

# Ekonomska učinkovitost proizvodnje agropeleta korištenjem žetvenih ostataka – studija slučaja

Branka Šakić Bobić<sup>1</sup>, Zoran Grgić<sup>1</sup>, Helena Grivičić<sup>2</sup>, Lucija Ćosić<sup>2</sup>, Vesna Očić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za menadžment i ruralno poduzetništvo, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska (bsakic@agr.hr)

<sup>2</sup>Diplomski studij Agrobiznis i ruralni razvoj, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

## SAŽETAK

Sve veću važnost u svim vodećim strateškim dokumentima, nacionalnim i europskim, imaju bioekonomija i iskorištavanje biomase. Najveći izvor biomase je poljoprivreda, pa je cilj ovog istraživanja bio istražiti ekonomsku učinkovitost proizvodnje agropeleta korištenjem žetvenih ostataka. U radu su korišteni primarni podaci dobiveni intervjuiranjem te javno dostupni financijski podaci o poslovanju i cijenama. Uspjeh poslovanja, nakon provedenog ulaganja u postrojenje za proizvodnju agropeleta, s ciljem boljeg iskorištavanja žetvenih ostataka i unapređenja poslovanja, procijenjen je korištenjem pokazatelja ekonomičnosti i rentabilnosti. Pokazatelj ekonomičnosti je veći od 1 za sve tri analizirane godine, što ukazuje na uspješno poslovanje, kao i pokazatelj rentabilnosti kojemu su vrijednosti od 15,91 do 37,02 %.

**Ključne riječi:** agropeleti, biomasa, ekonomičnost, rentabilnost, žetveni ostaci

## UVOD

Bioekonomija obuhvaća proizvodnju obnovljivih bioloških resursa i njihovu pretvorbu u hranu, bio proizvode (proizvode biološke osnove) i bioenergiju. Prema podacima Europske komisije (2021) bioekonomija u Europskoj uniji zapošljava 17,19 milijuna ljudi i stvara oko 728 milijardi eura dodane vrijednosti gospodarstva EU. Najviše ih je zaposleno u sektoru poljoprivrede (50,2 %), a zatim u proizvodnji hrane, pića i duhana (27,3 %). U Hrvatskoj bioekonomija zapošljava 213 tisuća ljudi i stvara 4 milijarde

eura dodane vrijednosti (Europska komisija, 2021). Bioekonomija uključuje sve gospodarske aktivnosti povezane s proizvodnjom biomase, a o važnosti biomase svjedoči i činjenica da su prema Strategiji pametne specijalizacije Republike Hrvatske (NN, 32/2016) upravo su biomasa i bioproizvodi glavni inovacijski pokretači na znanju utemeljene bioekonomije.

Prema Zakonu o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN 111/2018), biomasa se definira kao biorazgradivi

dio proizvoda, otpada i ostataka biološkog podrijetla iz poljoprivrede (uključujući tvari biljnoga i životinjskog podrijetla), šumarstva i srodnih proizvodnih djelatnosti, uključujući ribarstvo i akvakulturu, kao i biorazgradivi dio industrijskoga i komunalnog otpada. Vodeći se prethodnom definicijom biomase, Glavaš i Ivanović (2013) rade općenitu podjelu biomase u tri skupine:

- šumska biomasa
- ostaci iz poljoprivrede
- organski dio industrijskog i komunalnog otpada.

JRC (2022) navodi kako je najveći izvor biomase poljoprivreda (68 %), zatim slijedi šumarstvo (27 %) te ribarstvo (<1 %). Najveća količina biomase se troši u svrhu hranidbe životinja i stelje (40 %), zatim proizvodnje različitih proizvoda i materijala (28 %), proizvodnje energije (22 %), a najmanji dio se upotrebljava u prehrambenoj industriji (10 %).

