



Krožne tehnološke zasnove in poslovni modeli v slovenskem kmetijstvu

Povzetek rezultatov in ugotovitev projekta



Povzetek rezultatov in ugotovitev projekta Krožne tehnološke zasnove in poslovni modeli v slovenskem kmetijstvu (V4-2208)

Naslov projekta:	Krožne tehnološke zasnove in poslovni modeli v slovenskem kmetijstvu (angl. <i>Circular technological concepts and business models in Slovenian agriculture</i>)
Akronim projekta:	CircAgro
Trajanje projekta:	10/2022 – 9/2025
Nosilna RO:	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Sodelujoče RO:	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta Inštitut za celulozo in papir Kemijski inštitut Fakulteta za tehnologijo polimerov Gospodarska zbornica Slovenije, Združenje kmet. in živil. podjetij
Vodja projekta:	Luka Juvančič
Avtorji povzetka:	Luka Juvančič, Matej Fatur, Stane Kavčič, Rok Mihelič, Ana Schwarzmann, Sabina Berne, Ilja Gasan Osojnik Črnivec, Uroš Novak, Katja Makovšek, Mija Sežun, Gregor Lavrič, Silvester Bolka, Nina Križnik, Tjaša Bedenk

Projekt financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Agencija za Raziskovalno dejavnost Republike Slovenije v skladu s pogodbo št. 2330-22-000240 o financiranju in izvajanju raziskovalnega projekta št. V4-2208 v okviru Ciljnega raziskovalnega programa »Naša hrana, podeželje in naravni viri«.



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



Javna agencija za raziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije

VSEBINA

I	KROŽNE TEHNOLOŠKE ZASNOVE IN POSLOVNI MODELI V SLOVENSKEM KMETIJSTVU	4
1.1	Izvleček v slovenskem jeziku	4
1.2	Circular technological concepts and business models in Slovenian agriculture - English Summary	5
2	KONTEKST IN VSEBINSKA IZHODIŠČA PROJEKTA	7
2.1	Strateška pomembnost prehoda v krožno biogospodarstvo v Evropi in v Sloveniji	7
2.2	Načela krožne rabe virov v kmetijstvu	7
2.3	Krožnost – priložnosti in izzivi v kontekstu slovenskega kmetijstva	9
3	RAZISKOVALNI PRISTOP	10
3.1	Kmetijsko gospodarstvo kot izhodišče	10
3.2	Razvoj robustnih, prenosljivih in trajnostnih rešitev	11
3.3	Od rešitev na ravni kmetijskega gospodarstva do predlogov sistemskih sprememb	12
4	OD BILANCE SNOVNIH TOKOV DO PROTOTIPOV REŠITEV	14
4.1	Izbira perspektivnih surovinskih tokov na ravni kmetij	14
4.2	Ocena skupne razpoložljivosti obravnavanih surovinskih tokov	14
5	PROTOTIPNE REŠITVE IN NJIHOVA VKLJUČITEV V POSLOVNE MODELE	18
5.1	Izboljšava gnojevke ali bioplinskega digestata s tehnologijo nizkoenergijske plazme (NPOG)	19
5.2	Vključevanje biooglja v snovni tok živinskih gnojil	21
5.3	Izdelava biostimulansov na osnovi mikroalg	22
5.4	Naravni ekstrakti iz ostankov pridelave rastlin	23
5.5	Specialni papirniški izdelki iz ostankov v rastlinski proizvodnji	24
5.6	Sadno usnje iz jabolčnih tropin	25
5.7	Inovativni biokompoziti iz odpadne kmetijske folije in naravnih polimerov kmetijskega izvora	27
6	OCENA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI IN OKOLJSKE TRAJNOSTI	29
6.1	Oblikovanje krožnih poslovnih modelov v kmetijstvu s troslojnim platnom poslovnega modela (TPPM)	29
6.2	Gospodarske, okoljske in družbene koristi poslovnih modelov, obravnavanih v našem projektu	30
6.3	Ocena ekonomske upravičenosti	31
6.4	Hitra ocena okoljske trajnosti (Primerjalna LCI, emisije)	33
7	PREDLOG IZBOLJŠAV JAVNIH PODPOR KROŽNIM REŠITVAM V SLOVENSKEM KMETIJSTVU	35
7.1	Krožna raba virov v kmetijstvu kot strateška priložnost	35
7.2	Priporočila za okrepitev krožnosti v izvajanju SN SKP	35
	KAZALO VSEBINSKIH POROČIL	37



I KROŽNE TEHNOLOŠKE ZASNOVE IN POSLOVNI MODELI V SLOVENSKEM KMETIJSTVU

I.1 Izvleček v slovenskem jeziku

Projekt je usmerjen v razvoj tehnoloških prototipov in poslovnih modelov, iz njih pa v predloge sistemskih izboljšav v smeri zapiranja snovnih in energetskih zank v slovenskem kmetijstvu. Izhaja iz strateškega cilja prehoda v krožno biogospodarstvo, ki ga EU prepoznava kot ključen element trajnostnega razvoja. Slovensko kmetijstvo ima v tem kontekstu številne izzive – omejene količine surovin, razpršenost virov in pomanjkanje ekonomije obsega –, zato projekt zasleduje razvoj manjših, modularnih in tehnološko robustnih sistemov, prilagodljivih lokalnim pogojem in potrebam posameznih kmetij.

V izhodišču projekt obravnava konkretne kmetije kot temeljne enote, na katerih so bile izvedene bilance biomase in snovnih tokov. Na tej osnovi je bila pripravljena inventarizacija perspektivnih surovinskih virov. Ugotovljeno je bilo, da največje količine predstavljajo živinska gnojila ter ostanki v rastlinski proizvodnji, ki jih je mogoče delno preusmeriti v druge rabe. Podatki o perspektivnih surovinskih virih so bili prostorsko analizirani z uporabo administrativnih evidenc (LPIS) in statističnih podatkov, kar je omogočilo oceno razpoložljivosti, kakovosti in prostorske porazdelitve virov.

Na podlagi teh analiz je projekt razvil sedem prototipnih rešitev, razdeljenih po skupinah surovinskih tokov in tehnoloških pristopov. Tri rešitve obravnavajo predelavo živinskih izločkov: izboljšava gnojevke z obdelavo z nizkoenergijsko plazmo (NPOG), vključevanje biooglja v snovni tok živinskih gnojil ter gojenje mikroalg na tekočih gnojilih za proizvodnjo biostimulansov. Dve rešitvi naslavljata rastlinske ostanke – pridobivanje naravnih ekstraktov in proizvodnjo specialnih papirjev iz lignoceluloznih virov po kaskadnem načelu. Zadnji dve prototipni rešitvi predstavljata inovacije na področju biomaterialov: razvoj sadnega usnja iz tropin in biokompozitov iz reciklirane kmetijske plastike ter naravnih polimerov. Vse rešitve so bile zasnovane z vidika majhnih, lokalno izvedljivih poslovnih modelov, ki omogočajo dodajanje vrednosti na ravni posamezne kmetije ali skupine kmetij.

Poslovni modeli, ki smo jih razvili iz prototipnih rešitev, so bili zasnovani na način da odražajo specifične razmere slovenskega kmetijstva, zlasti omejene količine surovin, visoke stroške logistike in potrebo po fleksibilnih organizacijskih oblikah. Poleg tehničnih specifikacij so bile pripravljene ocene investicijskih potreb, stroškov poslovanja ter ekonomske upravičenosti z uporabo kazalnikov neto sedanje vrednosti (NSV) in interne stopnje donosnosti (ISD). Ob gospodarskem vidiku je bila izvedena tudi hitra ocena okoljske trajnosti, ki temelji na primerjavi emisij prototipne rešitve z izhodiščno rabo surovinskega vira.

Poleg tehničnega in ekonomskega vrednotenja je projekt v sodelovanju z deležniki izvedel posvetovalne delavnice, kjer so bili prototipi testirani z vidika tržne zanimivosti, izvedljivosti in možnosti širše uporabe. Rezultati so potrdili visoko zanimanje za tehnologije, ki omogočajo zadržanje vrednosti biomase znotraj kmetijskega sistema, hkrati pa so pokazali potrebo po sistemskih prilagoditvah – zlasti v regulativnem okviru, dostopu do financiranja in podpornih storitvah.

Zaključni del raziskave je usmerjen v predloge izboljšav javnih politik za podporo krožnim praksam v kmetijstvu. Analiza Strateškega načrta SKP za Slovenijo 2023–2027 je pokazala, da ta krožnost obravnava predvsem posredno, prek splošnih okoljskih ciljev in učinkovite rabe virov. Krožnost ni opredeljena kot samostojen cilj, ne vključuje posebnih kazalnikov niti meril, ki bi nagrajevala zapiranje



snovnih tokov. Kazalniki rezultatov in učinkov ne merijo recikliranja hranil ali zmanjšanja odpadkov, prav tako v sistemu svetovanja (AKIS) ni specializiranih strokovnjakov za krožno rabo virov.

V praksi so krožni učinki pogosto stranski rezultat tehnoloških izboljšav, ne pa načrtovan cilj. Kljub temu je slovensko kmetijstvo bogato z znanjem, surovinami in izkušnjami, ki bi lahko tvorile jedro krožnega biogospodarstva – pod pogojem, da se oblikuje celovit podporni okvir. Ta mora zajemati regulativne prilagoditve (npr. poenostavitev postopkov za uporabo stranskih proizvodov), ciljno usmerjene finančne instrumente (posojila, garancije, kombinirane sheme) ter krepitev sodelovanja med kmetijami, podjetji in raziskovalnimi organizacijami.

