

Generating cost price for crop residues

Formiranje cijene koštanja žetvenih ostataka

Ivan BAVRKA¹, Branka ŠAKIĆ BOBIĆ^{2*}, Lari HADELAN³, Željko JUKIĆ⁴ and Ana MATKOVIĆ⁴

¹Rastovci bb, Novi Travnik, Bosnia and Herzegovina

²University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Department of Management and Rural Entrepreneurship, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia, *correspondence: bsakic@agr.hr

³University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics and Rural Development, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia

⁴University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Forage and Grassland, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia

Abstract

Considering growing interest and potential for biomass energy production as an alternative to imported oil and as a mode of reducing environment pollution, there is a demand for calculating the economic justification of using crop residues for increasing income. This article suggests a way of generating cost price for baled corn stover and baled wheat straw. The cost price of baled crop residues is the sum of the cost of removed nutrients and the cost of machine and labor work required for baling and operations of moving and settling the bales on the parcel. 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. Based on the results, it was concluded that the value of harvested residues based on nutrients (N, P₂O₅ and K₂O) is 110.47 HRK*t⁻¹ for corn stover and 73.65 HRK*t⁻¹ for wheat straw. The results showed that for corn stover and wheat straw, the cost of pressing (baling) is 86.25 HRK*t⁻¹, while the cost of moving and settling the bales on the parcel is 34.69 HRK*t⁻¹.

Keywords: baling cost, corn stover, cost price, wheat straw

Sažetak

U Hrvatskoj kao i u svijetu prisutan je veliki potencijal i rastući interes za proizvodnjom energije iz biomase s ciljem smanjenja ovisnosti o nafti i mogućeg onečišćenja okoliša. Istovremeno, razvidna je potreba za kalkulacijama kojima bi se utvrdila financijska opravdanost korištenje žetvenih ostataka i doprinos povećanju dohotka poljoprivrednika. Ovaj rad prikazuje način formiranja cijene koštanja balirane kukuruzovine i pšenične slame. Cijena koštanja žetvenih ostataka zbroj je troškova iznesenih hranjiva i troškova mehanizacije i ljudskog rada za operaciju baliranja te

operaciju pomicanja i slaganja bala na parceli. Za potrebe izračuna korišten je traktor snage 99 kW i balirka za valjkaste bale mase oko 250 kg te traktor snage 55 kW sa prednjim utovarivačem. Na osnovi rezultata zaključeno je da vrijednost žetvenih ostataka na osnovi iznošenih hranjiva (N, P₂O₅ i K₂O) iznosi 110,47 HRK*t⁻¹ za kukuruzovinu i 73,65 HRK*t⁻¹ za pšeničnu slamu. Rezultati su pokazali kako za kukuruzovinu i pšeničnu slamu, trošak operacije prešanja (baliranja) iznosi 86,25 HRK*t⁻¹, dok je trošak operacije pomicanja i slaganja bala na parceli 34,69 HRK*t⁻¹.

