

Doc.dr.sc. Damir Šljivac
Elektrotehnički fakultet Osijek
damir.sljivac@etfos.hr
Prof.dr.sc. Srete Nikolovski
Elektrotehnički fakultet Osijek
srete.nikolovski@etfos.hr
Dr.sc. Zoran Stanić
HEP OIE d.o.o.
zoran.stanic@hep.hr

Marko Vukobratović, ing.el
Elektrotehnički fakultet Osijek
marko.vukobratovic@etfos.hr

Siniša Knežević, dipl.ing.
HEP OIE d.o.o.
sinisa.knezevic@hep.hr

ENERGETSKI POTENCIJALI I TRENUTNE AKTIVNOSTI KORIŠTENJA BIOMASE I BIOPLINA U ISTOČNOJ HRVATSKOJ

SAŽETAK

Kroz rad će biti razmotren način na koji se najefikasnije može iskoristiti ogroman potencijal Istočne Hrvatske i cjelokupne regije u proizvodnji toplinske i električne energije iz biomase i bioplina. Hrvatska ima veliki šumski potencijal s preko 44 % površine prekrivene šumom i ukupnim godišnjim prirastom od 9,6 milijuna m³ s razvijenom drvnom industrijom te značajnim udjelom poljoprivrede i stočarstva u ukupnom gospodarstvu, a to je izvrsna osnova za proizvodnju energije iz biomase. U različitim fazama realizacije je nekoliko projekata iz područja iskorištenja energetskog potencijala, kako biomase tako i bioplina. Neki značajniji su bioplinsko postrojenje na farmi Slatine Poljoprivredne zadruge Osatina kraj Ivankova, zatim na farmi u Tomašancima također Poljoprivredne zadruge Osatina. Prvo ovakvo postrojenje trebali bi biti pušteno u pogon krajem ljeta, a druge tijekom iduće godine. U planu je nekoliko postrojenja za iskorištavanje drvne biomase u okolici Vinkovaca, Strizivojna Hrast, Slavonija drvna industrija, Spačva Vinkovci kao i Tvin Virovitica. Time se otvaraju novi problemi i tehnički izazovi za HEP ODS: pitanje kvalitete električne energije, naponskih prilika, tokova snaga i paralelnog rada obnovljivih izvora paralelno s mrežom.

Ključne riječi: Bioplin, biomasa, obnovljivi izvori energije, kogeneracija, energetski potencijal

ENERGY POTENTIALS AND PRESENT ACTIVITIES IN BIOMASS AND BIOGAS USAGE IN EASTERN CROATIA

SUMMARY

Throughout this paper, the most efficient usage of huge biomass and biogas potential of Eastern Croatia in electrical energy and heat production will be considered. Croatia has a great potential with over 44% of forest area and the overall yearly increase of 9,6 mil. m³, with highly developed wood industry and significant part of agriculture and livestock in economy, which are great basis for biomass and biogas production. There are few developed blueprints, concerning usage of biomass and biogas, all in certain degree of execution. For example, future biogas powerplant on farmstead Slatine near Ivankovo and farmstead in Tomašanci, both owned by P.Z. Osatina. First one is planned to be fully functional by the end summer 2008. and the second one by the during 2009. Layouts are provided for several facilities that use wooden waste as fuel for electrical energy and heat production near Vinkovci, Strizivojna Hrast, Slavonija DI, Spačva Vinkovci.. By that, new problems and technical challenges emerges to HEP DSO: power quality issues, voltage conditions, power flows and network parallel operation of renewable facilities.