Med ključnimi priporočili projekta izpostavljamo: (i) Strateško umeščanje krožnosti kot horizontalnega cilja; (ii) Preusmeritev naložbenih podpor z nepovratnih sredstev v finančne instrumente; (iii) Prilagoditev meril in kazalnikov v intervencijah SN SKP, ki bi nagrajevali konkretne krožne učinke; (iv) Spodbujanje lokalnih verig, okrepljen prenos znanja in (v) Vzpostavitev sistema spremljanja krožnosti, ki vključuje kazalnike rezultatov in učinkov.

Projekt s tem povezuje raziskovalne in praktične vidike spodbujanja krožne rabe virov v slovenskem kmetijstvu. Z oblikovanjem prenosljivih tehnoloških rešitev in poslovnih modelov dokazuje, da je mogoče krožna načela uspešno vgraditi v obstoječe proizvodne procese, če so ti podprti z ustreznimi sistemskimi ukrepi. Vzpostavitev integriranega podpornega okolja – ki združuje znanje, finančne instrumente in strateško usmerjanje – bi Sloveniji omogočila, da krožnost v kmetijstvu preoblikuje iz deklarativne usmeritve v dejanski razvojni motor podeželja in prehranskega sistema.

I.2 Circular technological concepts and business models in Slovenian agriculture - English Summary

The project focuses on the development of technological prototypes and business models, which are then used to propose systemic improvements aimed at closing material and energy loops in Slovenian agriculture. It stems from the strategic goal of transitioning to a circular bioeconomy, which the EU recognizes as a key element of sustainable development. Slovenian agriculture faces numerous challenges in this context—limited quantities of raw materials, scattered resources, and a lack of economies of scale—which is why the project pursues the development of smaller, modular, and technologically robust systems that are adaptable to local conditions and the needs of individual farms.

The project starts by looking at specific farms as basic units, where biomass and material flow balances were carried out. On this basis, an inventory of perspective raw material sources was prepared. It was found that the largest quantities are represented by livestock manure and plant production residues, which can be partially diverted to other uses. Data on perspective raw material sources were spatially analysed using administrative records (LPIS) and statistical data, which enabled an assessment of the availability, quality and spatial distribution of resources.

Based on these analyses, the project developed seven prototype solutions, divided into groups of raw material flows and technological approaches. Three solutions address the processing of livestock excreta: improving manure by treating it with low-energy plasma (NPOG), incorporating biochar into the material flow of livestock manure, and growing microalgae on liquid manure to produce biostimulants. Two solutions address plant residues – the extraction of natural extracts and the production of special papers from lignocellulosic sources using the cascade principle. The last two prototype solutions represent innovations in the field of biomaterials: the development of fruit leather



from pomace and biocomposites from recycled agricultural plastic and natural polymers. All solutions were designed with a view to small, locally feasible business models that enable value addition at the level of individual farms or groups of farms.

The business models developed from prototype solutions were designed to reflect the specific conditions of Slovenian agriculture, in particular the limited quantities of raw materials, high logistics costs, and the need for flexible organizational forms. In addition to technical specifications, estimates of investment needs, operating costs, and economic feasibility were prepared calculating net present value (NPV) and internal rate of return (IRR) indicators. In addition to the economic aspect, a quick assessment of environmental sustainability was also carried out, based on a comparison of the emissions of the prototype solution with the baseline use of the raw material source.

In addition to the technical and economic evaluation, the project, in collaboration with stakeholders, conducted consultation workshops where the prototypes were tested in terms of market appeal, feasibility, and potential for wider application. The results confirmed a high level of interest in technologies that enable the value of biomass to be retained within the agricultural system, while also highlighting the need for systemic adjustments, particularly in the regulatory framework, access to finance, and support services.

The final part of the study focuses on proposals for improvements to public policies to support circular practices in agriculture. An analysis of the CAP Strategic Plan for Slovenia 2023–2027 showed that it addresses circularity only indirectly, through general environmental objectives and efficient use of resources. Circularity is not defined as a separate objective, nor does it include specific indicators or criteria that would reward the closure of material flows. The result and impact indicators do not measure nutrient recycling or waste reduction, nor are there any specialists in circular resource use in the advisory system (AKIS).

In practice, circular effects are often a side effect of technological improvements rather than a planned objective. Nevertheless, Slovenian agriculture is rich in knowledge, raw materials, and experience that could form the core of a circular bioeconomy, provided that a comprehensive support framework is developed. This must include regulatory adjustments (e.g., simplification of procedures for the use of by-products), targeted financial instruments (loans, guarantees, combined schemes), and strengthening cooperation between farms, businesses, and research organizations.

The key recommendations of the project include: (i) Strategic positioning of circularity as a horizontal objective; (ii) Redirection of investment support from grants to financial instruments; (iii) Adjustment of criteria and indicators in CAP interventions to reward concrete circular effects; (iv) Promoting local chains, enhanced knowledge transfer, and (v) Establishing a circularity monitoring system that includes outcome and impact indicators.

The project thus combines research and practical aspects of promoting circular resource use in Slovenian agriculture. By developing transferable technological solutions and business models, it demonstrates that circular principles can be successfully integrated into existing production processes if they are supported by appropriate systemic measures. The establishment of an integrated support environment – combining knowledge, financial instruments, and strategic guidance – would enable Slovenia to transform circularity in agriculture from a declarative orientation into an actual driver of rural development and the food system.



2 KONTEKST IN VSEBINSKA IZHODIŠČA PROJEKTA

2.1 Strateška pomembnost prehoda v krožno biogospodarstvo v Evropi in v Sloveniji

Biogospodarstvo je na ravni EU prepoznan kot ključni element prehoda k trajnostni prihodnosti, ki temelji na učinkoviti rabi obnovljivih bioloških virov (EK, 2025). Vključuje niz dejavnosti - od primarne kmetijske in gozdarske proizvodnje, predelave le-teh v hrano in proizvodov biološkega izvora, katerih paleta se vztrajno širi z novimi znanji in tehnologijami. Poleg neposrednih gospodarskih učinkov (rast dodane vrednosti, delovna mesta) krožna in trajnostna raba obnovljivih bioloških virov pomembno prispeva k zmanjšanju emisij ogljika in spodbujanju okoljske trajnosti.

V turbulentnih razmerah v mednarodnem trgovinskem in političnem okolju, kakršnim smo priča v zadnjem času, narašča tudi strateški pomen prehoda v krožno biogospodarstvo. Z uporabo lokalnih obnovljivih virov zmanjšujemo odvisnost od uvoženih fosilnih goriv in surovin, krepimo strateško avtonomijo in povečujemo odpornost gospodarstva na globalne motnje v preskrbnih verigah.

Prehod v krožno biogospodarstvo je prepoznan kot ena ključnih strateških prioritet na ravni EU¹, čemur namenjamo tudi obsežna javnofinančna sredstva. Zaključuje se drugo desetletje usmerjenih vlaganj v raziskave, inovacije in razvoj trajnostnih rešitev. Tem v vse večji meri sledijo konkretne (tudi javno-finančno podprte) naložbe za vpeljevanje krožnih tehnologij, ki se usmerjajo predvsem v kmetijstvo, proizvodnjo živil, gozdno-lesno verigo, obnovljive vire energije, v vse večji meri pa tudi na druge predelovalne panoge.

Vsi strateški premisleki o pomenu prehoda v krožno biogospodarstvo veljajo tudi za Slovenijo, kjer raziskave razkrivajo številne neizkoriščene potencialne v rabi surovin biološkega izvora ter v povečanju produktivnosti in učinkovitosti panog biogospodarstva, zlasti v primarni kmetijski proizvodnji. Kvantitativne podlage v podporo strateškemu načrtovanju biogospodarstva v Sloveniji nadalje zaznavajo vrzel pri prepoznavanju tehnoloških rešitev in poslovnih modelov, ki bi ustrezno izkoristili potencial krožnih tehnologij. To vrzel zapolnjuje pričujoči raziskovalni projekt. Pri tem sledimo načelu, da identificirane rešitve morajo biti ekonomsko vzdržne, prenosljive v kontekst slovenskega kmetijstva ter razširljive na širše okolje.

2.2 Načela krožne rabe virov v kmetijstvu

V projektu se torej osredotočamo na krožno rabo virov v primarni kmetijski proizvodnji in predelavi. Ta naj bi prispevala k vsem trem stebrom trajnosti: okoljske koristi z zmanjševanjem odpadkov in

¹ Strategija EU za biogospodarstvo (2012) je postavila temelje za uporabo obnovljivih bioloških virov in krepitev medsektorskega usklajevanja; posodobitev te strategije iz leta 2018 izpostavlja potrebo po rasti biogospodarstva v okviru ekoloških mej, konkretizira cilje in ukrepe in se tesneje povezuje z drugimi politikami EU in mednarodnimi obveznostmi. V pripravi je nova posodobitev strategije, v kateri pričakujemo večji poudarek konkurenčnosti in zagotavljanju sistemskih pogojev za hitrejši prehod inovacij na trg.



emisij, gospodarske koristi z učinkovitejšo rabo virov in ustvarjanjem dodane vrednosti ter družbene koristi z zagotavljanjem trajnostne proizvodnje hrane in rabe virov ter ohranjanjem podeželja.

