

MOGUĆNOSTI PROIZVODNJE BIOGASA IZ KUKURUZNE SILAŽE U SRBIJI

THE POSSIBILITY OF BIOGAS PRODUCTION FROM MAIZE SILAGE IN SERBIA

Saša Babić¹⁾, dr Milan. Z. Despotović²⁾, Branimir Milosavljević³⁾

Rezime: *Upotrebom biomase pre svega iz poljoprivrednog otpada, smanjila bi se potreba države za uvozom energenata, zaštita životne sredine bi se podigla na veći nivo, privreda bi napredovala, smanjila bi se nezaposlenost u seoskim sredinama i sprečila migracija stanovništva iz ovih krajeva. Srbija ima veliki potencijal sa značajnim udelom poljoprivrede i stočarstva u ukupnom ekonomskom potencijalu zemlje, a to je izvrsna osnova za proizvodnju energije iz biomase. U radu je dat pregled stanja proizvodnje kukuruza na nivou Republike Srbije, kao i poseban osvrt na mogućnosti dobijanja biogasa iz kukuruzne silaže kao primarnog supstrata i potencijalno moguće ostvarive količine biogasa po jedinici površine a sve u cilju da se ukaže neophodnost iznalaženja odgovarajućeg rešenja, ali i mogućnost značajnog povećanja proizvodnje energije iz biomase.*

Ključne reči: *Biogas, kukuruzna silaža*

Abstract: *Using biomass primarily from agricultural waste, reduce the need of state for the importation of energy, environmental protection should be raised to a higher level, the economy should advance, it should be reduced unemployment in rural areas and prevent migration of population from these regions. Serbia has great potential with the significant share of agriculture and animal husbandry in the overall economic potential of the country, and it is a great base for the production of energy from biomass. Through the work it will be particularly discussed about the possibilities of obtaining biogas from maize silage as the primary substrate and potentially achievable amounts of biogas per unit area in order to indicate the necessity of finding appropriate solutions, and the possibility of a significant increase in energy production from biomass.*

Key words: *Biogas, maize silage*

1. UVOD

Savremena kretanja u svetskoj proizvodnji energenata neminovno ukazuju na neophodnost zamene dela fosilnog goriva gorivima iz obnovljivih izvora. Zemlje Evropske Unije obavezale su se da do 2010. godine povećaju udeo biogoriva u ukupnoj potrošnji konvencionalnih goriva na 5,75%. Naša zemlja neminovno treba da se uključi u svetske, a pre svega evropske tokove snabdevanja tržišta energentima biološkog porekla [8].

Pri izradi strategije proizvodnje energije iz biomase i uvođenja biogasa u standardnu upotrebu neophodno je uzetu u razmatranje i ograničenja, u pogledu mogućnosti proizvodnje potrebnih količina sirovina (kukuruzne silaže) za proizvodnju biogasa.

Cilj rada je da se ukaže na neophodnost, ali i mogućnost značajnog povećanja zastupljenosti kukuruza u setvenoj strukturi, radi osiguranja neophodne količine silaže za buduće potrebe proizvodnje biogasa iz ove kulture.

2. POTENCIJAL SRBIJE ZA DOBIJANJE BIOGASA IZ SILAŽE KUKURUZA

U Srbiji najznačajniji oblik biomase su biljni ostaci u ratarstvu. Pod biljnim (žetvenim) ostacima podrazumevaju se biljni delovi koji preostaju na njivi ili ekonomskom dvorištu nakon odvajanja delova biljaka koji se smatraju najkorisnijim i koji sadrže najveću koncentraciju hranljivih i drugih materija zbog kojih se proizvodnja neke biljne vrste primarno sprovodi. Nusproizvodi ratarstva zauzimaju značajno mesto u energetske bilansu Srbije. Teško je preciznije odrediti koje područje u Srbiji je „najbogatije“ biomasom. Što se tiče biomase iz poljoprivrede može se reći da su najbolji Vojvodina i Pomoravlje, dok istočna i jugozapadna Srbija imaju najveći potencijal u šumama.