Ključne riječi: cijena koštanja, kukuruzovina, slama, troškovi baliranja

Detailed abstract

Considering 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 calculating the economic justification of using crop residues for increasing income. Corn and wheat are the main crops in the Republic of Croatia, wheat mainly used as raw material in the mill-bakery industry, while maize for animal nutrition. This article suggests a way of generating cost price for baled corn stover and baled wheat straw. The cost price of baled crop residues is the sum of the cost of removed nutrients and the cost of machine and labor work required for baling as well as for operations of moving and settling the bales on the parcel. For calculating the costs of the nutrients, quantities were taken according to Vukadinović and Vukadinović (2016), where on average, the corn stover contains 7.5 kg of pure nitrogen, 3 kg of pure phosphorus and 15 kg of pure potassium, while wheat straw contains 5 kg of pure nitrogen, 2 kg of pure phosphorus and 10 kg of pure potassium. The price of pounds of N, P₂O₅ and K₂O is determined by dividing the average price per ton of simple fertilizer by the kilograms of active substance per ton of the same fertilizer. For the purposes of this calculation, data on the world market prices of simple fertilizers for nitrogen, phosphorus and potassium from the World Bank's base for simple fertilizers (USD) for the period of 2012 to 2016 have been considered, as it is currently not possible to buy simple phosphorous and potassium fertilizers in the Republic of Croatia. Afterwards, the obtained values were summed for each individual nutrition and the value or the price of the nutrients contained in corn stover or wheat straw was obtained. Costs expressed per working hour for the baling operation include fixed mechanization costs (depreciation, insurance and registration) and variable costs (fuel cost, regular maintenance cost, baling material cost and cost of human labor). For calculation of machine and labor work cost, a 130 hp tractor with round baler for 250 kg bales and a 75 hp tractor with a front loader were used. Each individual cost per ton of corn stover or wheat straw for the baling operation is calculated by dividing the cost per working hour by the working capacity of the tractor and the baler. For the cost of a foil wrap, the cost is already expressed per unit of mass. In the structure of total costs for the baling operation, the fixed costs have a share of 13.77%, referring to the amortization of mechanization. Variable costs have a share of 86.33%, relating to fuel costs (36.54%), regular maintenance cost (18.27%), cost of bale wrapping (23.61%) and cost of human labor (7.81%). The final cost price of baled crop residues was obtained by adding the value of removed nutrients, the cost of the baling and the movement of the bales on the plot. For corn

stover the cost price is 0.23 HRK*kg⁻¹, and for wheat straw is 0.19 HRK*kg⁻¹. Based on the results, it was concluded that the value of harvested crop residues based on nutrients (N, P₂O₅ and K₂O) is 110.47 HRK*t⁻¹ for corn stover and 73.65 HRK*t⁻¹ for wheat straw, the cost of baling is 86.25 HRK*t⁻¹, while the cost of moving and settling the bales on the plot is 34.69 HRK*t⁻¹. With the use of the mechanization and the world market prices of nutrients, farmers and agricultural companies in the Republic of Croatia can produce baled corn stover and wheat straw and sell it with income generation. The amount of income will depend on the difference between the selling and the cost price of wheat straw and corn stover consumption, and in the case of unfavorable price relations, producers may plow the crop residues instead of selling them. Finally, in the cost structure of corn stover and wheat straw, the cost of removed nutrients has a significant share and should always be included in the calculation.

Uvod

Kukuruz i pšenica su glavne žitarice u Republici Hrvatskoj, te se pšenica uglavnom koristi kao glavna sirovina u mlinsko-pekarскоj industriji, a kukuruz se najviše koristi za ishranu životinja. Slama kao pojam odnosi se na suhe stabljike žitarica koje ostanu na polju nakon žetve. Pojam kukuruzovina odnosi se na stabljiku, lišće i oklaske koji ostaju na polju nakon žetve kukuruza. Kukuruz je i prema zasijanim površinama i prema proizvodnji zrna najvažnija kultura u Hrvatskoj. U razdoblju od 2008. do 2015. godine uzgajao se na površinama od 252.000 do 314.000 ha pri čemu je proizvodnja zrna bila od 1.297.000 do 2.504.000 tona. 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⁻¹ za razdoblje od 2011. do 2015. godine (Državni zavod za statistiku, Statistički ljetopis RH, 2016). 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 4,2 t*ha⁻¹ do 5,5 t*ha⁻¹. Površine pod pšenicom u razdoblju od 2011. do 2015. godine, bile su od 140.000 do 204.000 ha, pri čemu je proizvedeno od 648.000 do 999.000 tona zrna (Državni zavod za statistiku, Statistički ljetopis RH, 2016). Mnoga istraživanja pokazuju da hranjive tvari iz žetvenih ostataka imaju istu hranidbenu vrijednost kao stajski gnoj zbog čega znanstvenici i stručnjaci preporučuju zaoravanje žetvenih ostataka, a nikako njihovo spaljivanje, koje je u Republici Hrvatskoj i zabranjeno od 2011. godine (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2011).

