# Ekonomska opravdanost korištenja žetvenih ostataka za unaprjeđenje dohotka

**Bavrka, Ivan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:065799

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**



*Repository / Repozitorij:*

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**AGRONOMSKI FAKULTET**

**Ivan Bavrka, bacc. ing. agr**

# EKONOMSKA OPRAVDANOST KORIŠTENJA ŽETVENIH OSTATAKA ZA UNAPRJEĐENJE DOHOTKA

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2017.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**AGRONOMSKI FAKULTET**

**Diplomski studij**

**Agrobiznis i ruralni razvitak**

**Ivan Bavrka, bacc. ing. agr.**

# EKONOMSKA OPRAVDANOST KORIŠTENJA ŽETVENIH OSTATAKA ZA UNAPRJEĐENJE DOHOTKA

**DIPLOMSKI RAD**

**Mentor: Doc.dr.sc. Branka Šakić Bobić**

**Zagreb, 2017.**

Ovaj diplomski rad ocijenjen je i obranjen dana _____ s ocjenom _____ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Doc.dr. sc. Branka Šakić Bobić _____
2. Doc.dr.sc. Lari Hadelan _____
3. Izv.prof.dr.sc. Željko Jukić _____

ZAHVALA

*Zahvaljujem se izv.prof.dr.sc. Željku Jukiću na idejama, izdvojenom slobodnom vremenu i pomoći tijekom pisanja ovog diplomskog rada. Veliko hvala i mentorici doc.dr.sc. Branki Šakić Bobić na susretljivosti i pruženim savjetima.*

*Također se zahvaljujem tetku i tetki na podršci i druženju tijekom godina mog studiranja.*

*Na kraju se posebno želim zahvaliti roditeljima na velikoj potpori, strpljenju i ukazanom povjerenju.*

## SAŽETAK

S obzirom na rastući interes i potencijal, kako u svijetu tako i kod nas, za proizvodnju energije iz biomase kako bi se smanjila ovisnost o nafti i smanjilo zagađenje okoliša, postoji potreba pravljenja izračuna kako bi se ekonomski opravdalo korištenje žetvenih ostataka za unaprjeđenje dohotka poljoprivrednika. Većina poljoprivrednika u RH ne razumije važnost uključivanja troškova iznešenih hranjiva u cijenu koštanja žetvenih ostataka, niti su upoznati sa udjelom mase žetvenog ostatka koja se smije odstraniti sa polja bez dugoročnih štetnih posljedica na fizikalno – kemijska svojstva tla. Ovaj diplomski rad prikazuje način formiranja cijene koštanja prešane kukuruzovine i pčenične slame, ali i dostupne količine kukuruzovine i slame u Kontinentalnoj Hrvatskoj na temelju prosječne proizvodnje zrna kukuruza i pšenice, omjera zrna i žetvenog ostatka te efikasnosti sakupljanja, za razdoblje 2011. – 2015. Cijena koštanja žetvenih ostataka zbroj je troškova iznešenih hranjiva i troškova mehanizacije i ljudskog rada za operacije prešanje te operaciju pomicanja i slaganja bala na parceli. Za potrebe izračuna korišten je traktor snage 99 kW i preša za valjčaste bale mase oko 250 kg te traktor snage 55 kW sa prednjim utovarivačem. Cijena koštanja kilograma kukuruzovine iznosi 0,23 HRK, a kilograma pšenične slame 0,19 HRK. Dohodak od prodaje kukuruzovine po jednom hektaru ide od 210 – 810 HRK, a za slamu od 256 – 724 HRK, ovisno o prodajnoj cijeni.



**Ključne riječi:** kukuruzovina, slama, troškovi, dohodak, dostupne količine.

**ABSTRACT**

Considering global growing interest and potential for biomass energy production as an alternative to foreign imported oil and as a method of reducing environment pollution, there is a demand for making calculations for the economic evaluation of using crop residues for increasing income. Most farmers in Croatia have no understanding of the importance of including nutrient removal cost into crop residue cost. Moreover, they are not acquainted with the precise residue share that can be removed from the field without any long-term adverse effects on the physical and chemical soil properties.This thesis suggests a way of generating cost for baled corn stover and baled wheat straw. It also presents available quantities of corn stover and wheat straw in Continental Croatia for the 2011 – 2015 period, based on average corn and wheat grain production, grain to residue ratio and harvest efficiency. The cost price of baled crop residues is the sum of the cost of removed nutrients and the cost of machine and labor required for balling and roadsiding operations. For the purposes of calculation, a 130 hp tractor with round baler for 250 kg bales and a 75 hp tractor with a front loader were used. The cost for 1 kg of corn stover is 0,23 HRK and cost for 1 kg of wheat straw is 0,19 HRK. The income of corn stover sales fluctuates from 210 to 810 HRK/ha, while for wheat straw sales it varies from 256 to 724 HRK/ha, depending on selling price.

**Keywords:** corn stover, wheat straw, cost, income, available quantities.

**SADRŽAJ**

1. UVOD ..... 1
1.1. Gospodarenje žetvenim ostatcima ..... 8
1.2. Cilj rada ..... 9
2. PREGLED LITERATURE ..... 10
2.1. Mogućnosti korištenja kukuruzovine ..... 10
2.2. Mogućnosti korištenja slame ..... 12
2.3. Mogućnosti proizvodnje energije i tekućih biogoriva iz kukuruzovine i slame ..... 14
2.4. Proračunavanje teoretskih i stvarnih raspoloživih količina žetvenih ostataka kukuruza i pšenice ..... 18
3. MATERIJALI I METODE ..... 21
3.1. Troškovi iznešenih hranjiva ..... 21
3.1.1. Količina glavnih hranjiva u kukuruzovini i slami pšenice ..... 21
3.1.2. Određivanje cijene pojedinog hranjiva iz jednostavnog gnojiva ..... 21
3.2. Troškovi mehanizacije i ljudskog rada za operaciju prešanja (baliranja) ..... 23
3.3. Troškovi mehanizacije i ljudskog rada za operaciju pomicanja i slaganja bala ..... 25
3.4. Amortizacija ..... 27
3.5. Ekonomska opravdanost korištenja žetvenih ostataka za unaprjeđenje dohotka ..... 27
3.6. Procjena količina žetvenih ostataka na razini RH ..... 29
4. REZULTATI ..... 30
4.1. Trošak iznešenih hranjiva ..... 30
4.2. Troškovi prešanja kukuruzovine i pšenične slame ..... 30
4.3. Troškovi pomicanja i slaganja prešane kukuruzovine i pšenične slame na parceli ..... 31
5. RASPRAVA ..... 39
6. ZAKLJUČAK ..... 42
7. POPIS LITERATURE ..... 43

# 1. UVOD

Biljna biomasa predstavlja jedan od najvećih, a najmanje iskorištenih bioloških resursa na planeti i na njega se gleda kao na obećavajući izvor sirovog materijala za proizvodnju različitih novih proizvoda. Ona se može jednostavno spaliti kako bi se proizvela toplina i električna energija. Ipak, postoji veliki potencijal za iskorištavanje biomase za proizvodnju tekućih biogoriva, iz razloga što se sastoji većinom od staničnih stijenki biljke koje su po kemijskom sastavu polisaharidi. Ti polisaharidi čine vrijednu zalihu potencijalnih šećera, i čak i kod tradicionalnog usjeva kao što je pšenica, puno više šećera vezano je u stabljici nego u samom zrnu. Kukuruz i pšenica su među najvažnijim kulturama u svijetu, kako po proizvodnji tako i po zasijanim površinama, kod kojih nakon žetve ostaju na površinama velike količine žetvenih ostataka.

Kukuruz je vrlo važna poljoprivredna kultura u svijetu. Danas se kao sirovina koristi za proizvodnju velikog spektra različitih proizvoda. Prema podacima iz literature može se utvrditi da se kukuruz nalazi u više od 1000 različitih proizvoda. Važan je izvor energije kako za ljudsku populaciju tako i za životinje. Od svoje postojbine proširio se po svijetu i danas se uzgaja u mnogim državama u svijetu na različitim tlima i na različitim nadmorskim visinama.

Pšenica je jedan od prvih udomaćenih prehrambenih usjeva i već 8000 godina osnovna je namirnica većine civilizacija Europe, zapadne Azije i sjeverne Afrike. Prema zasijanim površinama pšenica je prva kultura u svijetu, a svjetska trgovina pšenicom veća je nego za sve druge usjeve zajedno (Curtis i sur. 2002). Prema podacima FAO za razdoblje od 2008. do 2013. godine, a koji su prikazani u tablici 1, površine pod pšenicom kretale su se kroz promatrano razdoblje od najviših 224.634.012. hektara u 2009. godini do najnižih 216.965.233 hektara u 2010. godini. Također, prema podacima FAO za razdoblje od 2008. do 2013. godine površine pod kukuruzom kretale su se od najviših 184.192.053 hektara u 2013. godini do najnižih 158.743.228 hektara u 2009. godini.

Tablica 1. Površine pod kukuruzom i pšenicom u svijetu u razdoblju od 2008. do 2013. godine (ha)

| Godina | Kukuruz | Pšenica |
|---|---|---|
| 2008. | 162.689.152 | 222.279.147 |
| 2009. | 158.743.228 | 224.634.012 |
| 2010. | 164.029.760 | 216.965.233 |
| 2011. | 172.256.930 | 220.195.869 |
| 2012. | 178.551.622 | 217.319.740 |
| 2013. | 184.192.053 | 218.460.701 |

Izvor: FAO, 2016.

Proizvodnja kukuruza u svijetu veća je od pšenice (tablica 2). U razdoblju od 2008. do 2013. godine najveća proizvodnja zrna utvrđena je u 2013. godini (1.016.736.092 tona). Iste godine zabilježena je i najveća proizvodnja zrna pšenice, a bila je 713.182.914 tona.

Tablica 2. Proizvodnja zrna kukuruza i pšenice u svijetu u razdoblju od 2008. do 2013. godine (t)

| Godina | Kukuruz | Pšenica |
|---|---|---|
| 2008. | 830.611.273 | 683.207.030 |
| 2009. | 820.202.618 | 686.720.279 |
| 2010. | 851.270.850 | 649.325.445 |
| 2011. | 887.854.782 | 699.389.500 |
| 2012. | 872.791.598 | 671.496.872 |
| 2013. | 1.016.736.092 | 713.182.914 |

Izvor: FAO, 2016.

U istom razdoblju prinosi zrna kukuruza u svijetu (tablica 3) bili su u prosjeku od 4.888 kg/ha (2012. godina) do 5.520 kg/ha (2013. godina). Prinosi zrna pšenice bili su u prosjeku od 2.993 kg/ha (2010. godina) do 3.265 kg/ha (2013. godina).

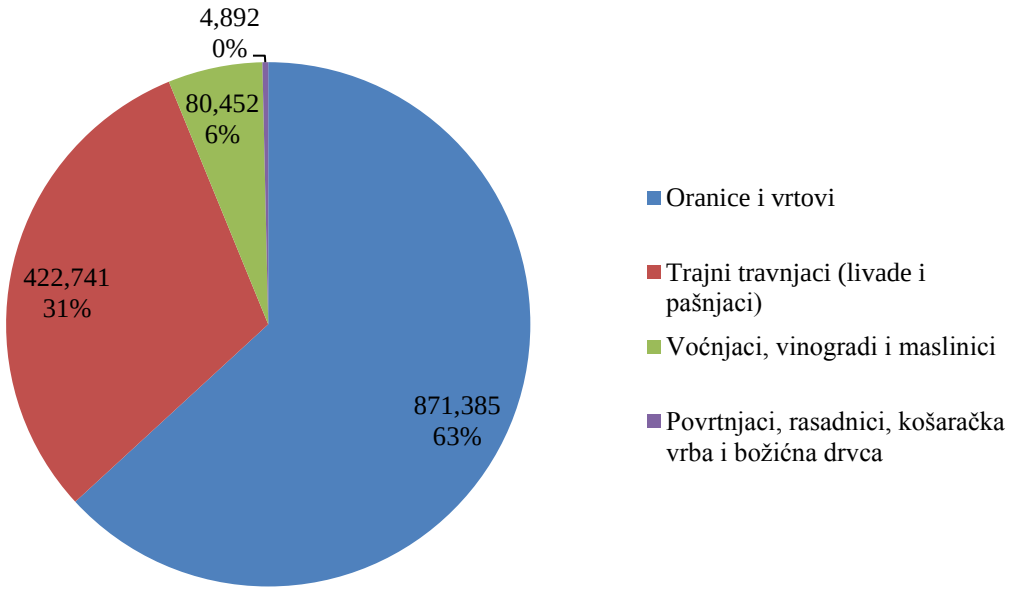
Tablica 3. Prinosi zrna kukuruza i pšenice u svijetu u razdoblju od 2008. do 2013. godine (kg/ha)

| Godina | Kukuruz | Pšenica |
|---|---|---|
| 2008. | 5.106 | 3.073 |
| 2009. | 5.167 | 3.057 |
| 2010. | 5.190 | 2.993 |
| 2011. | 5.154 | 3.176 |
| 2012. | 4.888 | 3.090 |
| 2013. | 5.520 | 3.265 |

Izvor: FAO, 2016.

Kukuruz i pšenica su glavne i, može se reći, strateške žitarice u Republici Hrvatskoj. Pšenica se u Republici Hrvatskoj uglavnom koristi kao glavna sirovina u mlinsko-pekarskoj industriji, a kukuruz se najviše koristi za ishranu životinja. Prema podacima o obradivim površinama u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2008. do 2014. godine može se utvrditi da je prosječna korištena poljoprivredna površina bila 1.379.618 ha, pri čemu su od te površine oranice i vrtovi zauzimali 63% ili 871.384 ha (graf 1). Sve ostale kategorije zajedno predstavljaju ostalih 37% ukupno korištene poljoprivredne površine. Prema tome može se zaključiti da oranice i vrtovi zauzimaju značajan, najveći dio ukupno korištene poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj.

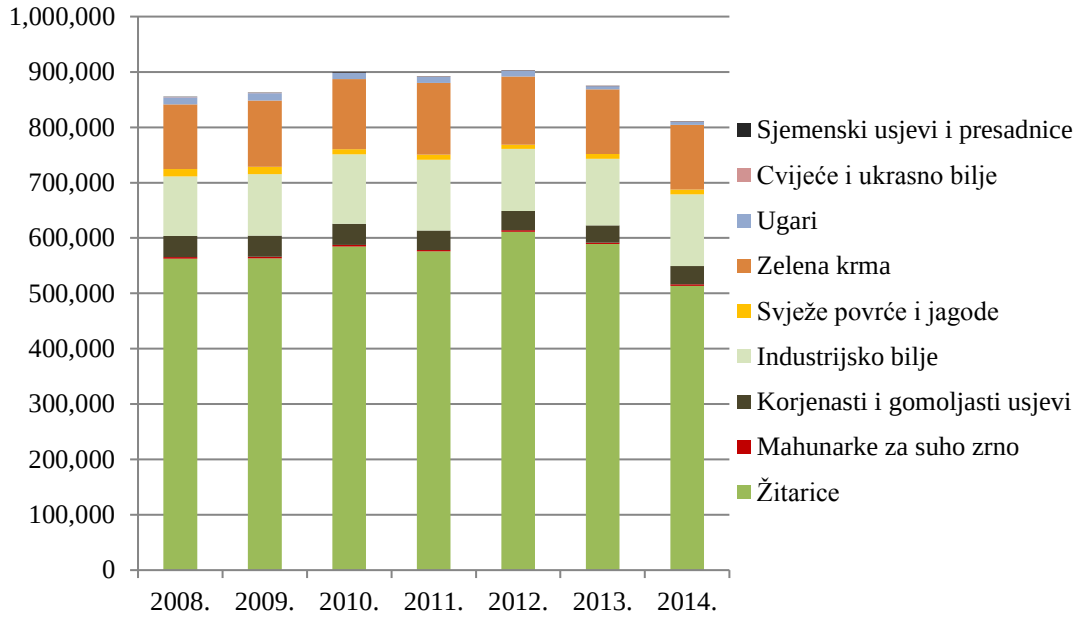
Graf 1. Prosječno korištena poljoprivredna površina u RH od 2008. do 2014. godine u hektarima




Izvor: DZS, 2016.