Strategija energetskog razvoja RH do 2030. godine, s pogledom na 2050. godinu (NN 25/2020-602), daje novi kontekst iskorištavanju biomase, s kružnim gospodarstvom i biogospodarstvom te se potražnja za biomasom kao sirovinom proširuje iz dotadašnjih vrijednosti na nove, inovativne dobavne lance i proizvode utemeljene na biološkoj osnovi. Poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo te industrije utemeljene na tim sektorima, kao i održavanje krajolika (prometnih, energetskih i ostalih infrastruktura, vodotokova, urbanih zelenih površina), uz gospodarenje otpadom, čine sirovinsku osnovu obnovljivih bioloških resursa biogospodarstva ili biomasu (Europska unija, 2018). Prema podacima Bioenergy Europe (2018), Hrvatska u proizvodnji primarne energije iz biomase ima vrlo mali

udio s obzirom na razinu EU-a, gdje je 2016. godine udio proizvodnje primarne energije iz biomase i obnovljivog otpada bio 1,17 %. Kao dominantan izvor biomase pojavljuje se kruta biomasa, a sve veću važnost dobiva proizvodnja peleta, koja bilježi stalni trend rasta.

Peletiranje se definira kao termoplastični proces oblikovanja istiskivanjem, u kojemu fino razdijeljene čestice brašnaste sirovine formiraju kompaktne pelete, pogodne za rukovanje. Najveći značaj peletiranja biomase u proizvodnji energije je dobivanje proizvoda veće gustoće, bolje volumetrijske ogrjevne vrijednosti, što ima za posljedicu smanjenje troškova transporta i skladištenja (Celma i sur., 2007).

Za praktičnu primjenu samostalnog postrojenja za peletiranje, potrebno je osigurati transport biomase do mjesta gdje je peletirka locirana. Pored transporta, biomasu je potrebno usitniti na potrebnu granulaciju kako bi se nakon toga moglo izvršiti peletiranje. Ako se takvo postrojenje locira u tvrtki koja ima različitu poljoprivrednu proizvodnju (primjerice ratarstvo), može se zaključiti da je to relativno jednostavno rješenje za problem žetvenih i ostalih ostataka poljoprivredne proizvodnje. Mala postrojenja su pogodna i zbog transportnih troškova koji bi nesumnjivo bili veći za jedno veliko centralno postrojenje za peletiranje koje bi opsluživalo više poljoprivrednih proizvođača (Voća, 2008. prema Smart, 2008).

Prema podacima Bioenergy Europe (2018), na globalnoj razini je EU-27 najveći potrošač peleta (više od 24 milijuna tona) u odnosu na svjetsku potrošnju peleta od 46 milijuna tona u 2022. godini. Najveći rast u potrošnji peleta (38 %) zabilježen je u Aziji (Japan i Južna Koreja) i to uglavnom za proizvodnju električne

energije, za razliku od korištenja peleta u EU-27 (uglavnom za grijanje).

Agropeleti su vrsta krute biomase proizvedeni od sijena, slame žitarica, poljoprivrednih ostataka i biljaka, a koriste se kao alternativno gorivo za grijanje, kao hrana za životinje i stelja. Prešani su pod tlakom od 80 MPa ili 150 MPa na 100 °C, početnog sadržaja vlage od 8 – 16 % težine. Gustoća peleta je oko 700 kg/m<sup>3</sup>, dužina im je 1 – 3 cm, a promjer peleta oko 12 mm (Debeljak, 2018). Agropeleti zauzimaju do 75 % manje prostora za pohranu od ogrjevnog drva, a pri izgaranju ostavljaju tek 0,3 % pepela u odnosu na svoj puni volumen. Peletirana biomasa ima poboljšana i stabilnija svojstva, kao što su nizak sadržaj vlage, visoka kalorijska vrijednost, homogen oblik i veličina (Mobini i sur., 2014), što sve pozitivno pridonosi upravljanju lancem opskrbe i logistike peleta biomase zbog nižih troškova korištenja, od prijevoza i skladištenja do krajnje uporabe. Dujmović i sur. (2022) navode kako se proces peletiranja biomase sastoji od više faza: miješanje i homogeniziranje, kondicioniranje, peletiranje, sušenje i hlađenje, pakiranje. Prema Stelte (2011), ključni parametri koji utječu na cijenu peleta su tehnika i dinamika samog procesa peletiranja, kao i kvaliteta konačnog proizvoda, kvaliteta i vrsta korištene sirovine, korišteni dijelovi/komponente biljke, sadržaj vlage i veličina čestica. Različite biljne vrste imaju različite energetske zahtjeve za peletiranje, što izravno utječe na troškove i proizvodne kapacitete (Nielsen i sur., 2009). Puig-Arnavat i sur. (2016) su istraživali svojstva peletiranih tritikalea, vlasulje, lucerne i sirka. U njihovom istraživanju su svi peletirani materijali bili iste kakvoće, osim sirka koji je imao lošija mehanička svojstva. Kalorijska

