

# Cirkularna ekonomija i gospodarski potencijal poljoprivrednih ostataka

---

**Malešević, Ana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:479224>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-27**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Ana Malešević

Diplomski studij Agroekonomika

**CIRKULARNA EKONOMIJA I GOSPODARSKI POTENCIJAL  
POLJOPRIVREDNIH OSTATAKA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2023.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Ana Malešević

Diplomski studij Agroekonomika

**CIRKULARNA EKONOMIJA I GOSPODARSKI POTENCIJAL  
POLJOPRIVREDNIH OSTATAKA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Ružica Lončarić, predsjednik

2. dr. sc. Sanja Jelić Milković, mentor

3. prof. dr. sc. Tihana Sudarić, član

**Osijek, 2023.**

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	2
2.1. Cirkularna ekonomija i otpad u Republici Hrvatskoj .....	3
2.2. Komunalni otpad u Republici Hrvatskoj .....	4
2.3. Potencijal razvoja cirkularne ekonomije kroz komunalni biorazgradivi otpad u Republici Hrvatskoj.....	6
2.4. Valorizacija poljoprivrednih ostataka i gospodarski potencijal.....	9
2.5. Ekonomska opravdanost primjene cirkularne ekonomije.....	10
3. MATERIJAL I METODE .....	12
3.1. Cilj rada.....	12
4. REZULTATI .....	13
4.1. SWOT analiza.....	13
4.2. Tehnički potencijal poljoprivrednih ostataka.....	14
5. RASPRAVA.....	36
6. ZAKLJUČAK.....	38
7. POPIS LITERATURE.....	39
8. SAŽETAK .....	42
9. SUMMARY .....	43
10. POPIS TABLICA.....	44
11. POPIS SLIKA.....	46
12. POPIS GRAFIKONA.....	47

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

## 1. UVOD

Cirkularna ili kružna ekonomija je ekonomska strategija koja igra glavnu ulogu u održavanju i unapređenju poljoprivredne proizvodnje. Smanjenje loših utjecaja na okoliš i povećanje iskoristivosti obnovljivih resursa glavni je cilj cirkularne ekonomije. Ova strategija promovira razvoj, obnovu, ponovno korištenje ili recikliranje proizvoda i materijala kako bi se stvorio ekonomski i ekološki održivi sistem poljoprivredne proizvodnje (Brnčić, 2016.).

Cirkularna ekonomija je fokusirana na očuvanje resursa i smanjenje otpada, te se prije svega upravo zbog toga razlikuje od tradicionalnog linearnog modela proizvodnje i potrošnje. U tradicionalnom linearnom modelu, poznatom kao "uzmi, napravi, baci" resursi se koriste za proizvodnju, a dobiveni proizvodi za upotrebu, no nakon zadovoljenja određene potrebe bacaju se kao otpad. Ovaj pristup može znatno dovesti do onečišćenja okoliša, povećanja otpada i iscrpljenja resursa (Cvenić, 2021.). Dijelovi biljaka koji su ostali na njivi nakon sjetve ili berbe usjeva nazivaju se žetveni ostaci. To su npr. neki dijelovi biljaka poput korijena, stabljike, lišća, ili drugih vegetativnih dijelova biljke. Način upotrebe i obrade navedenih žetvenih ostataka može znatno doprinijeti povećanju održivosti poljoprivredne proizvodnje. Važnost upotrebe cirkularne strategije u poljoprivredi govori i informacija da se u Europskoj uniji više od polovice ukupnog otpada odnosi na poljoprivredni otpad. Odnosno, u prosjeku poljoprivredni otpad čini 0.7 milijardi tona od ukupno 1.3 milijardi tona u svijetu. Sav taj poljoprivredni otpad ili žetveni ostaci mogu biti sirovina za nove proizvode kao što su npr. proizvodi prehrambene i farmaceutske industrije, kompost i organska gnojiva (Lončarić i sur., 2021.).

Važno je za istaknuti da cirkularna ekonomija poljoprivrede donosi brojne prednosti kako naravno za uspjeh u poljoprivrednom poslovanju, tako i za kompletno društvo u cjelini. Cilj diplomskog rada je proširiti svijest o tome kako kružna ekonomija može izmijeniti način na koji se proizvodi hrana, očuvati prirodne resurse i doprinijeti znatno boljoj budućnosti za poljoprivredu.

## 2. PREGLED LITERATURE

Ova tema obuhvaća raznolik niz izvora, uključujući knjige, članke, istraživačke radove i statističke podatke i regulative, kako bi se istražila važnost i potencijal iskorištavanja poljoprivrednih ostataka u kontekstu cirkularne ekonomije. Pregled literature pomaže u razumijevanju postojećih spoznaja i istraživanja u ovom području. Tema se široko istražuje na globalnoj razini, s naglaskom na održivi razvoj poljoprivrede i korištenje resursa kao ključnih elemenata kružne ekonomije. Važnost ovog istraživanja ogleda se u potencijalu smanjenja otpada, povećanja učinkovitosti korištenja resursa te poticanju održive poljoprivredne prakse.

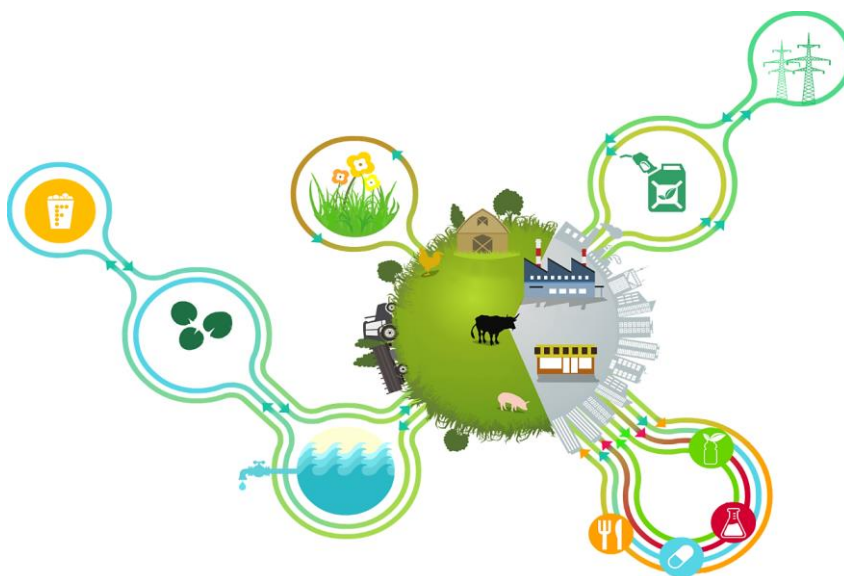
U prvom dijelu rada, usmjerenom na općenito razumijevanje cirkularne ekonomije, analizirat će se dosadašnja istraživanja, statistički podatci i izvješća, kao što su npr. oni Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja (MINGOR, 2023.), kao i prijedlozi za moguće pristupe ovom konceptu. U drugom dijelu, prikazani su i interpretirani tehnički potencijali poljoprivrednih ostataka za 13 županija, s posebnim fokusom na primjenu cirkularne ekonomije u ovom kontekstu. Ovaj rad bi trebao omogućiti dublje razumijevanje potencijala za održivi razvoj i implementaciju cirkularnih modela u poljoprivredi na regionalnoj razini. Za postupak izračunavanja žetvenih ostataka korištena je raznovrsna literatura domaćih i stranih autora, no ponajviše izvještaji i statistički podaci APPPR-a i DZS-a. Na osnovu literature primijećeno je da poljoprivredni ostaci često ostaju neiskorišteni ili se zbrinjavaju na neodgovarajuće načine, što predstavlja izazov za okoliš i ekonomiju. Iz čega proizlazi i potreba za boljim razumijevanjem potencijala poljoprivrednih ostataka u stvaranju održivijeg gospodarstva.

U posljednjih nekoliko godina, cirkularna ekonomija privukla je značajnu pažnju diljem svijeta. U suštini, prepoznavanje važnosti sigurnosti u nabavi resursa i efikasnosti korištenja resursa ključno je za napredak ekonomije. Koncept je prihvatio niz ministarstava i kompanija širom svijeta, koje vide cirkularnu ekonomiju kao rješenje za ono što na prvi pogled može izgledati kao sukob interesa između ekonomske ekspanzije i očuvanja ekoloških standarda. Cirkularnom ekonomijom mogu se istraživati potencijalne prilike i izazovi u primjeni cirkularnih modela u iskorištavanju žetvenih ostataka te njihovu ulogu u održivom gospodarenju resursima u poljoprivredi. Važan aspekt cirkularne ekonomije obuhvaća efikasno upravljanje otpadom, pri čemu se posebna pažnja posvećuje dizajniranju proizvodnih procesa tako da otpad iz jednog

procesa postaje sirovina za isti proces, nazvan "closed loop" proces, ili se koristi kao resurs u drugim proizvodnim procesima, što se naziva "open loop" proces (Šušak, 2017.).

## 2.1. Cirkularna ekonomija i otpad u Republici Hrvatskoj

Prema Andabaka i sur. (2018.) Republika Hrvatska je država koja se suočava s izazovima očuvanja prirodnih resursa, smanjenja otpada i poboljšanja energetske efikasnosti, te je upravo zbog toga usvojila Nacionalni program za prelazak na kružno gospodarstvo s ciljem promicanja cirkularne ekonomije u različitim sektorima, uključujući poljoprivredu, industriju, energetiku i druge. Cirkularna ekonomija definitivno ima poseban značaj i potencijal u Republici Hrvatskoj jer je jedna od ključnih koncepata koji se u Republici Hrvatskoj sve više prepoznaju kao važni za postizanje održivog gospodarskog razvoja i ekonomske aktivnosti u ruralnim područjima, smanjenje ekološkog otiska, kao i pružanje odgovora na mnoge izazove i stvaranje pozitivnog utjecaja na različite sektore. Implementacija kružne ekonomije u Republici Hrvatskoj zahtijeva koordinirane napore na svim razinama gospodarstva i društva. Nastavak razvoja zakonodavstva, strategija, svijesti i tehnologija bit će ključan za uspješnu tranziciju prema održivijem gospodarstvu.



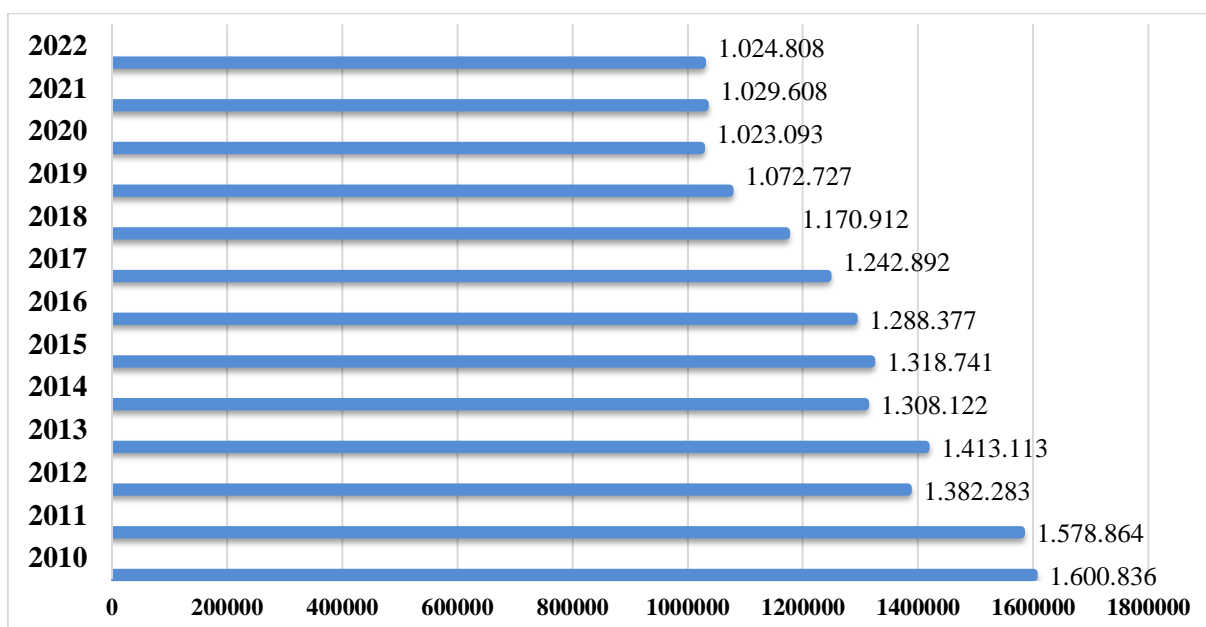
Slika 1. Cirkularna ekonomija u poljoprivredi

Izvor: <https://ekioglas.ba>

Slika 1. prikazuje vizualizirani primjer kružne ekonomije u kontekstu poljoprivrede. U središtu slike nalaze se glavne grane poljoprivrede kao tok koji je povezan s različitim elementima poljoprivrednog sustava koji zajedno stvaraju održiv ciklus ili neprekidni tok resursa i materijala.

## 2.2. Komunalni otpad u Republici Hrvatskoj

Prema podacima Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja (MINGOR) od 2005. do 2022. godine evidentirano je ukupno 317 lokacija službenih odlagališta, od čega je 306 lokacija imalo mogućnost odlagati komunalni otpad u navedenom periodu.



Grafikon 1. Komunalni otpad u tonama u razdoblju od 2010.– 2022.