Žitarice predstavljaju najznačajnije usjeve u ratarskoj proizvodnji i pokrivaju najveći dio od ukupne površine oranica i vrtova u Republici Hrvatskoj. Površine potrebne za proizvodnju žitarica višestruko nadmašuju površine za proizvodnu svih drugih ratarskih kultura. (graf 2).

Graf 2. Oranice i vrtovi prema načinu korištenja u hektarima

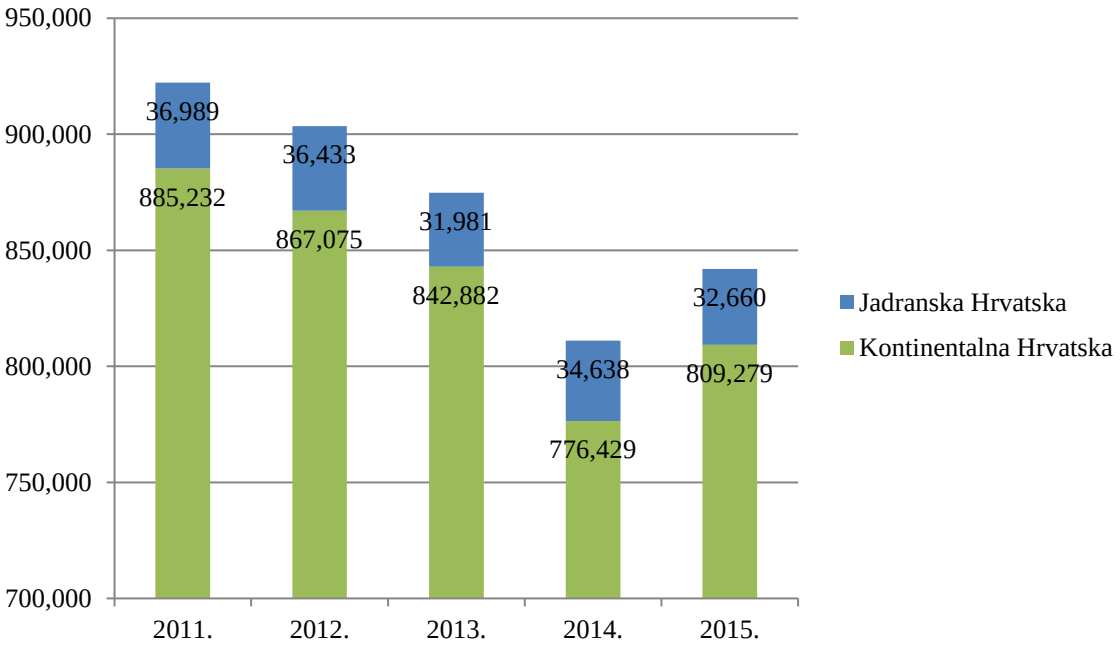



Izvor: Statistički ljetopis RH, 2015.

Gotovo cjelokupna površina oranica i vrtova smještena je u Kontinentalnoj Hrvatskoj (graf 3). Iz toga se može zaključiti da se najznačajnija količina žitarica proizvodi upravo u ovoj regiji. Nadalje, kada se govori o ukupno požnjevenoj površini i proizvedenim količinama zrna i žetvenih ostataka kukuruza i pšenice, jasno je da najznačajniji dio istih dolazi iz Kontinentalne Hrvatske.

Kontinentalni dio RH obuhvaća, između ostalih, Osječko – baranjsku, Vukovarsko – srijemsku, Virovitičko – podravsku, Bjelovarsko – bilogorsku i Brodsko – posavsku županiju koje imaju najveće površine oranica i vrtova te najveću proizvodnju kukuruza i pšenice (Statistički ljetopis, 2007).

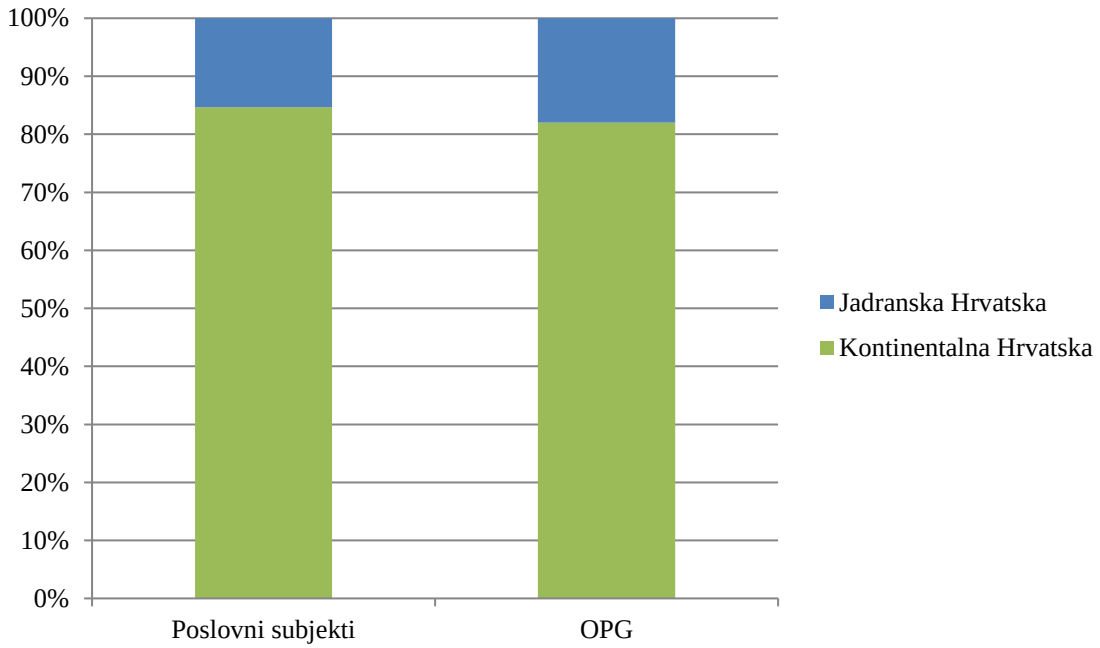
Graf 3. Oranice i vrtovi prema regijama u Republici Hrvatskoj u hektarima




Izvor: DZS, 2016.

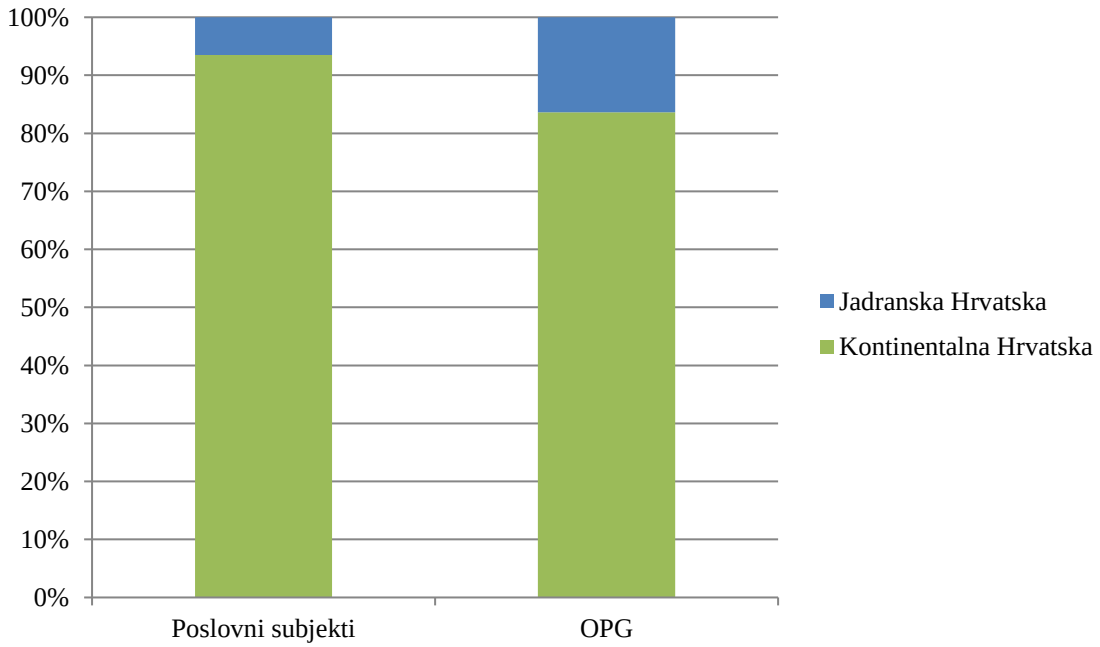
Preko 80% poslovnih subjekata kao i OPG-ova koji raspolažu poljoprivrednom površinom od 10 do 20 hektara nalazi se u Kontinentalnoj Hrvatskoj (graf 4), a čak više od 90% poslovnih subjekata i više od 80% OPG-ova koji raspolažu poljoprivrednim površinama većim od 20 hektara nalaze se u ovoj statističkoj regiji (graf 5). Ovaj podatak je važan zbog toga što je na većim parcelama olakšan pristup mehanizaciji te je potrošnja goriva manja.

Graf 4. Udio poslovnih subjekata i OPG-ova koji raspolažu površinom 10 – 20 hektara




Izvor: Popis poljoprivrede, 2003.

Graf 5. Udio poslovnih subjekata i OPG-ova koji raspolažu površinom većom od 20 hektara




Izvor: Popis poljoprivrede, 2003.

Među žitaricama najviše se uzgajaju kukuruz i pšenica. Kukuruz je i prema zasijanim površinama i prema proizvodnji zrna najvažnija kultura kod nas. U razdoblju od 2008. do 2015. godine uzgajao se na površinama od 252.000 ha do 314.000 ha pri čemu je proizvodnja zrna bila od 1.297.000 do 2.504.000 tona. Iako u Republici Hrvatskoj postoje povoljni uvjeti za rast i razvoj kukuruza i za postizanje dobrih prinosa, a kreću se u prosjeku od 4,3 do 8,1 t/ha za razdoblje od 2008. do 2015. godine (tablica 4). U Republici Hrvatskoj ne postoje velika ograničenja u uzgoju kukuruza.

Tablica 4. Požnjevena površina, prinosi i proizvodnja zrna kukuruza u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2008. do 2015.

| Godina | Požnjevena površina | Prinos t/ha | Proizvodnja t |
|---|---|---|---|
| 2008. | 314.062 | 8,0 | 2.504.940 |
| 2009. | 296.910 | 7,4 | 2.182.521 |
| 2010. | 296.768 | 7,0 | 2.067.815 |
| 2011. | 305.130 | 5,7 | 1.733.664 |
| 2012. | 299.161 | 4,3 | 1.297.590 |
| 2013. | 288.365 | 6,5 | 1.874.372 |
| 2014. | 252.567 | 8,1 | 2.046.966 |
| 2015. | 263.970 | 6,5 | 1.715.805 |

Izvor: DZS, Statistički ljetopis RH, 2015.

Pšenica u ukupnoj strukturi ratarske proizvodnje u Republici Hrvatskoj zauzima drugo mjesto, odmah iza kukuruza. Prinosi se za promatrano razdoblje od 2008. do 2015. godine kreću u prosjeku od 4,0 t/ha do 6,5 t/ha (tablica 9). Površine pod pšenicom u razdoblju od 2008. do 2015. godine, bile su od 140.000 ha do 204.000 ha pri čemu je proizvedeno od 648.000 do 999.000 tona zrna (tablica 5).

Tablica 5. Požnjevena površina, prinosi i proizvodnja zrna pšenice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2008. do 2015.

| Godina | Požnjevena površina | Prinos t/ha | Proizvodnja t |
|---|---|---|---|
| 2008. | 156.536 | 5,5 | 858.333 |
| 2009. | 180.376 | 5,2 | 936.076 |
| 2010. | 168.507 | 4,0 | 681.017 |
| 2011. | 149.797 | 5,2 | 782.499 |
| 2012. | 186.949 | 5,3 | 999.681 |
| 2013. | 204.506 | 4,9 | 998.940 |
| 2014. | 156.139 | 4,2 | 648.917 |
| 2015. | 140.986 | 5,4 | 761.324 |

Izvor: DZS,Statistički ljetopis, RH, 2015.

### 1.1. Gospodarenje žetvenim ostatcima

S obzirom da su kukuruz i pšenica najznačajnije poljoprivredne kulture, kako u svijetu tako i u Republici Hrvatskoj, logično je zaključiti da se njihovom proizvodnjom dobije i najviše žetvenih ostataka, odnosno kukuruzovine i slame. Slama kao pojam odnosi se na suhe stabljike žitarica koje ostanu na polju nakon žetve. Pojam kukuruzovina odnosi se na stabljiku, lišće te oklaske koji ostaju na polju nakon žetve kukuruza.

Kukuruzovina i slama predstavljaju veoma važan izvor organske tvari te imaju značajan utjecaj na biološka, kemijska i fizikalna svojstva tla i ne treba ih nikako smatrati otpadom. Mnoga istraživanja pokazuju da hranjive tvari iz žetvenih ostataka imaju istu hranidbenu vrijednost kao stajski gnoj. Znanost zastupa zaoravanje žetvenih ostataka, nikako njihovo spaljivanje koje je u Republici Hrvatskoj i zabranjeno od 2011. godine (Pravilnik o dobrim poljoprivrednim i okolišnim uvjetima i uvjetima višestruke sukladnosti, N.N. 89/11). Usitnjavanje i zaoravanje velike biološke mase može stvarati poteškoće (npr. u pripremi tla za sjetvu pšenice poslije berbe kukuruza) (Vukadinović i Vukadinović, 2016.).

Prije sakupljanja žetvenih ostataka treba uzeti u obzir činjenice da njihovo uklanjanje može povećati eroziju, smanjiti prinose i osiromašiti tlo ugljikom i hranjivima (Graham i sur., 2007). Isti autori navode da, ako se želi odrediti količina kukuruzovine koja se može pokupiti s polja, moraju se uzeti u obzir tri ograničenja (oprema koja se koristi za prikupljanje kukuruzovine, vlaga tla i erozija vodom i vjetrom).

U nekim slučajevima uklanjanje kukuruzovine u jesen može biti poželjno zbog toga što to dozvoljava tlu da se brže zagrije u proljeće i time omogući raniju sjetvu i veće prinose usjeva. Ipak, to može izazvati dodatne troškove povezane sa hranjivima iznesenim sa kukuruzovinom. (Perlack i Turhollow, 2003).

Tarkalson i sur. (2009) navode kako se slama ne bi smjela iznositi sa polja u slučaju prinosa zrna pšenice manjeg od 3.128 kg/ha, a da se u slučaju prinosa zrna od preko 6.800 kg/ha može iznijeti i preko 3.969 kg slame po hektaru bez osiromašivanja tla organskim ugljikom.

