

Cirkularna ekonomija u poljoprivredi

Katunar, Hrvoje

Source / Izvornik: **Poljoprivreda u perspektivi održivosti, 2025, 165 - 178**

Book chapter / Poglavlje u knjizi

Publication status / Verzija rada: **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:192:861396>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-22**



SVEUČILIŠTE U RIJECI
EKONOMSKI FAKULTET

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Economics and Business - FECRI Repository](#)



CIRKULARNA EKONOMIJA U POLJOPRIVREDI

Hrvoje Katunar *



SAŽETAK

Cirkularna ekonomija je ekonomski model čiji je cilj eliminacija otpada i kontinuirana reuporaba resursa. U odnosu na tradicionalni linearni ekonomski model, cirkularni ekonomski model za cilj ima minimizirati *input* resursa, minimizirati otpad i promovirati regeneraciju prirodnih resursa potrebnih za proizvodnju. Ključni je cilj cirkularnoga ekonomskog modela kreirati održivu i otpornu poljoprivrednu ekonomiju koja će biti korisna društvu i okolišu. Tradicionalna poljoprivreda obiteljskog tipa prisutna na Mediteranu začetnik je cirkularnosti i učitelj *re-use* i *re-cycle* koncepta. Transformacija linearne resursno intenzivne poljoprivrede u cirkularni, održivi i otporni model proizvodnje donosi brojne prednosti za društvo i okoliš te uključuje prelazak s tradicionalnog „uzmi – iskoristi – baci” modela na model koji naglašava smanjenje otpada, reuporabu, recikliranje i obnovu resursa. EU i razvijena društva potiču cirkularne i održive prakse u poljoprivredi s ciljem osiguranja zaštite i unaprjeđenja okoliša, osiguranja kvalitete prehrane stanovništva, očuvanja klime, smanjenja utjecaja klimatskih promjena na društvo, povećanja robusnosti i otpornosti poljoprivredne proizvodnje te smanjenja ovisnosti o vanjskim dobavljačima sirovina i materijala. Potrebna kapitalna ulaganja na početku primjene koncepta i nedostatak znanja poljoprivrednika umanjuju intenzitet prijelaza na cirkularne i održive koncepte. Vinogradarstvo i vinarstvo te maslinarstvo i stočarstvo Mediterana primjenom se „vraćaju korijenima”, ali na novoj, visokoj tehnološkoj razini.

Ključne riječi: vinarstvo i vinogradarstvo, cirkularna ekonomija, mediteranske poljoprivredne kulture, cirkularnost u poljoprivredi, resursne petlje

UVOD

Predviđeni rast populacije, očekivano povećanje potrošnje resursa, naročito vode, energije, hrane i sirovina, globalne klimatske promjene, degradacije okoliša i sve veće potražnje za hranom povećavaju pritisak na poljoprivrednike i na zakonodavce koji kružno gospodarstvo (CE) vide kao obećavajuću strategiju za potporu održivoj, restaurativnoj i regenerativnoj poljoprivredi. Članice EU-a i centralna regulatorna tijela te tijela za financijsku potporu obvezale su se biti predvodnicima u provedbi programa održiva razvoja koji, između ostaloga, uključuju oblikovanje klimatskih politika, strategija i akcijskih planova te modeliranje emisija stakleničkih plinova s ciljem usporavanja negativnih klimatskih promjena, potpore dekarbonizaciji elektroenergetskih sustava i stvaranje regulatornih okvira pogodnih za energiju iz

* hrvoje.katunar@efri.uniri.hr, Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet
Katunar, H. (2025), Cirkularna ekonomija u poljoprivredi, u Katunar, J., Vrenetar, N., Jardas
Antonić, J. (ur.), Poljoprivreda u perspektivi održivosti, Sveučilište u Rijeci, Ekonomski
fakultet, Rijeka.

obnovljivih izvora, prelazak na klimatski neutralno gospodarstvo, kvalitetniji život stanovnika ruralnih područja i osiguravanje gospodarske stabilnosti ruralnih područja te prelazak na kružno gospodarstvo sa smanjenom proizvodnjom otpada i utjecaja na životnu sredinu.

EU i Ujedinjeni narodi u Agendi 2030 definirali su 17 ciljeva za održivo društvo koji, između ostaloga, uključuju: iskorjenjivanje siromaštva i gladi, priuštivu i čistu energiju, održive gradove i zajednice, odgovornu potrošnju i proizvodnju, očuvanje klime, mora i tla (*EC, The 2030 Agenda for Sustainable Development*).

Istraživanja pokazuju da se svjetska poljoprivredna proizvodnja mora povećati za 70 % kako bi se zadovoljila potražnja za hranom do 2050. (Velasco-Munoz i suradnici 2021; FAO 2009). Postizanje ovog cilja podrazumijeva dva moguća puta u tipičnom poslovnom scenariju:

- i. proširenje obrađenog zemljišta, koje je 2017. činilo približno 37 % ukupne raspoložive površine (FAOSTAT, 2020.), ili
- ii. povećanje proizvodnje na trenutačno obrađenim površinama, čime se obrađeno zemljište može proširiti do 38 %, uz povećanje potrošnje vode za 53 % na globalnoj razini (Alexander i suradnici 2015; Aznar-Sánchez i suradnici 2020; Velasco-Muñoz i suradnici 2018).