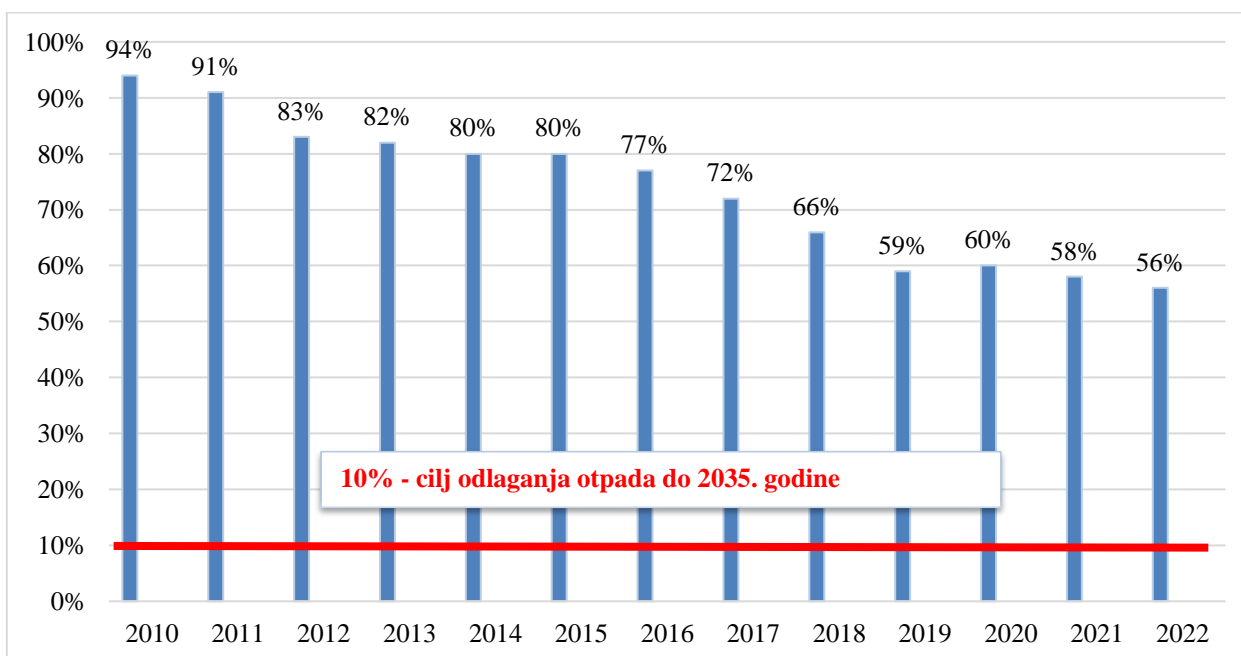
Izvor: Autor prema podacima MINGOR-a

Prema grafikonu 1. vidljivo je kako se sveukupna količina komunalnog otpada iz godine u godinu smanjuje. U 2022. godini odložilo se ukupno 1.024.808 t komunalnog otpada, što je 2,0 % ili 4,8 t manje u odnosu na 2021. godinu kada je ta količina iznosila 1029.608 t. Najveća količina odloženog komunalnog otpada zabilježena je u 2010. godini sa iznosom od 1.600.836 t. Promatrajući 2010. i 2022. godinu, odloženi komunalni otpad smanjio se za 36,0 %, što se



zapravo većim djelom može pripisati manjem otpadu iz kućanstava i mješovitog komunalnog otpada, kao i porastu odvojenog sakupljanja pojedinih materijala ili frakcija, ali i boljoj preglednosti, kvaliteti i strukturi podataka zbog uvođenja vaganja na odlagalištima (MINGOR, 2023.)

Sukladno cilju propisanom Zakonom o gospodarenju otpadom ili tzv. ZGO-om, najveći postotak komunalnog otpada koji može biti odložen na odlagalištima treba iznositi 10,0 % mase od ukupne količine proizvedenog komunalnog otpada u razdoblju do 2035. godine. S obzirom na navedeni podatak, u nastavku je napravljen grafikon u kojem je uspoređen udio dosadašnjeg odloženog komunalnog otpada (2010. – 2022.) i udio propisanog cilja do 2035. godine. (MINGOR, NN 84/21)



Grafikon 2. Postotak odloženog komunalnog otpada (2010. -2022.) u odnosu na ciljani postotak odlaganja otpada do 2035. godine

Izvor: Autor prema podacima MINGOR-a

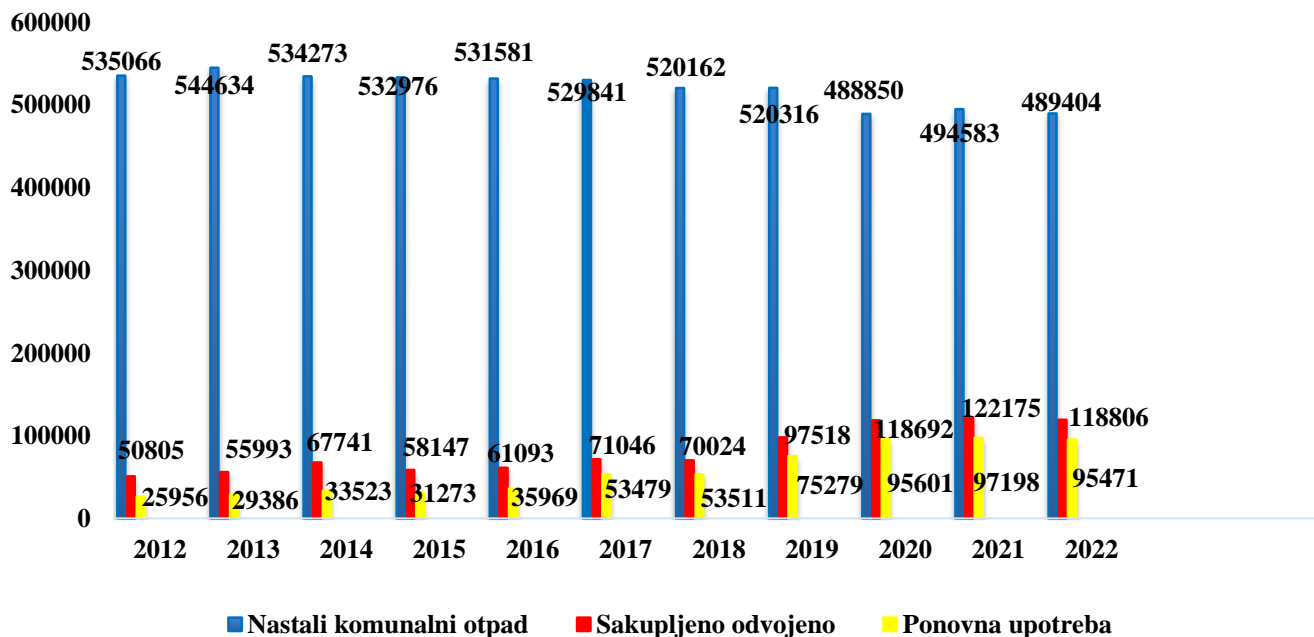
Prema grafikonu 2. vidljiv je postotak odloženog komunalnog otpada od 2010. – 2022. godine u odnosu na propisani cilj prema ZGO-u. Prema računici, u prosjeku količina komunalnog otpada prosječno godišnje mora opasti za 3,5 % kako bi se propisani cilj ostvario do 2035.

godine. Može se zaključiti kako je potrebna zaista velika briga i odgovornost oko odlaganja komunalnog otpada da bi se taj cilj postignuo. Prema Domanovac i sur. (2021.) kako bi se projekcija smanjenja komunalnog otpada smanjila na 10,0 % do 2035. godine postavljeni su ciljevi koji se trebaju ostvariti kao što je npr. smanjenje od 2,0 % specifične količine komunalnog otpada po glavi stanovnika do 2028. godine, kao i 1,5 %-tno smanjenje iste količine do 2035. godine u odnosu na 2028. godinu.

### **2.3.Potencijal razvoja cirkularne ekonomije kroz komunalni biorazgradivi otpad u Republici Hrvatskoj**

Prema informacijama Hrvatskog poslovnog savjeta za održivi razvoj (HRPSOR, 2020.) ili „World Business Council for Sustainable Development” kružno gospodarstvo otvara priliku zarade od čak 4,5 bil. \$, predstavljajući ogroman potencijal za poticanje globalnog ekonomskog rasta i ubrzanje društva prema održivoj budućnosti. U suvremenom društvu suočavamo se s rastućim izazovima održivosti i efikasnog korištenja resursa. Cirkularna ekonomija je koncept koji se ističe kao rješenje za te izazove, promičući smanjenje otpada, efikasno upravljanje resursima i stvaranje novih poslovnih prilika. U tom kontekstu, komunalni biorazgradivi otpad postaje ključan čimbenik u postizanju ciljeva cirkularne ekonomije u Republici Hrvatskoj. (HRPSOR, 2020.).

Definicija biorazgradivog komunalnog otpada prema Zakonu o gospodarenju otpadom (ZGO NN 84/21) uključuje otpad ili njegove dijelove koji se prirodno razgrađuju anaerobno ili aerobno. Primjeri uključuju otpad iz vrtova, ostatak hrane, te papir i karton. S ciljem postizanja propisanih ciljeva za odlaganje biorazgradivog komunalnog otpada, frakcije ovog otpada trebaju biti što više odvojeno prikupljene i zbrinute. Članak 55. ZGO određuje propisane ciljeve odlaganja biorazgradivog komunalnog otpada. Maksimalna dopuštena masa biorazgradivog komunalnog otpada za odlaganje u kalendarskoj godini sukladno svim dozvolama za gospodarenje otpadom u Republici Hrvatskoj iznosi 264.661 tona. Prema Pauli (2012), Bušljeta Tonković (2013.) navodi kako smo posljednja dva stoljeća često uzimali od prirode puno više nego što smo joj mogli ili željeli vratiti. U idućim desetljećima i stoljećima, ključno je naučiti umjetnost oponašanja prirode i njezinih ekosustava kako bismo poboljšali kvalitetu života ili, možda preciznije, kako bismo osigurali našu budućnost.



Grafikon 3. Gospodarenje nastalim biootpadom iz komunalnog otpada u periodu 2012.-2022. u tonama

Izvor: Autor prema podacima MINGOR-a

Grafikon 3. prikazuje promjene u količinama proizvedenog biootpada, odvojeno sakupljenog biootpada, te otpada koji je usmjeren prema uporabi ili je već oporabljen iz komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj od 2012. do 2022. godine. Od 2020. godine nadalje, podaci se odnose na količine biootpada koje su oporabljene ili reciklirane, uz uklanjanje nečistoća i ne ciljanih materijala prije ili tijekom postupka recikliranja. Količine prikazane do 2019. godine uključuju i nečistoće/ne ciljane materijale te predstavljaju količine koje su upućene na uporabu. U 2022. godini ukupno je proizvedeno 489.404 t biootpada kao dio komunalnog otpada. Od toga, odvojeno je prikupljeno 118.806 t biootpada, što čini 24 % ukupne količine. Ovaj postotak predstavlja smanjenje za 1 postotni bod u usporedbi s 2021. godinom, kada je ta količina iznosila 112.175 t. Ovo smanjenje je rezultat povećanog udjela nečistoća u odvojeno sakupljenom biootpadu, zbog čega je taj otpad kategoriziran kao miješani komunalni otpad (Galić, 2023.). U 2012. godini prikupljeno je 50.805 t biootpada, što je za 68.001 t više u odnosu na 2022. godinu.

U kontekstu teme o žetvenim ostacima, kao i općenito svim vrstama poljoprivrednih ostataka kao ključnog faktora, važno je istaknuti da očuvanje okoliša i poticanje održive proizvodnje usklađeno predstavlja ciljeve cirkularne ekonomije. Žetveni ostaci, kao dragocjeni dio komunalnog biorazgradivog otpada, imaju ključnu ulogu u ostvarivanju ovih ciljeva (Popović i Radivojević, 2022.). Naime, s obzirom na podatke o količinama komunalnog otpada ranije navedenim, kroz primjenu naprednih procesa poput kompostiranja, anaerobne fermentacije i energetske uporabe, čak 20,0 % proizvedenog biootpada (95.471 t) je uspješno iskorišten. Ovi postupci ne samo da stvaraju korisne resurse kao što su kompost i obnovljiva energija, već i minimiziraju negativne utjecaje na okoliš. Unatoč postignutim napredcima, potencijal za daljnji razvoj cirkularne ekonomije kroz optimalno upravljanje komunalnim biorazgradivim otpadom je još uvijek znatan. Izazovi koji stoje pred nama uključuju povećanje udjela odvojeno sakupljenog biootpada, smanjenje prisutnosti nečistoća te osiguranje učinkovitih infrastrukturnih rješenja za njihovu uporabu i preradu. Upravo u kontekstu žetvenih ostataka, suradnja između lokalnih samouprava, industrijskih sektora i građana postaje ključna. Ovaj usklađeni napor, podržan snažnim zakonodavstvom i regulacijama, omogućuje puni potencijal cirkularne ekonomije kroz komunalni biorazgradivi otpad. Edukacija i podizanje svijesti građana o važnosti odvojenog prikupljanja i valorizacije predstavljaju presudan faktor u uspješnom ostvarivanju ovog potencijala (Domanovac i sur., 2021.).

Razvoj cirkularne ekonomije temeljen na komunalnom biorazgradivom otpadu, posebno žetvenim ostacima, predstavlja ne samo nužnost za očuvanje okoliša, već i iznimnu priliku za stvaranje novih ekološki prihvatljivih radnih mjesta i smanjenje negativnih ekoloških utjecaja. Ovo ulaganje u održivu budućnost i kvalitetniji okoliš za buduće generacije zahtijeva trajnu predanost, poticanje inovacija i podizanje svijesti o važnosti odgovornog upravljanja ovim dragocjenim resursima (Sinčić, 2022.). Prema Sudarić i sur. (2022.) kružna biogospodarstva ne zaustavljaju se samo kod postupaka odlaganja otpada, već idu korak dalje prema održivom gospodarenju otpadom, ponovnoj proizvodnji i recikliranju otpada kako bi se stvorili novi korisni proizvodi. Svi nastali nusproizvodi mogu poslužiti kao sirovina za stvaranje novih recikliranih proizvoda, a takvi proizvodi imaju svoju tržišnu vrijednost i mogu predstavljati popriličan dodatni izvor prihoda za poljoprivrednike.