Key words: Biogas, biomass, renewable energy, cogeneration, energy potential

1. BIOMASA

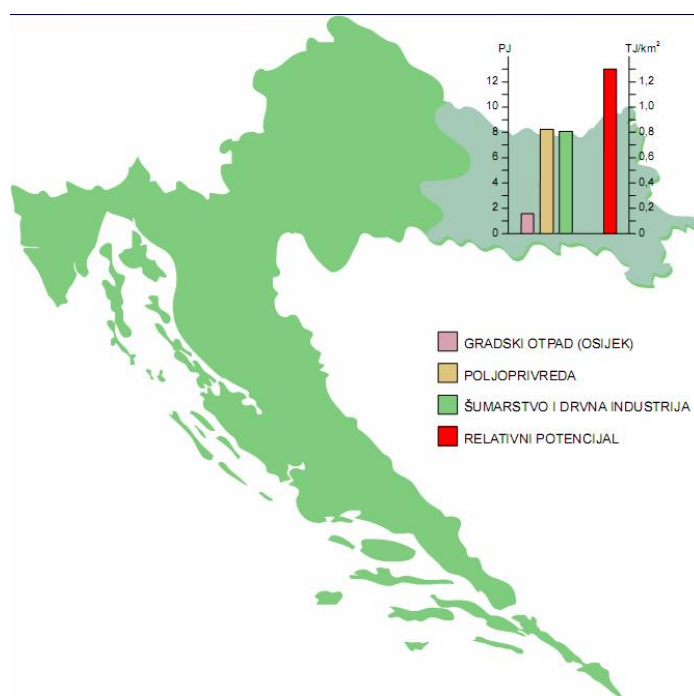
1.1. Podjela biomase

Sigurno prvi i najstariji izvor energije, biomasa je kroz godine postala višestruko iskoristiv obnovljivi izvor energije koji značajno pridonosi zaštiti okoliša i ukupnom gospodarskom razvoju regije. U grubo, biomasu možemo podijeliti na **brzorastuće biljke** i ostatke tj. **otpad**. Pod brzorastućim biljkama podrazumijevamo brzorastuće drveće, višegodišnje trave i alge, dok ostatke uglavnom čine poljoprivredni, industrijski ili šumski otpad koji se uspješno koristi za proizvodnju toplinske i električne energije. Jednako tako, postoji mogućnost prerađivanja takve drvene biomase u **drveni bioplin** i tekuća goriva, a motori koji iskorištavaju takva goriva pri pretvorbi u druge oblike energije poznati su više od stotinu godina (motori od **20 kW** u Belišće d.d. **1920. godine**)

Najveće zanimanje dakako privlači upravo drvena biomasa nastala kao **otpad** u poljoprivredi, drvo prerađivačkoj industriji ili šumarstvu.

1.2. Potencijal Slavonije i Baranje i djelatnosti vezane za nastanak i iskorištavanje biomase

U Slavoniji i Baranji postoji ogroman potencijal iskorištavanja energije iz biomase, što je prikazano na slici 1. Taj ogroman potencijal procjenjuje se na **1,3 TJ/km²** što nikako ne može biti zanemarivo. Preračunaju li se Jouli u kW/h dobije se približno: **361111,11 kW/h** ili **361 MW/h** energije, ukoliko bi se teoretski sav potencijal iskoristio za dobivanje električne energije.



Slika 1. Energetski potencijal Slavonije i Baranje [3]

U drvo-prerađivačkoj industriji nastaju velike količine različitog **drvnog ostatka** koji se najčešće djelomično koristi za podmirenje osnovnih energetskih potreba postrojenja. Dio drvenog otpada koji se ne iskoristi uklanja se iz pogona uz dodatni trošak i štetan utjecaj na okoliš. Postojeća postrojenja koja koriste biomasu kao gorivo često nemaju mogućnosti za kombiniranu proizvodnju toplinske i električne energije (**kogeneraciju**, engl. **CHP**; njem. **BHKW**) iako je u sklopu nekih postrojenja takvo korištenje odavno poznato (Belišće d.d.). Smisao projekta korištenja energije biomase širi je od same ekonomske dobiti jer se njima ostvaruju brojni pozitivni učinci poput zbrinjavanja otpada, otvaranja novih radnih mjesta, povećanje konkurentnosti šumarstva i drvne industrije te regionalna i lokalna ekonomska aktivnost. Razvijene države **Europske unije** i svijeta svjesne su ovih pozitivnih aspekata i u znatnoj mjeri pomažu projekte korištenja energije biomase.

Državni poticaji za podizanje postrojenja koja koriste biomasu uobičajena je i iskušana mjera za uvođenje ovog izvora energije, a takvi poticaji postoje u gotovo svim europskim zemljama. Učinci korištenja biomase u pravilu opravdavaju takva ulaganja države pa je tako **Sloveniji** tijekom **2004.** za poticanje projekata drvene biomase potrošeno oko **230 milijuna tolara** (preko **7 milijuna kuna**). Naši su susjedi izračunali da **1 tolar** subvencije za biomasu daje **3,78 tolara** bruto nacionalnog proizvoda, odnosno smanjuje se odljev dohotka u inozemstvo za **0,228 tolara**.

Biomasa se može izravno pretvarati u energiju jednostavnim izgaranjem pri čemu se proizvodi pregrijana vodena para za grijanje u industriji i kućanstvima ili u **kogeneracijskim postrojenjima** s parom nešto niže temperature i električnom energijom. **Kogeneracija** u drveno prerađivačkim industrijama je najisplativiji način proizvodnje **električne energije**. U većim industrijama ta je isplativost znatno naglašenija. Slijedi pregled energetskeg potencijala po veličini postrojenja danog u tablici I.

Tablica I. Energetski potencijal ovisan o veličini postrojenja [8]

Vrsta postrojenja	Toplinska _(th) i električna _(e) energija i predviđen broj radnih sati u godini	Količina biomase potrebna za danu količinu energije (suhih tona/godišnje)	Postotak rezerva goriva u određenom krugu postrojenja
Malo toplinsko	100 – 250 kW _{th} 2000 h/god	40 - 60	1 - 3% u krugu 1 km
Veliko toplinsko	250 – 1000 kW _{th} 3000 h/god	100 – 1200	5 – 10% u krugu 2 km
Malo kogeneracijsko	500kW _e – 2 MW _e 4000 h/god	1000 – 5000	1 – 3% u krugu 5 km
Srednje kogeneracijsko	5 – 10 MW _e 5000 h/god	30 000 – 60 000	5 – 10% u krugu 10 km
Veliko kogeneracijsko	20 – 30 MW _e 7000 h/god	90 000 – 150 000	2 – 5% u krugu 50 km

1.3. Svojstva biomase

Proces sagorijevanja sastoji se od nekoliko faza, a to su redom zagrijavanje i sušenje, destilacija hlapljivih sastojaka, izgaranje hlapljivih sastojaka i izgaranje čvrste tvari. Značajke koje ima drvene biomase kao gorivo jednake su kao za sva goriva. Uz kemijski sastav, ogrjevnu vrijednost, temperature samozapaljenja i izgaranja važan čimbenik biomase je njena vlažnost. U tablici koja slijedi vidi se jasno utjecaj vlažnosti primarne sirovine na iskoristivost samog procesa.

