

Interreg



Sofinancirano
EVROPSKA UNIJA
Sofinancirano
EVROPSKA UNIJA

Slovenija – Hrvatska

Šavrinke

Priručnik za ekološku i energetsku održivost proizvoda



Najbolje iz Istre



MESTNA OBČINA KOPER
COMUNE CITTA DI CAPODISTRIA



UNIVERZA
V LJUBLJANI



ISTARSKA ŽUPANIJA
ISTRIANA



AGENCIJA ZA RAZVOJ RAZVOJA



Sadržaj

Uvod — 4

1. Životni ciklus poljoprivredno – prehrambenih proizvoda — 5

1.1. Primjer životnog ciklusa maslinovog ulja — 6

1.2. Procjena životnog ciklusa poljoprivredno – prehrambenih proizvoda — 6

2. Ekološka održivost poljoprivredno – prehrambenih proizvoda — 7

2.1. Definicija ekološke održivosti poljoprivredno – prehrambenih proizvoda — 7

2.2. Kriteriji za provjeru ekološke održivosti proizvoda — 7

2.3. Metodologija za praćenje ekološkog otiska poljoprivredno – prehrambenih proizvoda (PEF) — 8

2.4. Savjeti kako uštedjeti vodu u određenim poljoprivrednim proizvodnjama — 11

2.4.1. Savjeti kako uštedjeti vodu u uzgoju povrća — 11

2.4.2. Savjeti kako uštedjeti vodu u uzgoju maslina i voćaka — 12

2.4.3. Savjeti kako uštedjeti električnu energiju u proizvodnji suhomesnatih proizvoda — 12

2.4.4. Savjeti kako uštedjeti električnu energiju u proizvodnji sira — 13

3. Energetska učinkovitost poljoprivredno – prehrambenih proizvoda — 14

3.1. Definicija energetske učinkovitosti poljoprivredno – prehrambenih proizvoda — 14

3.2. Kriteriji za provjeru energetske učinkovitosti poljoprivredno – prehrambenih proizvoda — 14

4. Zelena putovnica — 16

4.1. Definicija zelene putovnice — 16

4.2. Upute za korištenje online kalkulatora za provjeru ekološke i energetske učinkovitosti proizvoda — 16

5. Održivi uzgoj rajčice s fokusom na životni ciklus, smanjenje emisije CO₂ i potrošnje električne energije — 22

5.1. Studija slučaja: Održivi uzgoj rajčice s fokusom na životni ciklus, smanjenje emisije

CO₂ i potrošnje električne energije – uzgoj u kontroliranim uvjetima — 23

5.2. Studija slučaja: Održivi uzgoj rajčice s fokusom na životni ciklus,

smanjenje emisije CO₂ i potrošnje električne energije – uzgoj na otvorenom — 27

Pojmovnik — 31

Reference — 33





Uvod

Ekološka i energetska učinkovitost proizvoda danas su ključni čimbenici održivog razvoja, tržišne konkurentnosti i usklađenosti s regulatornim zahtjevima kao i potrebama suvremenih potrošača. Proizvodi se procjenjuju ne samo prema funkcionalnosti i cijeni, već i prema njihovom utjecaju na okoliš tijekom cijelog životnog ciklusa – od dizajna i proizvodnje do uporabe i zbrinjavanja.

Ovaj priručnik pruža sažet, ali sveobuhvatan pregled ključnih načela, metodologija i praktičnih smjernica za razvoj i procjenu proizvoda s ciljem smanjenja njihovog ekološkog otiska te povećanja ukupne razine održivosti. Poseban naglasak stavlja se na integraciju načela kružnog gospodarstva, učinkovito korištenje resursa, smanjenje emisija stakleničkih plinova te optimizaciju energetskih i materijalnih tokova tijekom cijelog životnog ciklusa proizvoda – od dizajna i proizvodnje do korištenja i zbrinjavanja.

Priručnik je namijenjen proizvođačima, potrošačima, donosiocima odluka, stručnjacima i svim ostalim zainteresiranim dionicima koji žele unaprijediti razumijevanje i primjenu principa ekološke i energetske održivosti proizvoda. Osim teorijskih okvira, uključuje i konkretne primjere dobre prakse, preporuke za implementaciju te alate koji pomažu u donošenju informiranih i odgovornijih odluka u razvoju i korištenju proizvoda.

Priručnik je realiziran kroz program INTERREG SLOVENIJA HRVATSKA 2021 – 2027 projekt Šavrinke. Vodeći partner na projektu je KZ Agraria Koper z.o.o., Koper, a partneri su: Općina Kopar, Sveučilište u Ljubljani, Istarska županija, AZRRI - Agencija za ruralni razvoj Istre d.o.o. Pazin i Općina Lanišće.

Projekt je sufinanciran sredstvima Programa prekogranične suradnje Interreg Slovenija Hrvatska.

1. Životni ciklus poljoprivredno – prehrambenih proizvoda

Životni ciklus poljoprivredno-prehrambenih proizvoda obuhvaća sve faze kroz koje proizvod prolazi – od početne proizvodnje sirovina do konačne potrošnje i zbrinjavanja otpada. Analiza životnog ciklusa predstavlja važan alat za razumijevanje ukupnog utjecaja hrane na okoliš, energiju i resurse te omogućuje identifikaciju ključnih točaka u kojima se mogu postići poboljšanja u održivosti.

Prva faza životnog ciklusa odnosi se na primarnu poljoprivrednu proizvodnju, koja uključuje obradu tla, sjetvu ili sadnju, gnojidbu, navodnjavanje i zaštitu bilja. U ovoj fazi dolazi do značajne potrošnje energije i resursa, osobito kroz upotrebu mehanizacije, mineralnih gnojiva i pesticida. Također, ova faza ima važan utjecaj na emisije stakleničkih plinova i kvalitetu tla.

Sljedeća faza je prerada, tijekom koje se sirovi poljoprivredni proizvodi transformiraju u prehrambene proizvode. Ovdje se troši energija za obradu, pakiranje i konzerviranje hrane, a važnu ulogu imaju tehnološki procesi koji mogu povećati ili smanjiti ukupnu energetska učinkovitost proizvoda.

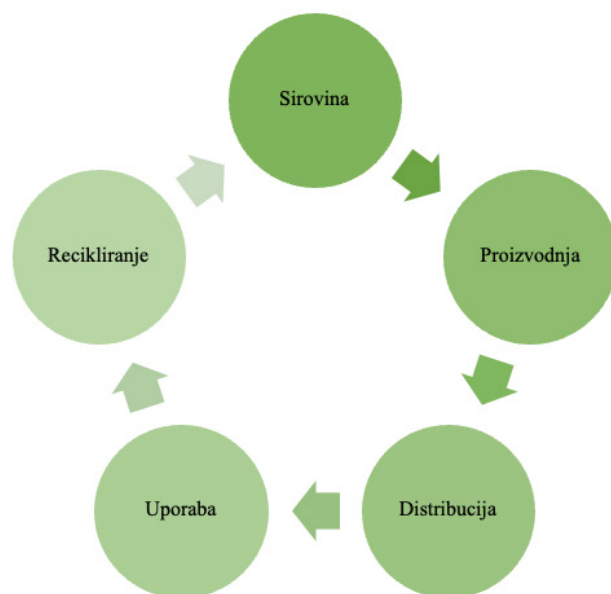
Nakon prerade slijedi transport i distribucija, koji uključuju skladištenje, hlađenje i prijevoz proizvoda do tržišta i krajnjih potrošača. Ova faza često uključuje dodatne energetske troškove, posebno kod proizvoda koji zahtijevaju hladni lanac.

Faza potrošnje odnosi se na pripremu i konzumaciju hrane u kućanstvima ili ugostiteljstvu. Iako se često zanemaruje, ova faza također uključuje potrošnju energije (npr. kuhanje, hlađenje) te može generirati značajne količine otpada.

Posljednja faza je zbrinjavanje otpada, koja uključuje upravljanje ostacima hrane i ambalaže. Ovisno o načinu zbrinjavanja (recikliranje, kompostiranje, odlaganje na odlagališta), ova faza može imati različite utjecaje na okoliš.

Analiza životnog ciklusa (LCA – Life Cycle Assessment) omogućuje kvantitativnu procjenu utjecaja svakog od navedenih koraka, uključujući potrošnju energije, vode, emisije stakleničkih plinova i druge ekološke pokazatelje. Ovakav pristup pruža cjelovitu sliku održivosti proizvoda i pomaže u donošenju odluka koje vode smanjenju negativnih utjecaja na okoliš.

U konačnici, razumijevanje životnog ciklusa poljoprivredno-prehrambenih proizvoda ključno je za razvoj održivih proizvodnih i potrošačkih obrazaca. Optimizacijom svake faze moguće je smanjiti potrošnju resursa, povećati energetska učinkovitost i doprinijeti očuvanju okoliša te sigurnosti opskrbe hranom.