Da bi krožna raba virov v kmetijstvu dejansko prispevala k napredku na okoljskem, gospodarskem in družbenem področju, je nujno slediti jasnim načelom. Muscat in sod. (2021) izpostavljajo pet ključnih načel krožnega biogospodarstva, ki usmerjajo preoblikovanje kmetijske pridelave in predelave v bolj trajnostne sisteme. Ta načela zagotavljajo okvir za razumevanje, kako je mogoče stranske tokove biomase smiselno vključiti v nove prakse ter s tem ustvarjati dodano vrednost, zmanjševati izgube in spodbujati lokalno odpornost agroživilskih verig.

1. **Skrb za ugodno stanje agroekosistemov.** Pri izkoriščanju naravnih virov moramo posebno pozornost nameniti skrbno ravnanje z njimi. Tu mislimo predvsem na omejeno rabo naravnih virov v obsegu, ki ne presega njihove regenerativne ali absorpcijske sposobnosti. Prvi korak pri načrtovanju krožnih praks v kmetijstvu v skladu s tem načelom je snovna bilanca, znotraj tega pa skrb za to, da tlem vračamo hranila in organsko maso vsaj v enekem obsegu, kot smo jih odvzeli. S tem načelom je povezana tudi postopna zamenjava neobnovljivih virov energije z obnovljivimi in preprečevanje emisij. Zagotavljanje trajnosti v naših kmetijskih praksah zaokrožimo s skrbjo za mikrobiološko aktivnost tal in biotsko raznovrstnost.
2. **Izogibanje presežkom v proizvodnji (in porabi).** Z izogibanjem proizvodnje nebitvenih proizvodov in preprečevanjem odpadkom bistvenih proizvodov lahko preprečimo nepotrebno izkoriščanje naravnih virov. To je še posebej pomembno v primerih, kjer je negativne posledice težko v celoti izravnati z obnovo in recikliranjem (npr. presežna proizvodnja živalskih proizvodov, prekomerna uporaba gnojil in pesticidov, presežna predelava in zavržena živila pri potrošnikih). Spoštovanje tega načela se v praksi pogosto izkaže za manj enostavno, kot videti na prvi pogled, saj posega v svobodo izbire in življenjski slog posameznika (npr. prehranske navade in razvade) in skritimi stroški živil (npr. ultra-obdelana živila).
3. **Prioritete v proizvodnji - najprej hrana.** Resurse za kmetijsko proizvodnjo (zlasti to velja za kmetijske površine) uporabljamo za osnovne človekove potrebe. V okviru rastlinske proizvodnje to načelo pomeni, da je je ta primarno namenjena prehrani ljudi. Krma rejnih živali naj v največji možni meri ne konkurira proizvodnji za človeško rabo. V kontekstu slovenskega kmetijstva je to povezano predvsem z rabo trajnega travinja. Načelo je povezano tudi s krmno rabo ostankov v proizvodnji živil (npr. tropine, sirotka) in spoštovanju hierarhije ravnanja s presežno hrano, kjer raba v obliki živalske krme pride v poštev, če se prvi dve strategiji (preprečevanje, prerazdeljevanje) izkažeta za neizvedljivi.
4. **Smotrna organizacija zapiranja snovno-energetskih zank.** Načelo govori o zapiranju zank s kaskadno rabo biomase, kjer stranski proizvodi ene faze proizvodnje vstopajo kot surovine v novi fazi. Pri tem sledimo načelu, da v procesu predelave prehajamo od ohranjanja izvornih funkcionalnih značilnosti in aplikacij z višjo dodano vrednostjo (npr. ekstraktivi – prehranski dodatki) v smeri razklopa na osnovne gradnike in nergijo. Upoštevajoč prejšnje načelo (najprej hrana) mora cilj kaskadne predelave najprej biti zagotavljanje hrane za ljudi, nato krme, za tem rastlinskih hranil in monomerov, šele kot zadnja možnost pa se ponuja predelava v energijo in toploto, saj ta prinaša najnižjo dodano vrednost. Obstajajo različni načini organiziranja poslovnih procesov v podporo zapiranju snovno-energetskih zank. Organizacijsko najenostavnejše je zapiranje zank v okviru enega gosp. subjekta (kmetije, podjetja). V zrelejši gospodarstvih pa se močnejše uveljavljajo tudi Participativni modeli (industrijska simbioza, biogospodarski grozdi).



5. **Entropija - energetska učinkovita proizvodnja in pretvorba.** Gonilo pri recikliranju hranil in ogljika v (agro)ekosistemih je energija. V nasprotju s hranili in ogljikom, ki znotraj ekosistema krožita relativno enostavno, je z energijo stvar bolj zahtevna. Pri različnih procesih namreč prihaja do izgub, entropij, kar pomeni, da se z vsako kaskado zmanjša uporabnost energije. Zato stremimo k temu, da nove tehnologije vedno optimiziramo na način, ki bi potreboval manj energije, poleg tega pa bi vključeval obnovljive vire energije.

2.3 Krožnost - priložnosti in izzivi v kontekstu slovenskega kmetijstva

Idealiziran model izkoriščanja razvojnih potencialov s preходом v krožno biogospodarstvo temelji na predpostavki stabilnega in stroškovno učinkovitega dostopa industrijsko relevantnih surovin homogene sestave, njenega postopnega razklopa v velikih integriranih biorafinerijah v enostavnejše (kemijske, materialne) gradnike, ki jih gospodarski subjekti širokega nabora predelovalnih dejavnosti vgrajujejo v svoje produkte po načelu kaskade - od produktov z visoko dodano vrednostjo (npr. ekstrakcija bioaktivnih spojin) do končne energetske izrabe. Gospodarski subjekti se med seboj povezujejo v razvoju novih tehnologij in procesov (biogospodarski grozdi) ter v izmenjavi materialnih in energetskih tokov (industrijska simbioza). K učinkovitem preходу in rasti krožnega biogospodarstva prispeva ugodno poslovno okolje, ki ga v prvi vrsti sestavljajo gospodarski subjekti vzdolž celotne verige vrednosti, od primarne predelave do končne potrošnje. Temu sledijo podporni sistemi, namenjeni razvoju in financiranju podjetniških podjemov v različnih fazah zrelosti in država s pravnim okvirjem in politikami, ki odigrajo vlogo kot katalizatorja razvoja.



Razvoj krožnih poslovnih modelov v kontekstu slovenskega kmetijstva, kakršne razvijamo v pričujočem projektu, v primerjavi z zgoraj opisanim idealiziranim modelom odstopajo v praktično v vseh elementih. Začne se z razdrobljeno posestno in proizvodno strukturo ter posledično omejeno surovinsko bazo, ki ne zagotavlja industrijsko relevantnih količin. Med stranskimi proizvodi v primarni kmetijski proizvodnji prevladujejo taki, katerih potencial za dodajanje vrednosti je omejen (npr. živinski izločki). Že ti dve okoliščini nas utrjujeta v zavedanju, da moramo v zasnovi krožnih poslovnih modelov, primernih za danosti slovenskega kmetijstva, posegati po inovativnih in kontekstu prilagojenih rešitvah.

Kmetijska gospodarstva se v trenutnih gospodarskih in geostrateških okoliščinah, soočajo s skokovito rastjo cen in nestabilnostjo dobave z inputi v kmetijstvu (npr. krma, mineralna gnojila). Posledično je pri razvoju krožnih rešitev smotrno razmišljati v smeri zagotavljanja lastne surovinske baze, krajšanja dobavnih verig in lokalnih oskrbnih sistemov.



3 RAZISKOVALNI PRISTOP

3.1 Kmetijsko gospodarstvo kot izhodišče

Pri zasnovi projekta izhajamo iz možnosti in potreb na ravni posameznega kmetijskega gospodarstva. Razloga za to sta vsaj dva. Prvi in z vidika optimiranja poslovanja na ravni kmetijskega gospodarstva pomembnejši je, da boljše izkoriščanje stranskih proizvodov vodi k izboljšanju dohodkovnega položaja na kmetiji, v primeru vzpostavitve lastne predelovalne dejavnosti pa prinaša tudi dodatne zaposlitve. Tudi drugi razlog je povezan z odločanjem na ravni kmetijskega gospodarstva. Četudi stranski proizvodi primarne kmetijske proizvodnje vstopajo v (tehnološko, organizacijsko, naložbeno) zahtevnejših verigah vrednosti, kjer nadaljnje faze predelave na poti do končnega proizvoda potekajo v specializiranih podjetjih, odločitev o vključitvi v tovrstne poslovne povezave ostaja avtonomna odločitev posameznega kmetijskega gospodarstva in mora temeljiti na sistematični presoji stroškov, koristi in tveganj.

Z namenom, da v ključnih fazah raziskave (npr. ocena razpoložljivosti surovin na podlagi snovne bilance, izbira predlaganih tehnoloških rešitev, presoja poslovnih modelov) izhajamo iz dejanskih danosti in omejitev na ravni kmetijskega gospodarstva, smo se pri delu povezali s štirimi kmetijskimi gospodarstvi in dvema združenjema proizvajalcev (Slovensko združenje za ohranitveno kmetijstvo in združenje ekoloških sadjarjev Bio s kmetij). Sodelujoča kmetijska gospodarstva, ki jih obravnavamo kot potencialne prevzemnike tehnologij, razvitih v okviru tega projekta, se med seboj razlikujejo po velikosti, proizvodnih usmeritvah in stopnji specializiranosti. Na ta način smo skušali zajeti raznolikost danosti in različne kontekste, v okviru katerih se kmetije odločajo o novih načinih gospodarjenja, kjer pomembnejšo vlogo dobivajo tudi stranski proizvodi.