Stoga, iako je povećanje poljoprivredne proizvodnje održalo ravnotežu između proizvodnje i očuvanja prirode, stvorilo je ključni izazov u dugoročnom održivu upravljanju prirodnim resursima (Geissdoerfer i suradnici 2017; Ruff-Salís i suradnici 2020; Vanhamäki i suradnici 2020). Uz navedeno, potrebno je voditi računa i o potrebi iskorištavanja zemljišta za ostale aktivnosti i stanovanje (Host 2023), a zbog čega nije realno da će se poljoprivredne površine povećati u traženu obujmu, nego je potrebno pronaći održiva tehnološka rješenja koja će omogućiti povećanje proizvodnje bez značajne degradacije bioraznolikosti te ostvariti učinkovitost proizvodnje.

U tom kontekstu kružno gospodarstvo (engl. *circular economy – CE*) predstavlja obećavajuću strategiju za uštedu relevantnih i oskudnih resursa i smanjenje negativnih utjecaja poljoprivrednih aktivnosti na okoliš uz istodobno poboljšanje gospodarskih rezultata (Kuisma i Kahiluoto 2017; Stegmann i suradnici 2020). Kružno gospodarstvo u poljoprivredi prije svega podrazumijeva maksimizaciju uporabe trenutačno dostupnih i proizvedenih poljoprivrednih *inputa*, npr. stajski gnoj, uz korištenje što je moguće kraćim lancima opskrbe umjesto *inputa* koje je potrebno proizvesti. Isto tako, u kontekstu zaštite okoliša, cirkularnost u poljoprivredi podrazumijeva korištenje održivijim praksama za realizaciju poljoprivrednih aktivnosti i mehaničku, u odnosu na kemijsku, obradu tla. Održive prakse podrazumijevaju i korištenje životinjama i kukcima u procesu održavanja tla i oprašivanja biljaka, čime se i dodatno potpomaže bioraznolikost okoliša. U osnovi, konceptualni model kružne ekonomije temelji se na ideji da se resursima koristi na način koji minimizira otpad, optimizira upotrebu resursa i zadržava materijale u ekonomiji što je duže moguće. U osnovi se razlikuje od linearnog modela „uzmi – proizvedi – baci” jer teži održivijem pristupu kroz recikliranje, ponovnu uporabu, popravak i regeneraciju.

Glavne komponente kružne ekonomije uključuju:

1. dizajn proizvoda za dugovječnost – proizvodi se dizajniraju tako da traju duže, budu izdržljiviji i lakši za popravak i ponovnu uporabu. To znači i izbjegavanje štetnih materijala i jednostavnije rastavljanje za recikliranje;

2. optimizaciju resursa – iskorištavanje resursa na način koji smanjuje potrebu za sirovinama. To uključuje povećanje učinkovitosti, korištenje obnovljivim izvorima energije i smanjenje potrošnje resursa;

3. recikliranje i ponovno iskorištavanje – materijali koji su već iskorišteni prerađuju se i vraćaju u proizvodni proces, smanjujući potrebu za vađenjem novih sirovina;

4. održavanje i popravak – proizvodi se osmišljaju tako da se lako popravljaju, čime se produžuje njihov životni vijek i smanjuje količina otpada;

5. zatvoreni krugovi – cilj je stvoriti „zatvorene petlje“ u kojima otpad jednog procesa postaje sirovina za drugi, čime se smanjuje potreba za novim resursima i negativni utjecaj na okoliš. Kroz ovaj model ekonomija se usredotočuje na održivost, smanjenje otpada, očuvanje resursa i povećanje učinkovitosti, čime se postiže dugoročna ekonomska, društvena i ekološka korist. (Circular Innovation Council, 2024)

Shema modela kruznoga gospodarstva kojem je cilj smanjenje uporabe novih resursa i maksimizacija iskorištavanja i ponovne uporabe postojećih prikazana je u nastavku.



Shema 1. Model kruznoga gospodarstva
Izvor: Andabaka A. (2019)

Smanjenje ili eliminacija otpada te smanjenje uporabe energije ili uporaba energije koja je proizvedena lokalno i od obnovljivih izvora osnove su *re-use*, *re-cycle* i *re-generate* modela poljoprivredne proizvodnje. Uza suradnju svih zainteresiranih strana, što uključuje lokalne, regionalne i državne te zakonodavce EU-a, istraživačke centre, nevladine organizacije te privatne proizvođače u svim organizacijskim

oblicima, moguće je razviti robusnu i održivu poljoprivredu i proizvodnju hrane (FAOUN 2022).

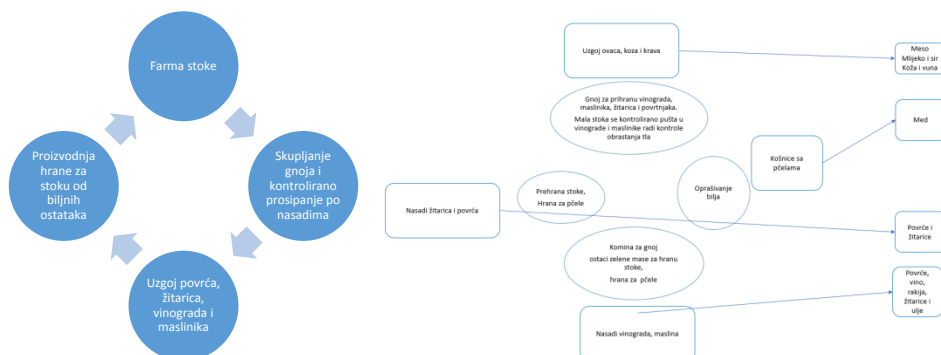
Cilj je ovog rada istražiti trenutačnu implementaciju i uporabu modela cirkularne ekonomije u kulturama mediteranske poljoprivrede, koristi i ograničenja cirkularnog modela i izazove s kojima se susreću poljoprivrednici u implementaciji modela. U radu se također predlaže osnovni konceptualni model cirkularne ekonomije u poljoprivredi mediteranskih kultura.