vrijednost ovih peleta bila je u rasponu od 17,46 do 18,02 MJ/kg. Poljoprivredna biomasa zahtijeva nešto veći sadržaj vlage (slama ječma 19 – 23 %, pšenična slama ~15 %) kako bi se pravilno peletirala (Serrano i sur., 2011; Smith i sur., 1977), dok povećanje optimalnih vrijednosti sadržaja vlage rezultira smanjenom mehaničkom postojanošću proizvedenih peleta (Theerarattananoon i sur., 2011).

Cilj je ovog rada bio istražiti ekonomsku učinkovitost proizvodnje agropeleta korištenjem žetvenih ostataka.

## MATERIJAL I METODE

U radu je korištena metoda studije slučaja koja predstavlja kvalitativnu metodu kojom se proučava određeni slučaj (Milas, 2005), pa su za analiziranje korišteni primarni podaci dobiveni intervjuiranjem vlasnika poljoprivrednog gospodarstva registriranog u pravnom obliku društva s ograničenom odgovornošću.

Za procjenu količine žetvenih ostataka potreban je podatak o žetvenom indeksu. Za izračun žetvenog indeksa koriste se podaci o poljoprivrednom prinosu i ukupnoj biološkoj masi. Žetveni ostatak predstavlja ukupnu količinu biomase koja ostaje nakon vršidbe određene kulture (Vukadinović, 2014).

Količina žetvenih ostataka je različita, a ovisi o biljnoj vrsti, sorti, vremenskim uvjetima tijekom vegetacije i provedenim agrotehničkim mjerama. Količina žetvenih ostataka može se procijeniti uz pomoć žetvenog indeksa, a primjeri žetvenih indeksa za neke ratarske kulture prikazani su u tablici 1 (Ćosić, 2023).

Tablica 1. Žetveni indeksi nekih ratarskih vrsta

Vrsta	Žetveni indeks
Pšenica	1,5
Kukuruz	1,0
Soja	1,0
Suncokret	0,4

Uspjeh poslovanja, nakon provedenog ulaganja s ciljem boljeg iskorištavanja žetvenih ostataka i unapređenja poslovanja, procijenjen je primjenom metoda ekonomske analize. Za tu svrhu korišteni su pokazatelji ekonomičnost i rentabilnost.

Pokazatelji profitabilnosti (rentabilnosti) mjere povrat uloženog kapitala i daju konačne odgovore o djelotvornosti upravljanja poslovanjem i razvojem poduzeća (Grgić i sur., 2015).

Rentabilnost se iskazuje odnosom poslovnog rezultata (neto dobit) i uloženog kapitala te pokazuje kolika se dobit ostvarila po uloženoj jedinici kapitala.

$$\text{Rentabilnost} = (\text{Neto dobit} / \text{Uloženi kapital}) * 100$$

Ekonomičnost je mjerilo uspješnosti poslovanja izraženo odnosom između ukupnih prihoda i ukupnih troškova (Grgić i sur., 2015). Izražava se koeficijentom ekonomičnosti te ukoliko je koeficijent veći od 1, poslovanje je uspješno (ekonomično).

$$\text{Ekonomičnost} = \text{Ukupni prihod} / \text{Ukupni rashod}$$

## REZULTATI I RASPRAVA

Analizirano gospodarstvo se nalazi na području Brodsko-posavske županije, te obrađuje 860 ha poljoprivrednih površina. Gospodarstvo na svojim površinama uzgaja sljedeće ratarske kulture: pšenicu, soju, kukuruz, uljanu repicu i lucernu. Od početka poslovanja cilj im je poslovati održivo, pa se nakon prelaska na ekološku proizvodnju pojavila ideja o proširenju tradicionalne ratarske poljoprivredne proizvodnje na proizvodnju agropeleta. Ulaganjem u liniju za peletiranje gospodarstvo bi postalo energetski neovisno, ali bi ostvarili i dodatni prihod prodajom agropeleta. Kako bi iskoristili puni potencijal vlastite ratarske proizvodnje i linije za peletiranje, odlučuju se na proizvodnju tri vrste agropeleta (slika 1), koje prodaju u dvije veličine pakiranja (15 kg i 1 tona) i u rinfuzi:

- pelet od slame uljane repice i slame soje (a)
- ekološki peletirana lucerna (b)
- pelet od pšenične slame (c).