Tablica II. Vlažnost kao čimbenik energenta drvene biomase [8]

Vrsta drvene biomase	Vlažnost (% osnove)	Ukupna masa drvene biomase (kg)	Masa prisutne količine vode (kg)	Količina topline potrebna da se ukloni vlaga (MJ)	Toplina potrebna za pirolizu (MJ)	Donja ogrijevna vrijednost kilograma svježeg drveta (MJ/kg)
Svježe drvo	60	2.5	1.5	3.73	1.39	5.9
Sušeno 1-2 tjedna	50	2.0	1.0	2.57	1.39	8.0
Ostaci pilanama u	40	1.67	0.67	1.72	1.39	10.0
Ostaci šumartvu u	30	1.43	0.43	1.10	1.39	12.2
Zrakom sušena	20	1.25	0.25	0.64	1.39	14.3
Otad u industriji	10	1.11	0.11	0.28	1.39	16.4
Grijana biomasa	0	1.0	0	0	1.39	18.5

Donja ogrjevna vrijednost je ona količina topline koja nastaje potpunim izgaranjem jedinične količine goriva pri čemu se dimni plinovi ohlade na temperaturu **25 °C**, a vlaga u njima ostaje u stanju pare te toplina kondenzata ostaje neiskorištena. Ovakva ogrjevna vrijednost se uzima pri opisivanju efikasnosti jer uzima u obzir gubitke.

Zbog većeg udjela **vlage** i hlapivih sastojaka (čak do **80%**) energetska vrijednost drvene biomase je znatno niža u odnosu na fosilna goriva, od **5,9** do **18,5 MJ/kg**, u usporedbi sa kamenim ugljenom (**24 - 37 MJ/kg**), mrkim ugljenom (**12,7 – 23,9 MJ/kg**) i lignitom (**12,6 MJ/kg**), a i dizajn peći mora biti različit od one korištene za uobičajena fosilna goriva.

Za naše podneblje i vrste drveća važno je za njegovu **ogrijevnost** ustvrditi kakvo je drvo, tvrdo ili meko, jer je udio pojedinih sastojaka različit za pojedinu vrstu drveta, a različit je i sastav tvari koji se može koristiti kao gorivo. Smanjenjem **vlažnosti** biomase ogrjevna vrijednost se uvelike povećava pa je iz tog razloga korisno **sušiti** biomasu.

Na prvi pogled se biomasa i fosilna goriva ne razlikuju jer se spaljivanjem uvijek oslobađa **CO₂**. Međutim, ako se biomasa proizvodi održivo, rastuća šumska kultura vezat će **CO₂** iz atmosfere i pohranjivati ga u biljnu strukturu. Spaljivanjem se dakle ugljikov dioksid oslobađa u atmosferu kako bi se opet **asimilirao** s novom generacijom biljaka. Takvim korištenjem biomase umjesto fosilnih goriva ugljik pohranjen u fosilnim gorivima ostaje u tlu, a ugljik oslobođen u atmosferu iskorištava se sa svakom novom generacijom biljaka. Time se biomasa smatra **CO₂** neutralnim gorivom. Zanimljiv je podatak kako **1 hektar** šumske površine godišnje apsorbira jednaku količinu **CO₂** koja se oslobađa izgaranjem **88 000 litara** loživog ulja ili **134 000 m³** prirodnog plina. [1]

1.4. Aktivnosti korištenja biomase u Republici Hrvatskoj i planirana postrojenja u Slavoniji i Baranji

Vlada Republike Hrvatske prepoznala je važnost i na više načina **potiče** korištenje energije **biomase** i ostalih **obnovljivih izvora**. Na temelju odredbi *Zakona o zaštiti okoliša* i *Zakona o energiji* osnovan je i djeluje **Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost** koji osigurava dodatna sredstva za **financiranje** projekata, programa i sličnih aktivnosti u području energije biomase te općenito očuvanja, održivog korištenja, zaštite i unapređivanja okoliša. Ostali načini **poticaja** uključuju različite **potpore** proizvođačima, poticaja **znanstvenih** i **tehnoloških** istraživanja, izravnu podršku programima i projektima korištenja energije biomase korištenjem sredstava **državnog proračuna**, uspostavu i **financiranje međunarodne suradnje** na ovom području i slično.

Nadalje, Republika Hrvatska je **18. lipnja 2004.** godine dobila status kandidata za članstvo u **Europskoj uniji**, čime joj se otvara i mogućnost korištenja **prepristupnih fondova** Europske unije. Projekti korištenja energije biomase mogu naći svoje mjesto u svim prepristupnim programima (**PHARE, ISPA i SAPARD**), ali i inicijativama kao što su **Interreg**, odnosno različitim znanstveno-tehnološkim programima (**6. i 7. Framework, Tempus i LIFE**). Korištenje ovih fondova osim **financijske koristi** donosi i bolju povezanost s međunarodnom zajednicom te primjenu učinkovitijih tehnologija. [2]

U **Republici Hrvatskoj** u planu je nekoliko **postrojenja** koja bi kogeneracijom iskorištavala **drvenu biomasu** u svrhu kombinirane proizvodnje toplinske i električne energije, a njihov pregled slijedi u tablici III. Prvo postrojenje koje se planira pustiti u pogon tijekom 2009. godine bilo bi **HRAST Strizivojna**, postrojenje koje se danas energetska napaja jedino preko dizel agregata, a već godinu dana iza njega od **istog investitora** prvu biomasu u svrhu proizvodnje **električne energije** spaljivalo bi postrojenje **SLAVONIJA DI**.