U nekim slučajevima uklanjanje kukuruzovine u jesen može biti poželjno zbog toga što se time dozvoljava tlu da se brže zagrije u proljeće i omogući raniju sjetvu i veće prinose usjeva. Ipak, to može izazvati dodatne troškove povezane sa hranjivima iznesenim sa kukuruzovinom (Perlack i Turhollow, 2003). Operacije sakupljanja uvijek ostave određeni dio žetvenih ostataka u polju, a količina sakupljene sirovine ovisi o mehanizaciji, ali i o stanju žetvenih ostataka.

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 nadomjestiti dio rastuće potražnje za tekućim gorivima. Preduvjet toga je ekonomska opravdanost i kompetitivnost biljnih i drvnih ostataka, ne samo s pozicija

ekološke već i ekonomske održivosti. U svrhu toga potrebno je odrediti cijenu koštanja žetvenih ostataka kako bi se ona kasnije mogla ugraditi u izračun dohotka poljoprivrednika odnosno u izračun ekonomskih značajki proizvodnje energije.

Raspoloživi podatci o cijeni koštanja kukuruzovine i slame do kojih se došlo iz različitih izvora (razgovori sa poljoprivrednicima i djelatnicima Hrvatskog zavoda za poljoprivrednu savjetodavnu službu, HZPSS, podaci sa internetskih stranica) uključuju troškove strojnog i ljudskog rada u sakupljanju ostataka ali ne i oportunitetni trošak iznesenih hranjiva (dušik, fosfor i kalij). Prema saznanjima autora, ovaj rad predstavlja jedinstveni slučaj u Hrvatskoj da se u izračun cijene koštanja žetvenih ostataka uključuje ekonomska vrijednost iznesenih hranjiva, pri čemu se ne uzima u obzir iskoristivost hranjiva u tlu kroz određeno vremensko razdoblje.

Materijal i metode

Cijena koštanja kukuruzovine i slame određena je kao zbroj sljedećih vrijednosti: troškovi iznesenih hranjiva iz tla, troškovi mehanizacije i ljudskog rada za operaciju baliranja (prešanja) te troškovi mehanizacije i ljudskog rada za operaciju pomicanja i slaganja bala na parceli.

Troškovi iznesenih hranjiva

Za potrebe izračuna troškova iznesenih hranjiva u ovom radu uzete su količine prema navodima Vukadinović i Vukadinović (2016), prema kojima se u toni kukuruzovine u prosjeku nalazi 7,5 kg čistog dušika, 3 kg čistog fosfora i 15 kg čistog kalija, dok se u toni slame pšenice nalazi 5 kg čistog dušika, 2 kg čistog fosfora i 10 kg čistog kalija. Cijena kilograma N, P₂O₅ i K₂O određena je na način da se prosječna cijena po toni jednostavnog gnojiva [UREA sa (46% N), trostruki superfosfat (46% P₂O₅) te kalijev klorid (60% K₂O)] podijeli sa kilogramima aktivne tvari po toni istog tog gnojiva (Flynn, 2014), što je istovjetno izračunu drugih autora (Tarkalson i sur., 2009; Reiter i sur., 2015). Za potrebe izračuna u ovom radu uzeti su 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 bio 7,00894 prevedena u HRK. Nakon toga zbrojene su dobivene vrijednosti za svako pojedino hranjivo te se dobila vrijednost odnosno cijena hranjiva sadržanih u toni kukuruzovine ili pšenične slame.

Troškovi mehanizacije i ljudskog rada za operaciju baliranja

U troškove izražene po radnom satu za operaciju baliranja ulaze: fiksni troškovi traktora (amortizacija, osiguranje i registracija), fiksni trošak balirke (amortizacija) i varijabilni troškovi (trošak goriva, trošak redovitog održavanja, trošak mrežne folije za omotavanje bala i trošak ljudskog rada). Za potrebe izračuna troškova baliranja u ovom radu agregatiran je traktor John Deere 6910 snage 99 kW sa balirkom Claas Rollant 350 RC. Pretpostavljena je brzina rada navedene balirke 20 valjčastih bala

po satu, dimenzija bale 1,25 x 1,2 metara i masa 250 kilograma (Hancock, 2012), što znači da je radni kapacitet balirke 5 tona po satu. Fiksnim troškovima ovog traktora ne opterećuje se proizvodnja balirane kukuruzovine i slame zato 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. U fiksni trošak balirke ulazi amortizacija izražena po satu rada, a predviđena amortizacijska stopa je 10% (Ministarstvo poljoprivrede, 2012). Varijabilni troškovi su:

1. Trošak goriva izračunat je iz potrošnje goriva traktora kada je traktor agregatiran s 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 balirke 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.

2. Trošak redovitog održavanja uključuje troškove ulja, maziva, filtera, akumulatora, guma, remenja i drugog potrošnog materijala, a čini 50% od troškova goriva (procjena djelatnika HZPSS).

3. Trošak mrežne folije za omotavanje bala izračunat je preko cijene od 1.167 HRK za kolut duljine 2.600 metara. Bale se omotavaju tri puta, promjer bale je 1,2 metara, a do potrebne duljine mreže za omotavanje jedne bale došlo se formulom za opseg baze valjka:

$$OB = R \times \pi$$

gdje je: OB = opseg baze bale (m) i 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.

4. Trošak ljudskog rada po satu je prosječna mjesečna plaća isplaćena po satu zaposlenih u pravnim osobama (Državni zavod za statistiku, Prosječne mjesečne isplaćene plaće po satu zaposlenih za siječanj 2016, 2016).

Svaki pojedinačni trošak po toni kukuruzovine ili slame za operaciju baliranja izračunat je na način da se trošak po radnom satu podijelio sa radnim kapacitetom traktora i balirke (Tablica 1). To nije slučaj za trošak mrežne folije za omotavanje bala jer je trošak već izražen po jedinici mase.

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) i 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:

1. Amortizacija izražena po satu rada, uz predviđenu amortizacijsku stopu od 8% (Ministarstvo poljoprivrede, 2012); osiguranje traktora (uz 50% bonusa) (Stanica za ispitivanje tehničke ispravnosti vozila HAK, 2017).

2. Registracija traktora, troškovi tehničkog pregleda, eko test, produljenje valjanosti, poslovi koji prethode registraciji, naplata propisane usluge (Stanica za ispitivanje tehničke ispravnosti vozila HAK, 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 čini amortizacija izražena po satu rada, uz predviđenu amortizacijsku stopu od 10% (Ministarstvo poljoprivrede, 2012).

Varijabilni troškovi su:

1. 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 (Krmptić i Kiš, 2005).

2. Trošak redovitog održavanja uključuje troškove ulja, maziva, filtera, akumulatora, guma, remenja i drugog potrošnog materijala, a čini 50% od troškova goriva (procjena djelatnika HZPSS).

3. Trošak ljudskog rada po satu je prosječna mjesečna plaća isplaćena po satu zaposlenih u pravnim osobama (Državni zavod za statistiku, Prosječne mjesečne isplaćene plaće po satu zaposlenih za siječanj 2016, 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 1).

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 (Ministarstvo poljoprivrede, 2012) prema formuli:

$$B = NV \times \%A / 100$$

gdje je:

B = novčani godišnji iznos amortizacije (HRK)

NV = nabavna vrijednost osnovnog sredstva (HRK)

%A = amortizacijska stopa

Rezultati

U Tablici 1 prikazana je vrijednost žetvenih ostataka na osnovi 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 P₂O₅ iz ovog gnojiva iznosila je 5,75 HRK. Cijena tone kalijevog klorida iznosila je 2.317,57 HRK, a cijena jednog kilograma K₂O iz ovog jednostavnog gnojiva iznosila je 3,86 HRK.