Kukuruz kao jedan od mogućih supstrata i kosupstrata iz primarne poljoprivredne proizvodnje može biti ulazna sirovina za proizvodnju biogasa. Iskustva iz razvijenih zemalja, u Evropi posebno Danske, pokazuju

1) dipl. ing. saob. Saša Babić, Marfin bank AD Beograd, babicsf@nadlanu.com

2) Prof. dr Milan Z. Despotović, Mašinski fakultet u Kragujevacu, mdespotovic@kg.ac.rs

3) dipl. ing. saob. Branimir Milosavljević, ATP Morava AD Vrnjačka Banja, lenka1809@gmail.com

kako se radi o vrednom izvoru energije koji se ne bi trebao zanemariti. Nakon berbe kukuruza na obrađenom zemljištu ostaje kukuruzovina, stabljika s lišćem. Budući da je prosečni odnos zrna i mase 53% prema 47%, proizlazi kako biomase ima približno koliko i zrna [3]. Iako je neospono kako se nastala biomasa mora prvenstveno vraćati u zemlju, (preporučuje se zaoravanje između 30% i 50% te mase), što znači da za energetske primenu ostaje najmanje 50%.

Pojedini autori navode da je jedan hektar kukuruzne silaže dovoljan je za proizvodnju 10.000 m³, od kojeg nastaje preko 20.000 kWh, a što je dovoljno za oko pet domaćinstava na godišnjem nivou. Negde oko hiljada hektara raznih biljaka dalo bi snagu od hiljadu megavata, što je u srazmeri proizvodnje jedne značajnije elektrane [12]. Ovakve tvrdnje se često mogu čuti i u javnosti ali je pitanje da li je to praktično izvodljivo bez dublje sprovedene analize.

3. ANALIZA PROIZVODNJE KUKURUZA U SRBIJI

Pri proceni energetskog potencijala biljnih ostataka ratarstva razmatrana je samo proizvodnja kukuruza u Srbiji, centralnoj Srbiji i Vojvodini za period 2000 – 2009. godine.

Tabela 3.1. Proizvodnja kukuruza u centralnoj Srbiji u periodu od 2000. do 2009. godine [11]

Centralna Srbija			
Godina	Površina [ha]	Proizvodnja [kg]	Prinos po hektaru [kg]
2000	586685	1127099	1921
2001	582405	2366387	4063
2002	577509	2500054	4329
2003	578259	1693370	2928
2004	566423	2842917	5019
2005	570709	2836671	4970
2006	551111	2350913	4266
2007	541631	1227602	2266
2008	554123	2198861	3970
2009	529714	2506946	4733
Prosek	563857	2165082	3847

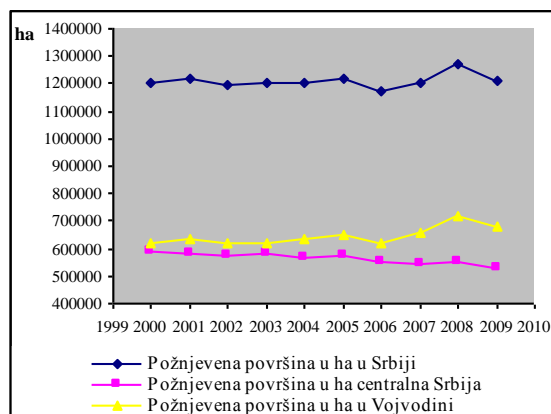
Tabela 3.2. Proizvodnja kukuruza u Vojvodini u periodu od 2000. do 2009. godine [11]

Vojvodina			
Godina	Površina [ha]	Proizvodnja [kg]	Prinos po hektaru [kg]
2000	616259	1810438	2938
2001	634202	3544098	5588
2002	618844	3086372	4987
2003	621612	2123968	3417
2004	633498	3726497	5882
2005	649465	4248995	6542
2006	618865	3665852	5924
2007	660201	2677223	4055
2008	719785	3959261	5501
2009	679919	4115685	6053
Prosek	645265	3295839	5089