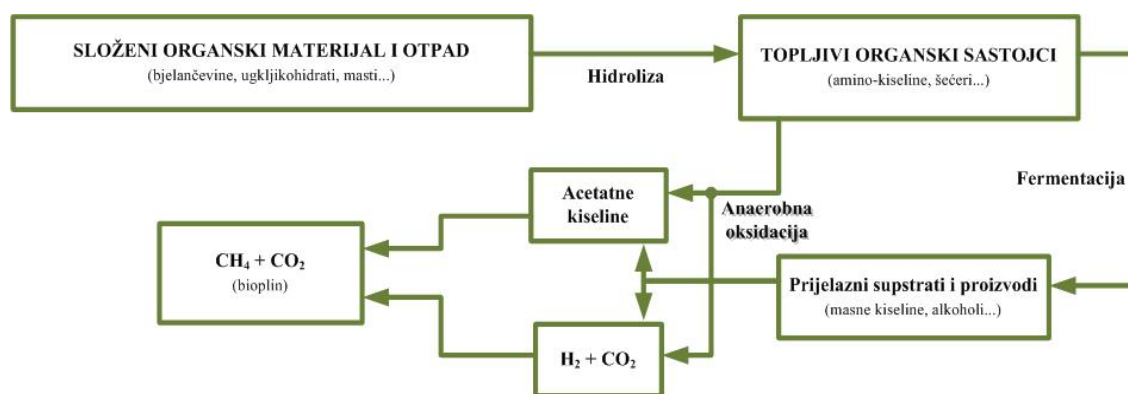
Tablica III. Pregled planiranih postrojenja na biomasu

Investitor:	Zapremina kotla	Snaga (P _{el})
HRAST Strizivojna	20 t	3,5 MW
SLAVONIJA DI	20 t	3,5 MW
SPAČVA Vinkovci	30 t	4,5 MW
BELIŠĆE d.d.	63 t	16 MW

2. BIOPLIN

2.1. Tehnologija bioplina

Tehnologija koja je omogućila da se efikasno manipulira organskim otpadom poznata je kao **anaerobna digestija**. Anaerobna digestija je **fermentacija** organskog materijala **bez** prisutnosti **kisika** koja kao rezultat daje **bioplin**. Tijekom **anaerobne digestije** (fermentacije) organski materijal se razlaže pod utjecajem **metanskih bakterija** i nastaje **bioplin** koji je po sastavu mješavina metana **CH₄** (40-75%), **ugljkovog dioksida CO₂** (25-60%) i malo postotka ostalih plinova poput **vodika H₂**, **sumporovodika H₂S** i **ugljkovog monoksida CO** (2%). Takav plin je lakši od zraka, bez mirisa je i bez boje. Temperatura zapaljenja mu je između 650 i 750 °C, a gori čisto plavim plamenom. Kalorijska vrijednost mu je oko **20 MJ/Nm³**. Sastav, kakvoća i udio pojedinih kemijskih spojeva ovisi o načinu dobivanja i porijeklu organske tvari, pa tako za različite uvjete može imati različite vrijednosti. Princip dobivanja bioplina je prikazan na slici 2.



Slika 2. Princip dobivanja bioplina [5]

Svi **organski materijali**, kako životinjski tako i biljni, mogu biti razgrađeni **aerobno** ili **anaerobno**, a produkti njihove razgradnje biti će veoma **različiti**. Ukoliko se organski materijal raspada uz prisustvo kisika proizvodi se ugljični dioksid, amonijak i nešto malo ostalih plinova. Uz to se prilikom **aerobne digestije** oslobađa i **velika količina topline**, a konačni proizvod se može upotrijebiti kao **gnojivo**. **Anaerobnom digestijom** proizvodi se metan, ugljični dioksid i nešto vodika s ostalim plinovima, vrlo malo topline i konačni proizvod s većom količinom **dušika** nego što se proizvede pri aerobnoj fermentaciji. Takvo **gnojivo** u konačnici sadrži **dušik u mineraliziranom obliku** (amonijak) koji je koristan biljkama jer se njime izuzetno lako oplemenjuju obradive površine, a biljke ga preuzimaju lakše nego organski dušik. Međutim, **anaerobna digestija** (fermentacija) odvija se samo u **specifičnim uvjetima** među kojima su odgovarajuća **kiselost** (pH) ulazne mješavine i **temperatura** u spremniku za anaerobnu fermentaciju (digestoru). Preporučljivo je kiselost supstrata održavati između vrijednosti **6 i 7**, a temperaturu supstrata unutar spremnika između **25 i 37 °C**. Ipak, različiti supstrati traže različite uvjete kao i **vrijeme** koje je potrebno da mješavina provede u **digestoru (fermenteru)** kako bi potpuno sazrela. Termini koji se koriste za spremnik mješavine su očigledno različiti, ali uvijek se govori o istome, neovisno koristi li se izraz digestor, fermenter, bioreaktor, anaerobni reaktor ili nešto drugo, uvijek se radi o **spremniku** u kojem se na mješavini organskih tvari vrše **mikrobiološke i kemijske reakcije bez prisutnosti kisika**. Primjer jednog digestora dan je na slici 3.