Slika 2: Žetev na kmetiji ŽIPO

Vir: www.zipo.si



Slika 2: Obiranje borovnic v nasadu

kmetije Borovnice d.o.o. Vir: Facebook

Kot primer velikega kmetijskega gospodarstva v projektu nastopa podjetje Žipo Lenart, ki skupaj s povezanim podjetjem (KGS Krajnc) gospodari na več 100 ha kmetijskih površin in se ukvarja s pridelavo krušnih žit, krmnih rastlin, rejo govejih pancev in prašičev. Kot primer večje družinske kmetije, ki se ukvarja z živinorejsko in rastlinsko proizvodnjo, smo se povezali s kmetijo Žnideršič, katere glavna



produkcija usmeritev je reja govedi (krave molznice, pitanci), znatna pa je tudi poljedelska proizvodnja (krušna žita, koruza in krmne metuljnice). S področja hortikulture v projektu obravnavamo dve ekološki kmetiji. Prva (Borovnica, d.o.o.) se specializira v pridelavi in predelavi borovnic, proizvodni portfelj druge kmetije (Kastelic) pa poleg sadjarstva vključuje tudi pridelavo zelenjave in žit, v manjšem delu tudi živinoreje (goveji pitanci).



Slika 4: Proizvodi kmetije Kastelic

Vir: www.kmetijakastelic.si/



Slika 4: Krave na kmetiji Žnideršič

Vir: Facebook

3.2 Razvoj robustnih, prenosljivih in trajnostnih rešitev

Pri oblikovanju predlogov prototipnih rešitev smo izhajali iz realnih omejitev, s katerimi se soočajo kmetijska gospodarstva. Zaradi omejenih količin in razpršenosti virov v prostoru je doseganje ekonomije obsega pogosto nedosegljivo. To usmerja razvoj k manjšim, modularnim sistemom, ki jih je mogoče prilagajati potrebam posamezne kmetije ter širiti glede na razpoložljive vire. Posebna pozornost je bila namenjena tudi načelu zapiranja snovnih zank čim bližje točki izvora, saj to zmanjšuje stroške in povečuje učinkovitost kroženja.

Prototipne rešitve so zato zasnovane kot tehnološko robustne in relativno enostavne za implementacijo, brez visokih zahtev po investicijah ali zapletenih postopkih regulacije. Na trženjski strani pa smo predvideli različne možne strategije: (i) izdelke, namenjene končnim kupcem (B2C), ki dopolnjujejo obstoječo ponudbo na kmetiji ali v gastronomiji, (ii) ključne sestavine (B2B) za proizvajalce končnih cenovno visoko pozicioniranih izdelkov na nišnih trgih, pri čemer ima pomembno vlogo ekodizajn, ter (iii) podporne izdelke, namenjene krepitevi blagovnih znamk v smeri trajnosti, kot je denimo krožna embalaža.

Pri razvoju prototipnih rešitev smo upoštevali tudi posebnosti poslovnega okolja v kmetijstvu. To je v veliki meri odvisno od nihanj cen vhodnih in izhodnih proizvodov, v zadnjih letih pa ga vse bolj zaznamuje tudi negotovost pri oskrbi z osnovnimi inputi, kot so gnojila. Prototipne rešitve so zato oblikovane z mislijo na odpornost in prilagodljivost, ki omogočata kmetijam večjo neodvisnost ter dolgoročno stabilnost.



3.3 Od rešitev na ravni kmetijskega gospodarstva do predlogov sistemskih sprememb

Projekt se torej osredotoča na preučevanje možnosti za bolj trajnostno in učinkovito rabo stranskih tokov biomase v kmetijstvu in povezanih panogah. Kot rečeno, v izhodišču raziskave postavljamo danosti in možnosti konkretnih kmetij in tudi rezultati raziskovalno-razvojnih aktivnosti v tem delu projekta so prenosljivi neposredno v njihov kontekst. Tudi raziskovalne aktivnosti v tem delu raziskave so sledile korakom, kakršni bi bili smotrni pri odločanju glede uvajanja novih tehnologij, ki bi izboljšale gospodarjenje s stranskimi proizvodi kmetije in hkrati izboljšalo njihov dohodkovni položaj:

- Pregled razpoložljivosti in trenutne uporabe stranskih proizvodov v kmetijski pridelavi in predelavi (snovna bilanca).
- Določitev najperspektivnejših surovinskih virov za nadaljnjo predelavo, upoštevajoč načela krožne rabe virov (glej prejšnje poglavje) in njihov potencial v smislu doseganja gospodarskih, družbenih in okoljskih koristi, zlasti v okviru lokalnih oskrbnih sistemov.
- Predlog alternativnih načinov uporabe perspektivnih surovinskih virov, popis tehnoloških postopkov v formatu tehnoloških kart (prototipov).
- Načrt vzpostavitve predlaganih tehnologij na način, ki se racionalno vključuje v obravnavani kontekst obravnavanega kmetijskega gospodarstva oziroma lokalnega oskrbnega sistema (poslovni model).
- Ovrednotenje naložbenih potreb in tekočih stroškov proizvodnje, na podlagi katerih je izdelana ocena lastne cene inovativnih bioosnovanih proizvodov in ocena ekonomske upravičenosti naložb.

Rezultati tega sklopa raziskave jasno kažejo, da je mogoče s premišljenim pristopom k rabi stranskih proizvodov na ravni posameznega kmetijskega gospodarstva doseči znatne učinke tako v smislu zmanjšanja okoljskih obremenitev kot tudi izboljšanja ekonomske vzdržnosti. Hkrati pa se je izkazalo, da uspešna implementacija inovativnih rešitev zahteva ustrezne sistemske pogoje, ki presegajo odločanje in zmožnosti posamezne kmetije.

Pomembno vodilo pri razvoju prototipov je bilo, da posamezne rešitve ne bi ostale omejene zgolj na primer obravnavanega kmetijskega gospodarstva, temveč bi jih bilo mogoče prenašati v druge kontekste in širiti v večji obseg. Tako je bila med razvojem vedno prisotna misel na njihovo prenosljivost in razširljivost, saj se prav preko tega odpira možnost za doseganje širših sistemskih sprememb v kmetijstvu in povezanih sektorjih.

Ključni podatek za oceno tega potenciala je informacija o obsegu in prostorski razpoložljivosti posameznih surovinskih virov. To smo zagotovili s pomočjo analize kvantitativnih podlag iz literature in administrativnih podatkov (zbirne vloge za neposredna plačila) in sicer:

- Ovrednotenje količin gnojevke na ravni posamezne kmetije na podlagi administrativnih podatkov o reji živali po speciesih in kategorijah ter virov ocenjenih količin živinskih izločkov
- Ovrednotenje količin v rastlinski proizvodnji na podlagi prostorskih podatkov rabe kmetijskih zemljišč (GERK-i), podatkov rednih statističnih spremljanj kmetijske proizvodnje (glavne kulture) in žetvenih indeksov (stranski proizvodi).



Na ta način je mogoče prototipe umeščati ne le v kontekst konkretnega gospodarstva, temveč jih ocenjevati tudi glede na njihov potencial v širšem prostoru – bodisi na ravni lokalnih oskrbnih sistemov (območja z zadostno surovinsko bazo) ali celo nacionalnem merilu (surovine ki se nahajajo na območjih prostorske zgostitve in omogočajo učinkovito organizacijo logistike). V kolikšni meri bo prišlo do dejanske realizacije potencialov, je odvisno od sistemskih pogojev, ki so predmet obravnave v zaključnem delu raziskave. Vsebine, ki jih obravnavamo v tem delu, se nanašajo na:

- Regulatorni okvir: prilagoditev zakonodaje, ki bi omogočala in spodbujala učinkovito kroženje biomase ter zmanjšala administrativne ovire pri uvajanju inovativnih tehnologij (npr. uporaba stranskih proizvodov kot surovine za krmo, gnojila ali energijo).
- Finančni mehanizmi: oblikovanje ciljno usmerjenih spodbud in instrumentov financiranja, ki bi kmetijam in lokalnim akterjem omogočili izvedbo začetnih naložb v nove tehnologije in poslovne modele.
- Organizacijske oblike sodelovanja: spodbujanje povezovanja med kmetijami, lokalnimi podjetji in raziskovalnimi institucijami, kar bi omogočilo ekonomsko bolj smiselno rabo stranskih proizvodov ter razvoj lokalnih oskrbnih verig.
- Raziskave in prenos znanja: okrepljena podpora raziskavam, pilotnim projektom ter sistematičnemu prenosu dobrih praks v prakso.
- Družbeni vidik: ozaveščanje potrošnikov in krepitev povpraševanja po inovativnih bioosnovanih proizvodih, kar lahko dodatno utrdi poslovno logiko krožne bioekonomije.

Tako se rešitve, razvite na mikro ravni, lahko postopoma uveljavijo tudi v širšem sistemskem okviru – kot priporočila za oblikovanje politik, podpornih shem ter razvoj celovitih strategij krožnega bigospodarstva v kmetijstvu in povezanih panogah.