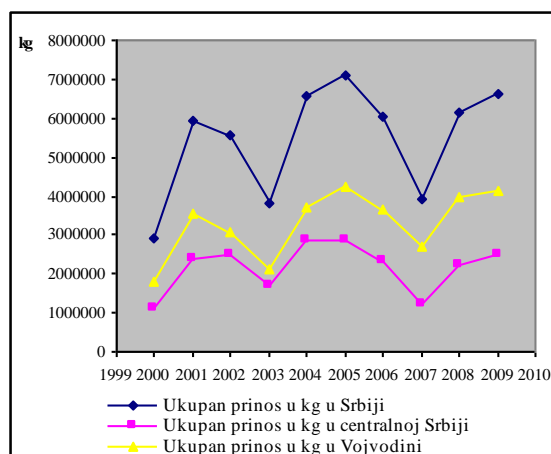
Tabela 3.3. Proizvodnja kukuruza u Srbiji u periodu od 2000. do 2009. godine [11]

Srbija ukupno			
Godina	Površina [ha]	Proizvodnja [kg]	Prinos po hektaru [kg]
2000	1202944	2937537	2441
2001	1216607	5910485	4858
2002	1196353	5586426	4669
2003	1199871	3817338	3181
2004	1199921	6569414	5474
2005	1220174	7085666	5807
2006	1169976	6016765	5142
2007	1201832	3904825	3249
2008	1273908	6158122	4834
2009	1209633	6622631	5475
Prosek	1209122	5460921	4513

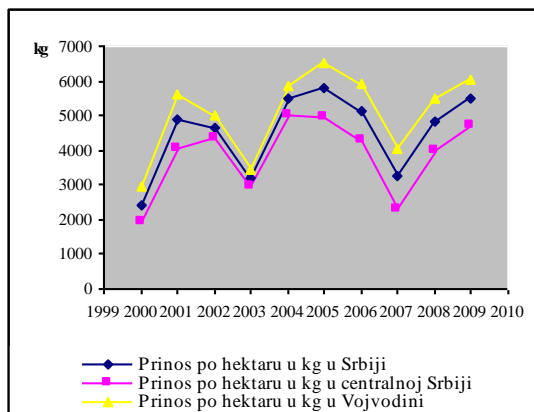
Na sledećim dijagramima je prikazan trend kretanja ukupnih zasejanih površina, proizvodnje na tim površinama kao i prosečnog prinosa kukuruza po hektaru zasejane površine.



Slika 3.1. Trend kretanja požnjevenih površina kukuruza u Srbiji



Slika 3.2. Trend kretanja ukupnog prinosa kukuruza u Srbiji



Slika 3.3. Trend kretanja prinosa kukuruzoploha u Srbiji

Analizirajući trendove kretanja sva tri parametra u desetogodišnjem periodu može se izvesti zaključak da površine na kojima se sadi kukuruz imaju relativno stabilan trend sa blagim trendom rasta u poslednjih par godina. Porast ukupnih površina pod kukuruzom je naročito izražen u Vojvodini dok su centralnoj Srbiji beleži blagi pad a što na kraju ipak rezultira ukupnom stabilnom proizvodnjom ove kulture u zemlji. Što se tiče ukupnog prinosa izraženog u kg za njega je karakteristično da se iz godine u godinu menja tj. izrazito varira što se može prepisati lošom agrarnom politikom (oslanjanje proizvođača samo na atmosferske padavine i slabu prihranu a ne na primenu pune agrotehnike i navodnjavanja). Ovo je naročito izraženo u centralnoj Srbiji u odnosu na Vojvodinu jer su prinosi u ovom delu zemlje znatno iznad prinosa u centralnoj Srbiji.

Analiza prinosa po hektaru prati trend ukupne proizvedene količine kukuruza sa povremenim padom prinosa po jedinici površine. Ono što je karakteristično kod prinosa po jedinici površine je to da je prinos po jednom hektaru u Vojvodini znatno iznad prinosa u centralnoj Srbiji a što rezultira da su prosečni prinosi u Vojvodini i iznad prosečnih prinosa na nivou Srbije. Razlozi za to leže pre svega u primeni agrotehničkih mera kao i objedinjene komercijalne proizvodnje. Naime proizvodnja kukuruza u Vojvodini je dosta organizovana i obavlja se na većim površinama jer su tamo dominantna poljoprivredna gazdinstva koja se bave isključivo komercijalnom proizvodnjom, dok je za centralnu Srbiju karakteristična proizvodnja na većem broju manjih površina pretežno u seoskim domaćinstvima i to uglavnom za sopstvene potrebe a manje za komercijalnu upotrebu.