KONCEPTI PRIMJENE CIRKULARNE EKONOMIJE U MEDITERANSKOJ POLJOPRIVREDI

Osnovni koncepti primjene cirkularne ekonomije u uzgoju mediteranskih kultura nastavljaju se na povijesni koncept mediteranske poljoprivrede u kojem, najčešće, obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo obrađuje dostupno zemljište i, prema kategoriji tla i raspoloživoj površini, uzgaja i sadi povrtne kulture, vinograde, maslinike, uzgaja ovce, koze ili, rjeđe, krave. Također, povijesno gledano, obiteljsko gospodarstvo ima i pčele. Ispaša stoke uglavnom je ekstenzivna, ljeti na mediteranskim pašnjacima, a u kraćim zimskim periodima u štalama. Mesom i mlijekom koristi se za prehranu i proizvodnju sira, gnojem se koristi za rekuperaciju i obogaćivanje tla na kojem se uzgaja povrće, žitarice, vinogradi i maslinici. Vunom i kožom koristi se u proizvodnji odjeće. Koze i ovce kontrolirano se puštaju u vinograde i maslinike radi kontrole obrastanja tla. Pčele su na otvorenoj paši, u zonama vinograda, maslinika ili pašnjaka. Osim proizvodnje meda, pomažu u oprašivanju biljaka i u vrijeme cvatnje nasada košnice se namjerno sele bliže nasadima. Groždem iz vinograda koristi se u proizvodnji vina, a kominom najprije u proizvodnji rakije, a nakon toga, jednako kao i kominom iz maslinika, za prozračivanje i gnojenje tla. Plodom iz maslinika se koristi za proizvodnju ulja. Ostacima rezidbe u vinogradu i masliniku koristi se za zimsku prehranu stoke i grijanje ili kuhanje i pečenje rakije. Povrtnim kulturama i žitaricama koristi se za prehranu ljudi i stoke.

U nastavku je prikazana povijesna shema funkcioniranja poljoprivrednoga gospodarstva na prostoru Mediterana koja vizualizira međuovisnost kultura kojima se gospodarstvo bavi, robusnost takva gospodarstva i disperziju rizika proizvodnje „tvornice pod nebom“.

Shema tradicionalne cirkularne poljoprivrede u tipičnom poljoprivrednom gospodarstvu na Mediteranu prikazana je u nastavku (Shema 2).



Shema 2. Tradicionalna cirkularna poljoprivreda

Izvor: Izrada autora

Povijesni koncept poljoprivredne proizvodnje na Mediteranu uglavnom je napušten u drugoj polovici 20. stoljeća razvojem alata, umjetnih gnojiva, sredstava zaštite nasada te razvojem industrijske monokulture proizvodnje koja se temeljila na linearnome modelu (poznatom kao engl. *take-make-dispose*) poljoprivredne proizvodnje koji je u konačnici doveo do neodržive prekomjerne uporabe resursa i degradacije okoliša (Esposito i suradnici 2020).

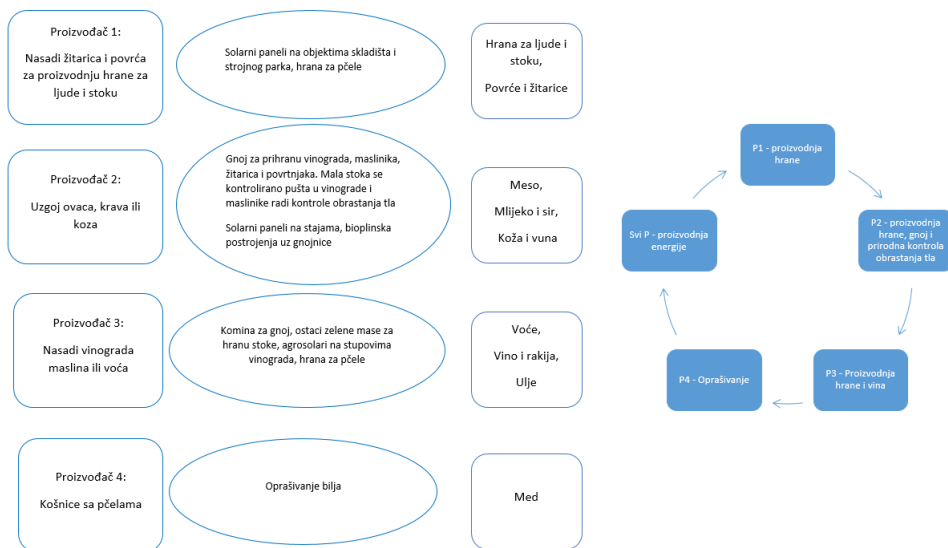
Posljednjih dvadesetak godina FAO (Agencija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda), kao i europska EFSA (European Food Safety Authority) i Europska komisija kroz DG AGRI (engl. *Directorate-general – Agriculture and Rural Development*) potiču promjenu modela te prilagođavaju zakonodavni okvir i financijske stimulacije razvoju održiva cirkularnog modela poljoprivredne proizvodnje s ciljem očuvanja i poboljšanja biološke raznolikosti i kvalitete tla i hrane. U 2019. godini Europska komisija je predstavila Europski zeleni plan (engl. *The European Green Deal*) kao osnovni strateški dokument kojim se sve buduće europske politike usmjeravaju k održivoj proizvodnji hrane uz zaštitu bioraznolikosti i postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine na razini cijeloga kontinenta. Europski zeleni plan pruža plan s mjerama za poticanje učinkovite uporabe resursa prelaskom na čisto, kružno gospodarstvo i zaustavljanje klimatskih promjena, ponovno zaustavljanje gubitka biološke raznolikosti i smanjenje onečišćenja. U njemu se navode potrebna ulaganja i dostupni alati za financiranje te se objašnjava kako osigurati pravednu i uključivu tranziciju (EC dokument 52019DC0640). Europski zeleni plan šira je strategija za postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine te kroz Zajedničku poljoprivrednu politiku, kao ključan alat za usmjeravanje poljoprivredne proizvodnje i ruralni razvoj, implementira svoje ciljeve.