Operacije sakupljanja uvijek ostave određeni dio žetvenih ostataka u polju. Količina sakupljene sirovine ovisi o mehanizaciji, ali i o stanju žetvenih ostataka. Pretpostavlja se da barem 25% kukuruzovine ostaje u polju zbog ograničenja opreme za sakupljanje i da se više od 75% kukuruzovine ni u kojem slučaju ne može pokupiti sa polja (Montross i sur., 2002; Schechinger i Hettenhaus, 2004). Na eksperimentalnim poljima Montross i sur. (2002.) zabilježili su

efikasnost sakupljanja od 38% samo za operaciju baliranja, 55% efikasnosti za operacije grabljanja i baliranja i 64% efikasnosti za operacije košenja, grabljanja i baliranja. Schechinger i Hettenhaus (2004) zabilježili su efikasnost sakupljanja od 40 do 50% bez operacije grabljanja i 70% efikasnosti sa operacijom grabljanja.

Petrolia (2006) navodi efikasnost sakupljanja kukuruzovine od 30% korištenjem samo operacije baliranja, a efikasnost 40% uz dodatno malčiranje i grabljanje.

Najveći rizk tijekom sakupljanja kukuruzovine je kišna sezona koja ugrožava cijeli proces. Kada se zrna kukuruza osuše do vlažnosti od 24%, kombajn ih može požeti s malim postotkom loma zrna. Vlažnost kukuruzovine za vrijeme žetve zrna kreće se od 20% do čak 75% gdje stabljika kao dio kukuruzovine uvijek ima najveću vlažnost (Myers i Underwood, 1992). Da bi se balirala, kukuruzovina mora ostati u polju barem tri dana kako bi njen sadržaj vode pao ispod 30%, a poželjno je ispod 20% kako bi se izbjegli gubitci prilikom skladištenja. Kišovito vrijeme može povećati troškove sakupljanja i odgoditi baliranje (Atchison i Hettenhaus, 2003).

Iz razloga što se žetva pšenice odvija u srpnju, klimatski uvjeti jako su povoljni za optimalnu vlažnost slame, ali i sami uvjeti u polju pogodni su za neometan rad mehanizacije. Tijekom žetve zrna žitni kombajn ostavlja iz sebe redove slame koji su odmah spremni za baliranje.

Nakon što se pokupe sa polja žetveni ostatci, kao što su kukuruzovina i slama, potencijalna su sirovina za proizvodnju energije i ostalih proizvoda koja bi mogla smanjiti ovisnost o uvoznoj sirovoj nafti. No, potrebno je razmotriti i druge mogućnosti upotrebe kukuruzovine i slame.

### 1.2. Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada bio je:

1.) Procijeniti ekonomsku opravdanost korištenja žetvenih ostataka za unaprjeđenje dohotka poljoprivrednih gospodarstava u Republici Hrvatskoj

2.) Procijeniti potencijalne količine žetvenih ostataka za preradu

# 2. PREGLED LITERATURE

## 2.1. Mogućnosti korištenja kukuruzovine

Kukuruzovina je potencijalna hrana za mliječne krave (Ayers i Buchele, 1982; Fernandez-Rivera i Klopfenstein, 1989; Adams, 1998), iako nije visokokvalitetna hrana. Siliranje cijele biljke kukuruza, dok je još uvijek zelena ili miješanje suhe kukuruzovine sa travama veće vlažnosti, čine je prihvatljivijom za životinje. Kukuruzovina može pružiti 20 – 30% suhe tvari u hrani za mliječne krave. U nekim dijelovima SAD, stoka se pušta na polja pod kukuruzovinom nakon što je zrno požnjeveno. Ovakav način korištenja može se primijeniti na većim površinama u određenim područjima i tako smanjiti količinu kukuruzovine koja se može prikupiti.

Kukuruzovina se također može koristiti kao stelja za životinje na farmama.

U usporedbi sa drugim poljoprivrednim ostatcima, sirovina na bazi kukuruzovine za proizvodnju papira održiva je opcija (Domier, 1995; Wagner i sur., 2000). Sirovina na bazi poljoprivrednih ostataka može izbijeliti bez upotrebe klora pa se tako ne proizvode dioksini čime se čuva okoliš. Također, niži sadržaj lignina zahtijeva manje izbjeljivača nego što bi bilo potrebno za drvnu sirovinu. Smjesa za papir od poljoprivrednih ostataka, kao što je slama, daje papir niske otpornosti na trganje, ali velike glatkoće koji je dobar za printanje i pisanje. Takva smjesa bi uvijek trebala biti pomiješana sa dužim vlaknima, ali tvornice mogu koristiti do 30% smjese od poljoprivrednih ostataka u mješavini sa drvenim vlaknima bez suočavanja sa značajnim razlikama u kvaliteti papira (Clancy-Hepburn, 2000).

Furfural je posebna kemikalija koja se dobiva se iz oklasaka kukuruza (Foley i Vander Hooven, 1981; Riera i sur., 1991). Dalje se furfural može hidrogenizirati u tetrahidrofurfuril (THFA) koji se koristi kao komponenta u herbicidima za lakše penetriranje herbicida u strukturu lista. Također, iz furfurala mogu se proizvesti sredstva za proizvodnju visoko vrijednih derivata celuloze kao što su rayon (celulozno vlakno), celulozni acetati i celulozni nitrati.

Svinjsko stajsko gnojivo može se koristiti za kompostiranje kukuruzovine i proizvodnju supstrata za uzgoj cvijeća (Adams, 1998) čime se rješava problem zbrinjavanja svinjskog stajnjaka. Malč od kukuruzovine također se raspodjeljuje uz ceste kako bi se spriječila erozija tla, a malč se može koristiti i za sprječavanje odrona na padinama (Domier, 1995; Zinkand, 2000).

Danas kukuruzovina čini u proizvodnji kukuruza najveći energetski potencijal. Masovnije korištenje, zbog povećane vlažnosti kukuruzovine i male nasipne mase, moralo bi se vezati uz liniju sušenja i briketiranja. Briketi bi se mogli koristiti, osim za sušenje zrna, i u industrijskim kotlovnicama, kao i u toplinskim stanicama za centralno grijanje. No, za to moraju biti predviđena odgovarajuća ložišta (Krička i Pilestić, 1996). Peletiranjem kukuruzovine dobila bi se sirovina koja se lako može skladištiti te se njome može lako manipulirati. Istraživanja pokazuju da bi takvi peleti mogli ubrzati proces enzimatske razgradnje tijekom proizvodnje bioetanola jer se tijekom postupka peletiranja razaraju strukture celuloze i hemiceluloze, čineći tako šećere dostupnijim (Tumuluru i sur., 2011).



Slika 1. Kukuruzovina na polju nakon žetve zrna (snimio: Jukić Ž.)

## 2.2. Mogućnosti korištenja slame

Danas, najraširenija je upotreba slame kao stelje za životinje, a u nekim slučajevima i kao krmiva. Slamu karakterizira nizak stupanj probavljivosti i nizak sadržaj hranjivih tvari pa se usitnjava i miješa sa vlažnijom, zelenom i sočnijom hranom. Zatim, slama se može zaorati te se na taj način povećava količina organske tvari u tlu i poboljšava struktura tla.

Slama se koristi i kao malč u proizvodnji povrća i jagoda te kao supstrat za uzgoj gljiva. Također, može se koristiti i za proizvodnju komposta. Osim toga, slama se još može koristiti i za pokrivanje krovova i miješanje sa blatom kako bi se dobili građevni elementi, zatim za proizvodnju celuloze, goriva biobutanola, izradu prostirki, za izradu dijelova namještaja (npr. stolica), ljetnih šešira i užadi. Koristi se i za izolaciju jer je poznato da dobro zadržava toplinu, a u kombinaciji sa drvnom sječkom koristi se za izradu šperploča (Kretschmer i sur., 2012).

Slama se u graditeljstvu koristi od davnina, a najstarija kuća od bala slame koja je i danas u funkciji nalazi se u Francuskoj i izgrađena je 1921. godine. Postoje različite tehnike gradnje ovakvih objekata. U nekima bale slame čine nosivu konstrukciju dok u nekima služe kao ispuna u drvenoj konstrukciji. Predgotovljeni elementi od slame su gotovi ožbukani elementi s predviđenim konstrukcijskim prihvatima i otvorima za stolariju. Ploče od slame (strawboard) izrađuju se tako da se slama preša u kartonske okvire pri visokim temperaturama bez dodatnih tvari za spajanje. Prefabricirani elementi se proizvode u raznim dimenzijama i koriste za završno uređenje, izolaciju te kao baza za žbukanje ili pregradne zidove u montažnoj gradnji (Šišak i Rodik, 2013).

Osnovne prednosti slame kao građevinskog materijala su toplinska i zvučna izolacija, otpornost na požar, relativno dobra čvrstoća, otpornost na potres, otpornost prema nametnicima, svježi zrak u prostorijama, dostupnost i niska cijena slame kao sirovine te jednostavnost arhitektonskog oblikovanja (Glasnović i sur., 2008). Potrebno je oko 10 t slame za izgradnju kuće površine od 150$m^2$ (Ćosić, 2015).

Umjetnost u tehnici slame koja je jedinstvena u svijetu nastala je prije više stoljeća među bačkim Hrvatima. Manifestira se izradom dvodimenzionalnih slika te pletenjem predmeta od slame i to prvenstveno onih ukrasnih kao što su prstenje, cvjetići, perlice i drugi. Riječ je o takvoj vrsti likovnog stvaralaštva koje kao osnovni i jedini materijal uzima slamu (www.hnl.org.rs).

Do danas nije u potpunosti shvaćen i priznat potencijal mnogih biljnih i drvnih ostataka kao šećerne sirovine za proizvodnju biogoriva. Ipak, proizvodnja biogoriva iz poljoprivrednih ostataka mogla bi zadovoljiti dio rastuće potražnje za tekućim gorivima. Ovo je stvorilo veliko zanimanje za iskorištavanje određenih usjeva za biomasu kao sirovinu za proizvodnju biogoriva.



Slika 2. Pšenična slama na polju nakon žetve zrna (snimio Jukić Ž.)

### 2.3. Mogućnosti proizvodnje energije i tekućih biogoriva iz kukuruzovine i slame

Biogoriva privlače veliku pozornost širom svijeta kao zamjena za fosilna goriva u smislu cijene energije, energetske sigurnosti i brige za globalno zatopljenje koji su povezani sa fosilnim gorivima. Izraz *biogorivo* predstavlja bilo koje tekuće gorivo proizvedeno iz biljnog materijala koje može biti korišteno kao zamjena za naftna goriva. U kontekstu proizvodnje biogoriva izraz *biljna biomasa* odnosi se najviše na lignocelulozni materijal koji je sastavni dio biljnog materijala. Popularna klasifikacija tekućih biogoriva uključuje "goriva prve generacije", "goriva druge generacije" i "goriva treće generacije". Prva generacija goriva proizvodi se od zrna ili sjemenki, odnosno samo određenih (često i jestivih) dijelova nadzemnog dijela biomase koje biljka proizvede. Proizvodnja prve generacije biogoriva relativno je jednostavna, a postupci proizvodnje su dobro poznati i relativno usavršeni (Larson, 2008).

Održiv ekonomski i industrijski rast zahtijeva sigurne, održive izvore energije. U budućnosti će bit potrebno okretanje održive ekonomije ka biološkim sirovinama te potpuno novi pristupi u istraživanju, razvoju i proizvodnji. Prva generacija biogoriva čini se neodrživom zbog potencijalnog pritiska koji njihova proizvodnja stavlja na prehrambeni lanac te na cijenu prehrambenih proizvoda (Naik i sur., 2009).

Biogoriva druge generacije također se nazivaju i napredna biogoriva jer se proizvode inovativnim procesima, uglavnom koristeći lignocelulozne materijale za koje je komercijalna iskoristivost još uvijek u razvoju. Bioetanol je potpuni supstitut za benzinska goriva u takozvanim flexi-fuel vozilima. Fischer-Tropsch dizel ili BTL (biomasa u tekućinu) je potpuni supstitut za dizelsko gorivo. Bio SNG (sintetic natural gas ili sintetični prirodni plin) je gorivo koje se može koristiti u vozilima s benzinskim motorima uz manje prilagodbe. Bio DME (dimetil eter) je gorivo koje može biti korišteno u vozilima s dizelskim motorima sa manjim prilagodbama (Balat, 2006).

Tehnologije za pretvorbu kukuruzovine u etanol razvijene su tek nedavno, tijekom prošlog desetljeća. Implementacijom mjera koje će osigurati održivo sakupljanje, kukuruzovina bi mogla postati značajan izvor obnovljivih goriva (Mann i sur., 2002).

Enzimatska hidroliza lignocelulozne biomase (kukuruzovine i slame) zahtijevala je istraživanje i razvoj kako bi se povećao prinos alkohola. Istraživanja konverzije biomase u bioetanol fokusira se na smanjenje troškova što zahtijeva poboljšanje postupka pretvorbe celuloze i hemiceluloze u šećer, kombiniranu fermentaciju ksiloze i glukoze, niže zahtjeve za energijom

tijekom predtretmana biomase, konverziju lignina u proizvode dodane vrijednosti i efikasan proces ekstrakcije alkohola (Shelley, 2006).

Biogoriva proizvedena iz lignoceluloznih sirovina (II. generacija biogoriva) imaju dvije ključne prednosti pred biogorivima I. generacije:

1. U sirovinskoj osnovi ne konkuriraju proizvodnji hrane jer se može koristiti širok raspon lignoceluloznih sirovina i
2. Tijekom životnog ciklusa biogoriva dolazi do značajno manjih emisija stakleničkih plinova, nego prilikom korištenja biogoriva I. generacije.

Razvijanje načina za brzo i ekonomično sakupljanje, rukovanje i skladištenje žetvenih ostataka zajedno sa poboljšanim tehnološkim procesom konverzije u bioetanol potrebno je za komercijalizaciju proizvodnje. Teoretski, prema znanstvenicima, moglo bi se proizvesti oko 500 litara etanola po toni kukuruzovine (Glassner i sur., 1998). Ipak, uz postojeće tehnologije prerade ta količina kreće se oko 250 litara etanola po toni kukuruzovine tj. oko 50% teoretskog prinosa etanola (Kadam i McMillan, 2003). Prema količini energije jedna litra bioetanola zamjenjuje 0,72 litre benzina (Kim i Dale, 2004). Ovisno o namjeni za koju se žetveni ostatci kao sirovina koriste i udaljenosti pogona za preradu, mijenja se i cijena kukuruzovine i slame. Politika kompenzacije farmerima u SAD, bazirana je više na transportnoj udaljenosti gdje poljoprivrednici ili poljoprivredna poduzeća unutar radijusa od 24 kilometra dobivaju dvostruko veću cijenu za svoje žetvene ostatke nego oni udaljeni 80 – 160 kilometara (Perlack i Turhollow, 2003).

Prema podacima o proizvodnji i korištenju etanola u svijetu, može se utvrditi da su SAD najveći proizvođač etanola iz prve generacije koji se proizvodi iz kukuruznog zrna. U 2014. godini u SAD je proizvedeno 54 milijarde litara etanola, izvezeno je 3 milijarde litara, a uvezeno 2,7 milijardi litara. Ukupno 210 biorafinerija u 28 saveznih država doprinijelo je navedenoj proizvodnji etanola (Renewable Fuels Association, 2015).

U Europskoj Uniji proizvodnja bioetanola u 2014. godini procijenjena je na 5,3 milijardi litara što je energetski ekvivalent 33 milijuna barela sirove nafte. Većina bioetanola proizvodi se iz pšenice, kukuruza i šećerne repe. Pšenica se uglavnom koristi u sjeverozapadnoj Europi dok se kukuruz uglavnom koristi u srednjoj Europi i Španjolskoj.