## 2.4. Valorizacija poljoprivrednih ostataka i gospodarski potencijal

Prema Šišić i sur. (2013.) proces pretvaranja različitih vrsta ostataka u korisne proizvode, nusproizvode i resurse nastalih u ratarstvu, povrtlarstvu i voćarstvu naziva se valorizacija. Ovaj pristup usko je povezan sa održivim gospodarenjem resursima i cirkularnom ekonomijom u cjelini, te za ulogu ima smanjenje otpada, maksimalno iskorištenje raspoloživih resursa i poticanje:

- 1) ekoloških
- 2) ekonomskih koristi

Valorizacija poljoprivrednih ostataka može obuhvatiti razne pristupe i procese, ovisno o vrsti ostataka i mogućnostima za njihovu uporabu. U kontekstu očuvanja resursa i poticanja održive proizvodnje, valorizacija poljoprivrednih otpadaka izdvaja se kao ključna komponenta cirkularne ekonomije jer ovi otpaci, koji nastaju kao nusproizvod poljoprivrednih aktivnosti, posjeduju značajan gospodarski potencijal te pružaju mogućnosti za stvaranje dodatne vrijednosti u različitim sektorima. Valorizacija poljoprivrednih otpadaka obuhvaća niz procesa i strategija usmjerenih na iskorištenje ovih materijala na inovativne načine. Ovi otpaci često sadrže vrijedne komponente poput organske tvari, hranjivih tvari i drugih resursa koji se mogu iskoristiti za proizvodnju gnojiva, energije ili drugih korisnih proizvoda (Šišić i sur., 2013.).

Primjeri valorizacije poljoprivrednih ostataka u cirkularnoj ekonomiji uključuju:

- Kompostiranje: Organiziran proces razgradnje biljnih ostataka, lišća, stabljika i stajskog gnoja kako bi se dobila kvalitetna kompostna masa. Kompost se koristi kao prirodno gnojivo za poboljšanje tla.
- Proizvodnja bioplina i biogoriva: Ostaci usjeva i organski materijali se anaerobnom fermentacijom pretvaraju u bioplin koji se koristi za energiju ili proizvodnju električne energije, a uljarice poput suncokreta mogu se iskoristiti za proizvodnju ekoloških biogoriva, smanjujući emisije stakleničkih plinova.
- Prerada u prehrambene proizvode: Ostaci voća i povrća se prerađuju u sokove, džemove, umake i sušeno voće, stvarajući dodatnu vrijednost.

- Uporaba u industriji: Biomasa se koristi za vlakana, proizvodnju papira, bioplastike i drugih industrijskih materijala.
- Stvaranje stočne hrane: Poljoprivredni ostaci se koriste kao stočna hrana, smanjujući troškove hrane za stoku.
- Turizam: Cirkularna ekonomija može imati pozitivan utjecaj na turizam u Hrvatskoj, smanjenjem otpada i negativnih ekoloških utjecaja. Inicijative poput smanjenja plastične ambalaže i promicanja održivih praksi u turizmu su ključne.
- Inovacije i start-upovi: Cirkularna ekonomija otvara vrata za inovacije i razvoj novih tehnologija, čime se potiče osnivanje start-upova i novih poslovnih modela koji se temelje na održivosti.
- Edukacija i svijest: Edukacija i podizanje svijesti ključni su za uspješnu implementaciju cirkularne ekonomije. Hrvatska nastoji informirati građane, poduzeća i druge dionike o koristima cirkularnog modela.
- Suradnja i partnerstva: Cirkularna ekonomija zahtijeva suradnju različitih sektora, uključujući vladu, industriju, akademsku zajednicu i civilno društvo. Partnerstva se razvijaju kako bi se zajednički radilo na rješavanju izazova cirkularnog gospodarstva.
- Financiranje i potpora: Hrvatska traži načine kako osigurati financijsku potporu i poticaje za projekte usmjerene na cirkularnu ekonomiju. Ovo uključuje fondove EU, nacionalne poticaje i druge izvore financiranja.

Prema navedenim primjerima valorizacije poljoprivrednih ostataka može se zaključiti da ista ima brojne prednosti, uključujući smanjenje otpada, povećanje ekonomske iskoristivosti poljoprivredne proizvodnje, smanjenje negativnog utjecaja na okoliš, te doprinos održivoj poljoprivredi i cirkularnoj ekonomiji. Međutim, važno je osigurati da se ovi procesi provode na održiv način, uz poštivanje okolišnih standarda i optimalno korištenje resursa.

## **2.5. Ekonomska opravdanost primjene cirkularne ekonomije**

Prema Bavrka (2017.) profitiranje u kružnoj ekonomiji zasniva se na stvaranju dodatne vrijednosti kroz održivo iskorištavanje resursa, inovacije u dizajniranju proizvoda i usluga, smanjenje otpada, te promocija zelene poljoprivrede i recikliranja. Ova ekonomija može donijeti različite vrste profita, kako općenito za širu ekonomiju tako i za manja Obiteljska

poljoprivredna gospodarstva ili poduzeća. U nastavku slijedi nekoliko primjera koji mogu doprinijeti značajnom profitiranju u cirkularnoj ekonomiji poljoprivrede:

1. Smanjenje troškova - u kružnoj ekonomiji ponovna upotreba i recikliranje materijala, kao i sama optimizacija procesa smanjivanjem otpada mogu dovesti do pada troškova proizvodnje, komunalija i transporta.
2. Novi dizajn i inovacije - dizajniranje i inoviranje proizvoda i usluga za trajnost i ponovnu upotrebu može dovesti do stvaranja novih tržišta, poslovnih prilika i potražnje za proizvodima koji donose dugotrajniju vrijednost.
3. Promocija društvene odgovornosti i cirkularne poljoprivrede - održive proizvode i usluge preferira sve veći broj potrošača. Stvara se svijest o važnosti očuvanja okoliša i recikliranja materijala, pa samim time moguća i veća povjerljivost kupaca i povećanje prodaje proizvoda i usluga.
4. Kružno gospodarenje hranom - upotreba žetvenih ostataka i ostataka hrane moguće je upotrijebiti npr. za ishranu stoke ili pak za proizvodnju bioplina koji utječe na značajno smanjenje otpada, ali s druge strana za poduzeće to znači rast prihoda.
5. Razni poticaji od države i EU - širom svijeta vlade uvode poticaje i regulative koji potiču kružnu ekonomiju, što naravno može pomoći poduzećima da ostvare profite kroz održive prakse.

Dakle, prethodni primjeri ne samo da su primjeri kojima se ekonomski može profitirati, nego značajno unaprijedi poljoprivrednu praksu i svijest o cirkularnom sustavu u poljoprivredi. Kreiranje kružnog lanca u poljoprivredi u kojem se komponente i materijali ponovno upotrebljavaju može donijeti razne konkurentske prednosti, povećanje tržišnog udjela i bolje i brže odnose sa dobavljačima i potrošačima.

### **3. MATERIJAL I METODE**

Ovaj diplomski rad istražuje koncept cirkularne ekonomije i njezin gospodarski potencijal u kontekstu poljoprivrednih ostataka. Fokus je na održivom korištenju poljoprivrednih ostataka kako bi se stvorile nove vrijednosti, smanjila količina otpada i podržao trajnosti razvoja poljoprivrede. Od metoda koristit će deskriptivne statističke metode, metode indukcije, dedukcije, analize, sinteze, komparacije i kompilacije. U diplomskom radu utvrdit će se godišnji tehnički potencijal iskorištenja najvažnijih žitarica, uljarica, ostataka iz vinograda i voćnjaka (jabuka) na području Republike Hrvatske. U radu će se koristiti recentna i relevantna literatura iz područja istraživanja vezana za cirkularnu ekonomiju.

#### **3.1. Cilj rada**

Početak rada predstavlja teorijsku osnovu i objašnjenje teme cirkularne ekonomije, općenito funkcioniranje sustava i važnost njegove implementacije, a napravljena je i SWOT analiza njezinih prednosti, slabosti, prilika i prijetnji. Drugi dio rada, koji je ujedno i glavni cilj ovog diplomskog rada je utvrđivanje gospodarskog potencijala poljoprivrednih ostataka na području Republike Hrvatske za 2022. godinu. Odnosno, cilj rada je pružanje dubljeg uvida u ekonomske mogućnosti koje se pružaju kroz kružnu ekonomiju u Republici Hrvatskoj. Te prikazati kako kružna ekonomija može doprinijeti smanjenju negativnih utjecaja na okolinu i doprinijeti povećanju ekonomske dobiti za poljoprivredne proizvođače.



## 4. REZULTATI

### 4.1. SWOT analiza

Prema Štefanić (2015.) SWOT analiza se koristi kako bi se procijenili unutarnji (snage i slabosti) i vanjski (prilike i prijetnje) faktori nekog konkretnog područja ili strategije. U ovom slučaju, analizirat ćemo primjenu cirkularne ekonomije u poljoprivredi. Naravno, uz sve ranije navedene prednosti i razloge prelaska sa linearnog tradicionalnog načina proizvodnje na kružni način ipak postoje i neki nedostaci, te je upravo radi toga napravljena SWOT analiza.

SWOT analiza (tablica 1.) pruža okvir za razumijevanje ključnih faktora koji mogu utjecati na uspješnost primjene cirkularne ekonomije u poljoprivredi. Važno je uzeti u obzir ove faktore pri donošenju odluka o strategijama i pristupima koji će se primijeniti u poljoprivrednom sektoru. Snage cirkularne ekonomije u poljoprivredi uključuju smanjenje otpada kroz recikliranje i ponovnu uporabu resursa, što može rezultirati ekonomskim uštedama i smanjenjem negativnog utjecaja na okoliš, te upravo zbog toga dugoročna održivost predstavlja snagu cirkularne poljoprivrede jer promovira praksu koja se može održavati u budućnosti bez iscrpljivanja resursa i štete okolišu. Inovacije u tehnologiji i pristupima poljoprivredi mogu potaknuti učinkovitiju uporabu resursa i smanjenje troškova proizvodnje. Prelazak na kružni model u poljoprivredi može prouzrokovati promjene u uobičajenim rutinama i praksama što može izazvati otpor među poljoprivrednicima pa je zbog toga promjena rutina jedna od slabosti ove strategije, što često uključuje i visoke početne troškove. Edukacija i svijest među poljoprivrednicima i potrošačima o konceptu cirkularne ekonomije predstavljaju izazov, jer zahtijevaju vremenski i edukacijski napor. Dok, prijetnje cirkularnoj poljoprivredi uključuju moguće promjene zakonodavstva i politika koje bi mogle otežati ili potpuno zabraniti određene prakse, kao i globalne klimatske promjene koje mogu utjecati na uvjete uzgoja i dostupnost resursa.

Tablica 1. SWOT analiza cirkularne ekonomije u poljoprivredi

SNAGE	SLABOSTI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smanjenje otpada</li> <li>• Manja konkurencija</li> <li>• Dugotrajna održivost</li> <li>• Inovacije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Početni troškovi</li> <li>• Obrazovanje i svijest</li> <li>• Promjena rutina</li> <li>• Varijabilnost rezultata</li> </ul>
PRILIKE	PRIJETNJE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rastuća potražnja za organskom hranom</li> <li>• Poticaji i podrška</li> <li>• Partnerstva i suradnja</li> <li>• Ekološka svijest potrošača</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promjene zakonodavstva.</li> <li>• Konkurencija i globalno tržište</li> <li>• Nestabilna klima</li> <li>• Resursne ograničenosti</li> </ul>

Izvor: Autor

Razumijevanje svih faktora iz tablice 1., istraživanja literature ove teme i dobra edukacija o cirkularnoj ekonomiji prije prelaska na istu ključna je za razvoj strategija koje će podržati uspješnu primjenu kružne ekonomije u poljoprivredi.

#### 4.2. Tehnički potencijal poljoprivrednih ostataka

Tehnički potencijal biomase označava maksimalnu količinu biomase koja se može očekivati kao dostupna za različite namjene, uključujući proizvodnju energije, organska gnojiva, kompostiranje i druge industrijske primjene. Ovaj potencijal varira ovisno o vrsti usjeva, uvjetima uzgoja i tehnologijama koje se primjenjuju pri žetvi i obradi. Važno je naglasiti da tehnički potencijal biomase često premašuje stvarnu količinu koja se koristi, jer se mnoge biomase često ne iskorištavaju u potpunosti, a gubici pri žetvi i obradi također utječu na smanjenje konačnog tehničkog potencijala biomase. Stoga je važno razmotriti održive prakse i tehnologije kako bi se maksimizirala iskoristivost biomase i smanjili gubici u procesu

proizvodnje. Odluke o upotrebi biomase trebaju se temeljiti na sveobuhvatnim studijama koje detaljno analiziraju vrste biomase, njihove količine, prostornu distribuciju te lokalne mogućnosti za njenom primjenom. Osim toga, potrebno je razviti nacionalnu i regionalnu strategiju za iskorištavanje ovih obnovljivih resursa, uzimajući u obzir tri ključna aspekta: ekološke, ekonomske i tržišne te socijalne faktore koji utječu na korištenje biomase na lokalnoj i regionalnoj razini (Martinov i sur., 2019.). Navedeni podaci poticaj su za izračun tehničkog potencijala najznačajnijih poljoprivrednih ostataka, da bi se razmotrile mogućnosti i načini toga iskorištenja, sve u sklopu važne uporabe cirkularne ekonomije u poljoprivredi. U 2022. godini, Republika Hrvatska je ostvarila raznovrsne poljoprivredne uspjehe širom svojih županija. Temeljem podataka Agencije za plaćanje u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju (APPRRR 2022.), ističu se razne količine proizvedene hrane u županijama, obuhvaćajući različite kulture i usjeve (APPRRR, 2022.).