Dobiveni **bioplin** najčešće se koristi za dobivanje **toplinske i/ili električne energije** na različite načine, bilo to izgaranjem u **kotlovima** ili **motorima** sa unutrašnjim izgaranjem. Korištenjem stajskog gnoja od **120 krava** može se proizvesti dovoljno bioplina za pogon motora snage **50 kW**, što je dovoljno za pokrivanje potreba za električnom energijom manjeg sela.



Slika 3. Vanjski izgled digestora

Količina bioplina i energije dobivena iz životinjskog stajskog gnoja ovisi o vrsti životinje što je prikazano tablicom IV.

Tablica IV - Količina bioplina u ovisnosti o podrijetlu [1]

Vrsta životinje	Vrsta otpada	Količina (kg/dnevno)	Suhe tvari (kg/dnevno)	Bioplina (m ³ /dnevno)	Energija (kWh/god)
Goveda	Tekući	51	5,4	1,6	3400
	Suhi	32	5,6	1,6	3400
Svinje	Tekući	16,7	1,3	0,46	970
	Suhi	9,9	2,9	0,46	970
Perad	Suhi	0,66	0,047	0,017	36

Anaerobna digestija, ukoliko se pravilno koristi, ne samo da može pridonijeti smanjenju zagađenja okoliša, već može raznim pretvorbama dovesti do **proizvodnje električne energije** i kvalitetnog **gnojiva**. Nusproizvodi nastali gospodarenjem u stočarstvu svrstavaju se u **tri kategorije**. Otpad iz **Kategorije 1**, visoko rizičan za ljudsko ili životinjsko zdravlje, **ne smije** se upotrebljavati kao materijal za proizvodnju **bioplina**, niti se na bilo koji drugi način smije upotrebljavati nakon što je primarno iskorišten. Materijali iz **Kategorije 2** smiju se koristiti u proizvodnji bioplina tek nakon što se **steriliziraju** parom najmanje **20 minuta** pri temperaturi od **133 °C** tlaku ne manjem od **3 bara**. Ukoliko se radi o otpadu iz klaonica potrebno je pročititi otpadne vode kako bi se uklonili svi dijelovi veći od **6mm**. Takvi dijelovi, ukoliko se ne radi o dijelovima iz Kategorije 1, mogu se slobodno koristiti u proizvodnji bioplina. U **Kategoriji 3** nalazi se otpad koji se svakako mora pasterizirati prije nego se koristi u proizvodnji bioplina. Tu svakako spada i otpad iz ugostiteljskih obrta, restorana, objekta prehrane i slično. U tu kategoriju također spada i organski otpad iz **kućanstava**. [7]

2.2. Proizvodnja bioplina u Europskoj uniji

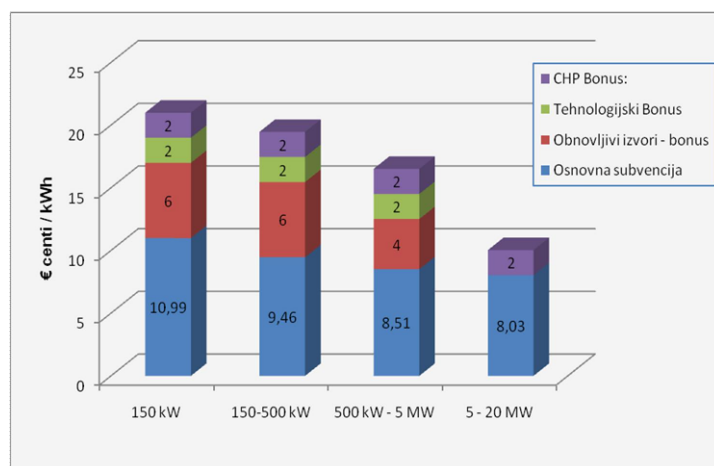
Krajem **2002.** godine samo u Njemačkoj bilo je gotovo **2000** postrojenja za proizvodnju bioplina raznih veličina, a u Austriji **110**. Pregled proizvodnje bioplina po zemljama članicama Europske unije dan je u tablici V. Pravi primjer za organizaciju i poticaj proizvodnje električne energije iz bioplina je **Njemačka**, u kojoj distributivni operateri moraju i dužni su **spojiti** na mrežu **postrojenja** koja proizvode **električnu energiju** iz bioplina. Sve preinake, poboljšanja i dodatne priključke dužan je **osigurati distributer** električne energije koji također plaća tu kupljenu električnu energiju.

Dodatno subvencioniraju se razni bonusi na primjenu različitih **tehnologija** poput primjerice **suhe fermentacije** ili primjene **nekonvencionalnih motora**. Za manja postrojenja subvencije su veće jer se na taj način ohrabruje manja poljoprivredna gospodarstva da ravnopravno sudjeluju u borbi za tržište.