Slika 1: Životni ciklus proizvoda

1.1. Primjer životnog ciklusa maslinovog ulja

Životni ciklus maslinovog ulja obuhvaća put od uzgoja masline do konzumacije i zbrinjavanja ambalaže, a može se podijeliti u nekoliko ključnih faza:

1. Poljoprivredna proizvodnja (uzgoj i berba)
2. Proizvodnja (prerada u uljari)
3. Skladištenje i pakiranje
4. Distribucija i konzumacija
5. Zbrinjavanje otpada



1.2. Procjena životnog ciklusa poljoprivredno – prehrambenih proizvoda

Procjena životnog ciklusa (engl. Life Cycle Assessment – LCA) poljoprivredno–prehrambenih proizvoda predstavlja sustavni pristup analizi utjecaja hrane na okoliš kroz sve faze njezina životnog vijeka. Ovaj pristup obuhvaća procese „od polja do stola“, uključujući proizvodnju sirovina, preradu, pakiranje, distribuciju, potrošnju te zbrinjavanje otpada. S obzirom na to da prehrambeni sustav značajno doprinosi emisijama stakleničkih plinova i potrošnji prirodnih resursa, LCA je ključan alat za unapređenje održivosti u ovom sektoru.

U početnoj fazi analize definira se cilj i opseg istraživanja, uključujući funkcionalnu jedinicu (npr. 1 kg proizvoda, 1 litra napitka ili nutritivna vrijednost obroka) te granice sustava. Kod prehrambenih proizvoda često se koristi pristup „od kolijevke do groba“ ili „od polja do stola“, čime se obuhvaćaju svi relevantni procesi.

Sljedeća faza uključuje inventar životnog ciklusa (LCI), u kojem se prikupljaju podaci o ulazima i izlazima u sustavu. U poljoprivredi to podrazumijeva korištenje gnojiva, pesticida, vode, energije i zemljišta, kao i emisije stakleničkih plinova poput ugljikova dioksida (CO_2), metana (CH_4) i dušikova oksida (N_2O). U fazi prerade i distribucije analiziraju se potrošnja energije, transport, skladištenje i ambalaža.

U fazi procjene utjecaja (LCIA) ovi se podaci prevode u konkretne kategorije utjecaja na okoliš. Kod poljoprivredno–prehrambenih proizvoda najčešće se analiziraju klimatske promjene, eutrofikacija, zakiseljavanje, potrošnja vode, korištenje zemljišta te utjecaj na bioraznolikost. Na primjer, proizvodnja mesa obično ima veći ugljični otisak u odnosu na biljne proizvode, dok intenzivna poljoprivreda može značajno doprinijeti eutrofikaciji vodnih tijela.

Interpretacija rezultata omogućuje identificiranje ključnih faza s najvećim utjecajem na okoliš, tzv. „vrućih točaka“. U prehrambenom lancu to su često primarna proizvodnja (npr. korištenje gnojiva i stočne hrane), transport na velike udaljenosti, te gubici i bacanje hrane. Na temelju tih spoznaja moguće je predložiti mjere za smanjenje utjecaja, poput optimizacije gnojidbe, smanjenja otpada hrane, korištenja održive ambalaže i poboljšanja logistike.

Posebnost LCA u prehrambenom sektoru je i razmatranje nutritivne vrijednosti proizvoda. Sve češće se koristi pristup koji kombinira ekološki otisak s prehrambenim koristima, kako bi se omogućila realnija usporedba između različitih proizvoda.

Unatoč brojnim prednostima, primjena LCA metode u ovom sektoru suočava se s izazovima poput varijabilnosti poljoprivrednih uvjeta, nedostatka podataka i složenosti prehrambenih lanaca. Ipak, LCA ostaje jedan od najvažnijih alata za procjenu i unapređenje održivosti poljoprivredno–prehrambenih proizvoda.

Zaključno, procjena životnog ciklusa omogućuje cjelovit uvid u utjecaj hrane na okoliš te pruža znanstvenu osnovu za razvoj održivijih prehrambenih sustava i odgovornijih potrošačkih navika.

2. Ekološka održivost poljoprivredno – prehrambenih proizvoda

2.1. Definicija ekološke održivosti poljoprivredno – prehrambenih proizvoda

Ekološka održivost proizvoda odnosi se na sposobnost proizvoda da tijekom cijelog svog životnog ciklusa – od nabave sirovina, proizvodnje i distribucije, do uporabe i konačnog zbrinjavanja ima minimalan negativan utjecaj na okoliš. Takav proizvod dizajniran je i proizveden na način koji učinkovito koristi prirodne resurse, smanjuje emisije štetnih tvari te potiče ponovnu uporabu, recikliranje ili sigurno odlaganje.

U središtu koncepta ekološke održivosti nalazi se načelo očuvanja prirodnih resursa za buduće generacije. To podrazumijeva korištenje obnovljivih izvora gdje god je to moguće, smanjenje potrošnje energije i vode, te minimiziranje nastanka otpada. Osim toga, održivi proizvodi često uključuju materijale koji su manje štetni za okoliš i ljudsko zdravlje, kao i procese proizvodnje koji imaju niži ekološki otisak.

Ekološka održivost proizvoda usko je povezana s konceptima kružnog gospodarstva i ekodizajna. U tom kontekstu, proizvodi se osmišljavaju tako da imaju dulji vijek trajanja, da se mogu lako popraviti, rastaviti i reciklirati, čime se smanjuje potreba za novim sirovinama i količina otpada.

Važan aspekt ove definicije je i transparentnost – proizvođači sve češće koriste ekološke oznake i deklaracije kako bi informirali potrošače o utjecaju proizvoda na okoliš. Time se potiče odgovorna potrošnja i omogućuje kupcima da donose odluke koje doprinose zaštiti okoliša.

Zaključno, ekološka održivost proizvoda predstavlja integrirani pristup koji povezuje zaštitu okoliša, učinkovito korištenje resursa i odgovornu proizvodnju i potrošnju, s ciljem dugoročnog očuvanja ekosustava i kvalitete života.

2.2. Kriteriji za provjeru ekološke održivosti proizvoda

Ekološka održivost poljoprivredno–prehrambenih proizvoda odnosi se na sposobnost proizvodnje, prerađivanja, distribucije i potrošnje hrane da se odvija uz minimalan negativan utjecaj na okoliš, uz istovremeno očuvanje prirodnih resursa i ekosustava za buduće generacije. Ovaj koncept obuhvaća cijeli životni ciklus proizvoda – od uzgoja sirovina na polju ili farmi, preko prerađivanja i transporta, do konačne potrošnje i zbrinjavanja otpada.

U središtu ekološke održivosti nalazi se odgovorno upravljanje ključnim resursima kao što su tlo, voda, zrak i biološka raznolikost. To podrazumijeva primjenu poljoprivrednih praksi koje smanjuju degradaciju tla, ograničavaju uporabu kemijskih sredstava (gnojiva i pesticida), racionalno koriste vodu te smanjuju emisije stakleničkih plinova poput ugljikova dioksida (CO_2), metana (CH_4) i dušikova oksida (N_2O).

Ekološki održivi poljoprivredno–prehrambeni proizvodi karakteriziraju se i učinkovitim korištenjem energije i resursa, smanjenjem otpada te poticanjem kružnih sustava proizvodnje. To uključuje, primjerice, recikliranje organskih ostataka, korištenje obnovljivih izvora energije i smanjenje gubitaka hrane u lancu opskrbe.

Važan element ove definicije je i očuvanje bioraznolikosti, odnosno zaštita biljnih i životinjskih vrsta te njihovih staništa. Održiva proizvodnja hrane nastoji uskladiti produktivnost s očuvanjem prirodnih ekosustava, čime se doprinosi dugoročnoj stabilnosti poljoprivrednih sustava.

Osim ekoloških aspekata, sve se više naglašava i povezanost s nutritivnom vrijednošću hrane i zdravljem ljudi. Ekološki održivi proizvodi trebaju biti ne samo prihvatljivi za okoliš, već i sigurni i kvalitetni za potrošače. Zaključno, ekološka održivost poljoprivredno–prehrambenih proizvoda predstavlja integrira-

ni pristup koji povezuje zaštitu okoliša, učinkovito korištenje resursa i odgovornu proizvodnju hrane, s ciljem stvaranja održivog prehrambenog sustava koji zadovoljava potrebe sadašnjih generacija bez ugrožavanja budućih.

Tablica 1: Kriteriji za provjeru ekološke održivosti proizvoda

Kriterij	Opis
Učinkovitost korištenja resursa	Potrošnja energije, vode i sirovina tijekom životnog ciklusa
Emisije štetnih tvari	Razina emisija CO₂ i drugih onečišćivača u zrak, vodu i tlo
Trajnost proizvoda	Duljina vijeka trajanja i otpornost na trošenje
Mogućnost popravka	Jednostavnost održavanja i dostupnost rezervnih dijelova
Recikliranje i ponovna uporaba	Mogućnost recikliranja materijala i ponovne uporabe proizvoda
Utjecaj na zdravlje i okoliš	Toksičnost materijala i sigurnost za ljude i ekosustave
Pakiranje	Količina i vrsta ambalaže (reciklirana, biorazgradiva)
Transport	Utjecaj distribucije na okoliš (emisije, udaljenost, logistika)
Transparentnost informacija	Dostupnost ekoloških oznaka, certifikata i deklaracija

2.3. Metodologija za praćenje ekološkog otiska poljoprivredno – prehrambenih proizvoda (PEF)

Primjena metodologije ekološkog otiska proizvoda (PEF) prema preporuci (EU) 2021/2279 posebno je važna u sektoru poljoprivrede i prehrane, gdje proizvodnja hrane ima značajan utjecaj na okoliš. Poljoprivredni proizvodi uključuju kompleksne procese poput obrade tla, korištenja gnojiva i pesticida, navodnjavanja, uzgoja životinja te transporta i skladištenja, što zahtijeva detaljnu i sustavnu analizu.