Slika 1. Prodajni asortiman agropeleta EURO-TIM d.o.o.

Agropelet od slame uljane repice i slame soje (a) koristi se kao ekološko gorivo za peći i kotlove s automatskim doziranjem. Njihovim korištenjem u proizvodnji energije smanjuje se količina neiskorištenih žetvenih ostataka, ali i smanjuje korištenje fosilnih goriva, što zajedno smanjuje negativan utjecaj na okoliš. Prednost agropeleta kao energenta je njihova visoka energetska vrijednost, ali su praktični i za uporabu, transport i skladištenje (Grivičić, 2023).

Agropelet od ekološki uzgojene lucerne (b) namijenjen je za ishranu domaćih životinja. Proizvod je veliki izvor proteina (15 – 18 %) i sirovih vlakana (22,6 %) te se odlikuje uravnoteženom pH vrijednošću. Ovaj proizvod prilikom peletiranja prolazi kroz visoke temperature (75 – 90 °C) te se tako uništavaju neželjeni mikroorganizmi i mogući patogeni. Dodatkom ovih agropeleta u ishrani stoke potiče se zdravo funkcioniranje debelog crijeva, smanjuje se vrijeme tova, postiže veća kvaliteta mesa i nema gubitaka hrane. Najviše se koriste u ishrani konja, goveda i ovaca. Prednost im je praktičnost za korištenje, pa poljoprivrednici njihovim korištenjem mogu smanjiti troškove skladištenja i transporta (Grivičić, 2023).

Agropelet od slame pšenice (c) koristi se isključivo kao stelja u uzgoju različitih domaćih životinja, ali i u kavezima kućnih ljubimaca. Najvažnije odlike su mu visoka apsorpcijska sposobnost (mogu brzo apsorbirati velike količine vlage), što pomaže u održavanju suhe i čiste okoline za životinje, sterilni su te smanjuju neugodan miris i sprječavaju širenje patogena, smanjujući tako rizik od infekcija i bolesti. Prednost im je lakša manipulacija, skladištenje i transport. Osim kao stelja za životinje, ovi se agropeleti mogu koristiti kao gnojivo u proizvodnji voća i povrća jer se tijekom vremena razgrađuju i oslobađaju hranjive tvari u tlu. Kombinacija upotrebe agropeleta kao stelje i kasnije kao gnojiva predstavlja korak više prema održivosti i smanjuje potrebu za korištenjem mineralnih gnojiva. Ostavi li se agropelet na površini uz samu biljku, tada obavlja funkciju zaštite biljke od mraza (Grivičić, 2023).

Jedan od osnovnih pokazatelja upotrebljivosti neke tvari kao goriva je njena ogrjevna vrijednost. Ogrjevna vrijednost goriva je količina topline koja se oslobađa pri potpunom izgaranju jedinice količine nekog goriva, kada se dimni plinovi ohlade na temperaturu s kojom se zrak i gorivo dovode u ložište. Ogrjevne vrijednosti biogoriva se

razlikuju u zavisnosti od vrste i sastava biogoriva, kao i od njihovog sadržaja vlage (Voća, 2008). Prema tablici 2 ogrjevna vrijednost lož ulja je za 2,4 puta veća od peletirane slame uljane repice ili 2,7 puta viša od peletirane slame soje. Usporedbom energetske vrijednosti proizlazi kako 2,5 kg agropeleta od slame uljane repice i soje može zamijeniti 1 litru lož ulja.