Na osnovu svega analiziranog može se izvesti zaključak da je proizvodnja kukuruza u Srbiji relativno stabilna sa blagom tendencijom porasta. Međutim taj porast je karakterističan za Vojvodinu dok se u centralnoj Srbiji beleži blagi pad. Prosečan

proizvodnja izražena u kg u Vojvodini je iznad proseka u odnosu na centralnu Srbiju dok je i prinos po jedinici površine na nivou Vojvodine znatno iznad proseka na nivou centralne Srbije i Srbije uopšte. Ovako dobijeni rezultati analize svrstavaju Vojvodinu kao region koji će u narednom periodu beležiti porast proizvodnje kukuruza po jedinici površine i proizvodnje uopšte dok će u centralnoj Srbiji prinos po jedinici površine opadati. Ovako tumačeni rezultati analize jesu interesantni sa aspekta proizvodnje kukuruza samo u komercijalne svrhe. Međutim u ovom radu se proizvodnja kukuruza posmatra kao potencijalna sirovina za proizvodnju biogasa i to naročito iz ugla ostatka kukuruza posle žetve, tako da se polje interesovanja pored Vojvodine može raširiti na čitavu Srbiju iako je u centralnoj Srbiji zabeležen pad prinosa po jedinici površine pri čemu nije zabeležen značajan pad zasejanih površina kao ni značajan pad ukupne proizvodnje. Ipak ostaje činjenica da je trend zasejanih površina u centralnoj Srbiji negativan u odnosu na Vojvodinu što može ukazati na činjenicu sprovođenja detaljnije i dugoročnije analize ulaganja u kapitalne projekte vezane za centralnu Srbiju a koji se tiču proizvodnje biogasa iz ove sirovine.

4. ANALIZA KRETANJA CENA KUKURUZA

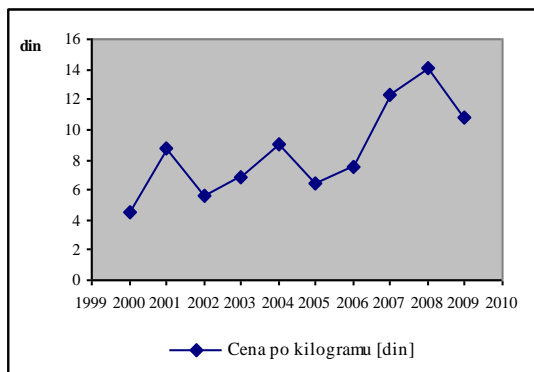
Analizirajući trend kretanja cene kukuruza i ostvarenog prihoda od prodaje kukuruza po jednom hektaru može se izvesti zaključak da cena kukuruza u poslednjih par godina ima trend rasta.

Tabela 4.1. Ostvareni prihod od prodaje zrna kukuruza po hektaru u periodu od 2000. godine do 2009. godine [11]

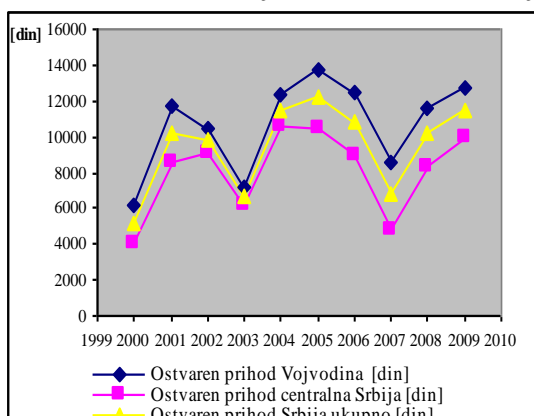
Godina	Cena po kilogramu [din]	Ostvaren prihod Vojvodina [din]	Ostvaren prihod centralna Srbija [din]	Ostvaren prihod ukupno [din]
2000	4,57	13426,66	8778,97	11155,37
2001	8,71	48671,48	35388,73	42313,18
2002	5,57	27777,59	24112,53	26006,33
2003	6,82	23303,94	19968,96	21694,42
2004	9,02	53055,64	45271,38	49375,48
2005	6,46	42261,32	32106,2	37513,22
2006	7,47	44252,28	31867,02	38410,74
2007	12,24	49633,2	27735,84	39767,76
2008	14,05	77289,05	55778,5	67917,7
2009	10,85	65675,05	51353,05	59403,75
Prosek	8,58	43663,62	33007,26	38721,54