U kontekstu poljoprivrednih proizvoda, cilj PEF analize može biti procjena utjecaja proizvodnje, primjerice, 1 kg pšenice, litre mlijeka ili kilograma jabuka. Funkcionalna jedinica jasno definira referentnu vrijednost za usporedbu. Granice sustava najčešće obuhvaćaju faze „od polja do stola“ (engl. farm-to-fork), uključujući proizvodnju, preradu, distribuciju i potrošnju.

Inventar životnog ciklusa (PEF LCI)

U ovoj fazi prikupljaju se podaci specifični za poljoprivrednu proizvodnju, kao što su:

- količina i vrsta gnojiva i pesticida
- potrošnja vode za navodnjavanje
- emisije iz tla (npr. dušikov oksid – N₂O)
- potrošnja goriva i energije za mehanizaciju
- stočna hrana i emisije iz uzgoja životinja (metan – CH₄)

Ovi podaci često variraju ovisno o klimatskim uvjetima, tehnologiji i poljoprivrednim praksama.

Procjena utjecaja (PEF LCIA)

Kod poljoprivrednih proizvoda posebno su važne sljedeće kategorije utjecaja:

- klimatske promjene (emisije CO₂, CH₄ i N₂O)
- eutrofikacija (ispiranje hranjivih tvari u vodene sustave)
- zakiseljavanje tla
- korištenje zemljišta
- potrošnja vode
- ekotoksičnost zbog pesticida

Na primjer, intenzivna proizvodnja može imati veći prinos, ali i veći negativan utjecaj na tlo i vodne resurse.

Normalizacija i ponderiranje

Rezultati se uspoređuju s referentnim vrijednostima na razini EU kako bi se razumjela relativna važnost pojedinih utjecaja. Kod poljoprivrednih proizvoda to može pomoći u identificiranju ključnih problema, poput prekomjerne uporabe gnojiva ili vode.

Interpretacija rezultata

Interpretacijom se identificiraju tzv. „vruće točke“ (hotspotovi) u proizvodnom procesu. Primjerice:

- u proizvodnji mlijeka, značajan dio emisija dolazi od metana iz probave preživača
- u uzgoju biljaka, veliki utjecaj može imati upotreba dušičnih gnojiva

Na temelju toga mogu se predložiti mjere poput optimizacije gnojidbe, precizne poljoprivrede, poboljšanja stočne hrane ili smanjenja gubitaka u lancu opskrbe.

Uloga PEFCR za poljoprivredne proizvode

Za određene poljoprivredne kategorije razvijaju se specifična pravila (PEFCR), primjerice za mliječne proizvode, stočarstvo ili uzgoj usjeva. Ova pravila osiguravaju dosljednost u prikupljanju podataka i omogućuju usporedbu proizvoda unutar iste kategorije.

Prednosti primjene u poljoprivredi

Primjena PEF metodologije u poljoprivredi omogućuje:

- smanjenje emisija stakleničkih plinova
- učinkovitije upravljanje vodom i tlom
- optimizaciju uporabe gnojiva i pesticida
- povećanje održivosti prehrambenog sustava
- transparentnije informiranje potrošača

Izazovi primjene

Poljoprivredni sektor suočava se s posebnim izazovima, poput varijabilnosti prinosa, utjecaja vremenskih uvjeta i ograničene dostupnosti podataka. Također, mala gospodarstva često nemaju resurse za provedbu detaljnih analiza.

Primjena PEF metodologije prema EU 2021/2279 na poljoprivredne proizvode omogućuje sveobuhvatnu procjenu njihovog utjecaja na okoliš te identificiranje ključnih područja za poboljšanje. Time se doprinosi razvoju održivije poljoprivrede i prehrambenog sustava, u skladu s ciljevima Europske unije i strategijom „od polja do stola“. U cilju efikasnijeg računanja PEF metodologije u nastavku su prikazane prosječne potrošnje goriva izražene u L/ha za pojedine poljoprivredne operacije.

Tablica 2: Prosječna potrošnja goriva za pojedine poljoprivredne operacije

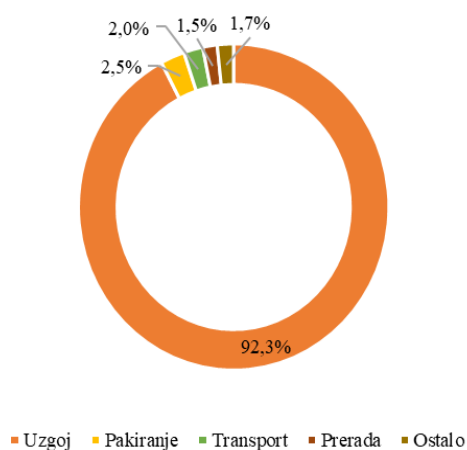
Poljoprivredna operacija	Prosječna potrošnja goriva (L/ha)
Osnovna obrada tla (oranje)	24,98
Dopunska obrada tla kultivatorom	10,80
Dopunska obrada tla rotodrljačom	16,00
Dopunska obrada tla drljačom uz istodobnu sjetvu	12,69
Obrada tla rotacijskom frezom	43,33
Duboko rahljenje tla (podrivanje)	13,79
Direktna sjetva (bez obrade tla)	2,89
Redna sjetva	6,90
Rasipanje stajskog gnoja	15,50
Razbacivanje gnojnice	3,38
Rasipanje mineralnih gnojiva	1,81
Zaštita bilja prskanjem	0,80

Izvor: Al-Mansour, Jecic (2016)

Prilikom obrade tla rotacijskom frezom najviša je potrošnja goriva, dok najniža potrošnja goriva ostvaruje se prskanjem.

Po PEF metodologiji izračunata je emisija stakleničkih plinova na primjeru proizvodnje maslinova ulja. Razvidno je da se najveća emisija događa upravo tijekom faze uzgoja.

Rezultati PEF istraživanja na primjeru maslinova ulja



Slika 2: Rezultati PEF istraživanja na primjeru maslinova ulja

2.4. Savjeti kako uštedjeti vodu u određenim poljoprivrednim proizvodnjama

2.4.1. Savjeti kako uštediti vodu u uzgoju povrća

1. Doba dana – rano jutro/večer

- ✓ Najviše vode iz tla gubi se isparavanjem, naročito kada se zalijeva tijekom dana kada je sunce najintenzivnije.
- ✓ Idealno vrijeme za zalijevanje je u ranojutarnjim satima, između 5 i 7 sati ili navečer nakon 20 sati.
- ✓ Zalijevanjem u navedeno vrijeme ostavljamo dovoljno vremena da voda prodre u tlo i dođe do korijena, umjesto da ispari s površine, ujedno smanjuje se stres biljaka i doprinosi boljoj otpornosti na sušu.
- ✓ One biljke koje rastu u loncima će vrlo brzo potrošiti vodu, pa se preporuča premještanje u sjenu ili zalijevanje nekoliko puta dnevno.

2. Obilnije zalijevanje

- ✓ Obilnije zalijevanje je metoda kojom se biljke zalijevaju sa sporim mlazom vode, oko 15 minuta, umjesto da je mlaznica crijeva na punoj jačini.
- ✓ Voda ide nekoliko centimetara niže od korijena vaše biljke.
- ✓ Potiče se korijenov sustav da raste duboko, gdje se tlo sporije suši.
- ✓ Zalijevajte samo kada je potrebno, ne automatski, već prstom na oko 5 cm provjerite je li tlo već dovoljno vlažno.

3. Malčiranje

- ✓ Malčiranje je metoda prekrivanja tla organskim materijalima poput slame, suhe trave, lišća ili komposta.
- ✓ Funkcija ovog sloja je da smanjuje isparavanje, štiti tlo od pregrijavanja, potiče biološku aktivnost i smanjuje rast korova.
- ✓ Malč se može nanositi u debljini od 5 do 10 cm oko biljaka, a s vremenom se i razgrađuje, čime dodatno obogaćuje tlo hranjivim tvarima.
- ✓ Ova metoda je posebno korisna u uzgoju povrća poput rajčice, paprike i tikvica.

4. Navodnjavanje "kap po kap"

- ✓ Sustavi za navodnjavanje "kap po kap" omogućuju precizno doziranje vode izravno do korijena biljaka.
- ✓ Ovakvo navodnjavanje troši i do 70 posto manje vode u odnosu na klasične metode, a može se lako postaviti i na malim površinama.