Proizvodnja celuloznog etanola u Europskoj Uniji odvija se u Italiji, u pogonu Crescentino koji ima godišnji proizvodni kapacitet od 75 milijuna litara. Sirovina koja se koristi u ovoj tvornici

potječe od pšenične slame, rižine slame i pljeve, a još se koristi i biomasa energetskog usjeva Arundo donax (obični trst). Osim postrojenja u Italiji, najavljeno je još nekoliko komercijalnih pogona: u Finskoj pogon sa kapacitetom od 10 milijuna litara, u Slovačkoj pogon sa kapacitetom 70 milijuna litara te u Danskoj pogon za proizvodnju celuloznog etanola kapaciteta 80 milijuna litara. U Francuskoj se očekuje komercijalizacija pilot projekta koji je započeo 2008. godine, a radilo se na razvijanju procesa proizvodnje celuloznog etanola (EU Biofuels Annual, 2015).

Osim korištenja za proizvodnju bioetanola, slama i kukuruzovina mogu zamijeniti drvo kao izvor toplinske energije, ali se isto tako mogu spaljivati i za proizvodnju električne energije. Kako navode Campbell i sur. (1997), slama bi mogla značajno doprinijeti ciljevima Britanske vlade za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora jer ne postoje značajni okolišni rizici za upotrebu slame u takve svrhe te nema promjene u načinu korištenja poljoprivrednih površina. Cijena koštanja proizvodnje električne energije iz slame manja je nego za biomasu iz drva. Tada se koristilo oko 170.000 tona slame godišnje za stvaranje toplinske energije za potrebe koje su povezane sa poljoprivrednom aktivnošću. Elektrana Elean izgrađena je 2000. godine pored Cambridgeshirea, prva je u Velikoj Britaniji i najveća elektrana u svijetu koja kao sirovinu koristi slamu. Pogon koristi oko 200.000 tona slame godišnje i proizvodi oko 40MW električne energije što je dovoljno da se zadovolje potrebe 80.000 kućanstava. Slama se sakuplja u balama od 500 kg sa farmi u radijusu od 80 kilometara od pogona (www.face-online.org.uk).

Pogon Sangüesa u Španjolskoj pokrajini Navarra u funkciji je od 2002. godine i ima kapacitet od oko 30 MW što pokriva potrebe za energijom oko 60.000 kućanstava. Kao sirovinu koristi slamu i kukuruzovinu, a godišnja potrošnja je oko 160.000 tona (www.acciona-energia.com).

Ložišta za biomasu danas su usavršena toliko da se može reći kako je loženje biomase jednako (što se tiče rada i posluživanja) loženju ugljena ili čak tekućih goriva. Spaljivanje biomase moguće je u različitim sustavima ložišta i na različite načine. Najjednostavnije je neposredno izgaranje u ložištu, ali se koristi i pirolitičko ložište kod kojega se dobiveni plin odmah pali. Energetska vrijednost žetvenih ostataka (slame, kukuruzovine, stabljike suncokreta itd.) ovisno o sadržaju vode je između 12 i 15 MJ/kg (mrki ugljen 20 MJ/kg, kameni ugljen 32,5 MJ/kg, drvo 14,4 do 16,2 MJ/kg, loživo ulje 42,7 MJ/kg) (Katić, 1997).

Postoje sušare za sjemenski kukuruz u kojima se spaljuje oklasak i koristi kao gorivo. Za sušenje 100kg suhog kukuruznog zrna potrebno je utrošiti 2 – 3 kg loživog ulja (nafte). Za

sušenje 2 milijuna tona kukuruznog zrna potrebno je osigurati 40.000 do 60.000 tona loživog ulja ili njegova energetskog ekvivalenta. Koristi li se kao gorivo kukuruzovinu, ušteda u fosilnim gorivima je 50.000 tona ekvivalenta nafte (Katić, 1997).

U Danskoj je razvijen sustav grijanja u kojem se spaljivanjem slame dobiva toplinska energija za zagrijavanje okolnih kućanstava (70 – 80 kuća). Veće toplane koje kao sirovinu koriste slamu grade se u Danskoj od 1980-te i danas ih je oko 55 u funkciji. Nekoliko pogona izgrađeno je u bliskoj suradnji sa lokalnim farmerima, a u nekim mjestima farmeri su bili inicijatori izgradnje, ali i odgovorni za funkcioniranje pogona. Učinak toplana varira od 500 kW do 12 MW. Kombinirani sustavi za proizvodnju topline i električne energije u Danskoj imaju visok prioritet, pa je tako 1989. izgrađena prva termoelektrana u Haslevu koja kao sirovinu koristi isključivo slamu. Od tada izgrađeno ih je još deset (Skøtt, 2011).

U Kini se sustavi za dobivanje energije iz biomase ubrzano razvijaju. Instalirani kapaciteti koji kao sirovinu koriste biomasu povećali su se sa 1,4 GW u 2006. na 8,5 GW u 2013. godini a do 2030. očekuje se proizvodnja energije od 30 GW. U 2009. godini od ukupne proizvodnje električne energije iz biomase, 62% proizvedeno je iz slame (www.bioenergyconsult.com).

U Europi 61% od ukupno instaliranih kapaciteta za proizvodnju električne energije na biomasu (bez drvne biomase) nalaze se u Engleskoj, Škotskoj i Švedskoj (IRENA, 2012).

Prema nacionalnom akcijskom planu poticanja proizvodnje i korištenja biogoriva u prijevozu za razdoblje 2011. – 2020., Republika Hrvatska spada u zemlje s velikim potencijalom biomase. U Strategiji energetskog razvoja Republika Hrvatska postavlja cilj da u 2010. godini upotrebljava oko 15 PJ energije iz biomase, a u 2020. godini, oko 26 PJ.

Prema podacima Ministarstva gospodarstva Republike Hrvatske u pogonu je 10 elektrana na biomasu, a još 113 ih je upisano u Registar OIEKPP.

## 2.4. Proračunavanje teoretskih i stvarnih raspoloživih količina žetvenih ostataka kukuruza i pšenice

Različiti autori u svijetu su kroz različite metodike pokušali odrediti teoretske količine žetvenih ostataka i količine koje bi se stvarno mogle iskoristiti u preradi.

Tako je Katić (1997) procijenio da je u Republici Hrvatskoj iz 600.000 tona kukuruzovine moguće dobiti 180.000 TEN (tona ekvivalenata nafte). Također, prema autoru dobili bi iz 800.000 tona slame koja bi se u Republici Hrvatskoj mogla koristiti kao izvor energije:

- za sušenje 8,5 mil. tona zrna kukuruza,
- za grijanje peradnjaka u kojima bi se moglo uzgojiti 10 milijuna brojlera,
- za grijanje 52 tisuće domaćinstava ili
- za grijanje 450 hektara staklenika.

Glassner i sur. (1998) ističu da je 220 milijuna tona kukuruzovine najveća količina žetvenih ostataka u SAD. Također, autori navode da, ako je dostupnost žetvenih ostataka između 30 i 60%, onda bi se iz 80 do 120 milijuna tona žetvenih ostataka moglo proizvesti između 23 i 53 milijarde litara etanola, što bi činilo oko 10% potreba za benzinom u SAD.

Dobričević i sur. (1999) izračunavali su koliko je moguće iskoristiti žetvenih ostataka u Republici Hrvatskoj. Prema autorima, iz kukuruzovine i slame moguće je dobiti 11,07 PJ energije.

Perlack i Turhollow (2003) procijenili su logistiku i troškove sakupljanja, rukovanja i transporta kukuruzovine do pogona za preradu u etanol. U izračun su, uključili između ostalog, prinos zrna kukuruza, suhu tvar u zrnu, žetveni indeks, prinos kukuruzovine, udio sakupljene kukuruzovine, udio farmera koji žele prodavati kukuruzovinu kao i cijenu kukuruzovine na osnovu sadržaja hranjiva, ali u odnosu na udaljenost od pogona za preradu.

Kadam i McMillan (2003) određivali su dostupnost kukuruzovine kao održive sirovine za proizvodnju bioetanola. Zaključili su da je oko 60 – 80 milijuna tona godišnje potencijalno dostupno za proizvodnju etanola. Također su došli do količine od 33 milijuna tona slame koji predstavljaju ekvivalent od 9,6 milijardi litara etanola ako se pretpostavi prinos etanola od 292 litre po toni.

Graham i sur. (2007) određivali su trenutnu i potencijalnu ponudu kukuruzovine u SAD. U izračun su uključili žetveni indeks, ograničenja poljoprivredne tehnike, ograničenja vlažnosti tla, ograničenja povezana sa erozijom vjetrom i vodom, ali i cijenu sakupljanja kukuruzovine. U istraživanju su došli do količine od 64,2 milijuna tona što je oko 30% ukupne proizvodnje kukuruzovine.

Glasnović i sur. (2008) procjenjuju ako se uzme omjer žetvenog ostatka i zrna 1:1 te trećina slame upotrijebljena kao stelja, a trećina zaorana, na raspolaganju ostaje 270.000 tona slame, što bi bilo dostatno za izgradnju 13.500 pasivnih kuća od slame godišnje.

O'Brien i sur. (2010) radili su ekonomiku na razini farme za prodaju biomase žetvenih ostataka za preradu u celulozni etanol. Utvrdili su da je očita podrška za farmere sa postojećim financijskim inicijativama i energetskom politikom u SAD da se uključe u prodaju žetvenih ostataka za proizvodnju celuloznog etanola.

Scarlat i sur. (2010) iznose da su značajne količine žetvenih ostataka dostupne u EU 27, a procjenjuje se kako se iz njih može dobiti i na održiv način iskoristiti u prosjeku 1.530 PJ energije. Najveće količine žetvenih ostataka dostupne su u Francuskoj, Njemačkoj, Rumunjskoj, Španjolskoj, Italiji, Mađarskoj i Poljskoj.

Gallagher i Baumes (2012) daju procjenu i pregled ponude biomase kukuruzovine u SAD. Obuhvaćaju i troškove za baliranje kukuruzovine na razini farme. Prema autorima 100 milijuna tona kukuruzovine dostupno je po cijeni između 37,5 i 40,5$ po toni.

Prema Međunarodnoj Agenciji za Obnovljivu Energiju (IRENA, 2012), donja ogrjevna vrijednost kukuruzovine je od 16,8 do 18,1 MJ/kg, a donja ogrjevna vrijednost slame ide od 15,1 do 17,7 MJ/kg.

Kretschmer i sur. (2012) proučavali su upotrebu slame kao sirovine za proizvodnju naprednih biogoriva u Europskoj Uniji. U radu navode Biomass Futures projekt u kojem se došlo do potencijalne količine od 127 milijuna tona za EU – 27 u 2020. godini. Ta količina slame je energetski ekvivalent od oko 49,3 milijuna TEN odnosno 2063 PJ. Također navode izračun BNEF–a iz 2010. u kojem se procjenjuje proizvodnja 75 milijardi litara celuloznog etanola u 2020. godini.

Jukić (2014) je procijenio dostupnost žetvenih ostataka kukuruza i pšenice za potencijalnu proizvodnju bioetanola u Hrvatskoj. Procijenjena je masa kukuruzovine i slame na temelju

žetvenog indeksa i mogućnosti korištenja 30 i 50% kukuruzovine i 30, 50 i 70% pšenične slame za proizvodnju celuloznog etanola.

# 3. MATERIJALI I METODE

Cijena koštanja kukuruzovine i slame određena je kao zbroj sljedećih vrijednosti:

1.) troškovi iznešenih hranjiva iz tla,

2.) troškovi mehanizacije i ljudskog rada za operaciju prešanja (baliranja) te

3.) troškovi mehanizacije i ljudskog rada za operaciju pomicanja i slaganja bala na parceli.

## 3.1. Troškovi iznešenih hranjiva

### 3.1.1. Količina glavnih hranjiva u kukuruzovini i slami pšenice

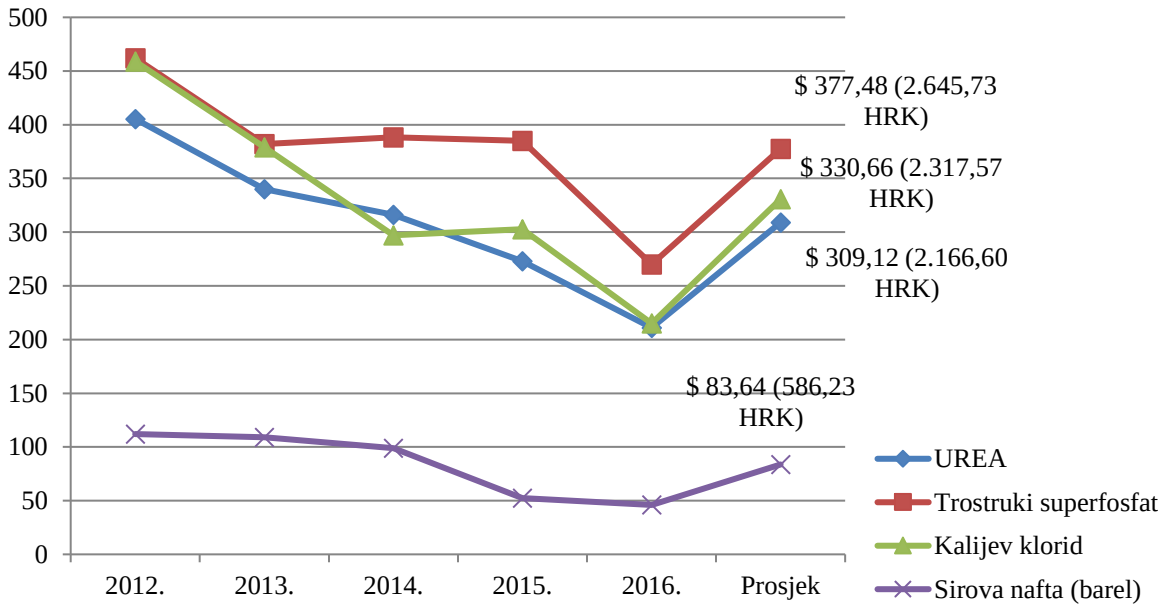
U svakoj toni kukuruzovine ili slame koja ostaje na polju nakon žetve, nalazi se određena količina dušika, fosfora i kalija kao i drugih hranjiva. Različiti autori navode različite količine N, $P_2O_5$ i $K_2O$ sadržane u toni kukuruzovine i slame (Al – Kaisi i sur., 2008; Gelderman i sur., 2011; Karlen i sur., 2015; Mayer, 2012; Reiter i sur., 2015; Tarkalson i sur., 2009; Vukadinović i Vukadinović 2016; Wortmann i sur., 2008). Za potrebe izračuna u ovom radu uzete su količine hranjiva, koje su sadržane u kukuruzovini i slami pšenice, prema navodima Vukadinović i Vukadinović (2016). Prema navedenim autorima u svakoj toni kukuruzovine u prosjeku se nalazi 7,5 kg čistog dušika, 3,0 kg čistog fosfora i 15,0 kg čistog kalija dok se u svakoj toni slame pšenice nalazi 5,0 kg čistog dušika, 2,0 kg čistog fosfora i 10,0 kg čistog kalija. Novčana kompenzacija za iznešena hranjiva kroz sakupljene količine žetvenih ostataka sa polja trebala bi predstavljati trošak dodatnog mineralnog gnojiva na godišnjoj bazi (O'Brien i sur., 2010).

