i kao dobra zaštita jelenskoj divljači i fazanima [13].

Istraživanja koje je provelo Ministarstvo trgovine i industrije Velike Britanije, vezano za projekt ARBRE potvrdila su da je energetska bilanca nasada brzorastućih nasada pozitivna (faktor 1,20). Uspoređuje li se energetska bilanca, ali i bilanca ugljika te raznih štetnih tvari i ostalih utjecaja na okoliš (vode, tlo i bio-raznolikost) za nasade brzorastućih kultura s fosilnim energentima, jasno je da je prednost takvog dobivanja energije višestruka.

Za zemlju u tranziciji kao što je Hrvatska, ali i koja još uvijek traži odgovarajuću strategiju razvoja te najbolji način reformi u gotovo svim sektorima, primjer elektrane ARBRE sigurno može biti poučan i koristan.

## 6. IZVORI – References

- [1] Price, B. (1998): Electricity from biomass. Financial Times Energy, London: 129 pp.
- [2] Grübler, A. et al. (1998): Global energy perspectives. IIASA, WEC, Cambridge University Press. Cambridge: 299 pp.
- [3] Spitzer, J. (1998): The role of biomass in greenhouse gas mitigation. IEA Bioenergy Position Paper. IEA Bioenergy Task 25 International Workshop "Between COP3 and COP4: The Role of Bioenergy in Achieving the Targets Stipulated in the Kyoto Protocol". Nokia: 117-122.
- [4] Department of energy (1998): Challenges of Electric Power Industry – Restructuring for Fuel Suppliers. Document DOE/EIA-0623 UC-950, <http://www.eia.doe.gov/bookshelf.html>
- [5] Jandrićović N. (2000): Energetski zakoni u Hrvatskoj. /9. Forum: Dan energije u Hrvatskoj: zbornik radova./ Zagreb: Hrvatsko energetsko društvo: 9-90.
- [6] Palz, W. (1995): Future Options for Biomass in Europe. Proceedings Workshop on Energy from Biomass and Wastes, Dublin Castle: 2.
- [7] Williams, R. H. (1995): The Prospects for Renewable Energy. Siemens Review: 1-16.
- [8] El Bassam, N.: (1998): Energy Plant Species. James & James Ltd. London, pp321.
- [9] Peutere, H. (1998): Energy in Finland 1998. IVO Group: 56-57.
- [10] Hall, D. O. (1994): Biomass energy in industrialized countries – a view from Europe. In: Agroforestry and Land Use Change in Industrialized Nations, 7<sup>th</sup> International Symposium of CIEC, Berlin, pp. 287-329.
- [11] Miller, G. T. (1992): Living in the environment, 7<sup>th</sup> ed. Wadsworth, Belmont: 233 pp.
- [12] Hubbard, H. M. (1991): The real cost of energy. Scientific American 264: 18-23.
- [13] Kajba, D. (2001): Izravno priopćenje

**SUMMARY:** Internationally adopted need to control and reduce greenhouse gas emissions has brought new life into biomass, the world's oldest energy source used by man. Biomass utilisation in energy recovery, except for the cases of the felling of forests not scheduled for reforestation, does not contribute to an increase in greenhouse gas emissions and could be considered CO<sub>2</sub> neutral. Biomass is an important energy source for developing countries, and its share in energy production in developed countries is recently constantly increasing, somewhere even accounting for a considerable portion of total primary energy consumption.

ARBRE's plant at Eggborough is a demonstration of biomass gasification technology, the first of its type in Europe. In the future, plants of this type can make a significant contribution to the United Kingdom's energy supply and help in meeting commitments to the reduction of greenhouse gases. Growing concerns over the impact of mans' activities on the global climate are driving the development of renewable energy sources. Under the Kyoto Climate Change Protocol, recently signed in New York, the European Union is committed to reducing emissions of a basket of Greenhouse Gases (most importantly carbon dioxide) to 8 % below 1990 levels by 2008 – 2012. The UK Government's own target, irrespective of EU commitments, is for a reduction in carbon dioxide emissions to 20 % below 1990 levels by 2010. Energy generation using fossil fuels is a major source of greenhouse gases and of other pollutants. Renewable energy sources provide a cleaner alternative.

The ARBRE plant will generate 10 MW of electricity from wood chips provided from forest and coppice sources. State of the art technology will be used to generate electricity – the wood is converted into a gas which fuels a high efficiency combined cycle generating process. Wood fuels are clean, renewable and can be produced in a sustainable manner. They are carbon dioxide neutral, because the carbon dioxide released when the fuel is used is equal to the carbon dioxide taken up during growth. As wood is a natural material free from harmful chemicals, its use as a fuel in this way poses no threat to the environment.

The fuel sources are:

- *Short Rotation Coppice* – Short rotation coppice consists primarily of densely planted willow shrubs harvested on a three year cycle. The root stock is left in the ground and after each harvest new shoots emerge, as in a traditional coppice
- *Forestry Sources* – materials derived from forest and woodland management.

The United Kingdom currently has the lowest proportion of energy production from renewable sources of any European Union member state. Overall the European Union plans to double the use of renewable energy sources from 6 % to 12 % by 2010. In the short term the United Kingdom has a target of 1500 MW (approximately 2 % of current capacity) of renewable electricity by the year 2000, but more will need to be done to reach the European Union's renewable energy target and the UK's own carbon dioxide target. Studies carried out by the Department of Trade and Industry have shown that biomass can make a substantial contribution to both the United Kingdom's and the European Union's energy needs. ARBRE is a significant step in this direction.

Energy crops offer an exciting new commercial opportunity for farmers and growers. Short rotation coppice production allows diversification of land usage and offers substantial environmental benefits compared to intensive arable farming. These include reduced use of agrochemicals and greater ecological and landscape diversity. ARBRE is bringing the benefits that can be gained from the sustainable use of wood fuels one step closer.

**Key words:** biomass, power plant, short rotation crops, greenhouse gases