5. Recikliranje vode

- ✓ Postavljanje spremnika za prikupljanje kišnice s krovova ili plastenika pruža besplatan i održiv izvor vode za zalijevanje tijekom ljetnih mjeseci.
- ✓ Voda u kojoj ste kuhali povrće, tjesteninu ili rižu (bez soli) izvrsna je za zalijevanje jer sadrži minerale.

6. Odabir pravih kultura

- ✓ Birajte sorte povrća koje su otpornije na sušu.
- ✓ Sadite biljke bliže jednu drugoj kako bi lišće stvorilo sjenu i smanjilo isparavanje iz tla (ali pazite na prozračnost).

7. Dodatni savjeti

- ✓ Zalijevajte prema vrsti tla - pjeskovita zahtijevaju češće, dok glinena rjeđe zalijevanje.
- ✓ Zalijevajte prema vrsti biljke - neke zahtijevaju više vode od drugih, pa im se prilagodite.

- ✓ Redovitom gnojidbom biljaka, posebno folijarnom, možete im pomoći da bolje podnesu sušu i zadrže vlagu.
- ✓ Važno je i osigurati adekvatnu drenažu jer previše vode u tlu može biti štetno za biljke.

2.4.2. Savjeti kako uštedjeti vodu u uzgoju maslina i voćaka

1. Navodnjavanje "kap po kap"

- ✓ Ovo je najefikasniji sustav jer dovodi vodu direktno u zonu korijena, smanjujući gubitke isparavanjem.

2. Malčiranje

- ✓ Pokrivanje tla oko masline (organskim materijalima poput slame, drvene sječke ili kamenjem) zadržava vlagu u tlu, smanjuje isparavanje i sprječava pregrijavanje korijena.

3. Navodnjavanje u kritičnim fazama

- ✓ Voda je najpotrebnija maslini u fazi cvatnje, zretanja ploda i intenzivnog rasta ploda (lipanj, srpanj).
- ✓ Najviše vode voćkama treba u srpnju (porast plodova, formiranje pupoljaka) i kolovozu (zrioba).
- ✓ Izbjegavajte prekomjerno zalijevanje kada su temperature iznad 34°C jer korijen tada teško usvaja vlagu.

4. Dubinsko navodnjavanje

- ✓ Zalijevajte rjeđe, ali obilnije kako bi se voda spustila dublje u tlo.
- ✓ Površinsko zalijevanje potiče korijen da ostane na površini, što ga čini ranjivijim na sušu.

5. Održavanje strukture tla

- ✓ Redovito održavanje tla (obrada ili košnja) smanjuje konkurenciju korova za vodu.

6. Pravilna rezidba

- ✓ Rezidbom se smanjuje lisna masa, čime se smanjuje transpiracija (isparavanje vode preko lista).

2.4.3. Savjeti kako uštedjeti električnu energiju u proizvodnji suhomesnatih proizvoda

1. Optimizacija procesa sušenja i dimljenja

- ✓ Korištenje modernih komora: Automatizirane sušionice s kontroliranim parametrima (temperatura, vlažnost, brzina strujanja zraka) smanjuju nepotreban rad uređaja.
- ✓ Upravljanje ventilacijom: Smanjite brzinu ventilatora kada nije potreban maksimalan protok zraka.
- ✓ Recirkulacija zraka: Koristite sustave koji omogućuju povrat topline iz izlaznog zraka za zagrijavanje ulaznog zraka.

2. Hlađenje i zrenje (klimatizacija)

- ✓ Izolacija prostora: Provjerite izolaciju komora za zrenje i rashladnih komora kako biste spriječili gubitak energije.
- ✓ Održavanje rashladnih uređaja: Redovito čistite kondenzatore na rashladnim uređajima i provjeravajte razinu rashladnog medija.
- ✓ Pametno zrenje: Prilagodite parametre zrenja (temperatura/vlaga) vrsti proizvoda kako biste izbjegli predugo trajanje procesa.
- ✓ Korištenje uređaja višeg energetskeg razreda: Zamijenite stare hladnjake i kompresore energetski učinkovitijima.

3. Tehnološke mjere

- ✓ Površinska obrada aditivima: Primjena sredstava poput natamicina (E235) na površinu kobasica sprječava plijesni i kvasce, što može smanjiti potrebu za ekstremnim uvjetima zrenja i produljiti trajnost.

- ✓ Optimizacija recepture: Pravilno salamurenje i odabir ovitaka utječu na brzinu sušenja.

4. Održavanje i upravljanje

- ✓ Redovito servisiranje: Redovito održavanje dimnih komora i rashladnih sustava sprječava rad uređaja u "opterećenom" režimu koji troši više energije.
- ✓ Monitoring potrošnje: Pratite potrošnju energije po fazama proizvodnje kako biste identificirali "rasipnike".

2.4.4. Savjeti kako uštedjeti električnu energiju u proizvodnji sira

1. Optimizacija pasterizacije

- ✓ Pasterizaciju mlijeka treba provoditi neposredno prije prerade, obično na temperaturama od 72-75°C tijekom 20-ak sekundi, izbjegavajući nepotrebno pregrijavanje.

2. Rekuperacija topline

- ✓ Ugradnja izmjenjivača topline omogućuje da vruća sirutka zagrijava hladno mlijeko koje ulazi u proces, čime se drastično smanjuje potreba za energijom za grijanje.

3. Korištenje dizalica topline (toplinskih pumpi)

- ✓ Dizalice topline mogu koristiti otpadnu toplinu iz rashladnih uređaja za predgrijavanje vode, što je izuzetno učinkovito u siranama.

4. Automatizacija sirarskih kada

- ✓ Korištenje zatvorenih, izoliranih kada za sirenje i cijeđenje omogućuje manji gubitak topline, a automatizacija osigurava precizno upravljanje temperaturama.

5. Energetski učinkovito hlađenje

- ✓ Redovito održavanje rashladnih komora i uređaja za hlađenje mlijeka. Korištenje energetski učinkovitih izolacijskih materijala za komore za zrenje.

6. Optimizacija CIP sustava (čišćenje)

- ✓ Korištenje optimiziranih programa za pranje i dezinfekciju (CIP - Cleaning in Place) kako bi se smanjila potrošnja tople vode i kemikalija.

7. Dodatni savjeti za energetske efikasnost:

- ✓ Redovito održavanje opreme i čišćenje izmjenjivača topline kako bi se spriječile naslage kamenca koje smanjuju učinkovitost grijanja.
- ✓ Proizvodnja sira u doba manje tarife električne energije (ako je primjenjivo).
- ✓ Provođenje edukacije djelatnika o važnosti uštede energije.

3. Energetska učinkovitost poljoprivredno – prehrambenih proizvoda

3.1. Definicija energetske učinkovitosti poljoprivredno – prehrambenih proizvoda

Energetska učinkovitost u kontekstu poljoprivredno – prehrambenih proizvoda odnosi se na omjer između korisnog izlaza (proizvedene hrane, biomase ili energije) i ukupnog energetskeg unosa potrebnog za proizvodnju, preradu, skladištenje i distribuciju tih proizvoda. Jednostavnije rečeno, to je mjera koliko se učinkovito energija koristi u cijelom poljoprivrednom sustavu – od polja do stola.

Ključni elementi definicije:

- Energetski unos (input): gorivo, električna energija, gnojiva, pesticidi, radna snaga i mehanizacija
- Energetski izlaz (output): količina proizvedene hrane ili biomase izražena u energetskeim jedinicama (npr. MJ ili kcal)
- Omjer učinkovitosti:

$$\text{Energetska učinkovitost} = \frac{\text{Energetski izlaz}}{\text{Energetski unos}}$$

U kontekstu poljoprivrede:

- Visoka energetska učinkovitost znači da se uz manju potrošnju energije proizvodi veća količina hrane
- Niska učinkovitost ukazuje na prekomjernu potrošnju resursa i veći utjecaj na okoliš

Zašto je važna:

- smanjuje troškove proizvodnje
- smanjuje emisije stakleničkih plinova
- povećava održivost poljoprivrednih sustava
- doprinosi sigurnosti hrane

3.2. Kriteriji za provjeru energetske učinkovitosti poljoprivredno – prehrambenih proizvoda

Energetska učinkovitost poljoprivredno–prehrambenih proizvoda odnosi se na racionalno korištenje energije kroz sve faze njihova životnog ciklusa, uz postizanje maksimalnog učinka uz minimalnu potrošnju energetske resursa. Procjena energetske učinkovitosti važna je jer prehrambeni sustav obuhvaća velik broj energetske intenzivnih procesa, od primarne proizvodnje do krajnje potrošnje.

Jedan od osnovnih kriterija je ukupna potrošnja energije po jedinici proizvoda, koja se najčešće izražava kao količina energije potrebna za proizvodnju 1 kg ili 1 litre proizvoda. Ovaj pokazatelj omogućuje usporedbu različitih proizvoda i proizvodnih sustava te identifikiranje energetske intenzivnih faza.