Kako je u opisu metodologije objašnjeno, za potrebe izračuna troškova baliranja u ovom radu agregatiran je traktor John Deere 6910 snage 99 kW sa balirkom Claas Rollant 350 RC. Fiksni troškovi po satu baliranja odnose se samo na fiksni trošak po radnom satu balirke, nabavna vrijednost balirke iznosi 178.229 HRK, a amortizacijska stopa 10%. Uz pretpostavku od 300 radnih sati godišnja amortizacija balirke iznosi 17.822,90 HRK ili 59,41 HRK po radnom satu. Prosječna potrošnja goriva traktora određena je iz snage traktora (99 kW) i koeficijenta 0,2925 te je bila 28,96 l*h⁻¹ (99 kW x 0,2925 = 28,96).

Dodatna potrošnja goriva balirke je 3,33 l*h⁻¹ što znači da je ukupna potrošnja goriva traktora kada je agregatiran s balirkom 32,29 l*h⁻¹. Potrošnja goriva traktora kada je agregatiran s balirkom pomnožena je sa cijenom plavog dizela (4,88 HRK) te je dobiven trošak goriva koji iznosi 157,57 HRK*h⁻¹, odnosno 31,51 HRK*t⁻¹ baliranih žetvenih ostataka. Trošak redovitog održavanja je 50% od troškova goriva, što u ovom slučaju iznosi 78,78 HRK*h⁻¹ (50% od 157,57 HRK*h⁻¹), odnosno 15,76 HRK*t⁻¹ baliranih žetvenih ostataka (50% od 31,51 HRK*t⁻¹). Potrebna duljina mrežne folije za omotavanje jedne bale je 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 balirke koji je 5 t*h⁻¹. Tako dobiveni troškovi za operaciju baliranja po toni žetvenog ostatka prikazani su u Tablici 2.

Table 1. Value of crop residues at the basis of removed nutrients
 Tablica 1. Vrijednost žetvenih ostataka na osnovi iznešenih hranjiva

	Corn stover Kukuruzovina		Wheat strow Slama	
Average nutrient content in crop residues Prosječan sadržaj hranjiva u žetvenim ostacima (kg*t ⁻¹) ^a	N	7,5	N	5
	P ₂ O ₅	3	P ₂ O ₅	2
	K ₂ O	15	K ₂ O	10
Prices of simple fertilizers Cijene jednostavnih gnojiva (HRK*t ⁻¹) ^b	Urea/Urea 46-0-0 = 2.166,6 Triple superphosphate/Trostruki superfosfat 0-46-0 = 2.645,7 Potassium chloride/Kalijev klorid 0-0-60 = 2.317,6			
Prices of a single nutrient from simple fertilizers Cijene pojedinog hranjiva iz jednostavnih gnojiva (HRK*kg ⁻¹)	N = 4,7 P ₂ O ₅ = 5,8 K ₂ O = 3,9			
Value of nutrients in crop residues Vrijednost hranjiva u žetvenim ostacima (HRK*t ⁻¹)	N	35,3	N	23,6
	P ₂ O ₅	17,3	P ₂ O ₅	11,5
	K ₂ O	57,9	K ₂ O	38,6
Value of crop residues at the basis of removed nutrients Vrijednost žetvenih ostataka na osnovi iznešenih hranjiva (HRK*t ⁻¹)	110,47		73,65	

^aVukadinović i Vukadinović (2016); ^bWorld Bank (2016).
 Source: Own research. Izvor: Vlastito istraživanje.

Table 2. Cost for balling the corn stover and wheat strow
 Tablica 2. Trošak baliranja kukuruzovine i pšenične slame

	Corn stover Kukuruzovina	Wheat strow Slama
Baler amortization (HRK*t ⁻¹) Amortizacija preše (balirke) (HRK*t ⁻¹)	11,88	
Fuel cost (HRK*t ⁻¹) Trošak goriva (HRK*t ⁻¹)	31,51	
Regular maintenance cost (HRK*t ⁻¹) Trošak redovitog održavanja (HRK*t ⁻¹)	15,76	
Foil cost for balling (HRK*t ⁻¹) Trošak mrežne folije (HRK*t ⁻¹)	20,36	
Labour cost (HRK*t ⁻¹) Trošak ljudskog rada (HRK*t ⁻¹)	6,74	
Balling cost (HRK*t ⁻¹) Trošak operacije prešanje (HRK*t ⁻¹)	86,25	

Source: Own research. Izvor: Vlastito istraživanje.