### 3.1.2. Određivanje cijene pojedinog hranjiva iz jednostavnog gnojiva

Cijena kilograma N, $P_2O_5$ i $K_2O$ određena je na način da se prosječna cijena po toni jednostavnog gnojiva podijeli sa kilogramima aktivne tvari po toni istog tog gnojiva Flynn (2014). Na ovaj su način i drugi autori izračunavali vrijednost žetvenih ostataka (Tarkalson i sur., 2009; Reiter i sur., 2015). Npr. UREA sadrži 46% N što je 460 kilograma N po toni tog jednostavnog gnojiva. Prosječna cijena u HRK/t za promatrano razdoblje iznosila je 2.166,60. Nakon što se podijeli navedena cijena sa kilogramima čistog N u toni UREA–e, dobije se cijena koja iznosi 4,71 HRK po kilogramu N (tablica 6).

Cijene koštanja kilograma fosfora i kalija izračunate su također na ovaj način. Ovdje treba istaknuti da su za potrebe izračuna u ovom radu uzeti podaci o cijenama jednostavnih gnojiva za dušik, fosfor i kalij iz baze Svjetske banke za jednostavna gnojiva (u USD) za razdoblje od 2012. do 2016. godine na svjetskom tržištu, obzirom da u Republici Hrvatskoj trenutno nije moguće kupiti jednostavna fosforna i kalijeva gnojiva. Izračunata je i prosječna cijena jednostavnih gnojiva za petogodišnje razdoblje na temelju srednjeg tečaja Zagrebačke banke od 21.02.2017. koji je iznosio 7,008940 prevedena u HRK (graf 6). Jednostavna gnojiva su UREA sa (46% N), trostruki superfosfat (46% $P_2O_5$) te kalijev klorid (60% $K_2O$). Potrebno je napomenuti da se cijena gnojiva značajno mijenjala tijekom promatranog razdoblja od 2012. do 2016., a bila je direktno povezana sa cijenom barela sirove nafte na svjetskom tržištu što je također vidljivo na grafu 6.

Graf 6. Kretanje cijena jednostavnih (jednokomponentnih) gnojiva na svjetskom tržištu od 2012. do 2016. godine




Izvor: Global Economic Monitor (GEM) Commodities, worldbank.org

Nakon toga zbrojene su dobivene vrijednosti za svako pojedino hranjivo te se dobila vrijednost odnosno cijena hranjiva sadržanih u toni kukuruzovine, tj. cijena hranjiva sadržanih u jednoj toni pšenične slame.

### 3.2. Troškovi mehanizacije i ljudskog rada za operaciju prešanja (baliranja)

U troškove izražene po radnom satu za operaciju prešanja (baliranja) ulaze:

- Fiksni troškovi traktora: amortizacija, osiguranje i registracija
- Fiksni trošak preše (balirke): amortizacija
- Varijabilni troškovi: trošak goriva, trošak redovitog održavanja, trošak mrežne folije za omotavanje bala i trošak ljudskog rada

Za potrebe izračuna troškova prešanja u ovom diplomskom radu agregatiran je traktor John Deere 6910 snage 99 kW sa prešom Claas Rollant 350 RC.

Pretpostavljena je brzina rada navedene preše (balirke) 20 valjčastih bala po satu, dimenzije bale su 1.25 metara x 1.20 metara, a pretpostavljeno je da masa bale iznosi oko 250 kilograma (Hancock, 2012), što znači da je radni kapacitet preše (balirke) 5 tona po satu.

Fiksnim troškovima ovog traktora ne opterećuje se proizvodnja balirane kukuruzovine i slame iz razloga što se pretpostavlja kako se traktor koristi u agrotehničkim operacijama u proizvodnji zrna kukuruza ili pšenice te se fiksni troškovi traktora mogu ukalkulirati u cijenu koštanja zrna.

Fiksni trošak preše (balirke) jest amortizacija koja je izražena i po satu rada, a predviđena amortizacijska stopa iznosi 10% (FADN priručnik, 2012.).

Varijabilni troškovi su:

- Trošak goriva izračunat je iz potrošnje goriva traktora kada je traktor agregatiran s prešom (balirkom). Potrošnja goriva traktora po satu određena je množenjem snage traktora (kW) s faktorom 0,2925 (Krmpotić i Kiš, 2005.). Dodatna potrošnja goriva za pogon preše po satu preuzeta je od Steina (2012.). Ukupna potrošnja traktora i balirke pomnožena je s cijenom plavog dizela (na dan 21.02.2017. godine, www. min-go.hr) i dobiven je trošak goriva u HRK/h.
- Trošak redovitog održavanja uključuje troškove ulja, maziva, filtera, akumulatora, guma, remenja i drugog potrošnog materijala, a iznosi 50% od troškova goriva (procjena djelatnika HZPSS).
- Trošak mrežne folije za omotavanje bala izračunat je preko cijene od 1.167HRK za kolut duljine 2.600 metara.

Bale se omotavaju tri puta, a promjer bale iznosi 1.20 metara. Do potrebne duljine mreže za omotavanje jedne bale došlo se formulom za opseg baze valjka:

$$O_B = R \; x \; \pi$$

gdje je:

$O_B$ = opseg baze bale (m)

R = promjer bale (m)

Do troška mrežne folije za omotavanje bala po jednoj toni došlo se množenjem troška mreže po jednoj bali sa četiri iz razloga što četiri bale imaju masu od jedne tone.

- Trošak ljudskog rada po satu je prosječna mjesečna plaća isplaćena po satu zaposlenih u pravnim osobama (DZS, 2016).

Svaki pojedinačni trošak po toni kukuruzovine ili slame za operaciju prešanja (baliranja) izračunat je na način da se trošak po radnom satu podijelio sa radnim kapacitetom traktora i preše (balirke) (tablica 6). To nije slučaj za trošak mrežne folije za omotavanje bala jer je trošak već izražen po jedinici mase.




Slika 3. Preša Claas Rollant 350 RC i bala omotana mrežnom folijom
(izvor: <http://www.claas.co.za>)

### 3.3. Troškovi mehanizacije i ljudskog rada za operaciju pomicanja i slaganja bala

U troškove izražene po radnom satu za operaciju pomicanja i slaganja bala na parceli ulaze:

- Fiksni troškovi traktora: amortizacija, osiguranje i registracija
- Fiksni trošak prednjeg utovarivača: amortizacija
- Varijabilni troškovi: trošak goriva, trošak redovitog održavanja i trošak ljudskog rada

Za potrebe izračuna troškova pomicanja bala agregatiran je traktor John Deere 6100 snage 55 kW i prednji utovarivač John Deere serije 6000.

Brzina rada je 26 bala složenih uz kraj parcele (Comer i Clark, 2015).

Fiksni troškovi traktora su:

- Amortizacija koja je izražena i po satu rada, a predviđena amortizacijska stopa iznosi 8% (FADN priručnik, 2012).
- Osiguranje traktora (uz 50% bonusa) (Stanica za ispitivanje tehničke ispravnosti vozila HAK, Križevci, 2017).
- Registracija traktora (troškovi tehničkog pregleda, eko test, produljenje valjanosti, poslovi koji prethode registraciji, naplata propisane usluge) (Stanica za ispitivanje tehničke ispravnosti vozila HAK, Križevci, 2017). Trošak osiguranja i registracije traktora zbrojen je i podijeljen sa brojem radnih sati traktora godišnje kako bi se ovaj trošak iskazao po radnom satu.
- Fiksni trošak prednjeg utovarivača jest amortizacija koja je izražena i po satu rada, a predviđena amortizacijska stopa iznosi 10% (FADN priručnik, 2012).

Varijabilni troškovi su:

- Trošak goriva izračunat je iz potrošnje goriva traktora koja je pomnožena s cijenom plavog dizela (na dan 21.02.2017. godine, www. min-go.hr). Pretpostavljeno je da prednji utovarivač neće značajno utjecati na potrošnju goriva, stoga potrošnja goriva za operaciju predstavlja potrošnju samog traktora. Potrošnja goriva traktora određena je množenjem snage traktora (kW) s faktorom 0,2925 (Krmpotić i Kiš, 2005).
- Trošak redovitog održavanja uključuje troškove ulja, maziva, filtera, akumulatora, guma, remenja i drugog potrošnog materijala, a iznosi 50% od troškova goriva (procjena djelatnika HZPSS).
- Trošak ljudskog rada po satu je prosječna mjesečna plaća isplaćena po satu zaposlenih u pravnim osobama (DZS, 2016).

Svaki pojedinačni trošak po toni kukuruzovine ili slame za operaciju pomicanja i slaganja bala uz kraj parcele izračunat je na način da se trošak po radnom satu podijelio sa radnim kapacitetom traktora sa prednjim utovarivačem (tablica 6.).

### 3.4. Amortizacija

Amortizacija je dio vrijednosti osnovnih sredstava za koji se smatra da je u toku određenog vremenskog razdoblja fizički ili ekonomski potrošen (Grgić, 2006).

Mehanizacija i oprema, koji su predmet amortizacije, određuju se kao sredstva čija je nabavna vrijednost, ako se nabavljaju novi, veća od 2.500 HRK. Iznos godišnje amortizacije izračunava se linearnom stopom, a sva mehanizacija i oprema amortizira se do otpisa (do 0 HRK) (FADN priručnik, 2012.)

$$B = \frac{NV\ x\ \%\ A}{100}$$

gdje je:

B = novčani godišnji iznos amortizacije (HRK)

NV = nabavna vrijednost osnovnog sredstva (HRK)

% A = amortizacijska stopa

### 3.5. Ekonomska opravdanost korištenja žetvenih ostataka za unaprjeđenje dohotka

Kako bi se prikazala opravdanost korištenja kukuruzovine i slame za unaprjeđenje dohotka poljoprivrednika korišten je prinos prema preporučenoj gnojidbi (HZPSS) za 10 tona zrna kukuruza i 6 tona zrna pšenice.

Za iste razine proizvodnje zrna izračunata je teoretska količina od 10.000 kilograma kukuruzovine i 7.800 kilograma slame prema omjeru zrna i žetvenog ostatka (omjer zrna i žetvenog ostatka za kukuruz 1:1, a za pšenicu 1:1,3).

Od teoretske količine kukuruzovine i slame 30% uzeto je kao količina koja se održivo može pokupiti sa polja (Glassner i sur., 1998, Kadam i McMillan, 2003, Katterer i sur., 2004, Panoutsou i Labalette, 2006., United States Department of Agriculture - Natural Resource Conservation Service, 2006, Christou i sur., 2007, Van der Sluis i sur., 2007). Isto tako 30% kukurzovine može se pokupiti sa polja samo prešanjem (baliranjem), bez prethodnog korištenja malčera i grablji (Petrolia, 2006.).

Cijena koštanja kilograma kukuruzovine i slame iz tablice 6. pomnožena je sa 30% (tablice 7 i 8) od teoretske količine žetvenog ostatka sa jednog hektara i predstavlja trošak u proizvodnji kukuruzovine i slame po jednom hektaru.

Prodajna cijena kukuruzovine i slame kreće se između 0,30 i 0,50 HRK po kilogramu ovisno o lokaciji, veličini bala i ugovorenim uvjetima sa otkupljivačima. Ove cijene balirane kukuruzovine i slame podudaraju se i sa cijenama u susjednoj BiH i Srbiji. (Razgovori sa farmerima iz Grubišnog polja, Križevaca, Slavonskog Broda, Bosanske Posavine, HZPSS, njuškalo. hr, olx.ba, poljoberza.net).

Prihod od prodaje kukuruzovine izračunat množenjem 3.000 kg (30% teoretske količine sa jednog hektara) kukuruzovine sa tri razine prodajnih cijena: 0,30, 0,40 i 0,50 HRK (tablica 7).

Prihod od prodaje slame izračunat množenjem 2.340 kg (30% teoretske količine sa jednog hektara) pomnožene sa tri razine prodajnih cijena: 0,30, 0,40 i 0,50HRK (tablica 8).

Dohodak je razlika prihoda od prodaje kukuruzovine, odnosno slame, za svaku razinu prodajne cijene i cijene koštanja proizvedene kukuruzovine i slame (tablice 7 i 8).

### 3.6. Procjena količina žetvenih ostataka na razini RH

Potencijalne količine kukuruzovine (graf 9) i potencijalne količine pšenične slame (graf 10) procijenjene su na razini proizvodnje zrna kukuruza i zrna pšenice u Kontinentalnoj Hrvatskoj. Kao što je navedeno u uvodu najveći dio oranica i vrtova nalazi se u ovoj statističkoj regiji, a proizvodnja zrna kukuruza i pšenice neuporedivo je veća nego u Jadranskoj Hrvatskoj kao statističkoj regiji.

Za potrebe istraživanja korišteni su podaci iz Statističkog izvješća (DZS, 2016) o ukupnoj proizvodnji zrna kukuruza i zrna pšenice u Kontinentalnoj Hrvatskoj za razdoblje od 2011. do 2015. godine, nakon čega je napravljen prosjek proizvedenog zrna za ovo razdoblje. Potrebno je naglasiti da je prema metodologiji Državnog Zavoda za Statistiku proizvedena količina zrna kukuruza navedena pri vlažnosti od 14%, a proizvedena količina zrna pšenice pri vlažnosti od 13%. Dakle radi se o suhom zrnu, a isto tako i o suhim tonama žetvenih ostataka.

Od ukupnih količina žetvenih ostataka koji su izračunati na osnovu omjera zrna i žetvenog ostatka (za kukuruz 1:1, a za pšenicu 1:1,3) kao iskoristivi udio uzeto je samo 30% (Glassner i sur. 1998, Kadam i McMillan 2003, Katterer i sur. 2004, Panoutsou i Labalette 2006, United States Department of Agriculture - Natural Resource Conservation Service 2006, Christou i sur. 2007, Van der Sluis i sur. 2007).

Dalje, količina dostupne kukuruzovine i količina dostupne pšenične slame pod pretpostavkom efikasnosti sakupljanja 30% u Kontinentalnoj Hrvatskoj pretvorena je u MJ energije za direktno spaljivanje (IRENA, 2012) i u litre celuloznog bioetanola (Kadam i McMillan, 2003).

# 4. REZULTATI

## 4.1. Trošak iznešenih hranjiva

Na dan 21.02.2017. po srednjem tečaju USD od 7,008940 HRK cijena tone UREA–e iznosila je 2.166,60 HRK, a cijena jednog kilograma N iz ovog jednostavnog gnojiva iznosila je 4,71 HRK. Cijena tone trostrukog superfosfata iznosila je 2.645,73 HRK, a cijena jednog kilograma $P_2O_5$ iz ovog gnojiva iznosila je 5,75 HRK. Cijena tone kalijevog klorida iznosila je 2.317,57 HRK, a cijena jednog kilograma $K_2O$ iz ovog jednostavnog gnojiva iznosila je 3,86 HRK.

## 4.2. Troškovi prešanja kukuruzovine i pšenične slame

Kako je u metodici navedeno, za potrebe izračuna troškova baliranja u ovom diplomskom radu agregatiran je traktor John Deere 6910 snage 99 kW sa balirkom Claas Rollant 350 RC. Fiksni troškovi po satu prešanja odnose se samo na fiksni trošak po radnom satu preše (balirke) iz razloga navedenih u metodici.