Važan kriterij je i izvor energije. Održiviji sustavi koriste obnovljive izvore energije, poput solarne, vjetrotne energije ili biomase, dok se ovisnost o fosilnim gorivima smatra manje poželjnom zbog većih emisija stakleničkih plinova. Energetska učinkovitost u primarnoj proizvodnji obuhvaća potrošnju goriva za poljoprivrednu mehanizaciju, energiju za navodnjavanje, grijanje staklenika te proizvodnju i primjenu gnojiva i pesticida. Sustavi koji koriste preciznu poljoprivredu i optimiziraju inpute imaju bolju energetske učinkovitost. U fazi prerade hrane, ključni kriteriji uključuju potrošnju električne i toplinske energije tijekom obrade, hlađenja, sušenja i pakiranja proizvoda. Modernizacija opreme i optimizacija procesa mogu značajno smanjiti energetske potrošnje. Transport i distribucija također imaju značajan utjecaj, osobito

kod proizvoda koji se prevoze na velike udaljenosti ili zahtijevaju kontrolirane uvjete (npr. hladni lanac). Kraći lanci opskrbe i učinkovitija logistika doprinose boljoj energetskej učinkovitosti.

Važan aspekt je i skladištenje, posebno kod proizvoda koji zahtijevaju hlađenje ili zamrzavanje. Energetski učinkoviti sustavi skladištenja i smanjenje gubitaka hrane dodatno poboljšavaju ukupnu učinkovitost. Pakiranje proizvoda također se uzima u obzir, jer proizvodnja ambalaže i njezino zbrinjavanje zahtijevaju energiju. Lakša i reciklabilna ambalaža doprinosi smanjenju ukupne energetske potrošnje.

Na kraju, značajan kriterij predstavlja i energetska učinkovitost u fazi potrošnje, uključujući način pripreme hrane (kuhanje, hlađenje) te količinu otpada hrane. Proizvodi koji zahtijevaju manje energije za pripremu i imaju dulji rok trajanja smatraju se učinkovitijima.

Zaključno, kriteriji za provjeru energetske učinkovitosti poljoprivredno–prehrambenih proizvoda obuhvaćaju cijeli lanac opskrbe hranom. Njihova primjena omogućuje identificiranje ključnih područja za uštedu energije, smanjenje emisija i razvoj održivijih prehrambenih sustava.



4. Zelena putovnica

4.1. Definicija zelene putovnice

Zelena putovnica proizvoda je alat koji omogućava procjenu održivosti i ekološke prikladnosti proizvoda u skladu s životnim ciklusom proizvoda. Time se osigurava transparentnost i pouzdanost informacija o ekološkom utjecaju proizvoda, što potrošačima omogućava promišljeniji izbor i poticanje održive potrošnje.

Rast potražnje za ekološki prihvatljivim proizvodima potaknuo je širu primjenu certifikacije ekoloških oznaka (ELC) kao dobrovoljne ekološke prakse, osobito među tvrtkama usmjerenima na međunarodna tržišta. Iako ELC postaje sve važnija u globalnoj trgovini, njezin utjecaj na izvoz, posebno u zemljama u razvoju, još nije dovoljno istražen.

Rezultati istraživanja provedenog u Kini pokazuju da ELC pozitivno utječe na izvoz, jer smanjenje onečišćenja na izvoru omogućuje troškovne prednosti i diferencijaciju zelenih proizvoda, čime se potiče izvoz proizvoda više kvalitete. Kroz razvoj specifičnih resursa i sposobnosti, ELC tvrtkama omogućuje troškovne prednosti i diferencijaciju zelenih proizvoda, jačajući konkurentsku poziciju putem izgradnje „zelenog“ brenda i učinkovitijeg korištenja resursa.

ELC djeluje kao „zelena putovnica“ za izvoz poduzeća. S jedne strane, omogućuje izgradnju vjerodostojnog zelenog brenda i diferencijaciju proizvoda u skladu sa zahtjevima međunarodnog tržišta. S druge strane, strogi i kontinuirano ažurirani certifikacijski standardi potiču poduzeća na rano prepoznavanje izvora onečišćenja, učinkovitiju koordinaciju resursa i stalno unaprjeđenje sposobnosti njihove upotrebe, čime se ostvaruje održiva troškovna konkurentska prednost i poboljšava izvozna učinkovitost.

U regijama s razvijenim tržišnim institucionalnim okruženjem poduzeća bi trebala iskoristiti povoljne vanjske uvjete i pristup inozemnim resursima za jačanje konkurentskih prednosti i poticanje izvoza. U regijama sa slabijim institucionalnim okvirom certificirana poduzeća trebaju aktivno tražiti vanjske resurse i dodatno jačati svoju zelenu reputaciju kako bi ublažila nepovoljne uvjete i potaknula učinke zelene trgovine.

Uvođenje ekološki i energetske održivih praksi donosi koristi, ali njihova učinkovitost ovisi o širem sustavu podrške (politike, regulativa, inovacije). Održivost treba promatrati sustavno, a ne samo na razini pojedinačne tehnologije ili mjere. Također, jasni propisi, stabilne politike, poticaji i učinkovita administracija pojačavaju pozitivne učinke zelenih praksi. Suradnja između poduzeća, istraživačkih institucija i države omogućuje brže usvajanje zelenih tehnologija i inovacija. Zelene i energetske učinkovite prakse ne predstavljaju trošak, već stratešku prednost, osobito na međunarodnim tržištima te mogu povećati tržišnu vrijednost i konkurentnost organizacija.

4.2. Upute za korištenje online kalkulatora za provjeru ekološke i energetske učinkovitosti proizvoda

Pregledom literature identificirani su kalkulatori za procjenu utjecaja na okoliš odnosno emisije stakleničkih plinova koje nastaju uzgojem energetskih ili drugih poljoprivrednih usjeva. Rad kalkulatora za izračun ugljičnog otiska temelji se na LCA metodologiji spomenutoj u prvom poglavlju. Količina podataka potrebnih za svaki kalkulator ovisi o procesima, aktivnostima i izvorima uključenim u kalkulator te o korištenom putu izračuna emisija stakleničkih plinova (Greenhouse gases – GHG). Većina kalkulatora koristi pojednostavljene ili prosječne vrijednosti i ne uzima dovoljno u obzir razlike u tlu, klimi i načinu upravljanja. Procjena ekološke i energetske održivosti mora biti prilagođena lokalnim uvjetima, a ne temeljena isključivo na generičkim podacima. Način gnojidbe, obrada tla, korištenje goriva, pesticida i upravljanje žetvenim ostacima značajno utječu na ukupne GHG emisije.

U sklopu projekta razvijen je kalkulator za provjeru ekološke i energetske učinkovitosti. Kalkulator funkcionira po principu računanja razine ekološke i energetske učinkovitosti proizvoda temeljem unesenih ulaznih parametara, prema kojima definira ocjenu proizvoda.



Slika 3: Osnovni model kalkulatora za ugljični otisak

Ocjena proizvoda temelji se na:

1. Ukupnom CO₂ otisku (kg CO₂ po funkcionalnoj jedinici proizvoda)
2. PEF vrijednosti (ukupni okolišni indeks)

Dobivene vrijednosti uspoređuju se s referentnim vrijednostima (benchmark) te se ocjena uvijek daje u odnosu na slične proizvode (isti sektor).

U tablici 3 napravljen je pregled razreda i razina održivosti po kojima funkcionira kalkulator.

Tablica 3. Definirani razredi i razina održivosti po kojima funkcionira kalkulator

Razred	CO₂ (kg/kg)	Boja	Opis
A	< 1	zelena ●	vrlo održivo
B	1 – 3	zelena ●	održivo
C	3 – 6	žuta ●	srednje
D	6 – 10	crvena ●	slabo
E	> 10	crvena ●	neodrživo

Prije popunjavanja kalkulatora potrebno je provjeriti imate li sve podatke koji se traže (Tablica 4). Najpouzdaniji rezultati postižu se ako se koriste primarni podaci iz vaše proizvodnje, a u slučaju da njih nije moguće dobiti koriste se sekundarni podaci.