Tablica V. Proizvodnja bioplina u zemljama EU [11]

Država	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Njemačka	600	659	685	1291	1594	1923
UK	904	1076	1151	1473	1600	1696
Italija	153	155	155	203	344	354
Španjolska	134	168	257	275	317	334
Francuska	196	302	322	359	220	227
Nizozemska	161	149	154	110	119	119
Austrija	56	59	64	42	31	118
Irska	28	28	28	19	34	35
Švedska	112	147	147	120	30	33
Portugal	-	76	76	76	10	9
Luksemburg	2	2	2	5	7	9
Slovenija	-	-	-	7	7	8
Ukupno	2572	3062	3291	4216	4707.7	5347

Dodatno potporu dobivaju proizvođači toplinske energije (**CHP bonus**) koji opskrbljuju lokalnu zajednicu nekim oblikom topline. Pregled subvencija u ovisnosti o veličini postrojenja slijedi na slici 4



Slika 4. Subvencije u Njemačkoj [9]

2.3. Potencijal Republike Hrvatske

U Republici Hrvatskoj je situacija nešto drugačija s ciljem razvoja do standarda Europske unije. Za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije razvijen je poseban **poticajni Tarifni sustav** vlade Republike Hrvatske. Sukladno time, sve je više potencijalnih proizvođača bioplina tj. **električne energije iz bioplina**. Bitna stavka navedenog **Tarifnog sustava** jest **točka 3 članka 4 Tarifnog sustava** u kojoj se uvjetuje participiranje **domaćeg inženjeringa** i proizvodnje od najmanje **60%** ukupne vrijednosti projekta. Jedino u tom slučaju postiže se **puna poticajna cijena**, dok za slučajeve kada je taj udio domaće proizvodnje manji postoje korekcijski faktori. Pregled iznosa poticajnih sredstava dan je u tablici 6.

Kako je u Republici Hrvatskoj, a pogotovo u **Slavoniji i Baranji** uvelike **razvijen primarni sektor** gospodarske djelatnosti podrazumijeva se kako je najveći interes poljoprivrednih gospodarstava upravo usmjeren ka zbrinjavanju **stajske gnojevke i proizvodnji bioplina**.

Potencijal **Slavonije i Baranje** kada bi se iskoristio u svrhu proizvodnje električne energije procjenjuje se na nešto više od **200 MW/h dnevno**, većinom iz svinjogojstva.

Tablica VI. Pregled poticajnih sredstava za određen tip postrojenja [15]

TIP POSTROJENJA	kn/kWh
1. Sunčane elektrane	
1.1. Instalirane snage do uključivo 10 kW	3,40
1.2. Instalirane snage veće od 10 kW do uključivo 30 kW	3,00
1.3. Instalirane snage veće od 30 kW	2,10
2. Hidroelektrane	0,69
3. Vjetroelektrane	0,64
4. Elektrane na biomasu	
4.1. Kruta biomasa iz šumarstva i poljoprivrede (granjevina, slama...)	1,20
4.2. Kruta biomasa iz drveno-prerađivačke industrije (kora, piljevina, sječka)	0,95
5. Geotermalne elektrane	1,26
6. Elektrane na bioplin iz poljoprivrednih nasada (kukuruzna silaža) te organskih ostataka i otpada iz poljoprivrede i prehrambeno-prerađivačke industrije (kukuruzna silaža, stajski gnoj, klaonički otpad...)	1,20
7. Elektrane na tekuća biogoriva	0,36
8. Elektrane na deponijski bioplin i plin iz postrojenja za pročišćivanje otpadnih voda	0,36
9. Elektrane na ostale obnovljive izvore energije (morski valovi, plima i oseka)	0,60
UDIO DOMAĆE KOMPONENTE U PROJEKTU p(%)	Korekcijski faktor k_o
60 i više	1,00
45 - 60	$\frac{7}{1500} \cdot p + 0,72$
45 i manje	0,93

2.4. Prvo postrojenje za proizvodnju bioplina u Republici Hrvatskoj

Upravo je u **Slavoniji i Baranji** prvi projekt u realizaciji proizvodnje bioplina i njegovog iskorištavanja pri proizvodnji električne energije. **Farma Slatine** poljoprivredne zadruge **Osatina** u općini **Ivankovo**, u Vukovarsko – srijemskoj županiji, prva je u **Republici Hrvatskoj** koja će u energetska mrežu pustiti prve kilovate, od ukupnih **1000 kW električne energije** nastale iz **bioplina**.

PZ Osatina uspješno posluje od osnutka **01. Siječnja 1993.** godine. Sjedište tvrtke je u **Semeljcima**, nedaleko od **Đakova**. (Slika 5.)



Slika 5. Lokacija farme Slatine u Ivankovu PZ Osatine

Proizvodnja mlijeka temeljna je i najznačajnija sastavnica poslovanja tvrtke, a godišnja količina proizvedenog mlijeka kreće se oko **15 milijuna litara**, namijenjenih prvenstveno domaćem tržištu. Farma trenutno raspolaže sa **1200 muznih krava**, a planiranim razvojem ta brojka podigla bi se na **2500 muznih krava, 900 junica i 1000 teladi** čime bi godišnja proizvodnja mlijeka porasla na preko **41 milijun litara**

Kako **PZ Osatina** raspolaže sa još jednom farmom slične veličine u **Tomašancima** očigledno je kako se radi o velikoj količini goveđe gnojnice.