Fiksni troškovi pomicanja i slaganja bala odnose se na fiksne troškove traktora i fiksni trošak prednjeg utovarivača po radnom satu operacije:

1. 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.
2. Trošak osiguranja (281 HRK) i trošak registracije (410 HRK) iznose ukupno 691 HRK, odnosno 3,79 HRK po radnom satu.
3. 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.
4. Prosječna potrošnja goriva traktora određena je iz snage traktora i koeficijenta 0,2925 te je bila 16,08 l*h⁻¹ (55 kW x 0,2925 = 16,08). Potrošnja goriva pomnožena sa cijenom plavog dizela od 4,88 HRK daje trošak goriva od 78,47 HRK*h⁻¹.
5. Trošak redovitog održavanja bio je 50% od troškova goriva, što u ovom slučaju iznosi 39,23 HRK*h⁻¹ (50% od 78,47 HRK*h⁻¹).
6. 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 (6,5 t*h⁻¹). Tako dobiveni

troškovi za operaciju pomicanja i slaganja bala na parceli po toni žetvenog ostatka prikazani su u Tablici 3.

Table 3. Cost of moving and stacking baled corn stover and wheat straw on a plot

Tablica 3. Troškovi pomicanja i slaganja bala kukuruzovine i slame na parceli

	Corn stover Kukuruzovina	Wheat strow Slama
Tractor amortization (HRK*t ⁻¹) Amortizacija traktora (HRK*t ⁻¹)		8,83
Insurance and registration of tractor (HRK*t ⁻¹) Osiguranje i registracija traktora (HRK*t ⁻¹)		0,58
Amortization of front loader (HRK*t ⁻¹) Amortizacija prednjeg utovarivača (HRK*t ⁻¹)		2
Fuel cost (HRK*t ⁻¹) Trošak goriva (HRK*t ⁻¹)		12,07
Regular maintenance cost (HRK*t ⁻¹) Trošak redovitog održavanja (HRK*t ⁻¹)		6,03
Labour cost (HRK*t ⁻¹) Trošak ljudskog rada (HRK*t ⁻¹)		5,18
Cost of moving bale on a plot (HRK*t ⁻¹) Trošak pomicanja bala na parceli (HRK*t ⁻¹)		34,69

Source: Own research. Izvor: Vlastito istraživanje.

U materijalima i metodama objašnjen je postupak izračunavanja vrijednosti žetvenih ostataka na osnovi iznesenih hranjiva koja iznosi 110,47 HRK po toni kukuruzovine, a 73,65 HRK po toni slame.

U strukturi ukupnih troškova za operaciju baliranja fiksni troškovi imaju udio od 13,77%, a odnose se na amortizaciju balirke. 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%).

Konačna cijena koštanja žetvenog ostatka dobivena je zbrajanjem vrijednosti žetvenih ostataka na osnovi iznesenih hranjiva, troška operacije prešanja te operacije pomicanja i slaganja bala na parceli. Za kukuruzovinu iznosi 231,41 HRK*t⁻¹, što je 0,23 HRK*kg⁻¹, a za slamu iznosi 194,59 HRK*t⁻¹, što je 0,19 HRK*kg⁻¹.

Rasprava

U rezultatima je prikazan način određivanja cijene koštanja kukuruzovine i pšenične slame. Dobivene su cijene u čiji sastav ulaze troškovi iznesenih hranjiva, fiksni i varijabilni troškovi operacije baliranja po radnom satu te fiksni i varijabilni troškovi po radnom satu za operaciju pomicanja i slaganja bala na parceli.