Upoređujući prinos kukuruza sa cenom kukuruza i ostvarenim prihodom po jednom hektaru može se uočiti određena nelogičnost. Prinosi kukuruza od 2007. godine imaju blagi porast ali su i dalje ispod prinosa koji je dostigao maksimalnu vrednost u 2005. godini dok cena kukuruza od 2005.

godine ima trend porasta sa padom cene u 2009.godini. Ovo praktično znači da se cena kukuruza ne može jasno dovesti u vezu sa prinosima kukuruza po jedinice površine već se porast cene kukuruza može dovesti u vezu sa globalnim poskupljenjem hrane na svetskom tržištu a samim tim i poskupljenjem kukuruza. Ova činjenica se takođe može objasniti i porastom industrije biogoriva koja se dobijaju od kukuruza (naročito bioetanola) jer rast ove industrije povećava potražnju za kukuruzom.



Slika 4.1 – Trend kretanja cena kukuruza u Srbiji



Slika 4.2 – Trend kretanja prihoda od prodaje zrna kukuruza u Srbiji

Primeru radi za nekoliko godina polovina proizvodnje američkog kukuruza mogla bi biti prerađena u bioetanol. SAD daju oko 40% svetske proizvodnje kukuruza i učestvuje sa oko 50% u svetskom izvozu. Marta 2007. godine cena kukuruza na svetskom tržištu dostigla je svoj najviši iznos u poslednjih 10 godina. Posledica ogromnog povećanja tražnje kukuruza je rast cena hrane uopšte. Američki naučnik Padzek navodi da se pojačava koncentracija proizvodnje kukuruza u gigantskim farmama kojima upravljaju velike agrobiznis korporacije. Mali farmeri samo će rentirati zemlju. Isabella Kenfield i Roger Burbach tvrde da industrijalizacija poljoprivrede u Brazilu dovodi do velke koncentracija zemljišta u rukama sve manjeg broja latifundista, što uzrokuje još veću marginalizaciju i osiromašenje seljaka. Ovakva priča

počinje polako i nas da se tiče. Kakve su ekonomske, ekološke, socijalne i političke posledice proizvodnje biogoriva u Srbiji? Na takva pitanja trebalo bi da odgovore naši ekonomisti, tehnolozi, sociolozi i politikolozi [9].

5. ANALIZA PROIZVODNJE BIOGASA IZ SILAŽE KUKURUZA

Postoji široki opseg potencijalnih biljnih kultura koje se mogu koristiti za dobijanje biogasa ali kao što je već napomenuto, kukuruz je najviše zastupljen i ima vodeću ulogu od svih biljnih kultura. Kada se razmatra energetska potencijal kukuruza on se može razvrstati u sledeće kategorije interesantne za analizu [3]:

1. Čitava biljka kukuruza (klip kukuruza i stablo) za siliranje i proizvodnju biogasa (tehnologija prve generacije)
2. Zrno kukuruza za proizvodnju bioetanola (tehnologija prve generacije)
3. Čitava biljka kukuruza (klip kukuruza i stablo) za proizvodnju bioetanola (tehnologija druge generacije)
4. Satablo kukuruza (bez klip kukuruza) za siliranje i proizvodnju biogasa

Kukuruz je može se reći C_4 biljka što znači da direktno proizvodi C_4 šećer a ne preko C_3 kao što to čine druge biljke. Iz tog razloga kukuruz veoma dobro koristi sunčevu svetlost proizvodeći visok nivo šećera koji je veoma značajan za proizvodnju biogoriva. Niži delovi biljke - stabljika sadrže dosta celuloze koja primenom određenih tehnologija (tehnologije druge generacije) omogućavaju da se čitava biljka koristi u procesu fermentacije. Ovo praktično znači da se kukuruz može izdvojiti kao biljka sa najboljim karakteristikama za proizvodnju biogoriva posmatrano po jedinici površine [4].