Povijesni koncept u kojem jedno gospodarstvo zatvara cijeli proizvodni krug i gotovo je potpuno samodostatno vjerojatno nije moguće realizirati i pritom osigurati da tipično gospodarstvo bude ekonomski učinkovito i da razina proizvodnje hrane, mesa, vina i ulja količinski i cjenovno budu dostupni tržištu zbog nepostojanja čak ni minimalne komercijalne ekonomije obujma u proizvodnji bilo kojeg elementa iz proizvodne palete gospodarstva. Danas aktualni koncepti uključuju niz lokalno povezanih dionika koji se međusobno dopunjuju, a svaki od njih doseže razinu

učinkovitosti jednog ili nekoliko proizvoda koja omogućuje i ekonomski održivu proizvodnju. Zeleni plan i planovi održivosti ne očekuju da jedno gospodarstvo upravlja stokom, pčelama, proizvodnjom žitarica i vinogradima, ali predviđaju i očekuju te financijski potiču suradnju više gospodarstava koja funkcioniraju kao proizvodni prsten na određenoj lokaciji i komercijalno proizvode jedan ili više poljoprivrednih proizvoda te svoju proizvodnju dopunjuju proizvodnjom i dohotkom iz dodatnih i dopunskih aktivnosti kao što su proizvodnja energije ili turizam.

Međusobno dopunjavanje više proizvođača koji čine proizvodni ekosistem i koji kroza suradnju ostvaruju održivu cirkularnu proizvodnju cilj je procesa razvoja održive europske poljoprivrede. Pritom treba naglasiti da se u proizvodne *outpute* ubacuje i energija proizvedena od ostataka poljoprivredne proizvodnje, npr. proizvodnja struje iz bioplina, ili proizvodnja toplinske energije iz ostataka drvene sječke, ili proizvodnja električne energije pomoću sustava solarnih ploča ugrađenih na stupne konstrukcije kojima se koristi u vinogradima i povrtnjacima, agrosolari te solarni paneli na objektima poljoprivrednih proizvođača na stajama, objektima strojnih parkova i garaža. U modernoj cirkularnoj poljoprivredi očekuje se da će sada skup proizvođača koji čine robusni proizvodni prsten međusobno se dopunjujući, ali pritom pazeći na ekološku održivost i očuvanje bioraznolikosti, činiti stabilan stup lokalne proizvodnje hrane. Pritom će svaki od njih biti specijaliziran za pojedini segment, a svoj će ulazni *input* tražiti u otpadnom *outputu* drugih proizvođača u lancu. Na taj način podiže se razina uporabe i *recycle & reuse* segment cirkularne ekonomije.

Schema 3 s prikazom moderne cirkularne poljoprivrede prikazana je u nastavku.



Schema 3. Moderna cirkularna poljoprivreda
Izvor: Izrada autora

Cilj je zelenih planova i održivih strategija da u budućnosti svi proizvođači na određenom području budu međusobno povezani te da zajedno osiguravaju robusnu i održivu proizvodnju hrane i energije. Opskrbni lanci za stanovništvo kratki su i osiguravaju prehranu stanovništva zdravom i lokalno proizvedenom hranom u sustavu u kojem su proizvođači specijalizirani, ekonomski učinkoviti, izbjegavaju uporabu pesticida i oprezno se koriste resursima tla te potrošnjom vode. Nasadi su prilagođeni modernoj strojnoj obradi, ali i kontroli obrastanja tla sitnom stokom (podignuti nasadi) te je ugrađena infrastruktura za navodnjavanje i dohranu tla.