Iz podataka o cijeni koštanja kukuruzovine i slame do kojih se došlo iz različitih izvora (razgovori sa djelatnicima HZPSS, podaci sa internetskih stranica) ne može se sa sigurnošću reći da je u cijeni koštanja kukuruzovine i slame uračunat i trošak iznesenih hranjiva (dušik, fosfor i kalij). U trošak iznesenih hranjiva ne uračunava se izneseni dušik (N) ukoliko je naredna kultura na istom polju leguminoza, kao npr. soja (Petrolia, 2006). Pregledom literature utvrđena je potreba uključivanja hranjiva u cijenu koštanja žetvenih ostataka, što nije slučaj u primjerima kalkulacija u Hrvatskoj. 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 makro hranjiva (N, P₂O₅, K₂O). Izračun cijene koštanja kukuruzovine i pšenične slame napravljen je za slučaj u kojem određeni proizvođač posjeduje sve strojeve te ne mora plaćati usluge baliranja, pomicanja i slaganja bala na parceli.

Različiti autori u literaturi navode različite koncentracije hranjiva koje se mogu nalaziti u toni pšenične slame. Tako Lentz i Lindsey (2016) navode kako tona slame, ovisno o gnojdbi i sortama pšenice, može sadržavati od 6,35 do 8,16 kg dušika (N), 1,36 do 1,81 kg fosfora (P₂O₅) te 9,07 do 10,43 kg kalija (K₂O). Clay i Carlson (2011) navode da tona slame pšenice može sadržavati 6,35 kg dušika (N), 1,5 kg fosfora (P₂O₅) i 10,87 kg kalija (K₂O).

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

Radni kapacitet balirke postavljen je na 5 t·h⁻¹ kako bi se što više približilo realnim uvjetima poljoprivrednika u Republici Hrvatskoj, iako u literaturi raspon varira od 5 do 25 t·h⁻¹ (za različite veličine i oblike bala) (Comer i Clark, 2015). Korištena balirka 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 na 6,5 t·h⁻¹, iako postoje podaci o radnim kapacitetima utovarivača i do 47 t·h⁻¹ (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 balirku mogao na sebi imati montiran prednji utovarivač te po završetku baliranja 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).

Zaključci

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 cijena hranjiva na svjetskom tržištu poljoprivrednici i poljoprivredna poduzeća u Republici Hrvatskoj mogu proizvesti baliranu kukuruzovinu i slamu i prodati je uz ostvarenje dohotka. Visina dohotka ovisit će o razlici prodajne cijene i cijena koštanja slame i kukuruzovine, a u slučaju nepovoljnog odnosa cijena proizvođači mogu zaorati žetvene ostatke umjesto da iste prodaju.
2. Cijene koštanja balirane kukuruzovine i pšenične slame različite su za svako gospodarstvo s obzirom na: fiksne troškove vezane uz mehanizaciju (amortizacija, osiguranje i registracija), radni kapacitet balirke i utovarivača koji su izravno povezani sa veličinom bale te varijabilne troškove (cijena plavog dizela, cijena užeta ili mrežne folije za omotavanje bala).
3. U strukturi cijene koštanja kukuruzovine i slame trošak odstranjenih hranjiva ima značajan udio te ga je potrebno uvijek uključiti u izračun.

Zahvala

Rad je izvod iz diplomskog rada Ivana Bavrke, mag. ing. agr. naslova: „Ekonomska opravdanost korištenja žetvenih ostataka za unaprjeđenje dohotka”.

Literatura

- Clay, D.E., Carlson, C.G. (2011) Estimating nutrient removal in wheat grain and straw. U: Clay, D.E., Carlson, C.G., Dalsted, K., eds. Grow wheat: Best management practices for wheat production in South Dakota. Brookings, SD: South Dakota State University, South Dakota Cooperative Extension Service. Dostupno na: http://igrow.org/up/resources/Wheat_Prev-12.pdf
- Comer, K., Clark, T. (2015) BALES project overview and harvest data collection progress, plans, and issues. Dostupno na: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/04/f21/terrestrial_feedstocks_comer_123106.pdf
- Državni zavod za statistiku (2016) Statistički ljetopis Republike Hrvatske: Površine pod ratarskim kulturama. Zagreb: Državni zavod za statistiku.
- Državni zavod za statistiku (2016) Prosječne mjesečne isplaćene plaće po satu zaposlenih za siječanj 2016. Zagreb: Državni zavod za statistiku.