Pored toga ova biljka zahteva mnogo manje ulaganja energije i vode prilikom uzgoja u odnosu na ostale energetske useve. Kukuruz pored toga ima i praktične prednosti u vidu skladištenja ove kulture u odnosu na ostale kulture koje se veoma lako mogu ukvariti prilikom perioda skladištenja. Čitavi usevi kukuruza se mogu silirati i čuvati kao silaža i koristiti kao sirovina za proizvodnju biogasa kada za to postoji potreba ili ako je potražnja za ovim energentom mala može se koristiti kao stočna hrana. Takođe period žetve ove kulture je relativno dug u proseku oko mesec dana što omogućava da se resursi koji se koriste za žetvu ravnomerno rasporede u tom periodu. Sve ove prednosti kukuruza u odnosu na ostale energetske useve ga čine veoma fleksibilnom i pouzdanom sirovinom za proizvodnju biogoriva naročito za proizvodnju biogasa. Za dobijanje

biogasa iz kukuruzne silaže se može definisati pet osnovnih koraka:

1. Žetva i obrada kukuruzne silaže kao ulazne sirovine za dobijanje supstrata iz koga se izdvaja biogas
2. Skladištenje supstrata za kasniju obradu
3. Kontrola doziranja i procesa fermentacije u digestatoru
4. Tretman, skladištenje i upotreba digestata
5. Tretman, skladištenje i upotreba biogasa

Još jedan od razloga upotrebe kukuruza kao najpogodnije kulture za dobijanje biogasa leži i u koncentraciji čvrste materije (TS - *total solids* ili DM - *dry matter*) koji treba da se kreće između 30 i 40%. Kulture koje imaju ovaj procenat ispod 20% rezultiraju veoma lošom silažom i malom proizvodnjom biogasa [4].

Međutim kako je ranije napomenuto da je struktura proizvodnje u centralnoj Srbiji i Vojvodini različita sa aspekta poljoprivrednih gazdinstava koja dominiraju u Vojvodini i seoskih domaćinstava koji dominiraju u centralnoj Srbiji to pristupi ovakvim projektima ne mogu biti istovetni. U Vojvodini treba razmatrati veće projekte sa većim kapacitetima koji treba da budu od nacionalnog značaja za čitav region dok u centralnoj Srbiji treba težiti ka manjim projektima karakterističnim za porodična seoska domaćinstva manjih kapaciteta i finansijski prihvatljiva za takva domaćinstva. Na osnovu ovoga bi se moglo reći da perspektivu za proizvodnju biogasa iz kukuruzne silaže ne bi trebalo tražiti u jedinstvenoj strategiji koja će sve učesnike u lancu da svrsta u istu ravan već ovom problemu treba prići kroz sveobuhvatni analizu svakog regiona posebno i na osnovu tako sprovedene analize definisati namenska rešenja, koja će za rezultat imati efikasnu i ekonomičnu proizvodnju biogasa iz ove vrste biomase sa jedne strane a sa druge strane će se podići svest kod poljoprivrednih proizvođača kao potencijalnih proizvođača ovog energenta u opravdanost i isplativost ulaganja u jedan takav projekat.

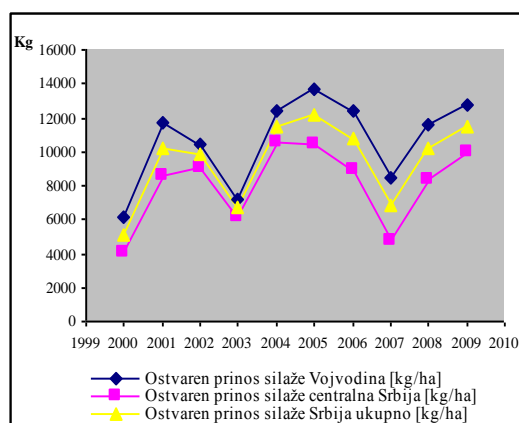
Na osnovu odgovarajućih koeficijenata (tabela 5.1), koji iskazuju odnos proizvodnje zrna i količine biljnih ostataka, kao i ukupnog prinosa kukuruza po jedinici površine moguće je definisati prinos silaže po 1 hektaru površine pod kukuruzom u Srbiji.