U tablici 2. su prikazane karakteristike žetvenih ostataka različitih usjeva koji su korišteni u ovom istraživanju. Na temelju tih karakteristika izračunat je tehnički potencijal biomase pšenice, ječma, kukuruza, suncokreta, uljane repice, soje, šećerne repe, vinograda i jabuka. Izraženi su u tonama žetvenih ostataka, za regije Panonske i Sjeverne Hrvatske tijekom 2022. godine. Podaci prema tablici 2. ukazuju da žetveni ostaci, odnosno ukupni potencijal biomase obuhvaća višegodišnju proizvodnju ostataka iz sektora poljoprivrede i šumarstva unutar regija. Važno je napomenuti da cjelokupni potencijal biomase nije potpuno iskoristiv kao izvor energije. Dio ovih ostataka mora ostati na terenu kako bi se osigurala zaštita tla, prehrana i stelja životinja, kao i zbog gubitaka tijekom postupka sakupljanja i prijevoza (Ćosić, 2011.). Pšenična slama ostaje na polju kao nusproizvod nakon žetve pšenice i drugih žitarica. Količina slame koja se generira na polju značajno varira, ovisno o uvjetima uzgoja i obujmu usjeva. Važno je naglasiti da nije preporučljivo potpuno uklanjati svu ovu slamu s polja, posebno u regijama gdje se uzgaja pšenica.

Tablica 2. Karakteristike žetvenih ostataka

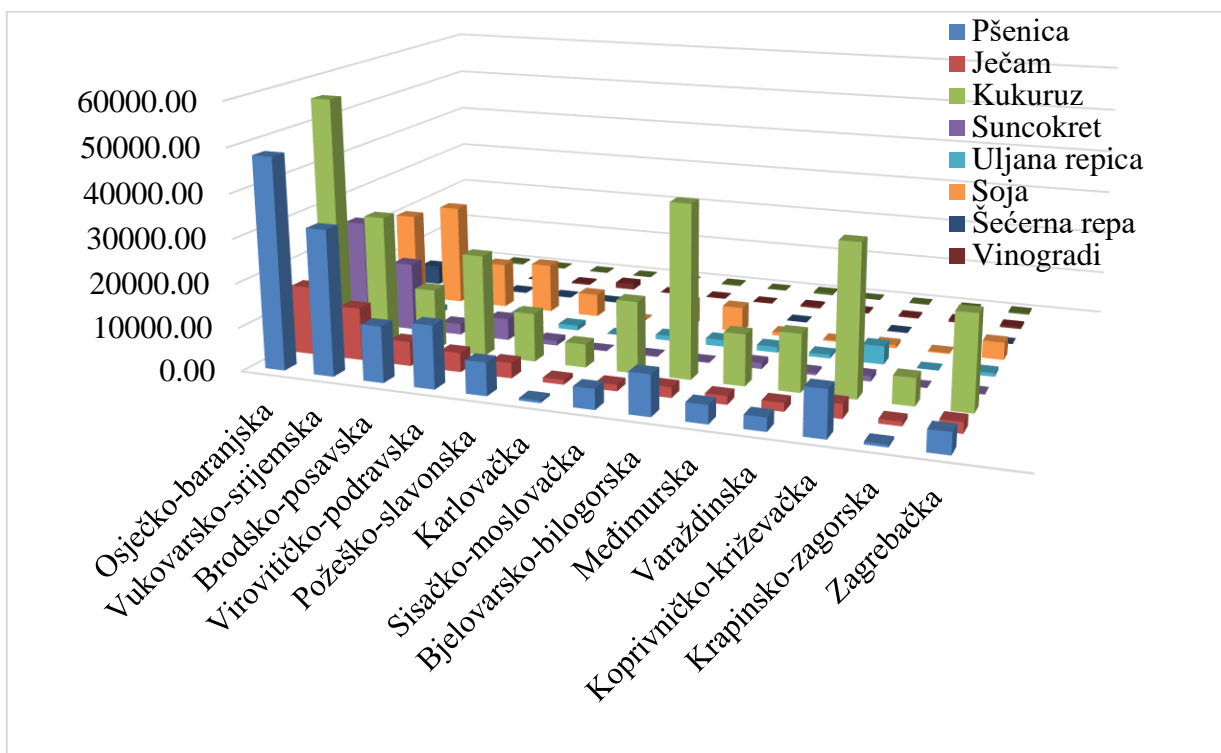
	Pš.	Ječ.	Kuk.	Sunc.	Ulj. r.	Soja	Šeć. r.	Vinog.	Jab.
<b>Žetveni omjer i</b>									
<b>ostatci</b>	1.60	1.30	1.20	3.00	2.00	2.50	0.13	0.89	1.05
<b>vinograda/jabuka</b>									
<b>Biomasa potrebna</b>	1.50	1.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.50	0.00	0.00
<b>za zaštitu tla</b>									
<b>Biomasa potrebna</b>	1.20	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>za stočarstvo</b>									
<b>Gubici pri žetvi</b>	/	/	0.15	0.15	0.15	0.15	0.09	0.00	0.00

Izvor: Izradio Autor prema Jelić Milković i sur., 2021.

Prilikom uklanjanja žetvenih ostataka s polja treba se voditi računa o zadovoljavanju održivosti poljoprivredne proizvodnje, jer poljoprivredni ostaci imaju važnu ulogu u agronomskom sustavu i imaju izravan i neizravan utjecaj na fizikalna, biološka i kemijska svojstva tla, a prekomjerno uklanjanje ostataka može dugoročno narušiti produktivnost tla (Jelić Milković i sur., 2021.). Npr. očuvanje određenog dijela slame na terenu ima višestruku ulogu. Prvo, slama djeluje kao prirodna zaštita tla od erozije koju uzrokuju vjetrovi i kiša. Drugo, dio pšenične slame koristi se kao prostirka za stoku i kao sastojak ishrane za životinje (Ćosić i sur., 2011.). Prema istraživanju Tarkalsona i sur. (2009), preporučuje se da se slama ne uklanja sa zemljišta ako je prinos zrna pšenice manji od 3.128 kg/ha. Međutim, ako prinos zrna prelazi 6.800 kg/ha, moguće je ukloniti više od 3.969 kg slame/ha bez negativnih učinaka na organski ugljik u tlu (Bavrka, 2017.).

Prema Jelić Milković i sur. (2021.) tehnički potencijal žitarica i uljarica izračunava se temeljem ukupnog potencijala biomase, odnosno ukupne količine slame kukuruzovine. Nažalost, podaci o ukupnim količinama žetvenih ostataka, uključujući slamu, stabljike i lišće nisu lako dostupni u literaturi niti u statičkim bazama podataka stoga ih je potrebno izračunati kao rezultat množenja ukupne proizvodnje žitarica ili uljarica u tonama (t) i odgovarajućeg žetvenog omjera ili indeksa, koji prikazuje odnos između mase zrna i mase ostataka, kao što su stabljike, lišće ili slama kukuruzovine. U nastavku rada izračunati su tehnički potencijali poljoprivrednih ostataka po županijama Sjeverne i Panonske Hrvatske. No, prije početka samog izračuna bilo je potrebno

prikupiti podatke o odabranim kulturama, kao što su prvenstveno ukupne površine iz 2022. godine (grafikon 4.) i prosječni prinosi za razdoblje od 2016. do 2021. godine (tablica 3.).



Grafikon 4. Ukupne površine (ha) pod najvažnijim ratarskih kulturama, vinogradima i voćnjacima (jabuka) na području županija Panonske i Sjeverne Hrvatske u 2022. godini

Izvor: Autor prema podacima APPRRR-a

Grafikon 4. prikazuje površine (ha) pod najvažnijim ratarskim kulturama, vinogradima i voćnjacima (jabuka) u županijama Panonske i Sjeverne Hrvatske koji su obilježili prethodnu 2022. godinu. Sve županije zajedno su obuhvatile 281.909,54 ha pod kukuruzom. Osječko-baranjska županija imala je najveću proizvodnju kukuruza, s čak 56.145,09 ha pod ovim ključnim usjevom. Slijedi je Vukovarsko-srijemska s 29.855,09 ha, te Brodsko-posavska s 14.039,69 ha. Suprotno tome, najmanja proizvodnja kukuruza zabilježena je u Krapinsko-zagorskoj županiji sa samo 10,51 ha. Iza kukuruza, kultura sa najvećim površinama je pšenica sa ukupno 153.030,63 ha, zatim soja 89.717,22 ha i ječam 56.881,33 ha. Prema grafikonu 4. Osječko-baranjska županija dominira s površinama u svim kulturama. Što je vidljivo i na primjeru proizvodnje pšenice gdje ukupne površine iznose 47.888,32 ha, dok Vukovarsko-

srijemska županija ima drugu najveću površinu pod pšenicom sa 32.928,19 ha. Panonska Hrvatska bogata je voćnjacima jabuka, pri čemu Osječko-baranjska županija ima najviše zasađenih voćnjaka čak 593,10 ha. Općenito, ukupne površine pod jabukama u Republici Hrvatskoj iznose 2.838,80 ha, a pod vinogradima 7.983,13 ha. Vinogradi su značajno rasprostranjeni u Varaždinskoj (285,14 ha) i Bjelovarsko-bilogorskoj županiji (74,82 ha). Što se tiče uljarica, suncokret se proizvodi na ukupno 52.718,95 ha, a uljana repica na 22.324,02 ha. Promatrajući graf može se zaključiti da kultura koja se isto ističe u jednoj mjeri jeste šećerna repa jer je u četiri županije uopće nema. Odnosno, to su Karlovačka, Sisačko-moslavačka, Bjelovarsko-bilogorska i Krapinsko-zagorska županija. Dakako, šećerna repa je najrasprostranjenija u Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji, kao i sve druge kulture.

Tablica 3. prikazuje prosječne prinose (t/ha) odabranih kultura za razdoblje od 2016. do 2021. godine. Kao što je vidljivo iz tablice, prosječni prinosi pšenice iznose 5,86 t/ha, ječma 4,90 t/ha, a kukuruza 8,18 t/ha. Što se tiče uljarica, suncokret se ističe sa 2,98 t/ha, a uljana repica sa 3,23 t/ha. Sojini prosječni prinosi iznose 2,91 t/ha, a šećerne repe 67,07 t/ha. Dakako, tu su i jabuke i vinogradi. Jabuke po ha imaju prosječno 13,33 t, a vinogradi 5,74 t.

Tablica 3. Prosječni prinos (t/ha) najvažnijih kultura u RH za razdoblje od 2016. do 2021. godine

<b>Kultura</b>	Pš.	Ječ.	Kuk.	Sunc.	Ulj. r.	Soja	Šeć. r.	Vinog.	Jab.
<b>Prinos (t/ha)</b>	5.86	4.90	8.18	2.98	3.23	2.91	67.07	5.74	13.33

Izvor: DZS, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

U nastavku rada izračunati su tehnički potencijali poljoprivrednih ostataka po županijama Sjeverne i Panonske Hrvatske. Prva županija po redu (tablica 4.) je Osječko-Baranjska županija koja je ujedno najveća po površinama. Tehnički potencijal biomase obuhvaća količinu biomase koja je dostupna nakon što se oduzmu dijelovi koji su potrebni za zaštitu tla, stočarstvo i gubici pri žetvi. Tablica 4. prikazuje da se najveći tehnički potencijal ostvaren je prilikom proizvodnje pšenice.

Tablica 4. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Osječko-baranjske županije u 2022. godini

**Osječko-baranjska županija**

<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo (t)</b>	<b>Gubici pri žetvi (t)</b>	<b>Tehnički potencijal biomase (t)</b>
Pšenica	449.000,89	71.832,48	95.415,60	/	281.752,81
Ječam	99.605,21	234.544,92	39.756,50	/	36.393,79
Kukuruz	551.120,20	275.560,10	/	82.668,03	192.892,07
Suncokret	220.257,28	110.128,64	/	33.038,59	77.090,05
Uljana repica	35.874,77	17.937,39	/	5.381,22	12.556,17
Soja	150.163,20	45.048,96	/	22.524,48	82.589,76
Šećerna repa	39.976,38	19.988,19	/	3.597,87	16.390,31
Vinogradi	11.153,35	/	/	/	11.153,35
Jabuke	8.301,32	/	/	/	8.301,32

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Odnosno, Osječko-baranjska županija ima impresivan ukupni potencijal biomase pšenice od 449.000,89 t. Međutim, iz tablice je vidljivo da se znatan dio te biomase koristi za zaštitu tla (71.832,48 t) i stočarstvo (95.415,60 t), dok je tehnički potencijal za daljnju preradu ili druge svrhe 281.752,81 t. Kukuruz se također ističe kao jedan od najznačajnijih usjeva s iznimnim ukupnim potencijalom biomase od 551.120,20 t. Unatoč velikim gubicima pri žetvi (82.668,03 t), tehnički potencijal za daljnju preradu iznosi značajnih 192.892,07 t. Što se tiče uljarica, suncokret predstavlja jednu značajnu sirovinu za biomasu u regiji čiji tehnički potencijal u 2022. godini iznosi 77.090,05 t. Uljana repica se izdvaja sa ukupnim tehničkim potencijalom od 35.874,77 t, od čega tehnički potencijal nakon potrebnih oduzimanja biomasa za zaštitu i za gubitke pri žetvi iznosi 12.556,17 t. Tehnički potencijal biomase soje iznosi značajnih 82.589,76 t, a ječma 36.393,79 t. Ovi tehnički potencijali biomase mogu se iskoristiti za proizvodnju obnovljive energije, organskih gnojiva, stočne hrane i drugih proizvoda, pridonoseći održivom razvoju regije.

Važno je da se svi ranije navedeni resursi koriste u skladu s najboljim praksama kako bi se maksimizirali ekonomska korist, smanjili gubici pri žetvi i podržali održivu poljoprivredu u Osječko-baranjskoj županiji. Šećerna repa, vinogradi i jabuke su kulture koje imaju manje tehničke potencijale biomase u usporedbi s ostalim usjevima, ali njihova biomasa također može uvelike doprinijeti lokalnoj održivosti i ekonomiji.