4 OD BILANCE SNOVNIH TOKOV DO PROTOTIPOV REŠITEV

4.1 Izbira perspektivnih surovinskih tokov na ravni kmetij

Skupine stranskih proizvodov kmetijstva, ki so predmet obravnave v tem projektu, smo opredelili že v programu dela. V skladu z izhodiščnima dvema kriterijem (a) razpoložljivih skupnih količin ter (b) trenutnih rab, ki ne izkoriščajo potencialov okoljske trajnosti, dodane vrednosti in širših družbenih koristi smo določili tri skupine stranskih proizvodov v slovenskem kmetijstvu: (i) živinski izločki; (ii) stranski produkti v rastlinski proizvodnji (poljedelstvo, hortikultura) in (iii) ostanki in odpadki, pri čemer smo se v izhodišču osredotočili na polimere rastlinskega izvora.

Na kmetijskih gospodarstvih, vključenih v projekt, smo opravili popise snovnih tokov. V okviru te naloge smo najprej zbrali osnovne podatke o pridelavi in predelavi ter evidentirali obseg primarne kmetijske proizvodnje, vključno s stranskimi produkti ter njihovo nadaljnjo rabo (prodaja, predelava, lastna poraba oziroma zadelava v tla). Posebno pozornost smo namenili tudi stranskim produktom predelave sadja in žit ter živinskim izločkom na živinorejskih kmetijah.

Ključni cilj popisa je bil prepoznati surovine, ki imajo potencial za nadaljnjo predelavo, pri čemer njihov odvzem iz kmetijskega krogotoka ne sme povzročiti siromašenja tal. Zato smo za vsako kmetijo izdelali bilanco hranil na pragu kmetije in humusno bilanco na njivah. Bilanca hranil zajema vse vnose in iznose hranil, medtem ko se lastna živinska gnojila obravnavajo kot notranji tokovi. Humusna bilanca je bila izračunana za njive, upoštevajoč kolobar, vrste posevkov, žetvene ostanke in gnojenje z organskimi gnojili. Rezultati obeh bilanc kažejo, ali je mogoče sekundarne pridelke usmeriti v alternativno rabo, ne da bi pri tem ogrozili dolgoročno rodovitnost tal in trajnostno ravnovesje hranil.

Na sodelujočih kmetijah smo v sodelovanju z nosilci kmetij in predstavniki združenj, v katere so te kmetije vključene, med potencialno perspektivne surovinske vire uvrstili: gnojevko, žitne luščine (pira), tropine (jabolka, vinska trta), zeleni odrez (jabolka, borovnice, vinska trta), žitno slamo in koruzne oklaske. Pri popisu snovnih tokov smo naleteli na dodaten izziv, relativno velike količine odslužene plastike, ki je bila uporabljena v kmetijski proizvodnji (silažne bale, prekrivne folije). V soglasju s financerjem smo jih vključili med potencialne surovinske tokove za pripravo prototipov.

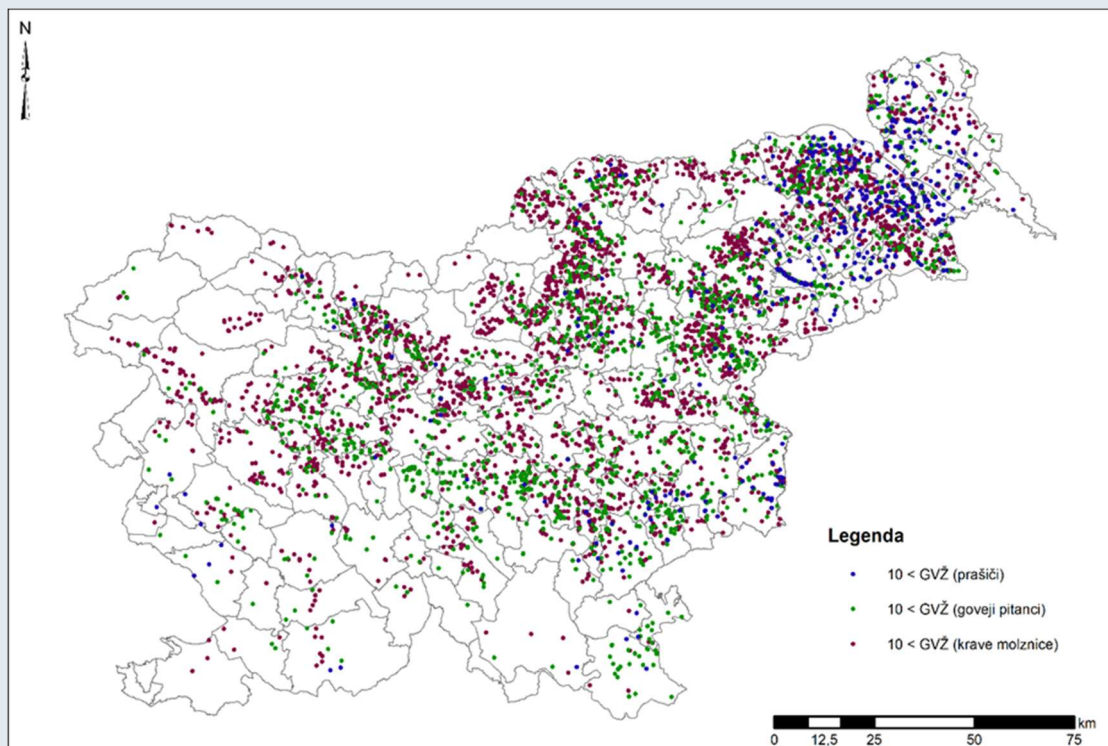
V popisu snovnih tokov in izboru perspektivnih surovinskih virov so sodelovali tudi raziskovalci, ki so v nadaljevanju dela bili odgovorni za izdelavo prototipnih rešitev. To je omogočilo prepoznavo možnih rab, boljšo oceno izkoriščenosti in vključitev ključnih tehnoloških parametrov pri karakterizaciji surovinskih tokov (npr. vsebnost vode, kemijska sestava, homogenost sestave, pokvarljivost, funkcionalne komponente, struktura in sestava lignoceluloznih ostankov).

4.2 Ocena skupne razpoložljivosti obravnavanih surovinskih tokov

Karakterizaciji perspektivnih surovinskih virov je sledilo ovrednotenje obsega in prostorske razporeditve surovinskih virov na ravni Slovenije. Osnovo za količinsko ovrednotenje stranskih produktov v kmetijski proizvodnji (rastlinska pridelava in živinoreja) predstavljajo prostorski podatki Zbirnih vlog za leto 2022, pridobljeni s strani AKTRP. Pridobivanje podatkov in izračuni so potekali v dveh vzporednih procesih v programih Microsoft Excel in Esri ArcMap. Geoprostorske analize temeljijo



na podatkih o kulturah in posevkih, za kar smo uporabili poligonske sloje, v primeru živinorejske proizvodnje pa točkovne sloje kmetijskih gospodarstev velikosti nad 10 GVŽ, ki se ukvarjajo s prirajo mleka, hlevsko rejo govejih pitancev in pitanjem prašičev.²

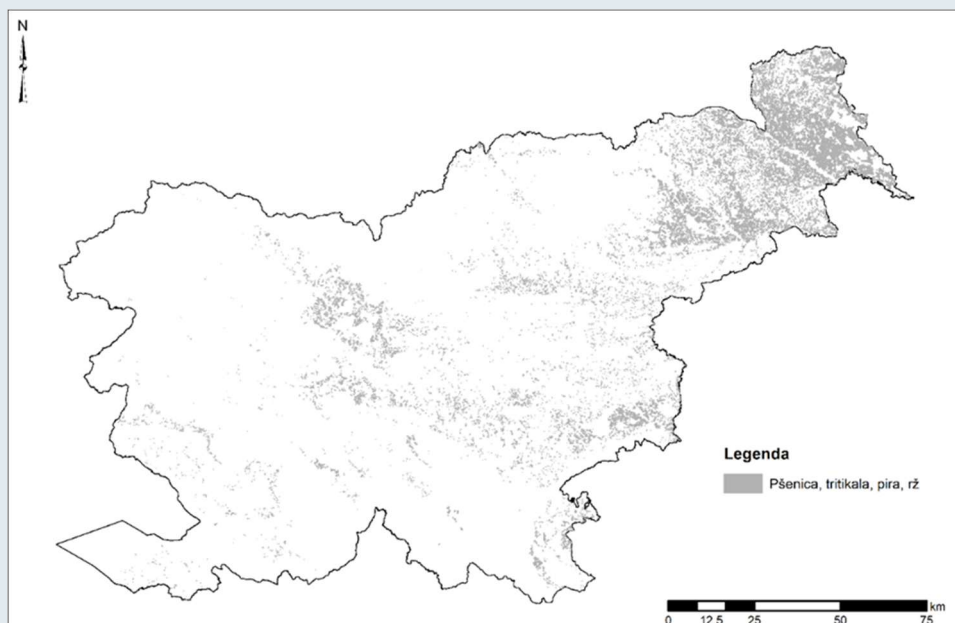


Slika 5: Prostorska razporeditev živinorejskih kmetij s staležem, večjim od 10 GVŽ

Sloje kultur in posevkov, ki so v izvorni obliki vektorski poligonski smo pretvorili v rastrske sloje z resolucijo rastra 1 m x 1 m in za vsako kulturo/posevek izračunali količine obravnavanih stranskih proizvodov, upoštevajoč žetvene indekse, razvite v okviru predhodnega projekta. Vrednosti skupnega števila GVŽ na sloju kmetijskih gospodarstev, ki je vektorski točkovni, smo izračunali na podlagi kategorij rejnih živali in njim pripadajočih koeficientih GVŽ.