Tabela 5.1. Odnos prinosa zrna i biljnog ostatka različitih kultura biljaka [10]

Usev	Zrno : Biljni ostaci
Pšenica	1:1
Kukuruz	1 : 1,1
Suncokret	1 :2,5
Soja	1:2
Uljana repica	1:3
Ječam	1 : 0,8

Tabela 5.2. Ostvaren prinosa kukuruzne silaže po ha u Republici Srbiji

Godina	Ostvaren prinos silaže Vojvodina [kg/ha]	Ostvaren prinos silaže centralna Srbija [kg/ha]	Ostvaren prinos silaže Srbija ukupno [kg/ha]
2000	6169,8	4034,1	5126,1
2001	11734,8	8532,3	10201,8
2002	10472,7	9090,9	9804,9
2003	7175,7	6148,8	6680,1
2004	12352,2	10539,9	11495,4
2005	13738,2	10437	12194,7
2006	12440,4	8958,6	10798,2
2007	8515,5	4758,6	6822,9
2008	11552,1	8337	10151,4
2009	12711,3	9939,3	11497,5
Prosek	10686,9	8078,7	9477,3

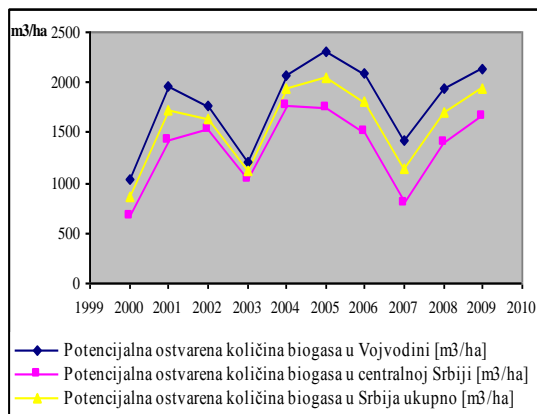


Slika 5.1. Trend kretanja ostvarenog prinosa kukuruzne silaže u Srbiji

Na osnovu ovako dobijenog prinosa kukuruzne silaže po 1 hektaru je moguće definisati količinu biogasa koju je moguće izdvojiti iz silaže kukuruza. [12].

Tabela 5.3. Potencijalno ostvarene količine biogasa po ha iz kukuruzne silaže

Godina	Potencijalna ostvarena količina biogasa u Vojvodini [m ³ /ha]	Potencijalna ostvarena količina biogasa u centralnoj Srbiji [m ³ /ha]	Potencijalna ostvarena količina biogasa u Srbija ukupno [m ³ /ha]
2000	1037	678	861
2001	1971	1433	1714
2002	1759	1527	1647
2003	1206	1033	1122
2004	2075	1771	1931
2005	2308	1753	2049
2006	2090	1505	1814
2007	1431	799	1146
2008	1941	1401	1705
2009	2135	1670	1932
Prosek	1795	1357	1592



Slika 5.2. Trend kretanja ostvarene količine biogasa iz kukuruzne silaže u Srbiji

Na bazi ovakvih rezultata vidimo da Vojvodina prednjači u odnosu na Srbiju i centralnu Srbiju što se moglo i pretpostaviti na bazi proizvedenih količina kukuruza. Ovde ne treba zaboraviti da je analiza sprovedena za silažu kukuruza zajedno sa klipom kukuruza i ostatkom stabljike, jer bi u protivnom samo siliranje ostatka nakon žetve dodatno smanjilo prinos silaže po 1 ha. Analizirajući predhodno dobijene rezultate veća upotreba kukuruzne silaže u energetske svrhe može se očekivati u onim mestima (pre svega selima) koja imaju dovoljno sirovina, i u kojima je snabdevenost drugim energetskim izvorima otežana. To praktično znači da u onim mestima gde je urađena gasifikacija i elektrifikacija, ne bi trebalo očekivati značajniji porast u korišćenju biogasa, a samim tim i povećanje proizvodnje kukuruza nemenjenog za ovu svrhu.