Pritom, a u skladu s razvojem tehnologije i dostupnim tehnološkim inovacijama, proizvođači se koriste dostupnim preciznim agrotehničkim praksama, primjerice senzorima vlažnosti tla radi primjene ciljana i učinkovita navodnjavanja, meteorološkim stanicama s algoritmom za praćenje mogućnosti razvoja bolesti i nadzor nasada dronovima sa senzorima za kontrolu stanja lista i ploda te prisutnosti štetnika radi minimiziranja uporabe zaštitnih sredstava.

Proizvedeni proizvodi i količinama i cijenom konkurentni su na tržištu, a kroz trgovačke sustave distribuiraju se potrošačima na širem području. Primjeri održive poljoprivrede i međusobno povezanih proizvođačkih lanaca prikazani su i na fotografijama u nastavku.



Slika 1. Kontrola obrastanja tla u vinogradu sitnom stokom

Izvor: <https://chatelaine.com/food/drinks/natural-wine-canada-faq/>,
<https://xforest.hu/okologiai-gazdalkodas/>



Slika 2. Kontrola vlažnosti tla te ciljano navodnjavanje i prihrana tla, proizvodnja energije agrosolarima

Izvor: <https://swarajyamag.com/science/young-chennai-startup-develops-cutting-edge-radar-imaging-technology-tailored-to-indias-needs>, <https://www.rivulis.com/drip-irrigation/>, <https://www.airclim.org/acidnews/agri-pv-useful-synergy-between-agriculture-and-solar-energy>

Implementacija cirkularne i održive ekonomije u poljoprivredi moguća je, ima brojne prednosti, kako ekološke tako i ekonomske, ali ima i niz ograničenja koje je potrebno prevladati u prijelazu iz linearne u cirkularnu poljoprivredu. Sam koncept kružne ekonomije u poljoprivredi Mediterana može biti prikazan na više načina. Postoje različiti nacrti konceptualnih modela kružne ekonomije, a oni vizualiziraju ključne procese i interakcije unutar sustava kružne ekonomije.

Neki od najpoznatijih modela uključuju:

1. leptir-dijagram (Ellen MacArthur Foundation 2015) Ovaj dijagram prikazuje kružnu ekonomiju kroz dva glavna ciklusa:
 - Biološki ciklus – fokusira se na materijale koji se mogu vratiti prirodi kroz procese poput kompostiranja i regeneracije. Ovi materijali ponovno se integriraju u biosferu.
 - Tehnički ciklus – odnosi se na proizvode i materijale koji se mogu ponovno uporabiti, popraviti, preurediti ili reciklirati. Ovdje je cilj zadržati proizvode u uporabi što duže kroz procese kao što su održavanje i obnova;

2. materijalni tok (*Material Flow Diagram*) (Eurostat 2024). Ovaj model pokazuje tok materijala kroz faze proizvodnje, iskorištavanja i ponovnog ciklusa. Osmišljen je kako bi istaknuo uloge koje materijali imaju u svakom koraku, uključujući:

- Izvore materijala
- Proizvodnju i distribuciju
- Uporabu i održavanje
- Sakupljanje i reciklažu;

3. kotač resursa – Prikazuje kako resursi, energija i materijali ulaze u sustav, prolaze kroz različite faze obrade, iskorištavanja i regeneracije te kako se upravlja otpadom. Također se naglašava važnost ponovne uporabe i regenerativne prakse;

4. model petlje cirkularne ekonomije – naglašava pet ključnih koraka: dizajn, proizvodnju, distribuciju, potrošnju i povrat (Knighton B. 2023). Model pokazuje kako resursi stalno kruže unutar sustava umjesto da završavaju kao otpad. Ovi nacrti pomažu u boljem razumijevanju načela kružne ekonomije i često se rabe kao referenca za planiranje održivih praksi u različitim industrijama. O navedenom se više raspravlja u narednim poglavljima.

RAZLOZI I IZAZOVI PRIMJENE CIRKULARNE EKONOMIJE U UZGOJU MEDITERANSKIH KULTURA

Kod uzgoja mediteranskih kultura, prije svega vinograda i maslinika, klimatske promjene i s promjenom klimatskih obrazaca povezani rizici postali su jedan od najznačajnijih izvora proizvodnih rizika. Zbog toga su vinogradari i maslinari na Mediteranu skloni provoditi mjere prilagodbe koje uključuju precizno vinogradarstvo, ekološko vinogradarstvo i maslinarstvo, primjenu novih kultivara, diversifikaciju proizvodnje s komplementarnim kulturama i slično (Gugić 2023).

Osim klimatskih uvjeta, značajan poticaj primjeni koncepata cirkularnosti i ekološki održivijih praksi predstavlja i razvoj novih tehnologija te alata za obradu tla i biljke koji smanjuju potrebu za radnom snagom, omogućuju ekološki prihvatljiviju mehaničku obradu, ali zahtijevaju značajniji financijski kapacitet poljoprivrednika. Poboljšanje učinkovitosti poljoprivredne proizvodnje omogućuje proizvodnju većih količina uza zadržavanje razine troškova i poljoprivrednici koji ne prate tehnološki razvoj industrije ubrzo postaju nekonkurentni. Praćenje tehnološkog razvoja i primjenu održivijih praksi dodatno potiče te usmjerava i zakonodavstvo, jer iz godine u godinu zabranjuje uporabu zaštitnih sredstava koji imaju negativan utjecaj na okoliš (Katunar 2023: 131–139). Na Mediteranu cirkularna poljoprivreda prije svega pokušava pridonijeti rješavanju problema učinkovite uporabe resursa, prije svega vode, problema otpada, i biološkog i ostalog, problema očuvanja zdravlja tla i primjene agrotehnoških praksi koje obnavljaju kvalitetu tla, problema smanjenja potrošnje vode i energije kao resursa čija dostupnost postaje sve više ograničena. Opstanak mediteranske poljoprivrede ovisi o prihvaćanju održivih praksi jer će postojeće prakse vjerojatno postati skupe, a resursi dijelom nedostupni. Zbog toga EU potiče i financira istraživanja modela i primjenu dobrih praksi kao jedan od načina očuvanja poljoprivrede na Mediteranu (CESAM 2024).