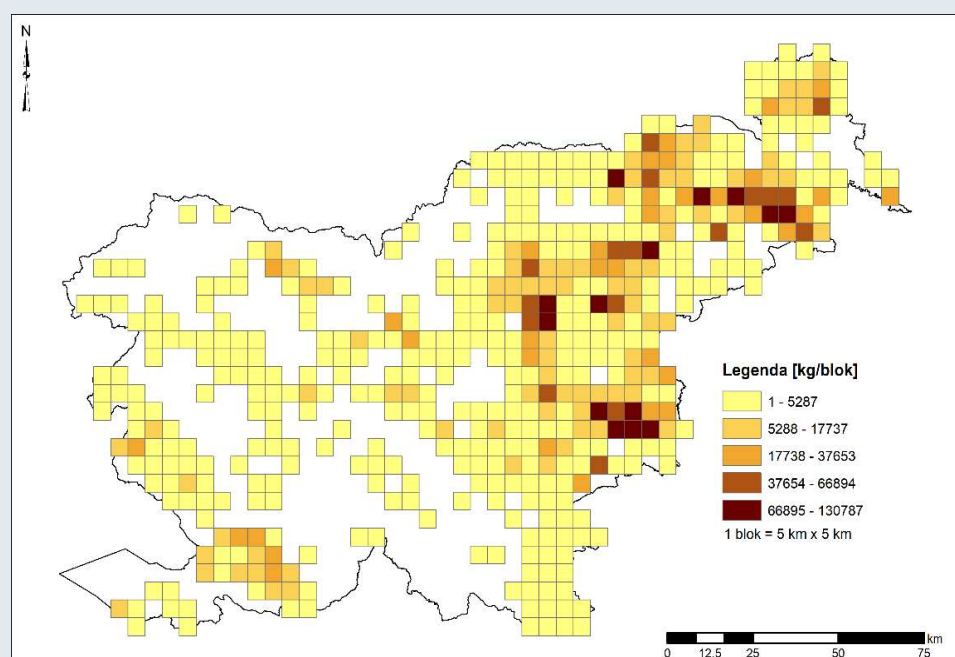
Vrednosti slojev glede na prostorsko enoto smo izračunali z orodjem Zonal Statistics in seštevke prikazali po blokih. Velikost blokov 5 x 5 km smo določili skladno z načelom o zaokrožitvi funkcionalnega območja, ki omogoča stroškovno učinkovito zbiranje surovin. Rezultate vsakega preučevanega elementa smo klasificirali po Jenksovi metodi v pet razredov. Gre za razvrščanje rezultatov v skupine, ki temelji na statistični domeni, da so variance rezultatov znotraj blokov čim manjše, med bloki pa čim večje.

² Osredotočenje na proizvodne usmeritve, kjer je prevladujoča oblika hrambe živinorejskih izločkov gnojevka.



Slika 6: Prostorski prikaz razpoložljivih ostankov v rastlinski proizvodnji – žita

Izhajajoč iz ocen na podlagi obdelave geoprostorskih podatkov zbirnih vlog (Preglednica 1), po količinah najbolj izstopajo živalska gnojila (približno 500.000 ton suhe snovi letno), katerih izraba ostaja pod desetino potenciala. Največje možnosti se kažejo v izboljšani rabi za gnojila in energijo, tudi v kombinaciji z lesno biomaso (bioogljje). Med rastlinskimi ostanki prevladuje žitna slama (okoli 300.000 ton letno), ki je večinoma namenjena ohranjanju organske snovi v tleh, a v omejenih območjih omogoča tudi tržno valorizacijo v izdelke z višjo dodano vrednostjo. Pri sadjarstvu izziv predstavljata visoka vsebnost vode in pokvarljivost, zaradi česar so možnosti omejene predvsem na nišne produkte.



Slika 7: Primer razvrstitve blokov 5 x 5 km po Jenksovi metodi – prostorska razporeditev pridelave jabolk in iz nje ocenjene količine jabolčnih tropin



Preglednica I: Izračun koncentracije analiziranih surovinskih tokov v Sloveniji

Stranski proizvod v primarni kmetijski proizvodnji	Ocenjena skupna količina (t SS)	% dostopnih stranskih proizvodov (razredi 1-3)
Slama žit	164.650	74,2
Pirine luščine	274	47,6
Zeleni odrez	21.958	65,5
Jabolčne tropine	1.211	70,9
Gnojevka (prireja mleka)	336.505	67,5
Gnojevka (reja govedi)	68.431	67,1
Gnojevka (prašičereja)	26.569	42,1



5 PROTOTIPNE REŠITVE IN NJIHOVA VKLJUČITEV V POSLOVNE MODELE

V Preglednica 2 predstavljamo nabor prototipnih rešitev, ki smo jih raziskovalci prepoznali kot obetavne dopolnitve proizvodnega portfelja kmetij, sodelujočih v projektu. Trije prototipi se nanašajo na tehnološke pristope k obdelavi živinskih izločkov, ki izboljšujejo izrabo hranil ob istočasnem zmanjšanju okoljskih obremenitev. Naslednja dva prototipa sta vezana na predelavo ostankov v rastlinski pridelavi in si lahko sledita sukcesivno v kaskadni predelavi. V primeru vsebnosti komercialno zanimivih bioaktivnih spojin je prva faza predelave ekstrakcija. V primeru ugodne kemijske sestave preostanka (v smislu visokega deleža celuloze) je naslednja faza vezana na proizvodnjo posebnih papirjev (npr. promocijska papirna embalaža). Zadnja dva prototipa predstavljata inovativne rešitve s polimernimi materiali. Prvi prototip predstavlja primer zbiranja in reciklaže odpadnih polimernih materialov (npr. folije v kmetijstvu) v termoplastične (bio)kompozitne materiale. Zadnji prototip prikazuje primer inovativnega materiala iz naravnih polimerov in sicer primer pridobivanja t.i. sadnega usnja iz sadnih tropin.

Preglednica 2: Surovinski viri in prototipne rešitve, razvite v projektu

	Prototip	Surovina	Partnerji iz prakse
	Obogatena gnojevka (N2)	Gnojevka (bioplinski digestat)	Žipo
	Bioogljje	Gnoj + les	Žnidaršič,
	Kultivacija alg	Gnojevka	Kastelic, (Žipo)
	Kaskadna raba ostankov, faza 1: Ekstrakcija	Agroživilski ostanki pridelave in predelave (jabolčne tropine, žitne luščine, zeleni odrez)	Borovnica, Kastelic, (Žnidaršič)
	Kaskadna raba ostankov, faza 2: Papir/embalaža		
	Bio-osnovani materiali: sadno usnje	Jabolčne tropine (lahko tudi vinske tropine, neprodani presežki)	Borovnica (Kastelic, Žnidaršič)
	Inovativni termoplastični biokompozit	Odpadna kmetijska folija, žitna slama, koruzni oklaski	Žnidaršič, Kastelic, (Žipo)



Kot je podrobneje pojasnjujemo v opisu raziskovalnega pristopa, smo se pri izbiri prototipov osredotočali na take, ki so tehnološko, organizacijsko, pa tudi investicijsko obvladljivi za kmetijska gospodarstva, oziroma manjše gospodarske subjekte na podeželju. Pri umeščanju predlaganih tehnologij v poslovne modele smo se osredotočili na rešitve majhnega obsega, ki predvidevajo dodajanje vrednosti z zapiranjem snovnih tokov na ravni kmetijskega gospodarstva, skupine kmetij, oziroma lokalno. Poleg gospodarskih koristi smo sledili načelu, da predlagane rešitve v primerjavo z dosedanjimi praksami prinašajo izboljšanje v smislu večje okoljske trajnosti.

tehnološko robustni, prenesljivi in prevedljivi kjer je vodili smo Navedeni prototipi tehnološko robustni in obvladljivi, tako investicijsko kot z vidika V tem poročilu se osredotočamo na proces prevajanja tehnoloških prototipov predelave stranskih proizvodov kmetijstva v delujoče poslovne modele. Pri tem izhajamo iz temeljnega načela tega raziskovalnega projekta, da so poslovni modeli

Tega začnemo z opisom osnovnih značilnosti, kjer postavljamo jasno distinkcijo med prototipi, katerih vzpostavitev je mogoča in potencialno smotrna na ravni posameznega kmetijskega gospodarstva in med prototipi, katerih fizični obseg in tehnološka zahtevnost presegata to raven. Sledi predstavitev tehnoloških predpostavk, od zasnove logistike in priprave surovin, do predstavitve procesa predelave do končnega proizvoda.



5.1 Izboljšava gnojevke ali bioplinskega digestata s tehnologijo nizkoenergijske plazme (NPOG)

Opis poslovne ideje

Izboljšano gnojvko pridobimo z obdelavo s tehnologijo nizkoenergijske plazme (NPOG), pri čemer se gnojvko obogati z dušikom iz atmosfere. V plazemskem toku se cepijo vezi molekule plina dušika (N_2), ki je glavna sestavina zraka. Prav tako se cepijo (razkrojijo) vezi molekul kisika (O_2). Nastanejo reaktivne spojine dušika in kisika, ki se povežejo v dušikove okside (NO -, NO_2 -, NO_3 -), pri čemer se tvori kislina reakcija. Nastale dušikove okside se vbrizga v tekoče živinsko gnojilo (npr. gnojvko), ki vsebuje presežek amonijske oblike dušika (NH_4^+). Dušikovi oksidi in amonij se povežejo v amonijev nitrat, ki je gnojilo za rastline.