Osječko-baranjska županija ostvaruje visoke rezultate biomase zbog niza povoljnih faktora. Poljoprivredni sektor u Osječko-baranjskoj županiji je tradicionalno razvijen, a i moderni poljoprivredni pristupi i tehnologije dodatno pomažu u povećanju prinosa usjeva. Regija naravno ima velike površine pod raznim poljoprivrednim kulturama poput pšenice, kukuruza i soje pa zato i imaju visok tehnički potencijal biomase. Također, županija kao centralni dio Slavonije i Baranje ima povoljne klimatske uvjete, plodna tla i dobar pristup resursima poput vode, što potiče produktivnost usjeva. Kao rezultat ovih čimbenika, Osječko-baranjska županija postiže visoke rezultate u proizvodnji biomase, pružajući resurse koji se mogu iskoristiti za različite svrhe, uključujući proizvodnju energije, organskih gnojiva i druge industrijske primjene.

Prema tablici 5. pšenica i kukuruz su također najveći proizvođači biomase u županiji s ukupnim potencijalom od 308.734,71 t pšenice, i 293.057,56 t kukuruza, iz čega tehnički potencijal iznosi ukupno 228.554,02 t za pšenicu i 102.570,15 t za kukuruz. Kao i za Osječko-baranjsku županiju ovo ukazuje na važnost uporabe ovih usjeva u kontekstu proizvodnje biomase. Vidljivo je da je velik dio biomase iz ovih usjeva potreban za stočarstvo (30.788,40 t pšenice i 12.828,50 t ječma), ali i dalje ostaje značajan tehnički potencijal iskoristivosti za daljnju upotrebu. Ukupni potencijal biomase suncokreta iznosi 140.939,01 t, od čega se značajan dio koristi za zaštitu tla (70.469,51 t). Tehnički potencijal biomase suncokreta iznosi 49.328,65 t. Uljana repica ima manji ukupni potencijal biomase (7.992,57 t) i relativno nisku upotrebu za zaštitu tla (3.996,29 t), te iz ovoga tehnički potencijal iznosi 2.797,40 t. U usporedbi sa uljanom repicom vinogradima pripada potencijal biomase od 7.838,53 t, a jabukama 5.143,57 t bez upotrebe za zaštitu tla ili stočarstvo. Kultura koja se također značajno ističe je soja koja ima veliki ukupni potencijal biomase od 172.434,96 t s ograničenom upotrebom za zaštitu tla od 51.730,49 t, a tehnički potencijal iznosi 94.839,23 t.



Tablica 5. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Vukovarsko-srijemske županije u 2022. godini

**Vukovarsko-srijemska županija**

<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo (t)</b>	<b>Gubici pri žetvi (t)</b>	<b>Tehnički potencijal biomase (t)</b>
Pšenica	308.734,71	49.392,29	30.788,40	/	228.554,02
Ječam	76.576,13	18.032,06	12.828,50	/	45.715,57
Kukuruz	293.057,56	146.528,78	/	43.958,63	102.570,15
Suncokret	140.939,01	70.469,51	/	21.140,85	49.328,65
Uljana repica	7.992,57	3.996,29	/	1.198,89	2.797,40
Soja	172.434,96	51.730,49	/	25.865,24	94.839,23
Šećerna repa	30.571,00	15.285,50	/	2.751,39	12.534,11
Vinogradi	7.838,53	/	/	/	7.838,53
Jabuke	5.143,57				5.143,57

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Tablica 6. prikazuje ukupni potencijal biomase u Brodsko-posavskoj županiji za 2022. godinu. Najznačajniji podaci uključuju ukupni potencijal biomase za pšenicu (119.637,85 t), kukuruz (137.813,60 t) i soju (76.335,48 t). Ovo su kulture koje su i po prijašnjim tablicama ostvarivale najveće potencijale što ukazuje na bogatstvo resursa biomase u županijama Panonske Hrvatske pružajući prilike od ekonomskog razvoja, smanjenja emisija stakleničkih plinova i održive poljoprivredne prakse jer se na taj način podržava ekološki prihvatljiv agrarni sektor. Osim pšenice, ječma i kukuruza, tablica također ukazuje na značajne potencijale biomase u drugim kulturama Brodsko-posavske županije. Npr. soja, s ukupnim potencijalom biomase od 76.335,48 t, pruža mogućnosti za proizvodnju energije i razvoj drugih industrijskih sektora. Također, uljana repica, sa svojim tehničkim potencijalom biomase od 4.126,14 t, može doprinijeti održivoj poljoprivrednoj praksi i diversifikaciji prihoda za lokalne poljoprivrednike.

Tablica 6. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Brodsko-posavske županije u 2022. godini

**Brodsko-posavska županija**

<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo (t)</b>	<b>Gubici pri žetvi (t)</b>	<b>Tehnički potencijal biomase (t)</b>
Pšenica	119.637,85	19.140,02	18.840,00	/	81.657,84
Ječam	35.572,56	8.376,59	7.850,00	/	19.345,98
Kukuruz	137.813,60	68.906,80	/	20.672,04	48.234,76
Suncokret	22.695,35	11.347,68	/	3.404,30	7.943,37
Uljana repica	11.788,98	5.894,49	/	1.768,35	4.126,14
Soja	76.335,48	22.900,65	/	11.450,32	41.984,52
Šećerna repa	2.339,77	1.169,89	/	210,58	959,31
Vinogradi	711,42	/	/	/	711,42
Jabuke	2691,53	/	/	/	2691,53

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Tablica 7. tehničkog potencijala biomase Virovitičko-podravske županije za 2022. godinu pokazuje slične podatke kao i prijašnji rezultati biomase usjeva drugih županija Panonske Hrvatske. To ukazuje na slične poljoprivredne prakse i usjeve koji su rasprostranjeni. Ponovno pokazuje značajan potencijal biomase iz usjeva pšenice, kukuruza i soje. Pšenica ima ukupni potencijal od 134.286,17 t, kukuruz 227.388,82 t, a soja 83.428,32 t. Ječam ima ukupni potencijal biomase od 27.973,15 t, s tehničkim potencijalom biomase od 12.314,57 t. Nadalje, tehnički potencijal drugih usjeva kao što su suncokret iznosi 15.711,77 t, dok je ukupni potencijal istog 44.890,78 t. Dakle, 22.445,39 t je biomase potrebno za zaštitu tla, a značajni su i gubici pri žetvi koji iznose 6.733,62 t. No i dalje tehnički potencijal ostaje velika prilika za upotrebu na drugi, održivi način. Druge kulture (uljana repica, šećerna repa, vinogradi i jabuke) se ne izdvajaju posebno po svojim biomasama. Najmanji tehnički potencijal biomase pripada šećernoj repi, gdje je 1.062,12 t potrebno za zaštitu tla, a 191,18 t su gubici pri žetvi.

Tablica 7. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Virovitičko-podravske županije u 2022. godini

**Virovitičko-podravska županija**

<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo (t)</b>	<b>Gubici pri žetvi (t)</b>	<b>Tehnički potencijal biomase (t)</b>
Pšenica	134.286,17	21.483,50	21.771,60	/	91.031,07
Ječam	27.973,15	6.587,09	9.071,50	/	12.314,57
Kukuruz	227.388,82	113.694,41	/	34.108,32	79.586,09
Suncokret	44.890,78	22.445,39	/	6.733,62	15.711,77
Uljana repica	17.055,30	8.527,65	/	2.558,30	5.969,36
Soja	83.428,32	25.028,50	/	12.514,25	45.885,57
Šećerna repa	2.124,23	1.062,12	/	191,18	870,94
Vinogradi	1.887,73	/	/	/	1.887,73
Jabuke	2122,15	/	/	/	2122,15

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Tablica 8. pokazuje da ukupni potencijal pšenice iznosi 70.413,57 t. Od toga oduzeta biomasa potrebna za zaštitu tla (11.264,97 t) i biomasa potrebna za stočarstvo (10.855,20 t) daje tehnički potencijal biomase od 48.293,41 t. Ječam također ima značajan potencijal biomase s ukupnim potencijalom od 22.433,36 t, a od toga tehnički potencijal biomase iznosi 12.627,78 t. Iako kukuruz ima najveći ukupni potencijal biomase od 108.850,61 t, važno je napomenuti da znatan dio ove biomase odlazi na zaštitu tla (54.425,30 t) i gubitke pri žetvi (16.327,59 t). Stoga, unatoč većem ukupnom potencijalu u usporedbi s pšenicom, tehnički potencijal kukuruza (38.097,71 t) ostaje manji od pšenice zbog značajnih gubitaka pri žetvi i potrebne biomase za stočarstvo. Soja također doprinosi ukupnom potencijalu biomase sa 38.798,59 t. Tehnički potencijal biomase soje iznosi 21.339,23 t, potičući korištenje ovog resursa za različite svrhe. Vinogradima pripada ukupni potencijal biomase od 7.287,01 t, a jabukama od 1.912,20 t. Suncokret doprinosi sa ukupnim potencijalom biomase od 10.135,28 t, a šećerna repa tek sa 207,23 t.

Tablica 8. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Požeško-slavonske županije u 2022. godini

**Požeško-slavonska županija**

<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo (t)</b>	<b>Gubici pri žetvi (t)</b>	<b>Tehnički potencijal biomase (t)</b>
Pšenica	70.413,57	11.264,97	10.855,20	/	48.293,40
Ječam	22.433,36	5.282,58	4.523,00	/	12.627,78
Kukuruz	108.850,61	54.425,30	/	16.327,59	38.097,71
Suncokret	10.135,28	5.067,64	/	1.520,29	3.547,35
Uljana repica	7.391,27	3.695,64	/	1.108,69	2.586,95
Soja	38.798,59	11.639,58	/	5.819,79	21.339,23
Šećerna repa	505,45	252,72	/	45,49	207,23
Vinogradi	7.287,01	/	/	/	7.287,01
Jabuke	1.912,20	/	/	/	1.912,20

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Prema tablici 9. kukuruz ima visok ukupni potencijal biomase od 52.662,25 t. Veliki dio ove biomase (26.331,13 t) potrebno je za zaštitu tla, dok su gubici pri žetvi značajni i iznose 7.899,34 t, što rezultira tehničkim potencijalom biomase od 18.431,79 t. Pšenica ima negativan tehnički potencijal od -2.409,63 t zbog male proizvodnje, a velikog broja goveda, dok je ječam s 2.547,30 t uporabniji u tehnološkom smislu. Suncokret ima ukupni potencijal biomase od 22,89 t, s malim količinama potrebnim za zaštitu tla i gubitke pri žetvi, čime se dobiva tehnički potencijal biomase od 8,01 t. Kod uljane repice su slični rezultati. Ukupni potencijal iznosi 13,89 t, s malim gubicima pri žetvi i biomasom potrebnom za zaštitu tla, rezultirajući tehničkim potencijalom biomase od 4,86 t. Rezultati ovako niskih tehničkih potencijala su dakako zbog malih površina nad ovim kulturama u Karlovačkoj županiji. Suncokret se prostire na tek 2,56 ha, a uljana repica na 2,15 ha. Vinogradi i jabuke također imaju gotovo iste rezultate tehničkih potencijala. Vinogradi se ističu sa rezultatom od 440,11 t biomase tehničkog potencijala, a jabuke sa 454,19

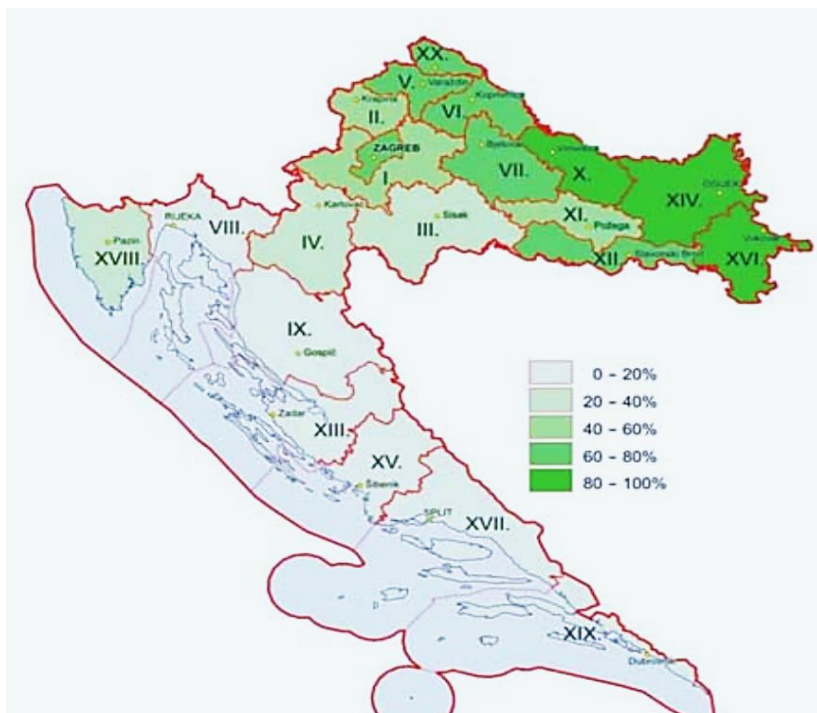
t. Tablica jasno ukazuje na odsutnost rezultata za šećernu repu što se može objasniti nepostojanjem površina pod šećernom repom u Karlovačkoj županiji.

Tablica 9. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Karlovačke županije u 2022. godini

<b>Karlovačka županija</b>					
<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo (t)</b>	<b>Gubici pri žetvi (t)</b>	<b>Tehnički potencijal biomase (t)</b>
Pšenica	5.271,28	843,32	6.837,60	/	-2.409,63
Ječam	7.058,41	1.662,11	2.849,00	/	2547,30
Kukuruz	52.662,25	26.331,13	/	7.899,34	18.431,79
Suncokret	22,89	11,44	/	3,43	8,01
Uljana repica	13,89	6,94	/	2,08	4,86
Soja	1.636,66	491,00	/	245,50	900,16
Šećerna repa	/	/	/	/	/
Vinogradi	440,11	/	/	/	440,11
Jabuke	454,19	/	/	/	454,19

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Karlovačka županija ističe se kao županija s najmanjim potencijalima biomase od svih analiziranih županija, a to se naravno može pridodati nekoliko čimbenika. Prvo, važno je istaknuti da je potencijal biomase izravno povezan s površinama pod određenim kulturama. U Karlovačkoj županiji, čini se da su površine pod kulturama kao što su pšenica, ječam, kukuruz, suncokret, uljana repica i soja relativno manje u usporedbi s drugim županijama kao što je slučaj u analiziranoj 2022. godini. To znači da je količina biomase koja se može generirati iz ovih kultura također manja. Drugo, nepovoljni faktori kao što su tlo, klimatski uvjeti i geografski položaj mogu negativno utjecati na uspješnost uzgoja određenih kultura i potencijal biomase. Ako su tla manje plodna ili klima manje povoljna za rast određenih usjeva, to može ograničiti njihov potencijal za proizvodnju biomase.