- Nabavna vrijednost preše iznosi 178.229 HRK, a amortizacijska stopa 10%. Uz pretpostavku od 300 radnih sati godišnja amortizacija preše (balirke) iznosi 17.822,90 HRK ili 59,41 HRK po radnom satu.
- Prosječna potrošnja goriva traktora određena je iz snage traktora i koeficijenta 0,2925 te je iznosila 28,96 l/h (99kW x 0,2925 = 28,96). Dodatna potrošnja goriva preše (balirke) iznosi 3,33 l/h što znači da ukupna potrošnja goriva traktora kada je agregatiran s prešom (balirkom) iznosi 32,29 l/h. Potrošnja goriva traktora kada je agregatiran s balirkom pomnožena je sa cijenom plavog dizela od koja iznosila 4,88 HRK te je dobiven trošak goriva koji iznosi 157,57 HRK/h odnosno 31,51 HRK/t baliranih žetvenih ostataka.
- Trošak redovitog održavanja iznosio je 50% od troškova goriva što u ovom slučaju iznosi 78,78 HRK/h (50% od 157,57 HRK/h), odnosno 15,76 HRK/t baliranih žetvenih ostataka (50% od 31,51 HRK/t).
- Potrebna duljina mrežne folije za omotavanje jedne bale iznosi 11,31 m. Trošak mreže za jednu balu iznosio je 5,09 HRK što znači da trošak mreže za četiri bale, odnosno jednu tonu žetvenih ostataka iznosi 20,36 HRK.
- Trošak ljudskog rada po satu iznosio je 33,69 HRK.

Svaki trošak izražen po satu rada baliranja podijeljen je sa radnim kapacitetom traktora i preše (balirke) koji iznosi 5t/h. Tako dobiveni troškovi za operaciju prešanje (baliranje) po toni žetvenog ostatka prikazani su u tablici 6.

### 4.3. Troškovi pomicanja i slaganja prešane kukuruzovine i pšenične slame na parceli

Kako je u metodici navedeno, za potrebe izračuna troškova pomicanja i slaganja bala na praceli korišten je traktor John Deere 6100 snage 55 kW i prednji utovarivač John Deere serije 6000. Fiksni troškovi pomicanja i slaganja bala odnose se na fiksne troškove traktora i fiksni trošak prednjeg utovarivača po radnom satu operacije.

- Nabavna vrijednost traktora iznosi 122.000 HRK, a amortizacijska stopa 8%. Traktor ima u prosjeku 182 radna sata godišnje, a godišnja amortizacija iznosi 9.760 HRK ili 53,63 HRK po radnom satu.
- Trošak osiguranja iznosi 281 HRK, a trošak registracije 410 HRK, ukupno 691 HRK. Osiguranje i registracija traktora iznose 3,79 HRK po radnom satu.
- Nabavna vrijednost prednjeg utovarivača je 39.000 HRK, a amortizacijska stopa 10%. Uz pretpostavku 300 radnih sati godišnja amortizacija iznosi 3.900 HRK ili 13 HRK po radnom satu.
- Prosječna potrošnja goriva traktora određena je iz snage traktora i koeficijenta 0,2925 te je iznosila 16,08 l/h (55 kW x 0,2925 = 16,08). Potrošnja goriva pomnožena sa cijenom plavog dizela od 4,88 HRK te je dobiven trošak goriva koji iznosi 78,47 HRK/h.
- Trošak redovitog održavanja iznosio je 50% od troškova goriva, što u ovom slučaju iznosi 39,23 HRK/h (50% od 78,47 HRK/h).
- Trošak ljudskog rada po satu iznosio je 33,69 HRK.

Svaki trošak izražen po satu rada pomicanja i slaganja bala na parceli podijeljen je sa radnim kapacitetom traktora sa prednjim utovarivačem koji iznosi 6,5 t/h. Tako dobiveni troškovi za operaciju pomicanja i slaganja bala na parceli po toni žetvenog ostatka prikazani su u tablici 6.

Tablica 6. Izračun cijene koštanja balirane kukuruzovine i slame

| | Kukuruzovina | | Slama | |
|---|---|---|---|---|
| Prosječan sadržaj hranjiva u žetvenim ostatcima (kg/t) [1] | N | 7,50 | N | 5,00 |
| | $P_2O_5$ | 3,00 | $P_2O_5$ | 2,00 |
| | $K_2O$ | 15,00 | $K_2O$ | 10,00 |
| Cijene jednostavnih gnojiva (HRK/t) [2] | Urea 46-0-0 = 2.166,60 | | | |
| | Trostruki superfosfat 0-46-0 = 2.645,73 | | | |
| | Kalijev klorid 0-0-60 = 2.317,57 | | | |
| Cijene pojedinog hranjiva iz jednostavnih gnojiva (HRK/kg) | N = 4,71 | | | |
| | $P_2O_5$ = 5,75 | | | |
| | $K_2O$ = 3,86 | | | |
| Vrijednost hranjiva u žetvenim ostatcima po toni (HRK) | N | 35,32 | N | 23,55 |
| | $P_2O_5$ | 17,25 | $P_2O_5$ | 11,50 |
| | $K_2O$ | 57,90 | $K_2O$ | 38,60 |
| **A**<br>**Vrijednost žetvenih ostataka na osnovi iznešenih hranjiva po t (HRK)** | **110,47** | | **73,65** | |
| Amortizacija preše (balirke) (HRK/t) | 11,88 | | | |
| Trošak goriva (HRK/t) | 31,51 | | | |
| Trošak redovitog održavanja (HRK/t) | 15,76 | | | |
| Trošak mrežne folije (HRK/t) | 20,36 | | | |
| Trošak ljudskog rada (HRK/t) | 6,74 | | | |
| **B**<br>**Trošak operacije prešanje (HRK/t)** | **86,25** | | | |
| Amortizacija traktora (HRK/t) | 8,83 | | | |
| Osiguranje i registracija traktora (HRK/t) | 0,58 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Amortizacija prednjeg utovarivača (HRK/t) | 2,00 | |
| Trošak goriva (HRK/t) | 12,07 | |
| Trošak redovitog održavanja (HRK/t) | 6,03 | |
| Trošak ljudskog rada (HRK/t) | 5,18 | |
| **C**<br>**Trošak operacije pomicanja i slaganja bala na parceli**<br>**(HRK/t)** | **34,69** | |
| **A + B + C**<br>**CIJENA KOŠTANJA ŽETVENOG OSTATKA (HRK/t)** | **231,41**<br>**(0,23 HRK/kg)** | **194,59**<br>**(0,19 HRK/kg)** |

[1] Vukadinović i Vukadinović, 2016.; [2] World Bank, 2016.

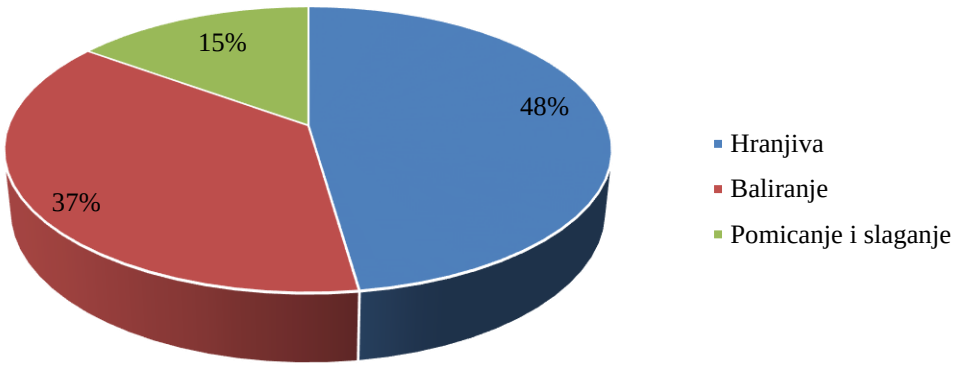
U tablici 6. prikazan je izračun cijene koštanja kilograma kukuruzovine i kilograma slame. U materijalima i metodama objašnjen je postupak izračunavanja vrijednosti žetvenih ostataka na osnovi iznešenih hranjiva koja iznosi 110,47 HRK po toni kukuruzovine, a 73,65 HRK po toni slame.

U strukturi ukupnih troškova za operaciju prešanja fiksni troškovi imaju udio od 13,77%, a odnose se na amortizaciju preše. Varijabilni troškovi imaju udio od 86,33%, a odnose se na trošak goriva (36,54%), trošak redovitog održavanja (18,27%), trošak mrežne folije za omotavanje bala (23,61%) i trošak ljudskog rada (7,81%).

U strukturi ukupnih troškova za operaciju pomicanja i slaganja bala na parceli fiksni troškovi imaju udio od 32,93%, a odnose se na amortizaciju traktora (25,44%), osiguranje i registraciju traktora (1,65%) i amortizaciju prednjeg utovarivača (5,84%). Varijabilni troškovi imaju udio od 67,07%, a odnose se na trošak goriva (34,78%), trošak redovitog održavanja (17,37%) i trošak ljudskog rada (14,92%).

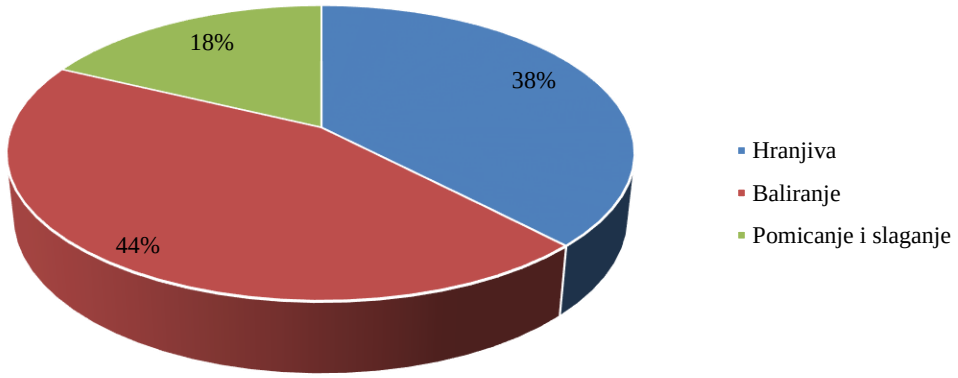
Cijena koštanja kukuruzovine i slame zbroj je pojedinačno izračunatih segmenata cijene i iznosi 231,41 HRK po toni odnosno 0,23 HRK po kg kukuruzovine i 194,59 HRK po toni odnosno 0,19 HRK po kg pšenične slame.

Graf 7. Struktura cijene koštanja kukuruzovine




U strukturi cijene koštanja prešane i na polju složene kukuruzovine, hranjiva imaju udio od 47%, baliranje 37%, a pomicanje i slaganje bala na parceli 16%.

Graf 8. Strukutra cijene koštanja pšenične slame




U strukturi cijene koštanja prešane i na polju složene kukuruzovine, hranjiva imaju udio od 38%, baliranje 44%, a pomicanje i slaganje bala na parceli 18%.

Tablica 7. Kukuruzovina kao dodatni izvor prihoda

| | | | |
|---|---|---|---|
| Prinos kukuruzovine (kg/ha) | 10.000,00 | | |
| Iskorišteni udio 30% (kg) [1] | 3.000,00 | | |
| Cijena (HRK/kg) [2] | 0,50 | 0,40 | 0,30 |
| **PRIHOD od prodaje kukuruzovine** | **1.500** | **1.200** | **900** |
| Cijena koštanja kukuruzovine (HRK/kg) | 0,23 | | |
| **TROŠAK** | **690** | | |
| **DOHODAK** | **810** | **510** | **210** |

[1] Glassner i sur. 1998, Kadam i McMillan 2003, Katterer i sur. 2004, Panoutsou i Labalette 2006, United States Department of Agriculture - Natural Resource Conservation Service 2006, Christou i sur. 2007, Van der Sluis i sur. 2007. [2] Osobni kontakt sa farmerima

Tablica 7. prikazuje dohodak po hektaru od prodaje kukuruzovine na razini iskorištenosti 30% za tri razine prodajnih cijena

Prinos kukuruzovine je 10 tona po hektaru od čega su 3 tone predviđene kao dio koji se može održivo pokupiti uz korištenu mehanizaciju, a ostatak se zaorava zbog očuvanja bioloških, fizikalnih i kemijskih svojstava tla. Trošak je cijena koštanja kukuruzovine (0,23 HRK/kg) pomnožena sa količinom od 3.000 kg i iznosi 690 HRK/ha.

Dohodak je prihod od prodaje kukuruzovine umanjen za trošak.

Prihod od prodaje prešane (balirane) kukuruzovine ovisno o prodajnoj cijeni može biti 900 do 1.500 HRK, pa prema tome dohodak se također može kretati u rasponu 210 do 810 HRK/ha.

Tablica 8. Pšenična slama kao dodatni izvor prihoda

| | | | |
|---|---|---|---|
| Prinos slame (kg/ha) | 7.800,00 | | |
| Iskorišteni udio 30 % (kg/ha) [1] | 2.340,00 | | |
| Cijena (HRK/kg) [2] | 0,50 | 0,40 | 0,30 |
| **PRIHOD od prodaje slame** | **1.170** | **936** | **702** |
| Cijena koštanja slame (HRK/kg) | 0,19 | | |
| **TROŠAK proizvodnje slame** | **446** | | |
| **DOHODAK** | **724** | **490** | **256** |

[1] Glassner i sur. 1998, Kadam i McMillan 2003, Katterer i sur. 2004, Panoutsou i Labalette 2006, United States Department of Agriculture - Natural Resource Conservation Service 2006, Christou i sur. 2007, Van der Sluis i sur. 2007, [2] Osobni kontakt sa farmerima

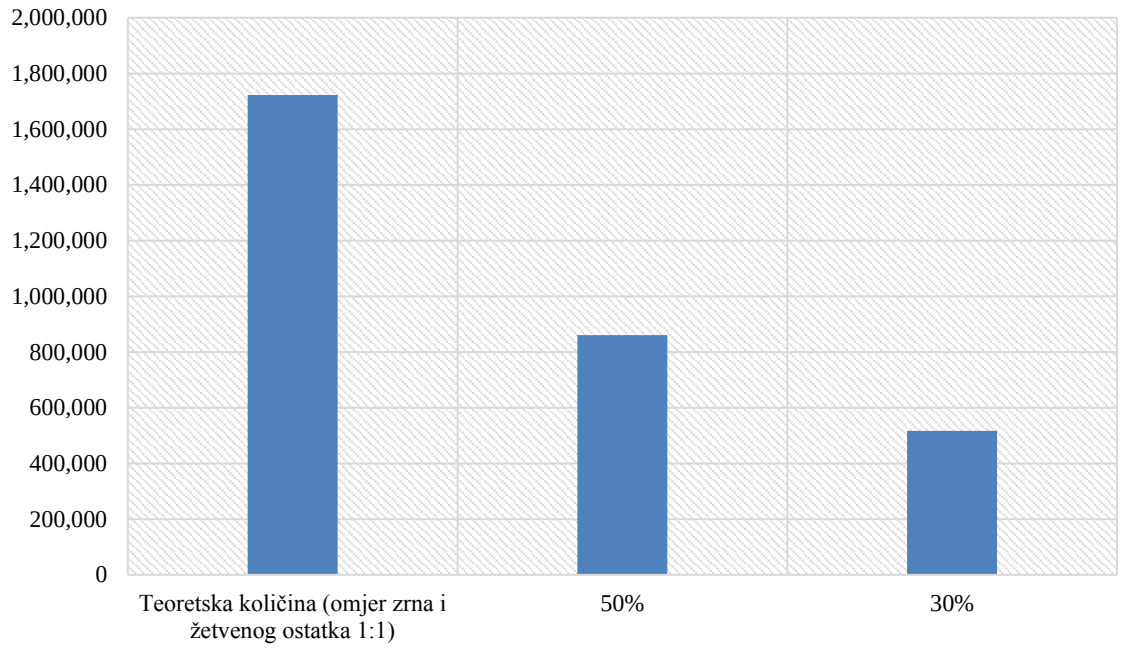
Tablica 8. prikazuje dohodak po hektaru od prodaje pšenične slame na razini iskorištenosti 30% za tri razine prodajnih cijena.