- Flynn, R. (2014) Calculating fertilizer costs. Las Cruces, New Mexico: New Mexico State University. Dostupno na: http://aces.nmsu.edu/pubs/_a/A133/welcome.html
- Grgić, Z. (2006) Repetitorij iz predmeta – Troškovi i kalkulacije za studente. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet Zagreb.
- Hancock, D. (2012) What does a round bale weigh? Southern Farmer – Southeast Cattle Advisor Article. Dostupno na: http://georgiaforages.caes.uga.edu/Ga_Cat_Arc/2012/SF1209.pdf
- Krmpotić, T., Kiš, A. (2005) Ukupni troškovi poljoprivrednih mašina. Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, Institut za poljoprivrednu tehniku. Poljoprivredna tehnika, 30 (2), 105-114.
- Lentz, E., Lindsey, L. (2016) Nutrient value of wheat straw. C.O.R.N. Newsletter 2016-17. Dostupno na: <https://agcrops.osu.edu/newsletter/corn-newsletter/nutrient-value-wheat-straw>
- MinGo (2016) MinGo put do uštede. Zagreb: MinGo. Dostupno na: <http://www.min-go.hr> [Pristupljeno 21.02.2017.]
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2011) Pravilnik o dobrim poljoprivrednim i okolišnim uvjetima i uvjetima višestruke sukladnosti (NN 89/11). Zagreb: Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja.
- Ministarstvo poljoprivrede (2012) Sustav poljoprivrednih knjigovodstvenih podataka (FADN): Priručnik za provedbu FADN istraživanja 2012. Zagreb: Ministarstvo poljoprivrede.
- Perlack, R.D., Turhollow, A.F. (2003) Feedstock cost analysis of corn stover residues for further processing. Energy, 28, 1395 – 1403. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(03\)00123-3](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(03)00123-3)
- Petrolia, D.R. (2006) The economics of harvesting and transporting corn stover for conversion to fuel ethanol: a case study for Minnesota. St. Paul, MN: Department of Applied Economics College of Food, Agricultural, and Natural Resource Sciences, University of Minnesota.
- Reiter, M.S., Deitch, U.T., Frame, W.H., Holshouser, D.L., Thomason, W.E. (2015) The nutrient value of straw. Petersburg, VA: Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech, Virginia State University. Dostupno na: <https://pubs.ext.vt.edu/CSES/CSES-126/CSES-126.html>
- Sokhasanj, S.A., Turhollow, A.F. (2002) Baseline cost for corn stover collection. ASAE: Applied Engineering in Agriculture, 18, 525-530.
- Stanica za ispitivanje tehničke ispravnosti vozila HAK (2017) Usmeno priopćenje. Križevci: Stanica za ispitivanje tehničke ispravnosti vozila HAK.
- Stein, D. (2012) Production season costs 2012–2013 (custom machine and work rate estimates). East Lansing: Michigan State University Extension. Dostupno na: http://msue.anr.msu.edu/uploads/236/50311/2012-2013_custom_machine_work_rate_estimates.pdf

- Šumanovac, L. (1998) Racionalno korištenje sredstava poljoprivredne mehanizacije na obiteljskim gospodarstvima. Poljoprivredna Znanstvena Smotra, 63 (1–2).
- Tarkalson, D.D., Brown, B., Kok, H., Bjorneberg, D.L. (2009) Impact of removing straw from wheat and barley fields: A literature review. Better Crops, 93 (3), 17-19. Dostupno na: <https://eprints.nwisrl.ars.usda.gov/1335/1/1312.pdf>
- Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2016) Tlo, gnojidba i prinos, Što sve poljoprivrednik mora znati o tlu, usjevu, gnojidbi i tvorbi prinosa. Vlastita naklada. Dostupno na: <http://vladimir-vukadinovic.from.hr>
- World Bank (2016) Commodity prices. Dostupno na: <http://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets> [Pristupljeno 21.02.2017.]