Tablica 2. Donje ogrjevne vrijednosti peletirane biomase i konvencionalnih goriva

Vrsta peletirane biomase	Donja ogrjevna vrijednost (MJ/kg)
Slama uljane repice	17,4
Sojina slama	15,7
Pšenična slama	14,0
Kukuruzovina	13,5
Vrsta konvencionalnih goriva	Donja ogrjevna vrijednost (MJ/kg)
Benzin	44,0
Loživo ulje	42,0
Prirodni plin	34,0
Koks	29,0
Mrki ugljen	17,0
Ogrjevno drvo	9,0

Prema podacima iz intervjua s vlasnikom, na temelju korištene poljoprivredne površine i prosječnih prinosa u ratarskoj proizvodnji, izračunata je ukupna količina agropeleta koju mogu proizvesti s vlastitih proizvodnih površina (tablica 3).

Tablica 3. Površine, prosječni prinosi i potencijalne količine agropeleta

Kultura	Površina (ha)	Prinos (t/ha)	Slama za preradu (t/ha)	Agropeleti (t)
Pšenica	300	5	2	598
Soja	251	4	1,5	376
Lucerna	176	10	7	1.233
Uljana repica	71	3	1	71
Kukuruz	62	8	4	248

Usporedi li se proizvedena količina agropeleta (tablica 3) sa strukturom prihoda od prodaje (tablica 4), proizlazi da najveći dio prihoda (64 %) dolazi od prodaje agropeleta koji se koriste za grijanje, a koji u ukupno proizvedenoj količini čini samo 18 %. Najviše je proizvedeno agropeleta od lucerne koji se koristi za ishranu životinja, ali oni u strukturi prihoda sudjeluju sa samo 23 %.

Tablica 4. Struktura prihoda od prodaje agropeleta

Vrsta agropeleta	Iznos (EUR)	Udio (%)
Ekološki – pšenična slama	87.597,05	13 %
Ekološki – lucerna	159.267,37	23 %
Agropelet od slame uljane repice i slame soje	437.985,27	64 %

Investicija u liniju za peletiranje s poluautomatskom pakirnicom provedena je 2018. godine i trošak ulaganja je iznosio 350.334,24 EUR, za što je kao izvor financiranja korišten kredit. Rok otplate kredita je pet godina uz kamatnu stopu od 4 %. Korištena je i potpora za sufinanciranje projekata obnovljivih izvora energije (50 % sufinanciranja) iz Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Ova je investicija isplaćena u 2. godini (2019. godina), pa se procjena uspješnosti poslovanja

odnosi na godine nakon povrata investicije.

Prema javno dostupnim financijskim podacima za istraživani poslovni subjekt (companywall.hr), poslovanje je pozitivno u sve tri promatrane godine. Pomoću navedenih podataka o ukupnom prihodu i rashodu (tablica 5) izračunati su pokazatelji ekonomičnosti i rentabilnosti s ciljem procjene uspješnosti poslovanja nakon provedenog ulaganja.

Tablica 5. Pokazatelji ekonomičnosti i rentabilnosti za tri godine

Godine	2020.	2021.	2022.
Ukupni prihodi	1.724.624,14	1.550.771,68	2.956.052,82
Ukupni rashodi	1.222.870,56	1.130.450,39	2.710.461,21
Dobit	408.944,43	342.098,01	189.371,82
Kapital	1.104.582,89	1.150.752,39	1.190.439,71
Ekonomičnost	1,41	1,37	1,09
Rentabilnost	37,02 %	29,73 %	15,91 %

Pokazatelj ekonomičnosti je veći od 1 za sve tri analizirane godine, što ukazuje na uspješno poslovanje, te je uloženi 100 EUR uprihodilo 109 – 141 EUR. Pokazatelj rentabilnosti također ukazuje na uspješno poslovanje, te je dobit ostvarena po uloženoj jedinici kapitala od 15,91 – 37,02 %. Ipak, opadajući trend koji se uočava kod pokazatelja ukazuje na nužnost dodatne analize kako bi se taj trend promijenio i na vrijeme poboljšalo poslovanje.

Najveći dio prihoda od prodaje agropeleta odnosi se na agropelet od slame uljane repice i slame soje. Usporede li se cijene agropeleta (tablica 6) s konvencionalnim energentom koji se koristi za grijanje (<https://www.cijenegoriva.info/>), potrošačima je za istu ogrjevnu vrijednost (2,5 kg agropeleta može zamijeniti jednu litru lož ulja) trošak agropeleta 50 % niži od troška lož ulja za grijanje.