Prinos slame je 7,8 tona po hektaru od čega je 2,34 tona predviđeno kao dio koji se može održivo pokupiti, a ostatak se zaorava zbog očuvanja bioloških, fizikalnih i kemijskih svojstava tla. Trošak je cijena koštanja slame (0,19 HRK/kg) pomnožena sa količinom od 2.340 kg i iznosi 446 HRK po hektaru.

Dohodak je prihod od prodaje kukuruzovine umanjen za trošak.

Prihod od prodaje prešane (balirane) pšenične slame ovisno o prodajnoj cijeni može biti 702 do 1.170 HRK, pa prema tome dohodak se također može kretati u rasponu 256 do 724 HRK/ha.

Graf 9. Količina dostupne kukuruzovine u Kontinentalnoj Hrvatskoj na osnovi prosječne proizvodnje (2011. – 2015.) suhog zrna kukuruza (14% vlažnosti)



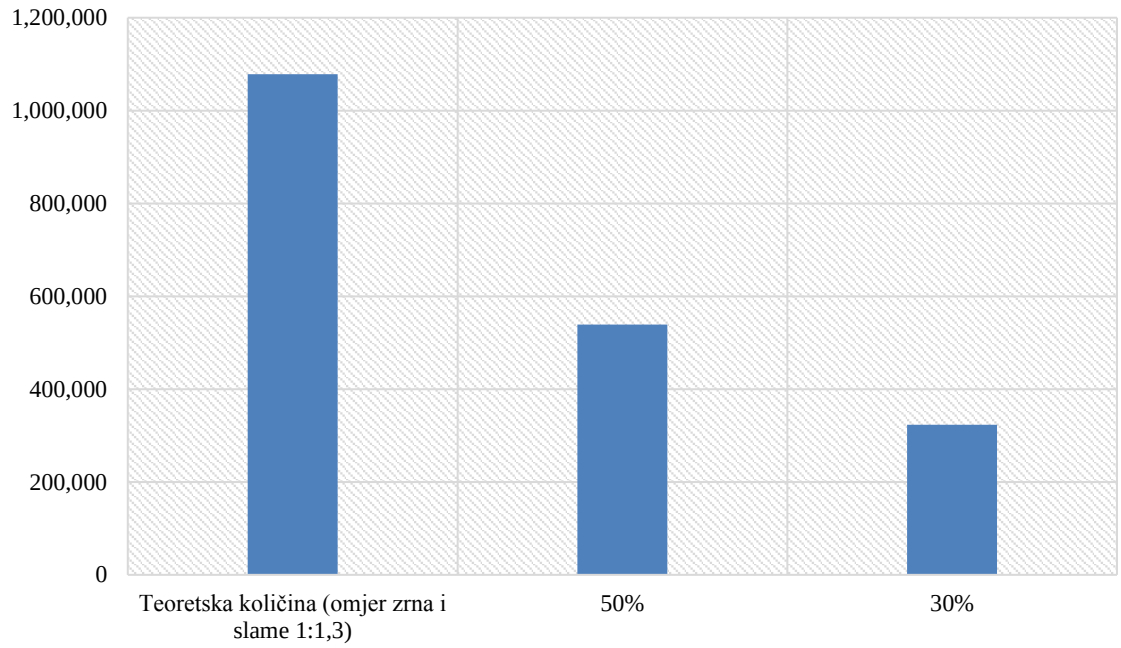

U promatranom petogodišnjem razdoblju, teoretski, bilo je dostupno u prosjeku 1.721.945 suhih tona kukuruzovine. Ipak, ovo je količina koja se ni u kojem slučaju ne može sakupiti sa polja.

U Kontinentalnoj Hrvatskoj, pod pretpostavkom efikasnosti sakupljanja 30% kukuruzovine što iznosi 516.583 suhih tona, moguće je dobiti oko:

8,6 PJ energije (Hd kukuruzovine = 16,8 MJ/kg)

103.316.600 litara celuloznog bioetanola (1 t žetvenog ostatka ≈ 250 l etanola).

Graf 10. Količina dostupne pšenične slame u Kontinentalnoj Hrvatskoj na osnovi prosječne proizvodnje (2011. – 2015.) suhog zrna pšenice (13% vlažnosti)




U promatranom petogodišnjem razdoblju, teoretski, bilo je dostupno u prosjeku 1.078.286 suhih tona pšenične slame, ali se također ni u kojem slučaju ne može pokupiti sa polja.

U Kontinentalnoj Hrvatskoj, pod pretpostavkom efikasnosti sakupljanja 30% slame što iznosi 323.485 suhih tona, moguće je dobiti oko:

4,8 PJ energije (Hd slame = 15,1 MJ/kg) ili

64.697.000 litara celuloznog bioetanola (1 t žetvenog ostatka ≈ 250 l etanola).

# 5. RASPRAVA

U rezultatima je prikazan način određivanja cijene koštanja kukuruzovine i pšenične slame. Dobivene su cijene u čiji sastav ulaze troškovi iznešenih hranjiva, fiksni i varijabilni troškovi operacije prešanja (baliranja) po radnom satu te fiksni i varijabilni troškovi po radnom satu za operaciju pomicanja i slaganja bala na parceli. Ovaj način određivanja cijene koštanja žetvenih ostataka pogodan je, uz primjenu parametara kao što su žetveni indeks i sadržaj hranjiva u žetvenim ostatcima, i za druge kulture kao što su zob, raž, suncokret, uljana repica, soja itd.

Iz podataka o cijeni koštanja kukuruzovine i slame do kojih se došlo iz različitih izvora (razgovori sa poljoprivrednicima i djelatnicima HZPSS, podaci sa internetskih stranica) ne može se sa sigurnošću reći da je u cijeni koštanja kukuruzovine i slame uračnat i trošak iznešenih hranjiva (dušik, fosfor i kalij). Pregledom literature utvrđeno je kako se hranjiva uvijek uračunavaju u cijenu koštanja žetvenih ostataka.

Geldermann i sur. (2011) navode i količine sumpora u žetvenim ostatcima koje bi se također mogle uračunati kao trošak iznešenog hranjiva, a prema autorima mikronutrijenti kao što su cink, željezo, bakar, magnezij, klor i bor biljke koriste u jako malim količinama. Iz tog razloga iznošenje ovih mikrohranjiva ne uzima se u obzir.

U trošak iznešenih hranjiva ne uračunava se iznešeni dušik (N) ukoliko je naredna kultura na istom polju leguminoza kao npr. soja (Petrolia, 2006).

Cijena plaćena poljoprivrednicima također bi mogla uključivati kompenzaciju za potencijalno zbijanje tla i smanjenje organske tvari u tlu (Perlack i Turhollow, 2003).

Iz navedenih razloga u cijenu koštanja kukuruzovine i slame koja je izračunata u ovom radu uključen je trošak makrohranjiva ($N$,$P_2O_5$, $K_2O$).

Izračun cijene koštanja kukuruzovine i pšenične slame napravljen je za slučaj u kojem određeni poljoprivrednik ili poduzeće posjeduje sve strojeve te ne mora plaćati uslugu niti za baliranje, niti za pomicanje i slaganje bala na parceli.

U izračun cijene koštanja nije uključen trošak amortizacije traktora snage 99 kW koji je agregatiran sa prešom (balirkom) jer je pretpostavljeno da se koristi u predsjetvenoj pripremi tla, sjetvi i kultivaciji tako da se taj trošak ukalkulira u cijenu koštanja zrna.

Radni kapacitet preše postavljen je na 5 t/h kako bi se što više približilo realnim uvjetima poljoprivrednika u Republici Hrvatskoj, iako u literaturi raspon varira od 5 do 25 t/h (za različite veličine i oblike bala) (Comer i Clark, 2015). Korištena preša za valjčaste bale, Claas Rollant 350 RC, uzeta je za potrebe izračuna iz razloga što ima mogućnosti postavljanja i skidanja noževa koji sjeckaju biomasu koja se balira, ukoliko je to potrebno. To je posebno važno za kukuruzovinu kod koje različite dužine stabljike ostaju na polju nakon berbe ili žetve.

Radni kapacitet traktora sa prednjim utovarivačem postavljen je također prilično konzervativno, na 6,5 t/h, iako postoje podaci o radnim kapacitetima utovarivača i do 47 t/h (Sokhasanj i Turhollow, 2002).

Fiksni trošak po satu rada traktora (55 kW) sa prednjim utovarivačem visok je zbog neiskorištenosti traktora (mali broj radnih sati godišnje), što je često slučaj na poljoprivrednim gospodarstvima u Hrvatskoj (Šumanovac, 1998). Za operaciju pomicanja i slaganja bala bio bi dostatan i traktor manje snage, ali bi i traktor koji vuče prešu mogao na sebi imati montiran prednji utovarivač te po završetku prešanja složiti bale.

Troškovi osiguranja i registracije traktora mogu se mijenjati ovisno o osiguravajućoj kući i županiji.

U izračun nije uključen trošak goriva za dolazak strojeva na parcelu i povratak u ekonomsko dvorište, kao ni trošak ljudskog rada za pripremu strojeva za obavljanje operacija (npr. provjera tekućina, provjera tlaka u gumama, prikopčavanje/otkopčavanje balirke, parkiranje). Kako bi izračun bio precizniji potrebno je uključiti i ove stavke, koje za istraživanje u ovom diplomskom radu nisu uključene jer su individualne za svako gospodarstvo ili poduzeće.

Troškovi mehanizacije direktno su povezani sa cijenom nafte, odnosno cijenom plavog dizela koja se mijenja na gotovo tjednoj bazi, stoga je potrebno inforimirati se o cijeni plavog dizela neposredno prije određivanja cijene koštanja žetvenih ostataka.

Skupina autora navodi da se između 30 i 60% od ukupne količine žetvenih ostataka može iznijeti s polja u ovisnosti od sadržaja organske tvari u tlu, sadržaja organskog ugljika u tlu i potrebe zaštite od erozije. (Glassner i sur. 1998, Kadam i McMillan 2003, Katterer i sur. 2004, Panoutsou i Labalette 2006, Christou i sur. 2007, Van der Sluis i sur. 2007). U ovom radu uzeto je da će se pokupiti 30% od ukupne količine žetvenih ostataka, jer da bi se dobio precizan podatak koliko se zaista može iznijeti žetvenih ostataka, potrebno je uzeti veći broj različitih čimbenika u izračun (prinos zrna, plodored, pH i druga fizikalno-kemijska svojstva tla koja se

mogu dobiti iz analize tla, klimatske prilike u regiji u kojoj se odvija uzgoj poljoprivrednih kultura, mogućnosti mehanizacije koja se koristi i dr.).

Pregledom literature utvrđeno je da se efikasnost sakupljanja žetvenih ostataka s obzirom na ograničenja mehanizacije poklapa sa udjelom biomase koja se može odstraniti sa polja s obzirom na ograničenja fizikalno – kemijskih svojstava tla.

Iz procijenjenih količina kukuruzovine i slame u Kontinentalnoj Hrvatskoj sa efikasnošću sakupljanja od 30%, Republika Hrvatska mogla bi proizvesti oko 13 PJ eneregije što predstavlja 50% ciljane proizvodnje energije iz biomase do 2020. godine, prema Nacionalnom akcijskom planu poticanja proizvodnje i korištenja biogoriva u prijevozu za razdoblje 2011. – 2020.

# 6. ZAKLJUČAK

Na osnovi podataka dobivenih izračunom cijene koštanja kilograma kukuruzovine i cijene koštanja kilograma pšenične slame može se zaključiti sljedeće:

1. Uz korištenje navedene mehanizacije i cijene hranjiva na svjetskom tržištu poljoprivrednici i poljoprivredna poduzeća u Republici mogu proizvesti prešanu kukuruzovinu i slamu i prodati je uz ostvarenje dohotka, a visina dohotka ovisit će o postavljenoj ili ugovorenoj prodajnoj cijeni slame i kukuruzovine.
2. Prodajom kukuruzovine može se ostvariti veći dohodak po hektaru uz prodajne cijene od 0,40 i 0,50 HRK zbog većih prinosa biomase. Za slučaj prodajne cijene od 0,30 HRK veći dohodak se ostvaruje prodajom pšenične slame zbog niže cijene koštanja odnosno manjeg sadržaja hranjiva.
3. Cijene koštanja prešane kukuruzovine i pšenične slame mogu biti različite za svako gospodarstvo s obzirom na: fiksne troškove vezane uz mehanizaciju (amortizacija, osiguranje i registracija), radni kapacitet preše i utovarivača koji su izravno povezani sa veličinom bale, varijabilne troškove (cijena plavog dizela, cijena užeta ili mrežne folije za omotavanje bala).
4. U strukturi cijene koštanja kukuruzovine i slame trošak odstranjenih hranjiva ima značajan udio te ga je potrebno uvijek uključiti u izračun.

Pregledom statističkih podataka o proizvodnji zrna kukuruza i pšenice i utvrđeno je da:

1. Značajne količine kukuruzovine i pšenične slame ostaju na poljima u Republici Hrvatskoj, a većina se proizvodi u Kontinentalnoj Hrvatskoj.
2. Kukuruzovina i pšenična slama mogu, uz racionalno iznošenje sa polja, doprinijeti ciljevima za proizvodnju krutih i tekućih goriva iz biomase.

## 7. POPIS LITERATURE


1. Adams R.S. (1998). Corn stover as feed for cattle. Dairy and Animal Science, Document number 28902108. Penn State University, University Park, PA.
2. Al-Kaisi M.M., Kruse M.L., Sawyer J.E. (2008). Effect of nitrogen fertilizer application on growing season soil carbon dioxide emission in a corn soybean rotation. Journal of Environmental Quality 37: 325–332.
3. Atchison J.E., Hettenhaus J.R. (2003). Innovative Methods for Corn Stover Collecting, Handling, Storing and Transporting. National Renewable Energy Laboratory, NREL/SR-510-33893, April 2004.
4. Ayers G.E., Buchele W.F. (1982). Harvesting and storing corn plant forage. ASAE paper no. 71-665, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.
5. Balat M. (2006). Sustainable transportation fuels from biomass materials. Energy Education Science Technology 17: 83 - 103
6. Campbell G. M., Webb C., McKee S. L.(1997). Proceedings of an international conference on Cereals: Novel Uses and Processes, held June 3-4, 1996, in Manchester, UK. Plenum Press, New York
7. Christou M., Elfheriadis I., Panoutsou C., Papamichael I. (2007). Current Situation and Future Trends in Biomass Fuel Trade in Europe. Country Report of Greece <eubionet2.ohoi.net/GetItem.asp?item=file;4758>
8. Clancy-Hepburn M. (2000). Agricultural residues: A promising alternative to virgin wood fiber. In: Issues in resource Conservation: Briefing Series #1, Resource Conservation Alliance, Washington, DC.
9. Comer K., Clark T., (2015). BALES (Biomass Alliance for Logistics Efficiency and Specifications) Project Overview and Harvest Data Collection Progress, Plans, and Issues. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/04/f21/terrestrial_feedstocks_comer_123106.pdf>
10. Curtis B.C., Rajaram S., MacPherson H.G. (2002). Bread Wheat. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Plant Production and Protection Series No. 30.
11. Ćosić K. (2015). Paneli od slame - ekološki i održivi materijal za primjenu u pasivnoj gradnji. Zbornik sažetaka / Lovrić, Ivan; Vrdoljak, Anton (ur.). - Mostar : Udruga hrvatskih građevinskih fakulteta , 2015: 11-14.
12. Dobričević N., Pilestić S., Krička T., Miletić S., Jukić Ž. (1999). Energetski potencijali biomase iz poljoprivrede u Republici Hrvatskoj. Krmiva 41(1999), Zagreb 6; 283-289.