V tem postopku se torej gnojvka obogati z dušikom, pri čemer pride do delne oksidacije gnojvke in do nevtralizacije gnojvke, ki ima izvirno alkalno reakcijo. Pri tem se zmanjšajo neprijetne vonjave gnojvke in izgube amonijskega dušika iz gnojvke. Zaradi znižanja pH je izkoristek dušika boljši. Glavna prednost izboljšane gnojvke je, da zaradi povečane vsebnosti dušika zmanjšuje odvisnost uporabnika od industrije mineralnih gnojil, hkrati pa se zmanjšujejo tudi negativni vplivi na okolje, saj se zmanjšajo emisije dušika, metana in hlapnih ogljikovih spojin (Nyvold in Dörsch, 2023).



Fizični obseg poslovanja

Z napravo moči 30 do 69 kW je letno mogoče obdelati 2.000 do 4.000 m³ separirane gnojevke, kar ustreza 130 do 260 GVŽ. Poleg gnojevke sta vložka, ki vstopata v proces električna energija in zrak. Za obdelavo 2000 m³ gnojevke bi letno porabili ca. 50.000 kWh električne energije. Izboljšava gnojevke se izvaja z enoto za obdelavo z nizko energijsko plazmo, kot na primer GEA ProManure E2950 - Manure Enricher. Poleg same enote za izboljšavo gnojevke mora biti slednja predhodno separirana, za kar je potreben ustrezen separator, npr. mehanski vijačni separator, ki ima zmogljivost separacije od 10 do 25 m³ goveje gnojevke na uro, za kar potrebuje električni motor 5,5 kW nazivne moči. Po separaciji se tekoči del gnojevke odvaja v skladišče pred enoto NPOG, prav tako je potrebno ločeno skladišče za obogateno gnojvko po obdelavi z NPOG.

Kot stranski produkt v procesu separacije gnojevke dobimo trdno frakcijo, ki jo je možno uporabiti kot steljo (s predhodnim kompostiranjem), kot material za proizvodnjo toplote (sežig), kot vhodni material za bio-plinsko napravo (Kralj, 2024) ali za pridobivanje komposta. Med plazemsko obdelavo proces ustvarja presežek toplote, ki ga je možno zajeti kot vročo vodo (60° C) in uporabiti npr. za pranje in razkuževanje molzišča, za ogrevanje stavb, sušenje kmetijskih pridelkov, itd. Enoto NPOG lahko upravlja kmet sam, za kar mora biti ustrezno usposobljen. Obseg dela ocenjujemo na 1 do 2 h/dan.

Gospodarski subjekt



Slika 8: Dopolnilna dejavnost na kmetiji ali skupinski podjem (npr. zadruga).

Vir: www.gea.com

Izboljševanje gnojevke s tehnologijo NPOG predstavlja dopolnitev osnovnih dejavnosti na kmetiji, saj se proizvod uporablja neposredno na kmetiji. V primeru, da kmet obogateno gnojvko oddaja drugim kmetijam, je prodaja izvedena v okviru dopolnilne dejavnosti na kmetiji. Možen je tudi skupen obrat za več kmetij, pri čemer je možna oblika sodelovanja zadruga. Glede zadnje možnosti je potrebno proučiti zakonodajo na področju odpadkov (ZVO-2). Uredbo o predelavi biološko razgradljivih predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata).

Kmetija, ki bi predelovala poleg svoje tudi gnojvko drugih kmetij, bi verjetno morala pridobiti okoljevarstveno dovoljenje. Posedanjih določilih predelovalec biološko razgradljivih odpadkov, ki obdeluje več kot 10 t gnojevke/dan, lahko predeluje biološko razgradljive odpadke, če ima okoljevarstveno dovoljenje za predelavo odpadkov v skladu s predpisom, ki ureja odpadke. Osnovna surovina, gnojvka, izvira iz kmetije, na kateri se bo uporabila obogatena gnojvka. Predela se lahko vso nastalo gnojvko. V primeru skupnega obrata gnojvka izvira iz nekaj kmetij, ki jo obdelano vzamejo nazaj in uporabijo na lastnih površinah.

V primeru presežka letnega vnosa dušika iz živinskih gnojil na kmetiji (170 kg N/ha na leto) je možna tudi prodaja obogatene gnojevke. Najbolj verjetni kupci so kmetje, ki nimajo lastnih živinskih gnojil.



5.2 Vključevanje biooglja v snovni tok živinskih gnojil

Opis poslovne ideje

Biooglje za dodajanje živinskim gnojilom pridobimo v procesu pirolize, to je pri segrevanju v anoksičnih pogojih na temperaturi med 300 °C in 900 °C. Biooglje ima porozno strukturo, ki omogoča zadrževanje vode in hranil, izboljšuje življenjski prostor mikroorganizmom, izboljšuje strukturo tal ter zvišuje pH (Lehmann, 2007). Prednost biooglja v primerjavi z drugimi organskimi dodatki za tla je velik delež dolgoročno obstojnega ogljika, kar pomeni, da ima biooglje velik potencial za povečevanje zalog ogljika v tleh. Z uporabo biooglja kot izboljševalca tal lahko pomembno prispevamo k omilitvi podnebnih sprememb. Poleg tega ob mešanju z organskimi gnojili biooglje zmanjšuje neprijetne vonjave.

Fizični obseg poslovanja

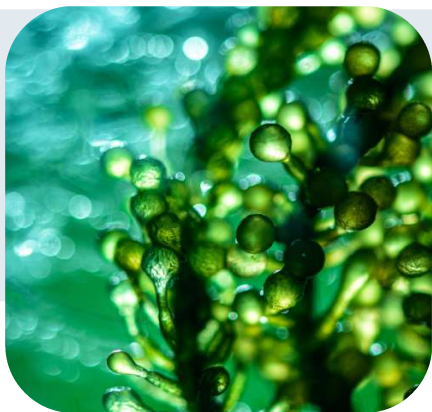
Z manjšo pirolizno napravo, ki je primerna za obratovanje na kmetiji in ima kapaciteto vložka zračno suhe lesne biomase 20 kg/h lahko na letni ravni proizvedemo 40 t zračno suhega biooglja (8.000 h obratovanja). Pri navedeni kapaciteti na letni ravni potrebujemo 160 t zračno suhih letnih sekancev oziroma 260 m³ okroglega lesa. Pirolizna naprava deluje s 4,3 kW stalne električne moči, kar pri navedenem predvidenem obratovanju nanese 34 MWh električne energije. Za hlajenje biooglja je potrebna manjša količina vode, med 30 do 40 litrov na dan, letno 10 do 13 m³ vode.

Za pridobivanje biooglja je poleg pirolizne peči potrebno celotno avtomatizirano postrojenje, ki vključuje sistem za dovajanje sveže biomase v sušilni sistem, sušilni sistem, transportni sistem iz sušilnika v pirolizno peč, pirolizno peč, odvod s hlajenjem in vlaženjem biooglja ter zalogovnik za končni proizvod (Klinar in sod., 2021). V primeru prodaje biooglja je potrebno tudi pakiranje in skladiščenje pakiranega biooglja. Tekom procesa pirolize se sprošča toplota v obliki vroče vode s temperaturo med 80 in 90 °C, ki jo lahko uporabimo za sušenje vhodne surovine ali za druge potrebe v okviru kmetije, kot na primer ogrevanje objektov.

Za upravljanje manjše pirolizne naprave je potrebnih 20-30 % polnega delovnega časa operaterja, ki skrbi za zagon naprave, polnjenje naprave, odstranjevanje zastojev in praznjenje.

Gospodarski subjekt

Proizvodnja biooglja je lahko registrirana kot dopolnilna dejavnost na kmetiji, pri čemer se biooglje lahko uporablja na kmetiji v kombinaciji z lastnimi živinskimi gnojili, ali pa se ga prodaja. Manjša pirolizna naprava je mišljena za predelavo lastne lesne biomase, možen pa je tudi odkup surovin od drugih kmetov oziroma dobaviteljev. Med kupce biooglja sodijo kmetje - pridelovalci hrane in krme ter vrtničarji. Prodaja je možna neposredno na kmetiji ali preko posrednika.



5.3 Izdelava biostimulansov na osnovi mikroalg

Opis poslovne ideje

Mikroalge, gojene na primerno kondicioniranih tekočih živinskih gnojilih ali bioplinskih digestatih, porabljajo hranila in jih pretvorijo v biomaso, ki ima biostimulativne učinke na rastline (Haider in sod., 2022). Mikroalge lahko nanašamo na seme, pri čemer spodbujamo kalitev, ali foliarno na že razvite rastline, kar pozitivno vpliva na razvoj rastline in odpornost na stresne dejavnike. Z uporabo mikroalgalnih biostimulansov se zmanjšajo potrebe po fitofarmacevtskih sredstvih, povečata se količina in kakovost pridelka, hkrati pa se hranila, odvzeta iz tekočih medijev, na izboljšan način vračajo nazaj v okolje.