Znanstvenici ustraju u izučavanju pozitivnih efekata cirkularne ekonomije, međutim dio znanstvenika kritički gleda na cirkularnu ekonomiju uz analizu cijene njezine primjene, skupe i nedostupne tehnologije te iz aspekta regulatornih izazova koje ona stvara.

Kao pozitivni razlozi uvođenja cirkularne ekonomije najčešće se ističu ekološki učinci, kao npr. smanjenje otpada te učinkovito korištenje resursima (npr. vode i energije). Osim ekoloških koristi, u empirijskim istraživanjima naglašavaju se i ekonomske koristi od uvođenja cirkularne ekonomije. Smanjenje troškova očituje se

kroz jeftiniju sirovinu, smanjenje troškova radi reciklaže ili redizajna proizvoda ili prelazak na nove, učinkovitije poslovne modele. Studija Ellen MacArthur Fondacije (*Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*) iz 2013 naglašava smanjenje otpada kao ključnu korist od implementacije cirkularne ekonomije. Kounani i suradnici (2023) razvijali su alate za procjenu uspješnosti implementacije strategija kružne ekonomije. Kao primjer navode da nekontrolirano zbrinjavanje otpada iz mlina za masline dovodi mediteranske države do suočavanja s velikim ekološkim problemom te zaključuju da je prelazak na kružnu ekonomiju neophodan. Održivo upravljanje vodom i smanjenje emisije CO₂ i stakleničkih plinova također se znanstveno istražuju.

Neovisno o poticajima na razini EU-a za implementaciju, cirkularna ekonomija i mogućnost njezine primjene nailazi i na kritike. Kritičari naglašavaju da je prelazak s linearnog na cirkularni model težak i skup. Prelazak zahtjeva promjene u industrijskim procesima, lancima opskrbe, poslovnim modelima i potrošačkim navikama. Početni su troškovi izrazito visoki zbog ulaganja u inovativne tehnologije koje nisu svima dostupne ili su trenutačno preskupe za široku primjenu (Khana M., 2024). Također treba naglasiti i nedovoljno regulirano tržište u kontekstu pravnog i regulatornog okvira. Kako bi prelazak na cirkularnu ekonomiju u potpunosti zaživio, potrebno je primarno promijeniti svijest ljudi o potrebama očuvanja tla, klime, resursa i bio raznolikosti. Istraživanja pokazuju da su ekonomski razvijenije zemlje, zemlje zapadne i sjeverne Europe, spremnije prihvatiti i financirati ulaganja u cirkularnu ekonomiju, dok su istočne zemlje i dalje usredotočene na ekonomski rast. Tek kad je država na stupnju ekonomskog razvoja gdje ne mora razmišljati o tome da njezini stanovnici ne mogu osigurati minimalne egzistencijalne potrebe, spremna je za razmišljanje o problemima vezanima uz klimu i ugrožavanje okoliša. Potrebna je jača edukacija o metodama i održivim praksama primjene cirkularne ekonomije na razini svih zemalja članica Europske unije. Premda Europska unija financijski potiče implementaciju kružne ekonomije, potrebno je poticaje prilagoditi ekonomskom razvoju i specifičnim potrebama svake države članice. U poljoprivredi je potrebna implementacija novih sorti te tzv. otpornih sorti (Pavlešić 2025) kako bi poljoprivreda „preživjela” sve veće probleme prouzročene klimatskim promjenama (tuče, previsoke/preniske temperature, poplave, i slično). Sorte koje su uspijevale na određenom području stoljećima možda za desetak godina zbog klimatskih promjena više neće biti pogodne za određeno područje, stoga čega poljoprivrednici moraju biti u korak s promjenama koje se događaju te moraju biti spremni na ulaganja i velike promjene u funkcioniranju poslovanja.

ZAKLJUČAK

Cirkularna ekonomija u poljoprivredi nudi značajne ekološke prednosti i, pravilno implementirana, osigurava dugoročne ekonomske i socijalne koristi na promatranu području. Uz pravilnu podršku i ulaganje ona može postati ključan element održive poljoprivredne prakse. Ključne su prednosti smanjenje otpada, očuvanje resursa, smanjenje emisija stakleničkih plinova, ekonomičnost, izgradnja i povećanje robusnosti proizvodnje hrane na nekom području ili u državi. Cirkularna ekonomija