Postrojenje na lokaciji **Ivankovo** u **visokom** je **stupnju realizacije** i unatoč vremenskim prilikama intenzivno se odvijaju zahtjevni **građevinski radovi**. Investitor postrojenja je **PZ Osatina**, poduzeće koje je

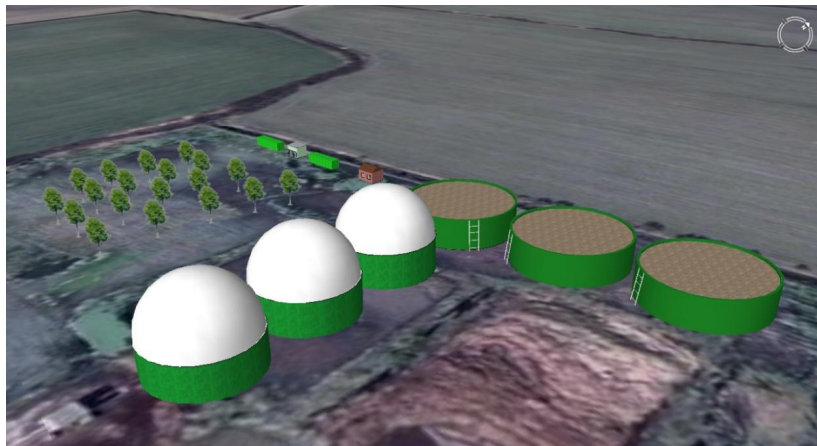
nositelj tehnologije i ujedinjuje **domaće poduzetnike, industriju i proizvode** kako bi **prvo hrvatsko postrojenje na bioplin** bilo uistinu domaći proizvod u okvirima visokih europskih kriterija kvalitete

Tehničko-tehnološke cjeline koje se mogu proizvesti u **Republici Hrvatskoj** na europskoj i svjetskoj razini kvalitete objedinjene na ovaj način upravo su **studije isplativosti** u skladu sa zakonima **Republike Hrvatske** i **tarifama** važećim u **Republici Hrvatskoj**, **tehnološke definicije bio-procesa** u skladu s najnovijim potvrđenim iskustvima na svjetskom tržištu, **projekt upravljanja** i **vizualizacije** cijelog procesa, **daljninski kontrolni sustav**, **praćenje trendova** i predlaganje rješenja, **strojarski projekt** tehnološkog dijela kao i dijela pripreme bioplina za plinski motor, sustav razvoda otpadne **toplinske energije** i njeno iskorištavanje u procesu, **građevinski projekt**, **izvođenje radova** i **puštanje u pogon** po sistemu **"ključ u ruke"** za sve zainteresirane investitore te usluge **redovnog servisa** i **konzaltinga** za **optimalno tehničko i financijsko vođenje** bioplinskih postrojenja. [17]

Prednosti **domaćeg inženjeringa** svakako su poznate, a važno je napomenuti kako su **projekti** pripremljeni prema **hrvatskoj regulativi** i nije ih potrebno nostrificirati jer na projektima rade **ovlašteni projektanti** u **Republici Hrvatskoj** sa dugogodišnjim **iskustvom**. Jednako tako, financijska ušteda je jedan od čimbenika kojima se ne mogu pohvaliti strani izvođači, a **upravljanje** i **vizualizacija** procesa na računalo su u na hrvatskom jeziku i razumljivi su svakom operateru bioplinskog postrojenja.

Za sustav **upravljanja, zaštite, vizualizacije** i vođenja procesa i postrojenja zadužena je renomirana tvrtka sa dugogodišnjim iskustvom u područjima **automatizacije industrijskih procesa** i preko 100 referenci uspješnih poslova na području Republike Hrvatske i susjednih zemalja, **Tvornica elektro opreme, Belišće d.d.** . Tvornica elektro opreme osnovana je **1984 god.** kada je započela s vlastitom proizvodnjom **elektro-upravljačkih sustava**. Tvornica elektro opreme u vlasništvu je tvrtke **Belišće d.d.** i dio je **Grupe Belišće**, a zapošljava **46** radnika od čega **15** inženjera koji rade na poslovima **projektiranja, proizvodnje, montaže, održavanja** i servisa elektrotehničke opreme. Glavni aspekti poslovanja Tvornice elektro opreme, Belišće d.d. su **projektiranje, konstrukcija** i **proizvodnja elektro-upravljačkih sustava** za upravljanje i nadzor industrijskih procesa i postrojenja **obnovljivih izvora energije** te proizvodnja informacijskih display-a. [18]

Jasno je kako će na ovom bioplinskom postrojenju glavni supstrat biti **goveđa gnojnica** iz vlastite farme i **kukuruzna silaža**. Kukuruz (supstrat) se jedanput godišnje silira i skladišti u silosu. **Gnojnica** i **kukuruzna silaža** će se miješati u **mješačim jamama** odakle će se prepumpavati u **fermentere** tj. digestore. Procesom fermentacije dobivat će se **kvalitetno gnojivo** (fermentirani supstrat, **manje agresivan** i manje štetan za biljke). Radi velike količine gnojiva i radi ogromnom potencijala za proizvodnju bioplina na farmi se instalira **tri fermentera**, svaki zapremine **3850 m³**. Za fermentiranu **suhu tvar** u izgradnji su **tri spremnika** svaki zapremine **5650 m³**. Projekcija izgleda bioplinskog postrojenja nalazi se na slici 6.