Slika 2. Postotak oranica u odnosu na ukupnu poljoprivrednu površinu u Republici Hrvatskoj

Izvor: Ivanović i Glava, 2013.

Slika 2. jasno prikazuje kako se Karlovačka županija nalazi u kategoriji s postotkom oranica između 20,0 % i 40,0 %, što znači da su obradive površine značajan, ali ne dominantan dio njenih poljoprivrednih površina. Ovo sugerira raznolikost u poljoprivredi s različitim vrstama kultura i upotrebom zemljišta. S druge strane, regija Slavonije i Baranje se ističe sa postotkom oranica između 80,0 % i 100,0 %, što ukazuje na visok udio obradivih površina. Ova razlika odražava različite agroekološke uvjete i upotrebu zemljišta u tim regijama, što naravno utječe na vrste usjeva, poljoprivredne prakse i ono što je u ovom radu ključno, biomasu poljoprivrednih ostataka. Odnosno, usporedbi s regijama poput Slavonije i njenih županija, kao što su Osječko-baranjska i Vukovarsko-srijemska, gdje su tla plodnija, klima povoljnija i površine pod određenim kulturama veće, rezultati analize pokazuju bolje potencijale biomase. U konačnici, niski potencijali biomase u Karlovačkoj županiji vjerojatno su posljedica kombinacije faktora, uključujući površine pod određenim kulturama, agroekološke uvjete i regionalne ekonomske prioritete (Ivanović i Glavaš, 2013.)

Tablica 10. prikazuje kako su u Sisačko-moslavačkoj županiji najveći potencijali zabilježeni za kukuruz s ukupnim potencijalom biomase od impresivnih 160.556,59 t, od čega oduzeta biomasa potrebna za zaštitu tla (80.2779,29 t) i gubici pri žetvi (24083,49 t) daju tehnički potencijal biomase od 56.194,81 t. Sojin ukupni potencijal biomase iznosi 42.505,28 t, od čega je 12.751,58 t potrebno za zaštitu tla i 6.375,79 t gubici pri žetvi. Pšenica ima tehnički potencijal od 1.475,08 t, a s druge strane zabrinjavajući je negativni rezultat potencijala ječma -7.417,52 t. Suncokret i uljana repica imaju također manje potencijale biomase, te se šećerna repa uopće ne proizvodi u Sisačko-moslavačkoj županiji u analiziranoj godini.

Tablica 10. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Sisačko-moslavačke županije u 2022. godini

**Sisačko-moslavačka županija**

<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo (t)</b>	<b>Gubici pri žetvi (t)</b>	<b>Tehnički potencijal biomase (t)</b>
Pšenica	43.308,03	6.928,55	34.904,40	/	1.475,08
Ječam	9.320,84	2.194,86	14.543,50	/	-7.417,52
Kukuruz	160.556,59	80.278,29	/	24.083,49	56.194,81
Suncokret	1.784,53	892,27	/	267,68	624,59
Uljana repica	7.298,19	3.649,09	/	1.094,73	2.554,36
Soja	42.505,28	12.751,58	/	6.375,79	23.377,90
Šećerna repa	/	/	/	/	/
Vinogradi	865,79	/	/	/	865,79
Jabuke	3.913,98	/	/	/	3.913,98

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Prema tablici 11. kukuruz ponovno prednjači s impresivnim ukupnim potencijalom biomase od 384.213,55 t, i tehničkim potencijalom od 134.474,74 t. Uz to, soja i pšenica također doprinose značajnim ukupnim potencijalima od 42.377,68 t i 86.769,72 t. Ječam, s ukupnim potencijalom od 15.160,73 t, pokazuje negativan tehnički potencijal od popriličnih -14.644,30 t, što

definitivno ukazuje na izazove u iskorištavanju ječma kao resursa biomase u ovoj županiji. U Bjelovarsko-bilogorskoj županiji također nema površina pod šećernom repom, pa tako nema ni rezultata biomasa za istu. Suncokret, uljana repica i ječam, imaju nešto manji ukupni potencijal u odnosu na prije navedene kulture, ali i oni također pridonose raznolikosti poljoprivrede županije. Suncokretu tehnički potencijal biomase iznosi 501,62 t, uljanoj repici 3.530,39 t. Vidljivo je kako uljanoj repici značajan dio biomase otpada na biomasu potrebnu za zaštitu tla i na gubitke pri žetvi. Sveukupno ta brojka zbrajajući ove biomase iznosi 6.556,45 t. Vinogradi imaju najmanji tehnički potencijal biomase koji iznosi 382,22 t.

Tablica 11. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Bjelovarsko-bilogorske županije u 2022. godini

**Bjelovarsko-bilogorska županija**

<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo (t)</b>	<b>Gubici pri žetvi (t)</b>	<b>Tehnički potencijal biomase (t)</b>
Pšenica	86.769,72	13.881,68	62.964,00	/	9.924,05
Ječam	15.160,73	3.570,03	26.235,00	/	-14.644,30
Kukuruz	384.213,55	192.106,78	/	57.632,03	134.474,74
Suncokret	1.433,17	716,59	/	214,98	501,61
Uljana repica	10.086,84	5.043,42	/	1.513,03	3.530,39
Soja	42.377,68	12.713,30	/	6.356,65	23.307,72
Šećerna repa	/	/	/	/	/
Vinogradi	382,22	/	/	/	382,22
Jabuke	1468,51	/	/	/	1.468,51

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Međimurska županija pokazuje potencijale biomase poljoprivrednih ostataka (tablica 12.) za 2022. godinu. Kukuruz se iznova ističe kao usjev s najvećim ukupnim potencijalom biomase od 114.642,93 t i tehničkim potencijalom od 40.125,03 t, dok je pšenica također vrlo važna jer njen tehnički potencijal biomase iznosi 23.900,42 t. Ječam je treća kultura sa najvećim ukupnim



potencijalom biomase i iznosi 12.428,06 t, iz čega je 2.926,55 t potrebno na zaštitu tla i 3.788,00 t za biomasu za stočarstvo što na kraju rezultira tehničkim potencijalom biomase od 5.713,52 t.. Jabuke čine 6.421,73 t potencijala biomase što je visoki potencijal, posebice ukoliko ga uspoređujemo sa potencijalima biomase jabuka drugih županija gdje je isti znatno niži.

Tablica 12. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Međimurske županije u 2022. godini

<b>Međimurska županija</b>					
<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo (t)</b>	<b>Gubici pri žetvi (t)</b>	<b>Tehnički potencijal biomase (t)</b>
Pšenica	39.274,94	6.283,32	9.091,20	/	23.900,42
Ječam	12.428,06	2.926,55	3.788,00	/	5.713,52
Kukuruz	114.642,93	57.321,46	/	17.196,44	40.125,03
Suncokret	12.191,57	6.095,78	/	1.828,74	4.267,05
Uljana repica	8.555,88	4.277,94	/	1.283,38	2.994,56
Soja	5.743,54	1.723,06	/	861,53	3.158,95
Šećerna repa	823,26	411,63	/	74,09	337,54
Vinogradi	2.102,34	/	/	/	2.102,34
Jabuke	6.421,73	/	/	/	6.421,73

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Prema tablici 13. ukupni potencijal biomase pšenice iznosi 28.875.64 t, a ječma 12.313,46 t od čega je 7.208,40 t biomase pšenice i 3003,50 t ječma potrebno oduzeti za stočarstvo, rezultirajući vrlo dobrim tehničkim potencijalima pšenice od 17.047,63 t i ječma od 6.410,40 t.. Kukuruz ima najveći ukupni potencijal koji iznosi 129.351,65 t, od čega se mora odbiti 84.078,34 t biomase čiji je jedan dio potreban za zaštitu tla, a drugi za gubitke pri žetvi pri čemu dobijemo tehnički potencijal biomase kukuruza od 45.278,95 t. Iz ovih brojki je vidljivo da je veća količina biomase potrebna za zaštitu i gubitke pri žetvi nego što se može dobiti kao tehnički potencijal biomase. No, važno je za napomenuti kako 45.272,97 t i dalje predstavlja značajnu

količinu biomase koja se može upotrijebiti na druge načine u smislu cirkularne ekonomije, kao što je npr. proizvodnja energije ili industrijska primjena. Tehnički potencijal biomase šećerne repe je najmanji i iznosi tek 59,23 t, a iza nje idu jabuke sa 610,23 t tehničkog potencijala biomase.

Tablica 13. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Varaždinske županije u 2022. godini

<b>Varaždinska županija</b>					
<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo (t)</b>	<b>Gubici pri žetvi (t)</b>	<b>Tehnički potencijal biomase (t)</b>
Pšenica	28.875,64	4.619,61	7.208,40	/	17.047,63
Ječam	12.313,46	2.899,56	3003,50	/	6.410,40
Kukuruz	129.351,65	64.675,65	/	19.402,69	45.272,95
Suncokret	4.771,46	2.385,73	/	715,72	1.670,01
Uljana repica	5.644,43	2.822,21	/	846,66	1.975,55
Soja	2.295,70	688,71	/	344,35	1.262,63
Šećerna repa	144,48	72,24	/	13,00	59,23
Vinogradi	1.456,67	/	/	/	1.456,67
Jabuke	610,23	/	/	/	610,23

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Prema tablici 14. vidljivo je da pšenica prednjači s ukupnim potencijalom od 98.901,99 t, dok kukuruz također značajno doprinosi s potencijalom od 334.768,79 t, i velikim tehničkim potencijalom od 117.169,08 t. Suncokret, uljana repica, soja, te manje značajne kulture u ovoj tablici također doprinose tehničkom potencijalu, ali u manjim količinama. Npr., uljana repica ima ukupni potencijal od 27.252,67 t, a soja 5.774,75 t, od čega je za uljanu repicu potrebno 13.626,34 t biomase za zaštitu tla i 4.087,90 t za gubitke pri žetvi. Za soju je potrebno 1.732,42 t biomase za zaštitu tla, i 866,21 t za gubitke pri žetvi. Ove brojeve dovode do tehničkog potencijala soje od 3.176,11 t i uljane repice od 9.538,44 t. Vinogradi i jabuke zajedno čine

2.756,24 t tehničkog potencijala biomase. Što se tiče ječma, ponovno ima negativan potencijal od -9.461,52 t.

Tablica 14. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Koprivničko-križevačke županije u 2022. godini

**Koprivničko-križevačka županija**

<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo (t)</b>	<b>Gubici pri žetvi (t)</b>	<b>Tehnički potencijal biomase (t)</b>
Pšenica	98.901,99	15.822,63	60.856,80	/	22.222,56
Ječam	20.791,42	4.895,94	25.357,00	/	-9461,52
Kukuruz	334.768,79	167.384,40	/	50.215,32	117.169,08
Suncokret	10.923,25	5.461,62	/	1.638,49	3.823,14
Uljana repica	27.252,67	13.626,34	/	4.087,90	9.538,44
Soja	5.774,75	1.732,42	/	866,21	3.176,11
Šećerna repa	743,91	371,96	/	66,95	305,00
Vinogradi	1.318,94	/	/	/	1.318,94
Jabuke	1.437,30	/	/	/	1.437,30

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Važno je za napomenuti da iako vinogradi i jabuke ne pridonose velikim količinama biomase kao što to čine neki drugi usjevi, njihova održiva uporaba kao izvor biomase može doprinijeti smanjenju otpada i boljem iskorištavanju resursa u poljoprivredi. Recimo, mogućnosti korištenja biomase vinograda je prilikom obrezivanja vinove loze, određeni dijelovi kao što su reznik i trske mogu se koristiti kao biomasa, ti otpadni dijelovi sadrže drvenasti materijal koji može biti koristan za proizvodnju peleta ili briketa za grijanje. Kod prerađivačkim pogonima, ostaci poput kora, sjemenki i otpalog voća mogu se pretvoriti u biogorivo ili kompost (Ivanović i Glavaš, 2013.)

Krapinsko-zagorska županija imala je različite potencijale biomase (tablica 15.) u 2022. godini. Kukuruz ponovno ima najveći ukupni potencijal od 61.416,62 t, no isto tako su u tablici vidljivi značajni gubici pri žetvi (9.212,49 t) i biomasa potrebna za zaštitu tla (30.708,31 t). Stoga, iako je ukupni potencijal visok, tehnički potencijal biomase kukuruza iznosi tek 21.495,82 t. Ječam također ima veći ukupni potencijal biomase u ovom slučaju, iako dosta manji u usporedbi s kukuruzom. Ukupni potencijal je 6.587,22 t, te uz oduzimanje potrebnih biomasa dobivamo rezultat tehničkog potencijala ječma od 1.438,37 t. Pšenica ima ukupni potencijal biomase od 5.388,19 tona, no zabilježen je negativan tehnički potencijal od -4.109,03 t. Uljarice imaju manje tehničke potencijale. Suncokret se ističe sa 32,89 t tehničkog potencijala biomase, a uljana repica sa tek 6,38 t. Šećerna repa ponovno nije u površinama ove županije, no zato se vinogradi ističu sa značajnim potencijalom biomase koji iznosi 2.845,23 t.