Tablica 4. Podaci potrebni za unos u online kalkulator:

Broj	Vrsta podatka	Informacije o proizvodu				
1	Osnovni podaci	Naziv proizvoda	Količina proizvodnje (npr. 1 kg ili 1 L)	Lokacija proizvodnje (država/regija)		
2	Poljoprivredna proizvodnja	Količina gnojiva (kg)	Potrošnja vode za navodnjavanje (L)	Količina pesticida (kg ili procjena)	Potrošnja goriva za strojeve (L)	Površina ili prinos (ako je poznato)
3	Energija u proizvodnji	Potrošnja električne energije (kWh)	Potrošnja toplinske energije (kWh ili MJ)	Izvor energije (mreža, solar, plin)		
4	Transport i distribucija	Udaljenost transporta (km)	Vrsta prijevoza (kamion, kombi, brod)	Procjena količine robe u transportu (kg ili t)		
5	Ambalaža	Vrsta ambalaže (plastika, staklo, karton)	Masa ambalaže (grami ili kg po proizvodu)	Udio recikliranja (%) ako je poznat		
6	Skladištenje ako je primjenjivo	Koristi li se hlađenje (DA/NE)	Trajanje skladištenja (dani)	Procjena energije skladištenja		
7	Kraj životnog ciklusa	Koliko ambalaže se reciklira (%)	Koliko završava na otpadu (%)	Postoji li kompostiranje (%)		
8	Dodatni podaci – ako postoje	Koristi li se obnovljiva energija (%)	Lokalna ili izvozna prodaja	Certifikati (eko, PDO, PGI)		

U slučaju da neznatne neke od traženih vrijednosti, u nastavku vam donosimo moguća rješenja:
 Za vrijednost transporta unijeti procijenjenu prosječnu udaljenost.
 Preporučamo,

- lokalna prodaja → 50 –100 km
- regionalna → 100 –300 km
- izvoz → 500 + km

Dok se kao standardnu vrijednost koristi 100 km.

Za vrstu transporta, odaberite kamion kao zadanu opciju – najčešći oblik transporta u prehrambenom sektoru. Za vrstu ambalaže od više materijala (npr. plastika + papir) unijeti vrijednost za svaki materijal odvojeno, u slučaju da nije moguće, unijeti vrijednost onog materijala koji čini najveći udio.

Za težinu ambalaže preporuča se izvagati ambalažu, a u slučaju da to nije moguće procijeniti, na primjer: plastična vrećica: 20 –50 g, staklena boca: 300 –500 g.

Za potrošnju energije koristite račune za struju, ako to nije moguće napravite procjenu po stroju ili procesu. Ako to nije moguće koristiti zadane vrijednosti iz kalkulatora.

Općenito, ne preporuča se preskakanje unosa podataka, svakako nastojite procijeniti ili koristite zadane vrijednost.

Minimalni podaci koje treba unijeti u kalkulator jesu:

- energija (kWh)
- transport (km)
- ambalaža (g/kg)

Kako bi mogli procijeniti vlastitu proizvodnju po pojedinim kategorijama utroška energenata, emisije CO₂ i sirovine u nastavku su navedeni razredi po pojedinoj kategoriji proizvoda koji su uključeni u online kalkulator (Tablice 5 – 11).

Tablica 5. Kategorije održivosti proizvodnje po pojedinim parametrima za voće

Voće					
Kategorija	Energija (kWh/kg)	CO ₂ (kg/kg)	Voda (L/kg)	Transport	Ambalaža
Održivo 	0.2 – 0.5	0.2 – 0.5	500 – 800	lokalno (<50 km)	minimalna
Manje 	0.5 – 1.0	0.5 – 1.5	800 – 1200	EU transport	plastika
Loše 	1.0 – 2.5	1.5 – 3.5	1200+	interkontinentalno	višeslojna

Tablica 6. Kategorije održivosti proizvodnje po pojedinim parametrima za povrće

Povrće					
Kategorija	Energija (kWh/kg)	CO ₂ (kg/kg)	Voda (L/kg)	Transport	Ambalaža
Održivo 	0.1 – 0.4	0.1 – 0.4	200 – 500	lokalno	bez ambalaže
Manje 	0.4 – 1.2	0.4 – 1.5	500 – 1000	EU	plastika
Loše 	1.5 – 3.5	2 – 5	1000+	daleki uvoz	puno plastike

Tablica 7. Kategorije održivosti proizvodnje po pojedinim parametrima za suhomesnate proizvode

Suhomesnati proizvodi					
Kategorija	Energija (kWh/kg)	CO ₂ (kg/kg)	Voda (L/kg)	Transport	Ambalaža
Održivo 	5 – 10	5 – 8	4000 – 6000	lokalno	papir
Manje 	10 – 20	8 – 15	6000 – 8000	EU	plastika
Loše 	20 – 40	15 – 30	8000+	globalno	vakuum plastika

Tablica 8. Kategorije održivosti proizvodnje po pojedinim parametrima za sir

Sir					
Kategorija	Energija (kWh/kg)	CO ₂ (kg/kg)	Voda (L/kg)	Transport	Ambalaža
Održivo 	4 – 8	4 – 7	3000 – 5000	lokalno	papir
Manje 	8 – 15	7 – 12	5000 – 7000	EU	plastika
Loše 	15 – 30	12 – 25	7000+	uvoz	plastika

Tablica 9. Kategorije održivosti proizvodnje po pojedinim parametrima za maslinovo ulje

Maslinovo ulje					
Kategorija	Energija (kWh/kg)	CO ₂ (kg/kg)	Voda (L/kg)	Transport	Ambalaža
Održivo 	1 – 2	1 – 2	2000 – 3000	lokalno	staklo
Manje 	2 – 4	2 – 5	3000 – 4000	EU	staklo/plastika
Loše 	4 – 8	5 – 10	4000+	globalno	plastika

Tablica 10. Kategorije održivosti proizvodnje po pojedinim parametrima za vino

Vino					
Kategorija	Energija (kWh/L)	CO ₂ (kg/L)	Voda (L/L)	Transport	Ambalaža
Održivo 	0.5 – 1.5	0.5 – 1.5	300 – 600	lokalno (<50 km)	lagano staklo / povratna boca
Manje 	1.5 – 3	1.5 – 3	600 – 1000	EU distribucija	standardna staklena boca
Loše 	3 – 6	3 – 6	1000+	globalni izvoz	teška boca + dodatna ambalaža

Tablica 11. Kategorije održivosti proizvodnje po pojedinim parametrima za fuže

Fuži					
Kategorija	Energija	CO ₂	Voda	Transport	Ambalaža
Održivo ●	0.5 – 1.5	0.5 – 1.5	1000 – 1500	lokalno	papir
Manje ●	1.5 – 3	1.5 – 3	1500 – 2500	EU	plastika
Loše ●	3 – 6	3 – 6	2500+	globalno	plastika



5.0drživi uzgoj rajčice s fokusom na životni ciklus, smanjenje emisije CO₂ i potrošnje električne energije

Rajčica je jedna od najčešće uzgajanih povrtnarskih kultura na prekograničnom području Istre, ujedno najvažnijih grana povrtnarske proizvodnje zbog visoke tržišne potražnje i široke primjene u prehrambenoj industriji. Međutim, intenzivna proizvodnja rajčice, osobito u plastenicima i staklenicima, često je povezana s povećanom potrošnjom električne energije, vode, mineralnih gnojiva i zaštitnih sredstava, što doprinosi emisijama stakleničkih plinova, uključujući CO₂.

Ova studija slučaja fokusirati će se na uzgoj rajčice u kontroliranim uvjetima i na otvorenom. Poseban naglasak staviti će se na faze proizvodnje koje najviše doprinose emisijama CO₂ i potrošnji električne energije te na mogućnosti njihove optimizacije.



5.1. Studija slučaja: Održivi uzgoj rajčice s fokusom na životni ciklus, smanjenje emisije CO₂ i potrošnje električne energije – uzgoj u kontroliranim uvjetima

Promatra se gospodarstvo koje proizvodi rajčicu u plasteniku površine 1 ha, s godišnjom proizvodnjom od približno 250 tona rajčice. Proizvodnja se odvija tijekom jedne glavne sezone, uz korištenje sustava navodnjavanja kap po kap, ventilacije, rasvjete i osnovne automatizacije za kontrolu temperature i vlage. Analiza životnog ciklusa obuhvaća sve glavne faze proizvodnje i distribucije rajčice, te je prikazana u tablici 12.

Tablica 12. Faze životnog ciklusa rajčice – uzgoj u kontroliranim uvjetima

Faza životnog ciklusa	Utjecaj na okoliš
Priprema proizvodnje - pripremu tla ili supstrata, - proizvodnju ili nabavu presadnica, - unos osnovnih gnojiva, - pripremu plastenika, - postavljanje sustava navodnjavanja i potpore biljkama.	U ovoj fazi emisije nastaju ponajviše zbog proizvodnje gnojiva, transporta inputa i potrošnje energije za pripremne radove.
Sadnja i rast biljaka - sadnju presadnica, - navodnjavanje, - fertirigaciju, - zaštitu bilja, - kontrolu mikroklimе, - eventualnu dodatnu rasvjetu	Ovo je jedna od ključnih faza zbog: potrošnje električne energije za pumpe, ventilatore i rasvjetu, emisija povezanih s proizvodnjom i primjenom mineralnih gnojiva, mogućih gubitaka dušika.
Berba i pakiranje - ručnu ili djelomično mehaniziranu berbu, - sortiranje, - pakiranje, - kratkotrajno skladištenje.	Najveći utjecaj dolazi od električne energije za hlađenje i pakirne linije te od ambalažnih materijala.
Transport i distribucija - Rajčica se transportira do veletržnica, trgovina ili krajnjih kupaca.	Emisije ovise o: udaljenosti prijevoza, vrsti vozila, rashladnom lancu, gubicima proizvoda tijekom distribucije.
Kraj životnog ciklusa - zbrinjavanje biljnog otpada, - zbrinjavanje ambalaže, - recikliranje plastike i drugih materijala.	Nepravilno zbrinjavanje plastike i organskog otpada može povećati emisije i okolišno opterećenje

Kod intenzivne proizvodnje rajčice, najvažniji izvori emisija CO₂ navedeni su u tablici 13.