Tablica 6. Cijene agropeleta u EUR/kg

Agropeleti	Pakiranja za prodaju		
	15 kg	1 tona	Rinfuza
Lucerna	5,59	0,33	0,32
Ostalo (uljana repica, soja, pšenica)	3,62	0,22	0,21

Prema prikazanim podacima, agropeleti su trenutno potrošačima cjenovno zanimljiva sirovina (lož ulje 1,05 EUR/l, agropeleti od slame uljane repice i soje 0,21 EUR/

kg), a predstavljaju i ekološki prihvatljiviju alternativu konvencionalnim gorivima. Prema tome, trenutna potražnja za agropeletima osigurava proizvođačima siguran plasman na

tržište, a pokazatelji uspješnosti poslovanja ukazuju na isplativo poslovanje nakon ulaganja u proširenje tradicionalne ratarske proizvodnje na proizvodnju agropeleta.

## ZAKLJUČAK

Cilj istraživanja bio je utvrditi ekonomsku učinkovitost proizvodnje agropeleta korištenjem žetvenih ostataka. Agropeleti su odabrani zbog iskorištavanja vlastitih resursa i žetvenih ostataka iz vlastite ratarske proizvodnje, a u skladu sa strateškim ciljevima održivog razvoja koji stavljaju biomasu i bioekonomiju u središte pozornosti.

Nakon povrata ulaganja u postrojenje za proizvodnju agropeleta odmah u drugoj godini, gospodarstvo i dalje posluje uspješno i u zadnjoj promatranoj godini ostvarilo je dobit od 189.371,82 EUR. Uspjeh poslovanja je procijenjen korištenjem pokazatelja ekonomičnosti i rentabilnosti koji su potvrdili isplativost proizvodnje agropeleta i u zadnjoj promatranoj godini njihove su vrijednosti: ekonomičnost 1,09 i rentabilnost 15,91 %.

Prema trenutnoj situaciji na tržištu, potražnja za agropeletima je stabilna zbog njihove cjenovne konkurentnosti (50 % jeftinija ogrjevnina sirovina u odnosu na lož ulje), kao i činjenice da se potražnja za biomasom kao sirovinom proširuje na nove, inovativne proizvode.

## NAPOMENA

Rezultati prezentirani u radu predstavljaju izvod iz završnog rada studentice Helene Grivičić,

pod nazivom „Isplativost ulaganja u postrojenje za proizvodnju peleta“ obranjenog 12. 7. 2023. godine na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu te diplomskog rada studentice Lucije Čosić pod naslovom „Mogućnosti unaprjeđenja poslovanja obiteljskog gospodarstva iskorištavanjem poljoprivrednih ostataka“ obranjenog 20. 9. 2023. godine na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu.

## LITERATURA

- Bioenergy Europe (2018). Statistical Report, 2018 Edition. Dostupno na: <https://bioenergyeurope.org/statistical-reports/> (pristupljeno 15.4.2024.)
- Celma, A.R., Rojas, S., Lopez-Rodriguez, F. (2007). Waste-to-energy possibilities for industrial olive and grape by-products in Extremadura. *Biomass and Bioenergy* 31, 522–534
- Cijene goriva. Dostupno na: <https://www.cijenegoriva.info/> (pristupljeno 15.4.2024.)
- Company Wall business. Dostupno na: <https://www.companywall.hr/tvrtka/euro-tim-doo/MMxyJkwY> (pristupljeno dana 15.4.2024.)
- Čosić, L. (2023). *Mogućnosti unaprjeđenja poslovanja obiteljskog gospodarstva iskorištavanjem poljoprivrednih ostataka*. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
- Debeljak, D. (2018). *Proizvodnja peleta iz poljoprivrednih ostataka*. Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Dujmović, M., Šafran, B., Jug, M., Radmanović,