Slika 6. Projekcija izgleda bioplinskog postrojenja na farmi PZ Osatine u Ivankovu

Bioplin dobiven iz proizvodnje bit će skladišten u za to odgovarajućem prostoru nalik **digestoru**, a preko kogeneracije biti će pretvoren u **električnu** i **toplinsku energiju**.

Dobivena **električna energija** će se predavati u **distributivnu mrežu** na naponsku razinu 10 kV, a **toplinska energija** će jednim dijelom biti **korištena** za sam **proces**. **Višak topline** se može koristiti za grijanje, sušionice, hladnjaču tj. za ostale **potrebe farme** ili pripadajućih postrojenja.

Proces proizvodnje **bioplina** u postrojenju na lokaciji **Ivankovo** odvija se na sljedeći način:

Goveđa gnojnica se doprema u postojeće sabirne jame koje su dio sadašnjih staja.

U jamama se pomoću pumpe miješa sa zrakom, a krupni dijelovi se usitnjuju radi postizanja **homogenosti**. Ovaj postupak je dozvoljen jer se radi o čistoj **goveđoj gnojivki**. Kad je gnojnica dobro

izmiješana prepumpava se u postojeću predjamu, gdje čeka na transport u mješaču jamu. Količina koja se prepumpava u mješaču jamu uvijek je **kontrolirana** mjeračima protoka tako da je uvijek poznato sa koliko se gnojiva raspolaže, odnosno koliko energije će se dobiti iz gnojiva te koliko drugih dodatnih supstrata treba dodati. Prepumpavanje iz predjame u mješaču jamu biti će potpuno **automatizirano** te neće zahtijevati stalni ljudski nadzor.

Takav ulazni materijal transportira se u **digestor** u kojem odmah započinje proces stvaranja **bioplina**. **Bioplin** koji nastaje procesom **anaerobne digestije** sakuplja se u nepropusnoj foliji koja nije vidljiva ispod vanjskog nosivog omotača. Upravo ta folija služi kao **spremnik za bioplin**.

Između folije i supstrata nalazi se mrežica koja služi za sakupljanje kiselih sumpornih spojeva. Uzevši u obzir količinu **goveđe gnojnice** predviđa se da će postrojenje godišnje proizvoditi preko **4 000 000 m³ bioplina**. Odabirom pravilnog plinskog motora ukupna količina bioplina može se pretvoriti u **8 370 000 kWh/god**. Paralelno tome, istim tim procesom dobije se nešto veća količina toplinske energije.

Električna energija proizvedena iz bioplina neće ni na koji način biti korištena za potrebe procesa samog postrojenja niti farme u cjelini.

Oslobodena toplina koristiti će se za grijanje planiranih staklenika površine **41 580 m²** u čijem se prostoru planira proizvoditi **rajčica**. Kruta, suha, tvar koja izlazi iz bioplinskog postrojenja nakon procesa anaerobne digestije planira se obogaćivanjem pretvarati u **humus** čija se planirana proizvodnja kreće oko **20 000 t** godišnje, čime bi se značajno smanjio udio uvoza tog proizvoda

PZ Osatina je svoja vrata otvorila **Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku** s ciljem **znanstvene** suradnje na nacionalnoj i inozemnoj razini, te suradnjom na **znanstvenim i tehnologijskim** projektima s ciljem razvoja novih tehnologija i unapređivanja postojećih.

3. ZAKLJUČAK

Republika Hrvatska posjeduje ogroman potencijal za proizvodnju korisne električne energije iz biomase i bioplina. Prva postrojenje koje će koristiti samo dio tog potencijala izvodi se u Ivankovu kraj Đakova na farmi PZ Osatine. Time se svakako otvaraju nove perspektive za razvoj tehnologija koje kod nas nimalo ne zaostaju za onima u zemljama Europske unije.

LITERATURA

- [1] D.Šljivac, Z. Šimić, "Obnovljivi izvori energije s osvrtom na štednju" Grafika Osijek, studeni, 2007
- [2] Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, "Biomasa kao obnovljivi izvor energije"
- [3] Hrvatski Sabor, "Strategija energetskog razvitka Republike Hrvatske", ožujak 2002.
- [4] IEA Bioenergy, R.braun, A.Wellinger, "Potential of Co-digestion", Nova Energy
- [5] IEA Bioenergy, "Biogas and More", July 2001., Nova energy
- [6] IEA Bioenergy, "Benefits of Bioenergy", Nova Energy, www.novaenergie.ch
- [7] IEA Bioenergy, "Animal By-Products and Anaerobic Digestion", Nova Energy
- [8] R.E.H. Sims, IEA Renewable energy unit, "Bioenergy Project Development & Biomass Supply, IEA Publications, Paris, June 2007.
- [9] P.Weiland, "Country updates on electricity and gas – Germany". FAL, November 2007.
- [10] EECA Renewable Energy, "Woody biomass", August 2005. www.eeca.govt.nz
- [11] www.ieabioenergy.com
- [12] www.iea-biogaz.net
- [13] www.eubia.org
- [14] www.aboutbioenergy.info
- [15] www.nn.hr
- [16] www.greenenergy.uk.com
- [17] www.osatina.hr
- [18] www.belisce.hr/teo