Tablica 13. Glavni izvori emisije CO₂ u uzgoju rajčice

Glavni izvori emisije CO ₂ u uzgoju rajčice				
Potrošnja električne energije	Upotreba mineralnih gnojiva	Transport inputa i proizvoda	Ambalaža	Biljni otpad
Rad pumpi za navodnjavanje.	Proizvodnja dušičnih gnojiva energetski je zahtjevnija i povezana s visokim emisijama CO ₂ . Prekomjerna primjena dodatno povećava emisije kroz dušikove spojeve u tlu.	Dovoženje gnojiva, zaštitnih sredstava, ambalaže i distribucija gotovog proizvoda stvaraju dodatne emisije.	Plastična i jednokratna ambalaža povećava ugljični otisak proizvoda, osobito ako se ne reciklira.	Ako se biljni ostaci ne kompostiraju ili ne koriste za proizvodnju organske tvari, dolazi do nepotrebnih gubitaka resursa.
Rad ventilacijskih uređaja.				
Rad uređaja za hlađenje i grijanje.				
Rad rasvjetnih tijela.				
Rad automatiziranih sustava za upravljanje.				

Glavni potrošači električne energije i procjena potrošnje u kontroliranom uzgoju rajčica navedeni su u tablici 14.

Tablica 14. Glavni potrošači električne energije i procjena raspodjele potrošnje električne energije

Glavni potrošači električne energije	Procjena raspodjele potrošnje električne energije
Pumpama za navodnjavanje	20–25%
Ventilatori i sustav ventilacije	25–30%
Rasvjeta	20–35%
Sustavi za hlađenje i skladištenje	15–20%
Sustav automatike i senzora	5–10%

Fokusirajući se na izvore emisije CO₂ i potrošnju električne energije predložene su mjere za smanjenje istih (Tablica 15).

Tablica 15. Mjere za smanjenje emisije CO₂

Mjere za smanjenje emisije CO ₂	Učinak
Optimizacija gnojidbe - analiza tla i vode prije gnojidbe, - precizna fertirigacija, - primjena gnojiva prema fazi rasta biljke, - djelomična zamjena mineralnih gnojiva organskim izvorima hraniva, - korištenje biofertilizatora gdje je moguće.	Smanjuje se količina nepotrebno unesenih hranjiva i emisija povezanih s proizvodnjom gnojiva.
Lokalna prodaja i kraći lanci opskrbe - Prodajom na lokalnom tržištu smanjuju se transportne udaljenosti i emisije iz logistike.	Niža emisija CO₂ po kilogramu proizvoda i manji gubici tijekom prijevoza
Održivo upravljanje biljnim ostacima Biljni ostaci mogu se: - kompostirati, - koristiti za proizvodnju organskog gnojiva, - uključiti u kružni model gospodarstva.	Smanjuje se potreba za vanjskim inputima i količina otpada.
Uvođenje obnovljivih izvora energije Na gospodarstvu se može razmotriti: - postavljanje solarnih panela, - korištenje solarnih pumpi, - djelomično napajanje rasvjete i automatike iz obnovljivih izvora.	Smanjuje se ovisnost o električnoj energiji iz mreže i povezane emisije CO₂.
Održivija ambalaža Preporučuje se: - korištenje reciklabilne ambalaže, - smanjenje količine plastike, - višekratna transportna ambalaža.	Smanjuje se ugljični otisak pakiranja i količina otpada.

Tablica 16. Mjere za smanjenje potrošnje električne energije

Mjere za smanjenje potrošnje električne energije	Učinak
Učinkovit sustav navodnjavanja Primjena pametnog navodnjavanja uključuje: - senzore vlage tla, - automatsko upravljanje navodnjavanjem, - navodnjavanje samo kada je potrebno, - održavanje pumpi i cjevovoda radi smanjenja gubitaka.	Niža potrošnja električne energije za crpljenje vode.
Energetski učinkovita rasvjeta Ako se koristi dodatna rasvjeta, preporučuje se: - zamjena klasične rasvjete LED rasvjetom, - vremensko programiranje rada, - korištenje rasvjete samo u kritičnim razdobljima.	Znatno niža potrošnja električne energije.
Automatizacija ventilacije i mikroklima Ventilatori i sustavi ventilacije trebaju raditi na temelju stvarnih potreba, a ne neprekidno. Mjere: - senzori temperature i vlage, - automatsko otvaranje/zatvaranje bočnih stranica i otvora, - pravilno pozicioniranje ventilatora	Manja nepotrebna potrošnja energije.
Toplinska izolacija plastenika Korištenjem kvalitetnijeg pokrovnog materijala i boljom izolacijom: - smanjuje se potreba za grijanjem ili hlađenjem, - postiže se stabilnija unutarnja mikroklima.	Niži energetske gubici.
Preventivno održavanje opreme Redovito održavanje pumpi, ventilatora, rashladnih uređaja i senzora smanjuje kvarove i povećava energetske učinkovitost.	Niža potrošnja energije i dulji vijek trajanja opreme.

Uz primjenu navedenih mjera smanjenja CO₂ (Tablica 16) i uštede električne energije moguće je ostvariti značajne uštede, kako je navedeno u tablici 17.

Tablica 17. Procjena učinaka poboljšanja

Primjer procjene učinaka poboljšanja	
Mjera	Očekivani učinak
Precizna fertirigacija	smanjenje potrošnje gnojiva 10–20%
Senzorsko navodnjavanje	smanjenje potrošnje vode i energije 15–25%
LED rasvjeta	smanjenje potrošnje električne energije za rasvjetu 30–50%
Automatizirana ventilacija	smanjenje potrošnje energije 10–20%
Solarni paneli	djelomično pokrivanje potreba za električnom energijom
Lokalna distribucija	smanjenje emisija iz transporta 10–30%
Ukupno, kombinacijom ovih mjera moguće je: - smanjiti ukupnu potrošnju električne energije za 20–40% - smanjiti emisije CO ₂ po kilogramu rajčice za 15–35%	

Analiza životnog ciklusa pokazuje da najveći okolišni utjecaji u uzgoju rajčice nastaju tijekom faze proizvodnje, osobito zbog potrošnje električne energije, uporabe gnojiva, ambalaže i transporta. Uvođenjem precizne gnojidbe, pametnog navodnjavanja, energetske učinkovite rasvjete, automatizirane ventilacije i obnovljivih izvora energije moguće je značajno smanjiti i emisije CO₂ i ukupnu potrošnju električne energije. Takav pristup ne doprinosi samo zaštiti okoliša, nego i povećava ekonomsku učinkovitost proizvodnje. Održivi uzgoj rajčice stoga predstavlja važan korak prema klimatski odgovornijoj i konkurentnijoj poljoprivredi.

5.2. Studija slučaja: Održivi uzgoj rajčice s fokusom na životni ciklus, smanjenje emisije CO₂ i potrošnje električne energije – uzgoj na otvorenom

Uzgoj rajčice na otvorenom predstavlja tradicionalniji i energetske manje intenzivan sustav proizvodnje u usporedbi s plasteničkom i stakleničkom proizvodnjom. Međutim, i ovaj način uzgoja ima značajan utjecaj na okoliš, osobito kroz uporabu mehanizacije, gnojiva, vode i transporta.

Ova studija slučaja analizira proizvodnju rajčice na otvorenom kroz pristup životnog ciklusa (Tablica 18) te identificira ključne točke za smanjenje emisije CO₂ (Tablice 19 i 20) i potrošnje električne energije (Tablica 21).

Promatra se poljoprivredno gospodarstvo koje uzgaja rajčicu na otvorenom na površini od 2 ha, s prosječnim prinosom od 60–80 t/ha (ovisno o vremenskim uvjetima), navodnjavanje: kap po kap ili kišenje, mehanizacija: traktor i priključci, energija: gorivo + električna energija (za pumpe).

Tablica 18: Životni ciklus rajčice na otvorenom

Faza životnog ciklusa	Utjecaj na okoliš
Priprema tla - oranje, tanjuranje, frezanje - unošenje gnojiva - pripremu gredica	- visoka potrošnja goriva - emisije CO ₂ iz mehanizacije - emisije iz gnojiva
Sadnja i vegetacija - sadnju presadnica - navodnjavanje - zaštitu bilja - plijevljenje i obradu tla	- potrošnja vode i energije za pumpe - emisije iz pesticida i gnojiva - emisije iz rada traktora
Berba - ručna ili djelomično mehanizirana - transport unutar gospodarstva	- manja potrošnja energije u odnosu na plas- teničku proizvodnju - emisije iz transporta i mehanizacije
Transport i distribucija - transport do tržišta ili otkupnih centara	- emisije CO ₂ iz vozila - ovisnost o udaljenosti tržišta
Kraj životnog ciklusa - biljni ostaci - ambalaža	- mogućnost kompostiranja - potencijal smanjenja otpada

Tablica 19: Glavni izvori emisije CO₂ u uzgoju rajčice na otvorenom

Glavni izvori emisije CO ₂ u uzgoju rajčice na otvorenom			
Poljoprivredna meha- nizacija	Mineralna gnojiva	Navodnjavanje	Transport
- traktor i priključci koriste dizel - obrada tla je najveći potrošač energije	- proizvodnja i primjena dušičnih gnojiva - emisije iz tla (N ₂ O)	- pumpe koriste elek- tričnu energiju ili gorivo	- prijevoz proizvoda do tržišta

U uzgoju na otvorenom električna energija se koristi znatno manje nego u plastenicima. Glavnina potrošene električne energije otpada na navodnjavanje (glavni potrošač): 60–80%, zatim skladištenje (ako postoji): 10–20%, te ostalo: 10%.