6. ZAKLJUČAK

I pored činjenice da Srbija raspolaže ogromnim količinama biomase, i bez obzira na činjenicu da se u odnosu na fosilna goriva biomasa može svrstavati u ekološki čiste energetske izvore, njena realna šira upotreba može se očekivati samo ukoliko je ona cenovno konkurentna drugim izvorima energije. Kukuruz se tradicionalno uzgaja u Srbiju pretežno zbog ishrane stoke a silaža kukuruza se takođe koristi za prehranu stoke u zimskim mesecima ili ostaci nakon žetve (kukuruzna trska). Uzgajanje kukuruza samo kao sirovinu za biogasno postrojenje u Srbiji bi se loše odrazilo kod poljoprivrednih proizvođača naročito u centralnoj Srbiji. Razlog toga treba tražiti pre svega u veličini poseda koja su trenutno u vlasništvu privatnih lica koja se iz godine u godinu usitnjavaju zbog deobe zemljišta između potencijalnih naslednika. Drugi problem jesu prinosi kukuruza po jedinici površine. Kroz analizu je utvrđeno da su prosečni prinosi po 1 ha

znatno ispod proseka u EU (prosečan prinos silaže u EU je oko 25 t/ha) što dodatno utiče na prihode iz biogasnog postrojenja. Vojvodina nasuprot centralnoj Srbiji ima potencija za razvoj ovakvih projekata pre svega zbog većih prinosa po hektaru, većim posedima koja iz godine u godinu sve više postaju vlasništvo poljoprivrednih gazdinstava i drugačijoj svesti kod tamošnjeg stanovništva i proizvođača. Osnovni razlog zbog kojih poljoprivredna gazdinstva u Srbiji ne primenjuju proizvodnju biogasa je nedostatak odgovarajućih zakona i pratećih propisa, niska cena tako proizvedene električne energije i nezainteresovanosti po pitanju mogućih ekoloških koristi od proizvodnje i korišćenja biogasa. Ova analiza pokazuje da su biogasna postrojenja za porodična domaćinstva trenutno ekonomski neopravdana iz razloga male proizvodnje biogasa po jedinici površine, a što je posledica slabih prinosa kukuruza i malih površina koje se nelaze u posedu seoskih domaćinstava nasuprot velikim investicijama u biogasno postrojenje.

LITERATURA

- [1] T. Al Seadi, D. Rutz, H. Prassl, M. Köttner, T. Finsterwalder, S. Volk, R. Janssen, B. Kulišić, A. Kojaković "Bioplin priručnik", 2008
- [2] N. Rajković, M. Knežević "Biogas – Energy Instead of Waste", Beograd 2006
- [3] R. Braun, P. Weiland, A. Wellinger "Biogas from energy crop digestion" IEA Bioenergy
- [4] K. Anker, H. Wenzel "Life Cycle Assessment of Biogas from Maize silage and Manure", Institute for Product Development Jun 2007
- [5] V. Špalková, M. Hutňan, M. Lazor, N. Kolesárová "Selected problems of anaerobic treatment of maize silage" May 2009
- [6] Stoiljković D. "Potencijal biogoriva u Srbiji", Conference "Investment in Bioenergy in Serbia: Opportunities and Challenges", Novi Sad, September 07.2009.
- [7] Radaković M. "Biodizel, biogas, biomasa", Beograd 2009
- [8] Stojanović D. "Aktivnosti Ministarstva rudarstva i energetike", Investment in Bioenergy in Serbia: Opportunities and Challenges", Novi Sad, September 07.2009
- [9] M. Samardžić: "Uzroci i posledice groznice za biogorivima"
- [10] Jovanović M, Kiš F.: "Poljoprivreda kao proizvođač energije", 2004
- [11] Republički zavoda za statistiku
- [12] S. Babić, M. Despotović, "Proizvodnja biogasa iz kukuruzne silaže sa posebnim osvrtom na Srbiju" MFK, Kragujevac 2010