- K., Antonović, A. (2022). Proces peletiranja biomase - pregled literature. *Drvena industrija* 73 (1), 99-106
- Europska komisija (2021). Radna mjesta i bogatstvo u bioekonomiji Europske unije (sektori proizvodnje i pretvorbe biomase). <https://datam.jrc.ec.europa.eu/datam/mashup/BIOECONOMICS/index.html> (pristupljeno 15.4.2024.)
- Europska unija (2018). Direktiva o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora 2018/2001. <https://eur-lex.europa.eu/legal-Content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001> (pristupljeno 15.4.2024.)
- Glavaš, H., Ivanović, M. (2013). Potencijali i mogućnosti iskorištenja biomase ratarske, voćarske i vinogradarske proizvodnje na području regije Slavonije i Baranje. Elektrotehnički fakultet Osijek.
- Grgić, Z., Šakić Bobić, B., Očić, V. (2015). Osnove računovodstva i financijske analize poljoprivrednog gospodarstva. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
- Grivičić, H. (2023). Isplativost ulaganja u postrojenje za proizvodnju peleta. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet .
- Joint Research Centre (JRC) (2022). EU Biomass Flows. Europska Komisija.
- Milas, G. (2005). Istraživačke metode u psihologiji i drugim društvenim znanostima. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Mobini, M., Meyer, J. C., Trippe, F., Sowlati, T., Fröhling, M., Schultman, F. (2014). Assessing the integration of torrefaction into wood pellet production. *Journal of Cleaner Production*, 78, 216-225
- Narodne novine (2020). Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu. Zagreb, NN 25/2020. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020\\_03\\_25\\_602.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_03_25_602.html)
- Narodne novine (2016). Strategija pametne specijalizacije Republike Hrvatske za razdoblje od 2016. do 2020. godine. Zagreb, NN 32/2016. <https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/dodatni/439965.pdf>
- Narodne novine (2018). Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji. Zagreb, NN 111/2018. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_12\\_111\\_2151.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_12_111_2151.html)
- Nielsen, N. P. K., Gardner, D. J., Poulsen, T., Felby, C. (2009). Importance of temperature, moisture content, and species for the conversion process of wood residues into fuel pellets. *Wood and Fiber Science*, 41 (4), 414-425
- Puig-Arnabat, M., Shang, L., Sárossy ,Z., Ahrenfeldt, J., Henriksen, U. B. (2016). From a single pellet press to a bench scale pellet mill – pelletizing six different biomass feedstocks. *Fuel Processing Technology*, 142, 27-33
- Serrano, C., Monedero, E., Lapuerta,, M., Portero H. (2011). Effect of moisture content, particle size and pine addition on quality parameters of barley straw pellets. *Fuel Processing Technology*, 92 (3), 699-706.
- Stelte, W. (2011). Fuel pellets from biomass: Processing, bonding, raw materials. PhD Thesis Report. Danish National Laboratory for Sustainable Energy, Technical University

of Denmark.

- Theerarattananoon, K., Xu F., Wilson, J., Ballard, R., McKinney, L., Staggenborg, S., Vadlani, P., Pei, Z. J., Wang, D. (2011). Physical properties of pellets made from sorghum stalk, corn stover, wheat straw, and big bluestem. *Industrial Crops and Products*, 33 (2), 325-332
- Voća, N. (2008). Vinska komina kao izvor toplinske energije. *Glasnik zaštite bilja* 6, 91-99
- Vukadinović, V. (2014). Zaoravati ili spaljivati žetvene ostatke. *Agroklub*. <https://www.agroklub.com/ratarstvo/zaoravati-ili-spaljivati-zetvene-ostatke/15244/>

# Economic Efficiency of Agropellet Production Using the Crop Residues

## ABSTRACT

Bioeconomy and biomass utilization are increasingly important in all the leading strategic documents, both national and the European ones. The largest source of biomass is agriculture, so the goal of this research was to investigate the economic efficiency of agropellet production using the crop residues. The paper used the primary data obtained through the interviews and publicly available financial data on operations and prices. The business success was evaluated subsequent to an investment in the plant to produce the agropellets, with the aim to better utilize the crop residues and improve the business, using the efficiency and profitability indicators. The efficiency coefficient value was greater than 1 for all three analyzed years, which indicates a successful business, as was the profitability indicator, which had the values of 15.91–37.02%.

**Key words:** agropellets, biomass, crop residues, efficiency, profitability