Tablica 20: Mjere za smanjenje emisije CO₂

Mjera	Učinak
Smanjenje obrade tla - konzervacijska obrada - minimalna obrada tla	- manja potrošnja goriva - smanjenje emisija CO ₂
Precizna gnojidba - analiza tla - ciljano dodavanje hraniva - organska gnojiva (stajnjak, kompost)	- smanjenje emisija iz gnojiva - bolja učinkovitost
Lokalna prodaja - kraći transportni lanci	- manje emisije iz logistike
Upravljanje biljnim ostacima - kompostiranje - vraćanje organske tvari u tlo	- smanjenje otpada - povećanje plodnosti tla
Smanjenje upotrebe pesticida - integrirana zaštita bilja - biološke metode	- manji okolišni utjecaj

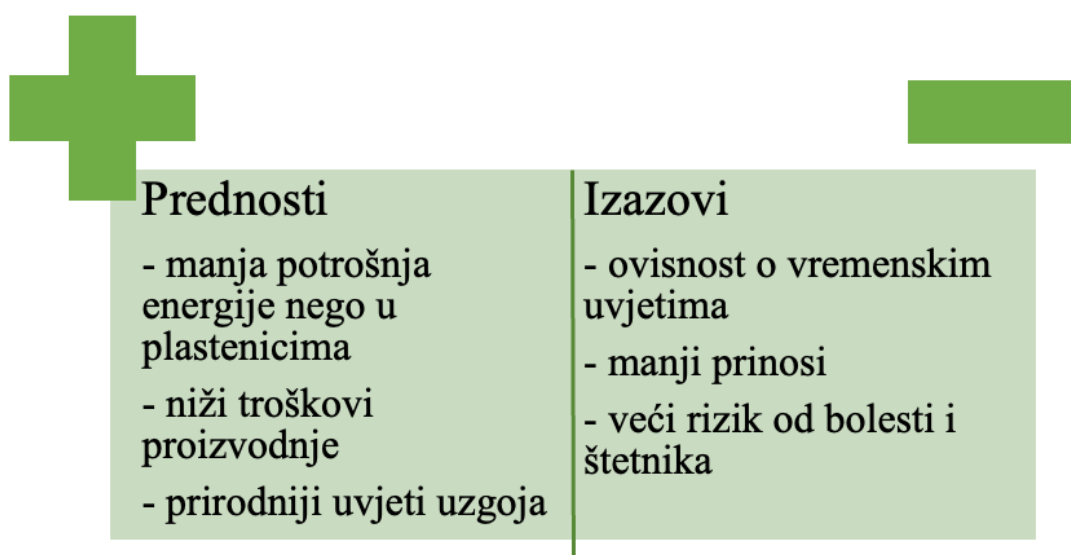
Tablica 21: Mjere za smanjenje potrošnje električne energije

Mjera	Učinak
Efikasno navodnjavanje - kap po kap umjesto kišenja - senzori vlage tla	- smanjenje potrošnje vode i energije 20–40%
Solarne pumpe - korištenje solarne energije za navodnjavanje	- smanjenje troškova električne energije - smanjenje emisija CO ₂
Optimizacija rada pumpi - navodnjavanje u optimalnim terminima - smanjenje gubitaka vode	- veća energetska učinkovitost

Uz primjenu navedenih mjera smanjenja emisije CO₂ i potrošnje električne energije moguće su značajne uštede, kako je prikazano u tablici 22.

Tablica 22: Moguće uštede uz primjenu mjera

Mjera	Učinak
Konzervacijska obrada tla	20–30% goriva
Precizna gnojidba	10–20% emisija
Kap po kap navodnjavanje	20–40% energije
Solarne pumpe	30–70% električne energije
Lokalna prodaja	10–25% emisija transporta
Uz primjenu navedenih mjera moguće su uštede: - smanjenje emisije CO ₂ : 15–30% - smanjenje potrošnje energije: 20–40%	



Slika: Prednosti i izazovi uzgoja rajčice na otvorenom

Uzgoj rajčice na otvorenom ima manji energetske intenzitet u usporedbi s kontroliranim sustavima, ali i dalje nosi značajne izvore emisija CO₂, prvenstveno kroz mehanizaciju, gnojiva i transport. Primjenom održivih praksi poput smanjene obrade tla, precizne gnojidbe, učinkovitog navodnjavanja i korištenja obnovljivih izvora energije moguće je značajno smanjiti okolišni utjecaj. Takav pristup omogućuje ne samo ekološki prihvatljiviju proizvodnju, već i dugoročno ekonomsku održivost poljoprivrednog gospodarstva.

Pojmovnik

PEF (Product Environmental Footprint)

PEF je metoda za mjerenje ukupnog utjecaja proizvoda na okoliš.

Jednostavno rečeno:

pokazuje koliko proizvod “opterećuje okoliš” kroz cijeli svoj životni ciklus

Primjer:

PEF uzima u obzir proizvodnju, energiju, transport i ambalažu.

CO₂eq (ugljični otisak)

Ukupna količina stakleničkih plinova izražena kao ekvivalent CO₂.

Jednostavno rečeno:

sve emisije (CO₂, metan, dušikov oksid) pretvaraju se u jednu brojku

Primjer:

1 kg proizvoda = 2 kg CO₂eq znači da je proizvod uzrokovao 2 kg emisija.

Funkcionalna jedinica

Referentna količina proizvoda na koju se odnose svi izračuni.

Jednostavno rečeno:

sve se računa po istoj osnovi (npr. 1 kg proizvoda)

Primjer:

1 kg sira ili 1 litra vina

LCA (Life Cycle Assessment)

Analiza životnog ciklusa proizvoda.

Jednostavno rečeno:

gleda se cijeli put proizvoda – od proizvodnje do otpada

Primjer:

uzgoj → prerada → transport → potrošnja → otpad

PEFCR (Product Environmental Footprint Category Rules)

Pravila za izračun PEF-a za određenu skupinu proizvoda.

Jednostavno rečeno:

upute kako točno računati za npr. vino, sir ili povrće

Primjer: za vino postoje drugačija pravila nego za meso

Granica sustava (System boundary)

Određuje koje faze proizvodnje su uključene u izračun.

Jednostavno rečeno:

definira gdje počinje i završava analiza

Primjeri:

“od farme do trgovine”

“od proizvodnje do otpada”

DQR (Data Quality Rating)

Ocjena kvalitete podataka.

Jednostavno rečeno:

pokazuje koliko su podaci pouzdani

Primjer:



stvarni podaci s farme = visoka kvaliteta
procjene = niža kvaliteta

EoL (End of Life)

Kraj životnog ciklusa proizvoda.

Jednostavno rečeno:

što se događa nakon korištenja proizvoda

Primjeri: recikliranje, odlaganje, kompostiranje

Emisijski faktor

Vrijednost koja pokazuje koliko emisija nastaje po jedinici aktivnosti.

Jednostavno rečeno:

koliko CO₂ nastaje po kWh, litri goriva ili kg materijala

Primjer:

1 kWh = 0.25 kg CO₂

PEF score

Ukupni rezultat okolišnog utjecaja proizvoda.

Jednostavno rečeno:

jedna brojka koja pokazuje koliko je proizvod održiv

Napomena:

uključuje više faktora, ne samo CO₂



Reference

Al-Mansour F., Jejcic V., A model calculation of the carbon footprint of agricultural products: The case of Slovenia, Energy (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.10.099>

Poveznice

Preporuka Komisije (EU) 2021/2279 od 15. prosinca 2021. o uporabi metoda mjerenja ekološkog otiska za mjerenje i priopćavanje o okolišnoj učinkovitosti proizvoda i organizacija za vrijeme njihova životnog ciklusa
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32021H2279>





Interreg



Sofinancira
EVROPSKA UNIJA
Sofinancira
EVROPSKA UNIJA

Slovenija – Hrvatska

Šavrinke



Najboljše iz štirih



MESTNA OBČINA KOPER
COMUNE CITTA DI CAPODISTRIA



UNIVERZA
V LJUBLJANI



ISTARSKA ZGODA
ISTRIANA



AGENCIJA ZA RAZVOJ RURALNEGA OBMOČJA