Tablica 15. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Krapinsko-zagorske županije u 2022. godini

**Krapinsko-zagorska županija**

<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla (t)</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo (t)</b>	<b>Gubici pri žetvi (t)</b>	<b>Tehnički potencijal biomase (t)</b>
Pšenica	5.388,19	862,02	8.635,20	/	-4.109,03
Ječam	6.587,22	1.551,15	3.598,00	/	1.438,37
Kukuruz	61.416,62	30.708,31	/	9.212,49	21.495,82
Suncokret	93,96	46,98	/	14,09	32,89
Uljana repica	18,22	9,11	/	2,73	6,38
Soja	1.628,58	488,57	/	244,29	895,72
Šećerna repa	/	/	/	/	/
Vinogradi	2.845,23	/	/	/	2845,23
Jabuke	489,88	/	/	/	489,88

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Prema tablici 16. Zagrebačka županija posjeduje raznorazne potencijale biomase kultura, s kukuruzom kao vodećom kulturom u ukupnom potencijalu, dok druge kulture, poput vinove loze, i voćnjaka, također doprinose raznolikosti i potencijalu biomase u županiji, ali u manjoj mjeri. Recimo, jabuke u ovoj županiji imaju zaista veliki ukupni potencijal biomase od 4.766,65 t, što ukazuje na mogućnost korištenja ostataka iz voćarske proizvodnje u mnoge druge svrhe. Kukuruz ima tehnički potencijal biomase od 73.983,43 t. Da bi se dobio ovaj tehnički potencijal potrebno je odbiti 105.690,61 t za potrebe za zaštitu tla i 31.707,18 t za gubitke pri žetvi. Šećerna repa ima nizak ukupni potencijal biomase od 0,70 t i tehnički potencijal biomase od 0,29 t, no ovaj podatak isto tako sugerira da postoji mala prisutnost ove kulture u županiji. Pšenica u Zagrebačkoj županiji ima ukupni potencijal biomase od 44.952,17 t, no bilježi negativan tehnički potencijal od -7.767,41 t. Ječam ima ukupni potencijal biomase od 16.067,62 t, ali također ima negativan tehnički potencijal od -6.685,96 t. Negativni rezultati su ponajviše rezultat potrebne velike količine biomase za stočarstvo.

Tablica 16. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Zagrebačke županije u 2022.

**Zagrebačka županija**

<b>Usjev</b>	<b>Ukupni potencijal biomase</b>	<b>Biomasa potrebna za zaštitu tla</b>	<b>Biomasa potrebna za stočarstvo</b>	<b>Gubici pri žetvi</b>	<b>Tehnički potencijal biomase</b>
Pšenica	44.952,17	7.191,58	45.528,00	/	-7767,41
Ječam	16.067,62	3.783,58	18.970,00	/	- 6685,96
Kukuruz	211.831,23	105.690,61	/	31.707,18	73.983,43
Suncokret	1.168,91	584,45	/	175,34	409,12
Uljana repica	5.240,16	2.620,08	/	786,02	1.834,06
Soja	29.570,04	8.871,01	/	4.435,51	16.263,52
Šećerna repa	0,70	0,35	/	0,06	0,29
Vinogradi	2.513,69	/	/	/	2.513,69
Jabuke	4.766,65	/	/	/	4.766,65

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Tablica 17. pruža sveobuhvatan pregled tehničkog potencijala biomase poljoprivrednih ostataka u 13 županija, odnosno županija Panonske i Sjeverne Hrvatske za 2022. godinu.

Tablica 17. Tehnički potencijal županija Panonske i Sjeverne Hrvatske u 2022.

### 13 županija (Panonska i Sjeverna Hrvatska)

Usjev	Ukupni potencijal biomase	Biomasa potrebna za zaštitu tla	Biomasa potrebna za stočarstvo	Gubici pri žetvi	Tehnički potencijal biomase
Pšenica	1.434.815,15	229.545,94	413.696,40	/	791.572,81
Ječam	361.888,16	85.216,99	172.373,50	/	104.297,67
Kukuruz	2.767.224,05	1.383.612,02	/	415.083,61	968.528,42
Suncokret	471.307,43	235.653,72	/	70.696,11	164.957,60
Uljana repica	144.213,17	72.106,58	/	21.631,98	504.74,61
Soja	652.638,77	195.807,83	/	97.903,92	358.981,02
Šećerna repa	77.229,17	38.614,58	/	6.950,63	31.663,96
Vinogradi	40.803,03	/	/	/	40.803,03
Jabuke	39.733,24	/	/	/	39.733,24

Izvor: Izračun autora prema podacima APPPR-a i DZS-a, 2022., Zeleno izvješće, 2021.

Naravno, županije su različite po svom potencijalu. Slavonija, s obiljem oranica i povoljnim uvjetima, ima znatno veći potencijal od drugih regija, dok regije s nižim potencijalom moraju tražiti druge načine za razvoj obnovljivih izvora energije, ali svakako svi usjevi značajno doprinose ukupnom potencijalu biomase, pri čemu kukuruz ima najveći ukupni potencijal od čak 2.767.224,05 t. Isto tako, vidljivo je i da postoji visoka potreba za biomasom u svrhu zaštite tla (1.383.612,02 t) te se ostvaruju i veliki gubitci pri žetvi (415.083,61 t). Ali svakako unatoč ovim količinama kukuruz rezultira velikim tehničkim potencijalom biomase od 968.528,42 t. Pšenica i ječam imaju tehničke potencijale biomase od 791.572,81 t za pšenicu i 104.297,67 t za ječam. Kako se te dvije kulture često sade u rotaciji s kukuruzom, njihov potencijal doprinosi ukupnom potencijalu biomase. Soja i uljana repica također zaslužuju pažnju. Soja ima tehnički potencijal biomase od 35.981,02 t, dok uljana repica od 50.474,61 t. Vinogradi i jabuke, iako

manje zastupljeni u ukupnom potencijalu biomase, još uvijek pridonose s respektabilnim brojkama. Vinogradi imaju potencijal od 40.803,03 t, dok jabuke imaju 39.733,24 t. Ovi podaci sugeriraju mogućnost korištenja ostataka iz voćarske proizvodnje za različite svrhe, posebno proizvodnju bioenergije i organskih gnojiva.

## 5. RASPRAVA

Tijekom ovog rada, istraživana je tema cirkularne ekonomije, s posebnim naglaskom na korištenje poljoprivrednih ostataka kao ključnog resursa za postizanje održivijeg gospodarstva. Na temelju prikupljenih informacija, analiza, i izračunatih tehničkih potencijala, dolazimo do nekoliko važnih zaključaka i ključnih aspekata rasprave. Jedna od glavnih stavki vidljivih u ovom radu jest da je cirkularna ekonomija nužnost za očuvanje okoliša. Poljoprivredni ostaci, poput žetvenih ostataka i nusproizvoda, često se tretiraju kao otpad, što može rezultirati negativnim utjecajem na okoliš. Očuvanje tih resursa za tlo pomaže u održavanju ravnoteže organske tvari, hranjivih sastojaka i smanjenju erozije. Osim toga, recikliranje poljoprivrednih ostataka smanjuje potrebu za konvencionalnim gnojivima i kemijskim sredstvima, što doprinosi smanjenju negativnih ekoloških utjecaja.

Glavni cilj ovog rada bio je utvrditi gospodarski potencijal poljoprivrednih ostataka u Republici Hrvatskoj za 2022. godinu. Ukupno gledano, prema izračunatim tehničkim potencijalima analizirane županije posjeduju značajan potencijal za eksploataciju biomase, koja može biti od koristi u proizvodnji energije, kao sirovina za organska gnojiva, i u raznim drugim industrijskim primjenama. Korištenje ovih resursa ima potencijal potaknuti ekonomski razvoj ovih regija i istodobno doprinijeti smanjenju negativnih ekoloških utjecaja. Ključno je postići ravnotežu između eksploatacije ovih prirodnih resursa i očuvanja okoliša, promičući održive poljoprivredne prakse koje će dugoročno donositi koristi. Tablice prikazuju varijacije u tehničkim potencijalima biomase među različitim županijama. Primjerice, neke županije imaju značajno veće količine žetvenih ostataka u usporedbi s drugima. To sugerira da bi razvoj cirkularne ekonomije u poljoprivrednom sektoru trebao uzeti u obzir regionalne razlike i specifične uvjete svake županije. Ječam i pšenica su u nekoliko županija pokazale negativan tehnički potencijal biomase, što može biti rezultat različitih faktora. Prema Ivanović i Glavaš (2013.) negativan potencijal može proizići iz nedostatka infrastrukture ili tehnologija za učinkovito korištenje ječma kao biomase, nedostatka tržišta ili potražnje za ječmenom biomasom, te konkurencije s drugim kulturama koje možda nude bolje ekonomske izgledе. Također, ekološki i agronomski uvjeti, kao i specifičnosti regije, mogu utjecati na negativan tehnički potencijal. Stoga, kako bi se iskoristio potencijal biomase u tim županijama potrebno je istražiti ove čimbenike i razviti strategije za njihovo prevladavanje kako bi se postigao



održiviji i pozitivan doprinos regionalnoj biomasi i poljoprivredi. Naravno, ponajviše negativni potencijali u analiziranim županijama nastali su zbog postojanja značajnog broja goveda koja zahtijevaju hranu bogatu vlaknima. Budući da ječam i pšenica imaju manju energetska vrijednost u usporedbi s nekim drugim usjevima, poput kukuruza, potrebna je veća količina ove biomase kako bi se osigurala dovoljna prehrana stoci. Dakle, ako je proizvodnja ječma i pšenice relativno mala u određenoj županiji, to znači da je dostupna količina biomase također ograničena. To na kraju rezultira negativnim tehničkim potencijalom jer je dostupna biomasa manja od potreba za zaštitom tla i stočarstvom. U takvim slučajevima, važno je razmotriti mjere za optimizaciju procesa smanjenja gubitaka, kao i prilagodbu usjeva ili uzgoj drugih kultura koje bi mogli bolje odgovarati tim uvjetima. Također, ovaj rad zbog toga može potaknuti istraživanja i razvoj tehnologija koje bi pomogle povećati proizvodnju biomase uz istovremeno smanjenje gubitaka, što bi pozitivno utjecalo na tehnički potencijal biomase u toj regiji. U konačnici, unatoč negativnim tehničkim potencijalima usjeva ječma i pšenice u nekim županijama, ukupna količina biomase svih kultura i svih županija Panonske i Sjeverne Hrvatske ostaje značajna i predstavlja veliku priliku za iskoristivost. To se posebno odnosi na županije kao što su Osječko-baranjska i Vukovarsko-srijemska gdje su rezultati iznimno dobri.

Rezultati ovog diplomskog rada pružaju temelje za daljnje istraživanje i praktičnu primjenu cirkularnih principa u poljoprivredi Republike Hrvatske. Odnosno, dobiveni podaci o tehničkom potencijalu i ekonomskim mogućnostima postaju ključni alati za razvoj održivih strategija i politika u poljoprivredi, čime se doprinosi stvaranju održive budućnosti za okoliš i ekonomiju. Proučavajući ekološku, tehničku, ekonomsku i društvenu dimenziju ovog problema, rad pruža temelje za daljnje napore usmjerene prema implementaciji i poboljšanju cirkularnih principa i bolje iskorištavanje biomase u poljoprivrednom sektoru s ciljem postizanja održivosti, i bolje budućnosti za sve.

## 6. ZAKLJUČAK

Tema cirkularne ekonomije, s posebnim naglaskom na korištenju poljoprivrednih ostataka kao resursa, pružila je duboko razumijevanje kompleksnosti ovog područja. Rad je pokazao da postoji veliki potencijal za transformaciju načina na koji tretiramo poljoprivredne ostatke, te kako te resurse možemo integrirati u ciklus proizvodnje i potrošnje. Prvenstveno, utvrđeno je da je cirkularna ekonomija nužnost za očuvanje okoliša i smanjenje negativnih ekoloških utjecaja. Poljoprivredni ostaci, kao žetveni ostaci i nusproizvodi, često se nepravedno tretiraju kao otpad, iako predstavljaju bogat izvor organske tvari i drugih hranjivih sastojaka za tlo. Njihovo zbrinjavanje ili izgaranje bez iskorištavanja njihove potencijalne vrijednosti predstavljaju gubitak resursa i povećavaju negativne utjecaje na okoliš.