13. Domier K.W. (1995). Opportunities for diversification of crop fibres: new uses. In: Proceedings of the Special Crops Conference-Opportunities and Profits, July 25-26, 1995. Edmonton, Alberta.
14. DZS: Popis poljoprivrede, 2003.
15. DZS: Prosječne mjesečne isplaćene plaće po satu zaposlenih za siječanj 2016.
16. DZS: Statistička izvješća, poljoprivredna proizvodnja u 2015.
17. DZS: Statistički ljetopis Republike Hrvatske, 2007.
18. DZS: Statistički ljetopis Republike Hrvatske, 2015.
19. EU Biofuels Annual (2015). GAIN Report Number: NL5028. <https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-28_7-15-2015.pdf>
20. Fernandez-Rivera S., Klopfenstein T.J. (1989). Yield and quality components of corn crop residues and utilization of these residues by grazing cattle. Journal of Animal Science 67 (2): 597-605.
21. Flynn R. (2014). Calculating Fertilizer Costs. New Mexico State University <http://aces.nmsu.edu/pubs/_a/A133/welcome.html>
22. Foley K.M., Vander Hooven D.I.B. (1981). Properties and industrial uses of corncobs. In: Pomeranz Y., Munck L., Cereals, A Renewable Resource: Theory and pratice. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, 523-543.
23. Gallagher P.W., Baumes H. (2012). Biomass supply From Corn Residues: Estimates and Critical Review of Procedures. USDA, Agricultural Economic Report Number 847.
24. Gelderman R., Barrick R., Rosenberg M. (2011). Quantities of Plant Nutrients Contained in Crops. South Dakota State University, College of Agriculture & Biological Sciences, USDA. EXEX8009 <http://pubstorage.sdstate.edu/AgBio_Publications/articles/ExEx8009.pdf>
25. Glasnović Z., Horvat J., Omahić D. (2008). Slama kao superiorni građevinski materijal. Tehnoeko. <https://www.fkit.unizg.hr/_news/31890/Tehnoeko%20-%20Slama.pdf>
26. Glassner D.A., Hettenhaus J.R., Schechinger T.M. (1998). Corn Stover Collection Project. BioEnergy '98: Expanding BioEnergy Partnerships
27. Graham R.L., Nelson R., Sheenan J., Perlack R.D., Wright L.L. (2007). Current and Potential U.S. Corn Stover Supplies. Agronomy Journal 99: 1-11.
28. Grgić Z. (2006). Repetitorij iz predmeta – Troškovi i kalkulacije za studente Agronomskog fakulteta u Zagrebu

29. Hancock D., (2012). What does a round bale weigh?. Southern Farmer – Southeast Cattle Advisor Article, <http://georgiaforages.caes.uga.edu/Ga_Cat_Arc/2012/SF1209.pdf>
30. IRENA (International Renewable Energy Agency) Working Paper (2012). Biomass for Power Generation. Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series, Volume 1: Power Sector, Issue 1/5.
31. Jukić Ž. (2014). Availability of maize and wheat residues for potential bioethanol production in Croatia. International Conference: Perspective of the use of regional Bioenergy Potentials. Timisoara, Rumunjska 19.-21. ožujka 2014.
32. Kadam K.L., McMillan J.D. (2003). Availability of corn stover as a sustainable feedstock for bioethanol production. Bioresurce Technology 88: 17-25.
33. Karlen D. L., Kovar J. L., Birrell S. T. (2015). Corn Stover Nutrient Removal Estimates for Central Iowa, USA. Sustainability 2015, 7 <www.mdpi.com/journal/sustainability>
34. Katić Z. (1997). Sušenje i sušare u poljoprivredi. Multigraf, Zagreb
35. Katterer T., Andrén O., Persson J. (2004). The impact of altered management on long term agricultural soil carbon stocks – a Swedish case study. Nutrient Cycling in Agrosystems, 70: 179-187.
36. Kim S., Dale B.E. (2004). Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. Biomass and Bioenergy 26: 361-375.
37. Kretschmer B., Allen B., Hart K. (2012). Mobilising Cereal Straw in the EU to Feed Advanced Biofuel Production. Report produced for Novozymes. IEEP: London
38. Krička T., Pilestić S (1996). Upotreba biomase kukuruza (*Zea mays* L.) u procesu sušenja. Očekivanja u potrošnji energije do 2020. godine, World Energy Council, Hrvatsko energetsko društvo 5. forum, Zbornik radova 251-259.
39. Krmpotić T., Kiš A. (2005). Ukupni troškovi poljoprivrednih mašina. Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, Institut za poljoprivrednu tehniku. Poljoprivredna tehnika, god. 30, broj 2: 105-114.
40. Larson E. D. (2008). Biofuel production technologies: status, prospects and implications for trade and development. UN Conference on Trade and Development, New York and Geneva, 2008.
41. Mann L., Tolbert V., Cushman J. (2002). Potential environmental effects of corn (*Zea mays* L.) stover removal with emphasis on soil organic matter and erosion. Agriculture, Ecosystems and Environment, 89.

42. Mayer M. (2012). Placing a Value on Corn Stover. UW Extension , <http://green.uwex.edu/files/2010/05/Placing-a-Value-on-Corn-Stover.pdf>
43. Montross M.D., Prewitt R., Shearer S.A., Stombaugh T.S., McNeil S.G., Sokhasanj S. (2002). Economics of collection and transportation of corn stover. ASAE Paper 036081 presented at the Annual International Meeting of the American Society of Agricultural Engineers, Las Vegas, NV. 27 - 31 July 2003. ASAE, St. Joseph, MI.
44. Myers, D. and Underwood, J. (1992). Harvesting Corn Residue. Ohio State University, Extension Agronomy Fact Sheet 003-92.
45. Nacionalni akcijski plan poticanja proizvodnje i korištenja biogoriva u prijevozu za razdoblje 2011. – 2020. Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, Zagreb 2010.
46. Naik S.N., Goud V.V., Rout P.K., Dalai A.K. (2009). Production of first and second generation biofuels: A comprehensive review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010) 578–597.
47. O'Brien D.M., Dumler T.J., Jones R.D., (2010). The Economics of Selling Crop Residue Biomass for Cellulosic Ethanol Production at the Farm Level. Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association 2010 AAEA, CAES, & WAEA Joint Annual Meeting, Denver, Colorado, July 25-27, 2010.
48. Panoutsou C., Labalette F. (2006). Cereals straw for bioenergy and competitive uses. In: European Commission (Ed.), Proceedings of the Cereals Straw Resources for Bioenergy in the European Union, Pamplona, Pamplona, 18-19 October 2006. Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.
49. Perlack R.D. i Turhollow A.F. (2003). Feedstock cost analysis of corn stover residues for further processing. Energy 28: 1395 – 1403.
50. Petrolia D. R. (2006). The Economics of Harvesting and Transporting Corn Stover for Conversion to Fuel Ethanol: A Case Study for Minnesota. Department of Applied Economics College of Food, Agricultural, and Natural Resource Sciences University of Minnesota, Staff Paper P06-12.
51. Pravilnik o dobrim poljoprivrednim i okolišnim uvjetima i uvjetima višestruke sukladnosti, N.N. 89/11
52. Reiter M.S., Deitch U.T., Frame W.H., Holshouser D.L., Thomason W.E. (2015). The Nutrient Value of Straw. Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech, Virginia State University. <https://pubs.ext.vt.edu/CSES/CSES-126/CSES-126.html>

53. Renewable Fuels Association (2015). Going Global, 2015 Ethanol Industry Outlook. <http://ethanolrfa.org/wp-content/uploads/2015/09/c5088b8e8e6b427bb3_cwm626ws2.pdf>
54. Riera F.A., Alvarez R., Coca J. (1991). Production of furfural by acid hydrolisis of corncobs. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 149-155.
55. Scarlat N., Martinov M., Dallemand J.F. (2010). Assessment of the availability of agricultural crop residues in the European Union: Potential and limitations for bioenergy use. Waste Management, Volume 30, Issue 10, October 2010, Pages 1889-1897.
56. Schechinger T.M., Hettenhaus J. (2004). Corn stover harvesting: Grower, custom operator, and processor issues and answers – report on corn stower harvest experiences in Iowa and Wisconsin for the 1997-98 and 1998-99 crop years. ORNL/SUB-0404500008274-01. NTIS, Springfield, VA. Science and Technology, 17:83–103.
57. Shelley M. (2006). Alcoholic fuels. Boca Raton, FL 33487-2742, USA: CRC Taylor and Francis Group. Preko: Naik et al.
58. Skøtt T. (2011). Straw to energy – status, technologies and innovation in Denmark 2011. Prepared under project: Network for biomass to energy. Published by: Agro Business Park A/S, Niels Pedersens Allé 2, 8830 Tjele.
59. Sokhasanj S.A., Turhollow A.F. (2002). Baseline Cost for Corn Stover Collection. ASAE: Applied Engineering in Agriculture, 18: 525-530.
60. Stanica za ispitivanje tehničke ispravnosti vozila HAK, Križevci (2017). Usmeno priopćenje
61. Stein D. (2012). Production season costs 2012 – 2013 (Custom Machine and Work Rate Estimates). Michigan State University Extension. <http://msue.anr.msu.edu/uploads/236/50311/2012-2013_custom_machine__work_rate_estimates.pdf>
62. Sustav Poljoprivrednih Knjigovodstvenih Podataka (FADN). Priručnik za provedbu FADN istraživanja 2012.
63. Šišak M., Rodik D. (2013). Zeleni Alati: Gradimo Slamom. Zelena mreža aktivističkih grupa (ZMAG), Vukomerić, studeni 2013.
64. Šumanovac L. (1998). Racionalno korištenje sredstava poljoprivredne mehanizacije na obiteljskim gospodarstvima. Poljoprivredna Znanstvena Smotra 63, br. 1 – 2
65. Tarkalson David D., Brown Brad., Kok Hans, Bjorneberg Dave L. (2009). Impact of Removing Straw from Wheat and Barley Fields: A Literature Review. Better Crops Vol. 93, No. 3

66. Tumuluru J.S., Wright C.T., Hess J.R., Kenney K.L. (2011). A review of biomass densification systems to develop uniform feedstock commodities for bioenergy application. Biofuels and Renewable Energy Technologies Department, Energy Systems & Technologies Division, Idaho National Laboratory. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bbb.324/epdf>
67. United States Department of Agriculture - Natural Resource Conservation Service (USDA-NRCS), (2006). White Paper Crop Residue Removal for Biomass Energy Production: Effects on Soils and Recommendations. Preko: Scarlat N., Martinov M., Dallemand J.F. (2010). Assessment of the availability of agricultural crop residues in the European Union: Potential and limitations for bioenergy use. Waste Management, Volume 30, Issue 10, October 2010, Pages 1889-1897.
68. Van der Sluis E., Shane R., Steams L.(2007). Local Biomass Feedstocks Availability for Fueling Ethanol Production. Biofuels, Food and Feed Tradeoffs Conference, April 12-13 2007, St. Louis, Missouri.
69. Vukadinović Vladimir i Vukadinović Vesna (2016). Tlo, gnojidba i prinos, Što sve poljoprivrednik mora znati o tlu, usjevu, gnojidbi i tvorbi prinosa. Vlastita naklada, elektroničko izdanje <http://vladimir-vukadinovic.from.hr>
70. Wagner N.C., Ramaswamy S., Tschirner U. (2000). Feasibility of cereal straw for industrial utilization in Minnesota. American Journal of Alternative Agriculture 15 (1), 2-8.
71. Wortmann C., Klein R., Wilhelm W., Shapiro C. (2008). Harvesting Crop Residues. University of Nebraska-Lincoln, Institute of Agriculture and Natural Resources (IANR), Nebguide G1846.
72. Zinkand D. (2000). Ethanol plant takes backseat to other uses for corn stover. Iowa Farmer Today August 2000, Cedar Rapids, IA.

**POPIS INTERNETSKIH STRANICA**:


1. (FACE) – Farming & Countryside Education <http://www.face-online.org.uk/non-food-crops/from-grass-to-grid> pristupljeno 28.02.2017.
2. <http://www.njuškalo.hr> pristupljeno 29.01.2017.
3. <http://www.olx.ba> pristupljeno 23.02.2017.
4. <http://www.poljoberza.net> pristupljeno 23.02.2017.
5. ACCIONA Energy <http://www.acciona-energia.com/areas-of-activity/other-technologies/biomass/major-projects/sangueesa-biomass-plant/> pristupljeno 28.02.2017.
6. BioEnergy Consult <http://www.bioenergyconsult.com/tag/agricultural-residues/> pristupljeno 28.02.2017.
7. Food and Agriculture Organization of the United nations <http://fao.org> pristupljeno 28.02.2017.
8. Hrvatske novine – vijesti, Subotica <http://hnl.org.rs> pristupljeno 28.02.2017.
9. Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu <http://agr.hr/hzpss/> pristupljeno 28.02.2017.
10. Kempston Agri <http://www.claas.co.za/products/round-balers/rollant350-340/bale-chamber/bale-chamber?subject=D30122877_en_ZA> pristupljeno 01.03.2017.
11. MinGo put do uštede <http://www.min-go.hr> pristupljeno 21.02.2017.
12. Ministarstvo gospodarstva <http://oie-aplikacije.mingo.hr/InteraktivnaKarta/> pristupljeno 28.02.2017.
13. World Bank <http://worldbank.org> pristupljeno 18.12.2016.
14. Zagrebačka banka <http://www.zaba.hr> pristupljeno 21.02.2017.

## ŽIVOTOPIS AUTORA

Ivan Bavrka rođen je 18. kolovoza 1992. u Splitu, Republika Hrvatska. Pohađao je Osnovnu školu i Opću gimnaziju u Novom Travniku, Bosna i Hercegovina koje završava s odličnim uspjehom. Državnu maturu polaže 2011. godine s vrlo dobrim uspjehom. Preddiplomski studij Agrarna ekonomika na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu upisuje 2011. godine te završava 22. rujna 2014. godine obranom završnog rada na temu "Nakupljanje toplinskih jedinica tijekom vegetativnog rasta hibrida kukuruza FAO skupina 300 – 600". Nakon završetka preddiplomskog studija, na Agronomskom fakultetu 2014. upisuje sveučilišni diplomski studij Agrobiznis i ruralni razvitak. Stručnu praksu na preddiplomskom studiju obavio je u Referentnom laboratoriju za mlijeko i mliječne proizvode na Zavodu za mljekarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu od 10. svibnja do 2. srpnja 2014. godine. Stručnu praksu na diplomskom studiju obavio je u Besamungsverein Neustadt a.d. Aisch od 9. do 31. svibnja 2016. u Neustadt an der Aisch, Njemačka. Sudjelovao je na "Third Annual Conference of US Alumni Community of Croatia" na temu Preventing Croatia's next brain drain, održanoj 25. svibnja 2013. u Rijeci te na "The Second Conference on Good Economy", održanoj 19. – 21. ožujka 2015. u Zagrebu.