u poljoprivredi svakako je budućnost i cilj razvoja poljoprivrede u Hrvatskoj, Europi i svijetu. Na primjeru vinogradarstva, primjena tehnoloških rješenja kao što su regenerativno vinogradarstvo koje teži obnovi zdravlja tla povećava bioraznolikost i prisutnost oprašivača, koristi se lokalnim stajskim gnojem i biološkim ostacima za prihranu te stoga dugoročno koristi poljoprivrednom gospodarstvu i društvu. Korištenje preciznim agrotehnološkim praksama, senzorima, dronovima te senzorima stanja tla omogućuju optimiziranje uporabe zaštite, vode, gnoja te stoga i održivije i učinkovitije upravljanje troškovima i resursima. Kontrola i valorizacija ostataka i otpada i primjena *zero waste* koncepta pridonosi inovativnosti, osigura nove izvore prihoda i nove proizvode iz ostataka. Tržišna i marketinška diferencijacija u odnosu na standardnu praksu omogućuje, u uvjetima kad su potrošači spremni platiti više, prodaju po višim cijenama i razvoj brenda. Primjena održivih cirkularnih praksi pridonosi robusnosti i otpornosti poljoprivrednih gospodarstava, a EU i razvijena društva potiču cirkularne i održive prakse u poljoprivredi s ciljem osiguranja zaštite i unaprijeđenja okoliša, osiguranja kvalitetne prehrane stanovništva, očuvanja klime, smanjenja utjecaja klimatskih promjena na društvo, povećanja robusnosti i otpornosti poljoprivredne proizvodnje te smanjenja ovisnosti o vanjskim dobavljačima sirovina i materijala.

Primjena cirkularnih ekonomskih modela u praksi ima i značajna ograničenja o kojima je potrebno voditi računa, a to su prije svega potrebna kapitalna ulaganja na početku primjene koncepta i nedostatak znanja poljoprivrednika o metodama i održivim praksama koje umanjuju intenzitet prijelaza na cirkularne i održive koncepte. Društvo na područjima Mediterana, ali i šire, nije još dovoljno svjesno potrebe očuvanja tla i klime, resursa i bioraznolikosti. Otpadne sirovine nisu uvijek pogodne za *reuse & recycle* primjenu i potrebno ih je dodatno obraditi, a što zahtjeva znanje i resurse. Tržište nije trajno spremno platiti više za proizvod uzgojen primjenom održivih praksi. Nema dovoljno primjera *scaling upa* cirkularnoga proizvodnoga koncepta na temelju kojega se može izraditi i replicirati uspješan i učinkovit model njegove izgradnje. Sve postojeće površine potrebno je prilagoditi cirkularnom modelu, a što dovodi do prekida u proizvodnji i iziskuje značajna financijska ulaganja. Vinogradarstvo i vinarstvo te maslinarstvo i stočarstvo Mediterana primjenom se vraćaju korijenima, ali na novoj, visokoj tehnološkoj razini i koncept na Mediteranu nije nepoznat, ali njegova implementacija zahtjeva znanje i resurse koji poljoprivrednicima nisu uvijek dostupni.

Ograničenja ovoga rada su: nedostatak empirijskih istraživanja i empirijskih rezultata primjene cirkularne ekonomije u poljoprivredi u komercijalnoj proizvodnji, ignoriranje socijalnih, financijskih i političkih čimbenika na svakome pojedinom području na koje se želi implementirati model cirkularne ekonomije u poljoprivredi, fokus na tehnologiji uz ignoriranje poslovnih modela unutar kojih su poljoprivrednici naučili funkcionirati i ostvarivati dohodak, nejednake mogućnosti primjene u razvijenim i manje razvijenim državama zbog različite dostupnosti potrebnih financijskih fondova, a što dovodi do jačanja nejednakosti.

Očekuje se da će se buduća istraživanja usmjeriti prema provođenju empirijske studije koja bi pokazala stvarne učinke cirkularne ekonomije u praksi i istražila nove poslovne modele koje je potrebno formirati za razvoj praksi cirkularne ekonomije. Isto tako, potrebno je osmisliti i uspostaviti nove sustave mjerenja uspjeha te

osmisлити indikatore kojima se može pratiti realizacija aktivnosti cirkularne ekonomije u poljoprivredi i u drugim gospodarskim granama, jer su ciljevi cirkularne ekonomije različiti od ciljeva iz aktivnosti linearnih ekonomskih proizvodnih modela.

Napomena: Ovaj rad financiran je u okviru projektne linije ZIP UNIRI Sveučilišta u Rijeci, za projekt ZIP-UNIRI-2023-4.