Tehnički potencijal biomase, koji je izračunat na temelju dostupnih podataka, pokazao se kao značajan. Međutim, važno je napomenuti da se taj potencijal ne može u potpunosti iskoristiti. Dio žetvenih ostataka mora ostati na polju kako bi se očuvali resursi tla, a dio se koristi u drugim sektorima poput stočarstva. Rezultati rada također su pokazali naglasak za potrebom uporabe preciznijih mjerenja na terenu kako bi se bolje razumjelo stvarno stanje i potencijal biomase. Cirkularna ekonomija, koja uključuje održivo gospodarenje poljoprivrednim ostacima, ne samo da doprinosi zaštiti okoliša, već također otvara mogućnosti za stvaranje novih radnih mjesta i ekološki prihvatljivih proizvoda. Promicanje inovacija i edukacija o važnosti održivog upravljanja ovim resursima ključni su koraci prema ostvarenju bolje budućnosti za našu planetu i buduće generacije. Uzimajući u obzir tehničke potencijale, ograničenja i potrebu za očuvanjem prirodnih resursa, razvoj cirkularne ekonomije u poljoprivrednom sektoru postaje ne samo nužnost, već i prilika za pozitivne promjene i unapređenje ekonomske i ekološke održivosti.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Agencija za plaćanje u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju – APPRRR (2022.): Prikaz broja, površine ARKOD-a i broja PG-a s obzirom na veličinu i sjedište PG-a 31.12.2022., <https://www.apprrr.hr/arkod/> (15.08.2023.)
2. Andabaka, A., Beg, M., Gelo, T. (2018.): Challenges of Circular Economy in Croatia, *International Journal of Multidisciplinary in Business and Science*, vol. 4, no. 5, str. 115-125
3. Bavrka I. (2017.): Ekonomska opravdanost korištenja žetvenih ostataka za unaprjeđenje dohotka, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, <https://repositorij.agr.unizg.hr/islandora/object/agr%3A497/datastream/PDF/view> (02.09.2023.)
4. Brnčić M. (2016.): Cirkularna ekonomija i što bi to ona trebala biti, *Stručni časopis za trgovinu, Suvremena trgovina*, vol. 41, no. 3., str. 8-11.
5. Bušljeta Tonković, A. (2013): Plava ekonomija/recenzije i prikazi, *Sociologija i prostor, časopis za istraživanje prostornoga i sociokulturnog razvoja*, vol.51, .no.1, str.150 – 154., <https://hrcak.srce.hr/101803> (01.09.2023.)
6. Cvenić P. (2021.): Potencijali primjene kružne ekonomije u kontekstu održivog razvoja Republike Hrvatske, Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, diplomski rad, Osijek, <https://repositorij.unios.hr/islandora/object/pfos:2566/datastream/PDF/view> (25.08.2023.)
7. Ćosić B., Stanić Z., Duić N. (2011.): Geographic distribution of economic potential of agricultural and forestbiomass residual for energy use - Case study Croatia. *Energy* 36, str. 2017-2028.
8. Domanovac T., Sutlović I., Filipan V., Kučić Grgić D., Šabić Runjavec M., Vuković Domanovac M. (2021.): Projekcija količine i energetskeg potencijala miješanog komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj, *Kemija u industriji, časopis kemičara i kemijskih inženjera Hrvatske*, vol. 70, no. 11-12, str. 693-700.
9. Državni zavod za sttistiku - DZS (2022.): Rane procjene važnijih ranih usjeva u 2022. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2019/01-01-16\\_01\\_2019.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2019/01-01-16_01_2019.htm) (6.6.2023.)

10. Državni zavod za statistiku - DZS (2022.): Rane procjene važnijih kasnih usjeva u 2022. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2019/01-01-17\\_01\\_2019.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2019/01-01-17_01_2019.htm) (6.6.2023.)
11. Galić G. (2023.): Zbog nove metodologije, usporedbe s ranijim izvještajima o prikupljanju otpada nisu precizne, Faktograf.hr, <https://faktograf.hr/2023/09/04/zbog-nove-metodologije-usporedbe-s-ranijim-izvjestajima-o-prikupljanju-otpada-nisu-precizne/>
12. Pauli, G. (2012.): Plava ekonomija: 10 godina, 100 inovacija, izvješće podneseno Rimskom klubu, Varaždin
13. HRPSOR (2020.): Menadžerski vodič za kružno gospodarstvo. <https://www.hrpsor.hr/wp-content/uploads/2020/02/menadzerskivodiczakruznogospodarstvo.pdf> (30.08.2023.)
14. Ivanović M., Glavaš H. (2013.): Potencijali i mogućnosti korištenja biomase ratarske, voćarske i vinogradarske proizvodnje u energetske svrhe na području regije Slavonije i Baranje, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Elektrotehnički fakultet Osijek, str. 13-43., <http://www.panon.eu/tekst/hr/51/36%20studija%20biomasa.pdf> (05.09.2023.)
15. Jelić Milković, S., Lončarić, R., Sudarić, T., Deže, J., Lončarić, Z. (2021): Gospodarski potencijal poljoprivrednih ostataka na području Osječko-baranjske županije, 56. hrvatski i 16. međunarodni simpozij agronoma, str. 90-95.
16. Kružna ekonomija u poljoprivredi: <https://ekioglas.ba/edukacija/37/kruzna-ekonomija-u-poljoprivredi> (20.08.2023.)
17. Lončarić, R., Sudarić, T., Jelić Milković, S. (2021.): Circular economy and agricultural waste management in Croatia; 10th international scientific symposium region, entrepreneurship, development - Red Osijek, str. 787-799.
18. Martinov M., Scarlat N., Djatkov D., Francois Dallemard J., Viskovic M, Zezelj B. (2019.): Assessing sustainable biogas potentials— case study for Serbia, Biomass Conversion and Biorefinery 10, str. 367–381
19. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (MINGOR): Izvješće o komunalnom otpadu za 2022. godinu, <https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/otpad-registri-oneciscavanja-i-ostali-sektorski-pritisci/gospodarenje-otpadom-0> (28.8.2023.)

20. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (MINGOR): Zakoni i propisi iz područja gospodarenja otpadom (NN 84/21), <https://mingor.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug/uprava-za-procjenu-utjecaja-na-okolis-i-odrzivo-gospodarenje-otpadom-1271/zakoni-i-propisi-7637/zakoni-i-propisi-iz-podrucja-gospodarenja-otpadom/7593> (28.08.2023.)
21. Ministarstvo poljoprivrede (2021.): Godišnje izvješće o stanju poljoprivrede u 2021. godini, Zeleno izvješće, Zagreb, [https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/poljoprivredna\\_politika/zeleno\\_izvjesce/2122022ZelenoIzvjesce\\_2021.pdf](https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/poljoprivredna_politika/zeleno_izvjesce/2122022ZelenoIzvjesce_2021.pdf) (01.09.2023.)
22. Popović A. i Radivojević V. (2022.): The circular economy - principles, strategies and goals, Economics of sustainable development, vol 6., no. 1, str. 45-56.
23. Sinčić D. (2022.): Biootpad u cirkularnoj ekonomiji, Zagreb, <https://beta.finance.si//bmc/files//2022-12-19/DS-BIOOTPAD-U-CIRKULARNOJ-EKONOMIJI-06.05.2022-63a0464b849f2.pdf> (03.09.2023.)
24. Sudarić T., Cvenić P. Lončarić R. (2022.): Kružna ekonomija u kontekstu održivog razvoja, Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad, Požega, str. 107-118
25. Šišić I., Čehajić A., Rekanović A. (2013.): Istraživanje optimalnih rješenja valorizacije poljoprivredne biomase u energetske i druge svrhe, Univerzitet u Bihaću, Pape Ivana Pavla II 2/II Bihać, Rim, str. 545-650.
26. Štefanić I. (2015.): Inovativno poduzetništvo; priručnik za studente, inovativne poduzetnike i poduzetne znanstvenike, TERA Tehnopolis d.o.o., str. 125-128.
27. Šušak D. (2017.): Cirkularna ekonomija u recikliranju LCD-a, završni rad, Sveučilište u Zagrebu, <https://zir.nsk.hr/islandora/object/gfv%3A270/datastream/PDF/view> (28.08.2023.)

## 8. SAŽETAK

Cirkularna ekonomija predstavlja inovativni pristup gospodarenju resursima koji se temelji na minimiziranju otpada, ponovnoj upotrebi, recikliranju i obnovljivim izvorima. U kontekstu poljoprivrednih ostataka, cirkularna ekonomija otvara vrata održivom korištenju tih resursa radi stvaranja novih vrijednosti. Ovaj pristup ne samo da doprinosi očuvanju okoliša nego također ima potencijal za generiranje ekološki prihvatljivih radnih mjesta i smanjenje negativnih ekoloških utjecaja. Poljoprivredni ostaci, kao što su žetveni ostaci, izmeti domaćih životinja i ostaci iz industrije voća i vina, mogu se pretvoriti u različite proizvode kao što su organska gnojiva, kompost, prehrambeni proizvodi, farmaceutski proizvodi, električna energija i mnogi drugi. Ovaj pristup promovira održivo upravljanje poljoprivrednim ostacima, istražuje njihov ekonomski potencijal i potiče svijest o važnosti iskorištavanja ovih dragocjenih resursa za bolju budućnost i kvalitetniji okoliš.

Ključne riječi: cirkularna ekonomija, tehnički potencijal, poljoprivredni ostaci, biomasa, otpad, održivost

## **9. SUMMARY**

Circular economy represents an innovative approach to resource management, based on waste minimization, reuse, recycling, and renewable sources. In the context of agricultural residues, circular economy opens doors to sustainable utilization of these resources for the creation of new value. This approach not only contributes to environmental preservation but also has the potential to generate eco-friendly employment opportunities and reduce negative ecological impacts. Agricultural residues, such as crop leftovers, domestic animal waste, and byproducts from the fruit and wine industry, can be transformed into various products, including organic fertilizers, compost, food items, pharmaceuticals, electric energy, and many more. This approach promotes sustainable management of agricultural residues, explores their economic potential, and fosters awareness about the importance of harnessing these valuable resources for a better future and a healthier environment.

Key words: circular economy, technical potential, agricultural residues, biomass, waste, sustainability

## 10. POPIS TABLICA

Tablica 1. SWOT analiza cirkularne ekonomije u poljoprivredi.....	14
Tablica 2. Karakteristike žetvenih ostataka.....	16
Tablica 3. Prosječni prinos (t/ha) najvažnijih kultura u RH za razdoblje od 2016. do 2021. godine .....	18
Tablica 4. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Osječko-baranjske županije u 2022. godini .....	19
Tablica 5. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Vukovarsko-srijemske županije u 2022. godini .....	21
Tablica 6. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Brodsko-posavske županije u 2022. godini .....	22
Tablica 7. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Virovitičko-podravske županije u 2022. godini .....	23
Tablica 8. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Požeško-slavonske županije u 2022. godini .....	24
Tablica 9. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Karlovačke županije u 2022. godini .....	25
Tablica 10. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Sisačko-moslavačke županije u 2022. godini .....	27
Tablica 11. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Bjelovarsko-bilogorske županije u 2022. godini .....	28
Tablica 12. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Međimurske županije u 2022. godini .....	29
Tablica 13. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Varaždinske županije u 2022. godini .....	30
Tablica 14. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Koprivničko-križevačke županije u 2022. godini .....	31
Tablica 15. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Krapinsko-zagorske županije u 2022. godini .....	32



Tablica 16. Tehnički potencijal biomase poljoprivrednih ostataka Zagrebačke županije u 2022. .....	33
Tablica 17. Tehnički potencijal županija Panonske i Sjeverne Hrvatske u 2022. ....	34

## 11. POPIS SLIKA

Slika 1. Cirkularna ekonomija u poljoprivredi .....	3
Slika 2. Postotak oranica u odnosu na ukupnu poljoprivrednu površinu u Republici Hrvatskoj .....	26

## 12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Komunalni otpad u tonama u razdoblju od 2010.– 2022. ....	4
Grafikon 2. Postotak odloženog komunalnog otpada (2010. -2022.) u odnosu na ciljani postotak odlaganja otpada do 2035. godine .....	5
Grafikon 3. Gospodarenje nastalim biootpadom iz komunalnog otpada u periodu 2012.-2022. u tonama .....	7
Grafikon 4. Ukupne površine (ha) pod najvažnijim ratarskih kulturama, vinogradima i voćnjacima (jabuka) na području županija Panonske i Sjeverne Hrvatske u 2022. godini .....	17

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij Agroekonomika

Diplomski rad

Cirkularna ekonomija i gospodarski potencijal poljoprivrednih ostataka

Ana Malešević

## Sažetak:

Cirkularna ekonomija predstavlja inovativni pristup gospodarenju resursima koji se temelji na minimiziranju otpada, ponovnoj upotrebi, recikliranju i obnovljivim izvorima. U kontekstu poljoprivrednih ostataka, cirkularna ekonomija otvara vrata održivom korištenju tih resursa radi stvaranja novih vrijednosti. Ovaj pristup ne samo da doprinosi očuvanju okoliša nego također ima potencijal za generiranje ekološki prihvatljivih radnih mjesta i smanjenje negativnih ekoloških utjecaja. Poljoprivredni ostaci, kao što su žetveni ostaci, izmeti domaćih životinja i ostaci iz industrije voća i vina, mogu se pretvoriti u različite proizvode kao što su organska gnojiva, kompost, prehrambeni proizvodi, farmaceutski proizvodi, električna energija i mnogi drugi. Ovaj pristup promovira održivo upravljanje poljoprivrednim ostacima, istražuje njihov ekonomski potencijal i potiče svijest o važnosti iskorištavanja ovih dragocjenih resursa za bolju budućnost i kvalitetniji okoliš.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** dr.sc. Sanja Jelić Milković

**Broj stranica:** 47

**Broj grafikona i slika:** 6

**Broj tablica:** 17

**Broj literaturnih navoda:** 27

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** cirkularna ekonomija, tehnički potencijal, poljoprivredni ostaci, biomasa, otpad, održivost

**Datum obrane:** 28. rujna 2023.

## Stručno povjerenstvo za obranu:

1. prof. dr. sc. Ružica Lončarić, predsjednik
2. dr. sc. Sanja Jelić Milković, mentor
3. prof. dr. sc. Tihana Sudarić, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1

# BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
University Graduate Studies Agroecconomics

Graduate thesis

Circular economy and economic potential of agricultural residues in the Republic of Croatia

Ana Malešević

## Abstract:

Circular economy represents an innovative approach to resource management, based on waste minimization, reuse, recycling, and renewable sources. In the context of agricultural residues, circular economy opens doors to sustainable utilization of these resources for the creation of new value. This approach not only contributes to environmental preservation but also has the potential to generate eco-friendly employment opportunities and reduce negative ecological impacts. Agricultural residues, such as crop leftovers, domestic animal waste, and byproducts from the fruit and wine industry, can be transformed into various products, including organic fertilizers, compost, food items, pharmaceuticals, electric energy, and many more. This approach promotes sustainable management of agricultural residues, explores their economic potential, and fosters awareness about the importance of harnessing these valuable resources for a better future and a healthier environment.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** PhD Sanja Jelić Milković

**Number of pages:** 47

**Number of graphs and images:** 6

**Number of tables:** 17

**Number of references:** 27

**Original in:** Croatian

**Key words:** circular economy, technical potential, agricultural residues, biomass, waste, sustainability

**Thesis defended on date:** September 28th, 2023

## Reviewers:

1. PhD Ružica Lončarić, Full professor, president
2. PhD Sanja Jelić Milković, mentor
3. PhD Tihana Sudarić, Full professor, member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1