LITERATURA

1. Alexander, P., Rounsevell, M.D.A., Dislich, C., Dodson, J.R., Engstrom, K., Moran, D. (2015) Drivers for global agricultural land use change: The nexus of diet, population, yield and bioenergy. *Global Environmental Change*, 35: 138-147.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.08.011>.
2. Andabaka A. (2018) Potencijali i ograničenja primjene kružne ekonomije u kontekstu održivog razvoja Hrvatske. Zbornik radova znanstvenog skupa: Modeli razvoja hrvatskog gospodarstva, (ur. Družić, G., Družić, I.), izdavač: Ekonomski fakultet Zagreb, 1(1), 18: 427-458.
3. Aznar-Sanchez, J., Velasco-Munoz, J., Garcia-Arca, D., Felices, B.L. (2020) Identification of Opportunities for Applying the Circular Economy to Intensive Agriculture in Almería (South-East Spain). *Agronomy*, 10(10), 1499.
<https://doi.org/10.3390/agronomy10101499>.
4. CESAM Project (2024), <https://cesam.euroregion.eu/project-description>, posjećeno 23.9.2024
5. Circular Innovation Council (2024), <https://circularinnovation.ca/circular-economy/>, posjećeno 25.9.2024.
6. FAOUN, SFS-MED WEBINAR, <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0f2afcbf-c9ef-4dc8-bcd7-e2773421926b/content>, posjećeno 23.9.2024.
7. Ellen MacArthur Fondacija (2013). Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition, dostupno na: https://kidv.nl/media/rapportages/towards_a_circular_economy.pdf?1.2.1, posjećeno 24.9.2024.
8. Ellen MacArthur Fondacija (2015). Growth within: A circular Economy vision for a competitive Europe, dostupno na: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>, posjećeno 24.9.2024.
9. Esposito, B., Sessa, M.R., Sica, D., Malandrino, O. (2020). Towards Circular Economy in the Agri-Food Sector. A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 12, 7401.
<https://doi.org/10.3390/su12187401>.
10. European Commission, document 52019DC0640; Komunikacija Komisije Europskom parlamentu, Europskom vijeću, Vijeću, europskom gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija Europski zeleni plan; Europski zeleni plan; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX%3A52019DC0640>, posjećeno 15.9.2024.

11. Eurostat (2024). Circular economy – material flows, dostupno na: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?oldid=545632>, posjećeno 15.09.2024.
12. FAOSTAT, Land use data, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>, posjećeno 22.9.2024.
13. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P., Hultink, E.J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, 143: 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.
14. Gugić, J. (2023). Politike i mjere prilagodbe klimatskim promjenama u vinogradarsko-vinarskoj proizvodnji; Izazovi vinskog sektora u RH, J. Katunar i N. Vretenar (UR) Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet, 37-53, ISBN: 978-953-7813-80-2. https://www.researchgate.net/publication/372317211_Izazovi_vinskog_sektora_u_Republici_Hrvatskoj
15. Host A. (2023). Resursi u poljoprivrednoj proizvodnji – slučaj vinogorja Opatija – Rijeka - Vinodol; Izazovi vinskog sektora u RH, J. Katunar i N. Vretenar (UR) Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet, 141 - 152, ISBN: 978-953-7813-80-2, https://www.researchgate.net/publication/372317211_Izazovi_vinskog_sektora_u_Republici_Hrvatskoj
16. Katunar, H. (2023). Isplativost ulaganja u tehnološke inovacije u vinogradarstvu. Izazovi vinskog sektora u RH, Katunar J. i Vretenar N.(ur) Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet: 131-139, ISBN: 978-953-7813-80-2, dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/372317211_Izazovi_vinskog_sektora_u_Republici_Hrvatskoj
17. Khana, M., Zilberman, D., Hochman, G., Basso, B., (2024). An economic perspective of the circular bioeconomy in the food and agricultural sector. *Communications Earth & Environment*, 5(507). <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01663-6>.
18. Knighton B. (2023) The Circular Economy: A Guide to Economic Sustainability, Economic Sustainability, dostupno na: <https://www.greenliferesource.com/economic-sustainability/the-circular-economy-a-guide-to-economic-sustainability.html>
19. Kounani, A., Pavlouidi, A., Aggelopoulos, S., Kontogeorgos, A. (2023). Circular Economy: Assessment of Circularity in Olive Oil Mills. 18th International Conference on Environmental Science and Technology. <https://doi.org/10.30955/gnc2023.00011>.
20. Kuisma, M., Kahiluoto, H. (2017). Biotic resource loss beyond food waste: Agriculture leaks worst. *Resources, Conservation and Recycling*, 124:129-140. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.04.008>.
21. Pavlešić, T. (2025). Nove sorte za novo vinogradarstvo i vinarstvo, u J. Katunar, N. Vretenar, J. Jardas Antičić (Ur.) Poljoprivreda u perspektivi održivosti. Rijeka: Sveučilište u Rijeci.
22. Ruff-Salís, M., Calvo, M.J., Petit-Boix, A., Villalba, G., Gabarrell, X., Exploring nutrient recovery from hydroponics in urban agriculture: An environmental assessment, (2020) *Resources, Conservation and Recycling* 155, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104683>
23. Stegmann, P., Londo, M., Junginger, M. (2020). The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters. *Resources, Conservation & Recycling*: X, 6, 100029. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>.

24. The 2030 Agenda for Sustainable Development, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/sustainable-development-goals/eu-and-united-nations-common-goals-sustainable-future_en, posjećeno 22.9.2024.
25. Vanhamäki, S., Virtanen, M., Luste, S., Manskinen, M. (2020). Transition towards a circular economy at a regional level: A case study on closing biological loops. *Resources, Conservation and Recycling*, 156, 104716. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104716>.
26. Velasco-Munoz, J., Mendoza, J.M.F., Aznar-Sanchez, J., Gallego-Schmidt, A. (2021). Circular economy implementation in agricultural sector: Definition, strategies and indicators. *Resources, Conservation and Recycling*, 170: 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105618>.
27. Velasco-Muñoz, J. F., Aznar-Sanchez, J. A., Belmonte-Urena, L. J., Lopez-Serrano M. J. (2018). Advances in Water Use Efficiency in Agriculture: A Bibliometric Analysis. *Water*, 10(4), 377. <https://doi.org/10.3390/w10040377>.