Fizični obseg poslovanja

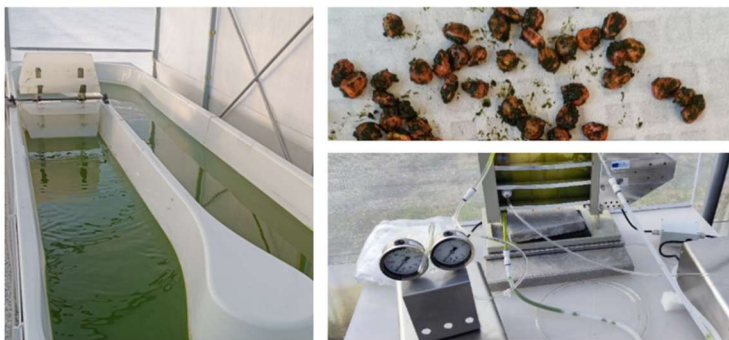
Bazen velikosti 300 m² omogoča letno proizvodnjo do 720 kg suhe mikroalgalne biomase. Rastna doba za pridelavo mikroalg v Sloveniji traja od marca do oktobra, kar znaša 240 dni. Odvzem dušika s pridelkom je med 0,9 in 1,0 g/m², kar pomeni, da na kvadratni meter dnevno potrebujemo med 0,75 in 1,0 l separirane gnojevke. V primeru velikosti bazena 300 m² v celotni rastni dobi potrebujemo 72 m³ separirane gnojevke oziroma 80 m³ neseparirane gnojevke. Poleg gnojevke potrebujemo vodo za redčenje, ki jo v bazene nalijemo do višine 20 cm, kar za celoten bazen pomeni 60 m³. Tekom proizvodnje se voda izgublja z evaporacijo. Ob upoštevanju evaporaciji 3 l/m² na dan se letno na ta način izgubi 216 m³ vode, dodatno se letno ob žetvi izgubi okrog 15 m³ vode, kar je potrebno tekom sezone sproti dodajati.

Poraba električne energije vključuje mešalo v bazenu, prezračevalni sistem in sistem za hlajenje ter ogrevanje pri temperaturah v rastlinjaku pod 4°C. Skupna poraba električne energije je ca. 2300 kWh/300 m² bazena v plastenjaku na leto oziroma 3,2 kWh na kilogram suhe snovi mikro-algalne biomase. Za proizvodnjo mikro-alg je potrebna namenska oprema, ki obsega plastenjak, bazene, senzorje za nadzor, opremo za žetev (posedalniki, tračna stiskalnica ali vibro-mikro filtracijska naprava) ter vodovodni in električni priključek. Za pripravo končnega proizvoda za na trg je potreben še sušilnik in mlin. Vhodna surovina (gnojevka) mora biti predhodno separirana, zato je sestavi del naložbe tudi separator.

Kot stranski produkt v procesu nastaja vegetativna voda (voda po žetvi mikroalg), ki se jo lahko po predhodnih kemijskih in mikrobioloških analizah uporabi za namakanje. Vložek dela na leto ocenjujemo na 544 ur, pri čemer se glavčina opravi v osemmesečnem obdobju najbolj intenzivne rasti, v preostalem času pa je potreben zgolj občasni nadzor nad sistemom.



Gospodarski subjekt



Slika 9: Dopolnilna dejavnost z odprtimi bazeni v plastenjaku

višjo dodano vrednostjo. Zaradi majhnih količin potrebnih vhodnih surovin nakup le-teh ali združevanje pridelovalcev z namenom zagotavljanja vhodnih surovin nista smiselna.

Kupci oziroma uporabniki biostimulansa na osnovi mikroalg so lahko kmetje oz. pridelovalci hrane in krme ter vrtničkarji. Proizvajalec lahko prodaja sam, smiselna bi bila organizacija pod skupno blagovno znamko ali prodaja preko posrednika (npr. zadruga).

Pridelava mikroalg na kondicioniranih tekočih živinskih gnojilih je lahko registrirana kot dopolnilna dejavnost na kmetiji. Vhodna surovina izvira iz kmetije. Potrebno količino neseeparirane gnojevke (80 m³), ki jo letno izloči 3 GVŽ. Na večjih kmetijah je to razmeroma majhen delež od skupne količine nastale gnojevke, ki pa se ga preoblikuje v proizvod z



5.4 Naravni ekstrakti iz ostankov pridelave rastlin

Opis poslovne ideje

Jabolčne tropine so bogat vir ekstraktivov s komercialno zanimivimi funkcionalnimi lastnostmi. Z vidika prenosljivosti tehnologije na raven kmetije ali manjšega predelovalnega obrata smo kot najprimernejšo izbrali ekstrakcijo pektina. Ta je zanimiv tudi z vidika tržnega povpraševanja, saj gre za široko uporabljan zgoščevalec oziroma stabilizator, tako v živilsko-predelovalni industriji, kot tudi za domačo rabo v gospodinjstvih. Slednji bi bil tudi prodajni trg za naš poslovni model, prodaja pektina bi bila v obliki želirnega sladkorja z 2 % vsebnostjo pektina.

Fizični obseg poslovanja

Surovina, ki bo predstavljala glavni vložek, so jabolčne tropine kot stranski produkt predelave jabolk lastne proizvodnje, ali kot komercialna storitev. V nadaljnjih izračunih smo predvideli dva scenarija in sicer predelava tropin lastne proizvodnje (srednje velike) sadjarske kmetije z letnim obsegom



predelave 6,6 t tropin in predelava tropin manjšega predelovalnega obrata z letnim obsegom predelave 30 t tropin.

Pri postopku proizvodnje pektina iz tropin med ključnimi inputi z vidika stroškov, pa tudi okoljskih obremenitev, izpostavljamo etanol (95 %), citronsko kislino in vodo. Za proizvodnjo končnega produkta potrebujemo še kristalni sladkor, ki bi ga v zadnjem delu proizvodnega procesa mešali s suhim čistim pektinom. Pridelava bi potekala šaržno, volumsko okoli 600 litrov (cca. 200 litrov tropin in 400 litrov topila). Pri tem bi se tekom ene šarže za delovanje vseh potrebnih naprav porabilo dobrih 36 kWh električne energije.

Za vzpostavitev lastnega predelovalnega obrata so potrebne naložbe v napravo za ekstrakcijo, mešalno posodo z grelcem in posodo za hlajenje. Poleg tega potrebujemo tudi dve različni filtracijski napravi. Stranski produkti (predvidena količina nekje dve tretjini vhodne mase osnovne surovine) se lahko v obliki trdnih ostankov delno ponovno uporabi v obliki kaskadne rabe biomase (naslednji prototip).

Gospodarski subjekt

Dejavnost, bi se lahko izvajala v obliki dopolnilne dejavnosti na kmetiji (scenarij 1), ali pa v okviru manjšega predelovalnega obrata, ki se ukvarja s predelavo jabolk (scenarij 2). Zvidika stroškovne konkurenčnosti je smotno, da se pri izbiri prodajnih poti usmerimo na maloprodajo in sicer kot produkt, ki dopolnjuje portfelj lastnih sadnih proizvodov izpostavlja krožno predelavo kot atribut za cenovno pozicioniranje vseh svojih proizvodov.



5.5 Specialni papirniški izdelki iz ostankov v rastlinski proizvodnji

Opis poslovne ideje

Prototip predvideva izdelavo specialnih trajnostnih papirjev iz ostankov primarne kmetijske proizvodnje (hortikultura, poljedelstvo). Papir bi služil kot promocijski material in/ali kot 'zero waste' embalaža za kmetijske in prehranske izdelke lastne izdelave.

Pomemben vidik te poslovne ideje je njena prenosljivost na številne snovne tokove v kmetijstvu in proizvodnji hrane z lignocelulozno komponento v svoji sestavi. V našem konkretnem primeru smo si proizvodnjo trajnostnega papirja zamislili kot drugo stopnjo kaskadne predelave jabolčnih tropin. Glede na to, da z vidika sestave lignoceluloznega spektra ne gre za idealno sestavino (dolžina celuloznih vlaken, visoka vsebnost lignina), tropine uporabimo skupaj s tistimi viri celuloze (v našem primeru žitne luščine), katerih lastnosti vlaknin dosegajo normative za izdelavo papirja. Jabolčne tropine vsebujejo velik delež sladkorja in pektina, kar omogoča pri izdelavi papirja vezivne sposobnosti. Posledično se



izboljšajo mehanske in barijerne lastnosti papirja, torej imajo dodano vrednost kar zadeva kvalitete papirja. Podobno lahko pirina celuloza le deloma nadomesti lesno celulozo zaradi svojih karakteristik. Skupaj lahko pirina in jabolčna celuloza nadomestita 230kg lesne celuloze na 1 tono proizvedenega trajnostnega papirja.

Fizični obseg poslovanja

Kot surovinski vir smo uporabili ostanke pridelave in predelave rastlin, osredotočeni bomo predvsem na ostanke ekstrahiranj - jabolčne tropine in luščine pire. Ocena je, da pri ekstrakciji nastane trden odpad, ki količinsko predstavlja 2/3 mase vhodne surovine v proces ekstrakcije. Šarža, ki je potrebna, da je zagon papirniškega stroja smiselna, je okoli 1 tone vhodne surovine iz katere bi dobili 1 tono papirja.

Gospodarski subjekt

V poslovni ideji je predvideno sodelovanje z že obstoječim ponudnikom proizvodnje maloserijskih šarž posebnih papirjev, ki to opravlja kot komercialno storitev. Primarna uporaba na ta način pridobljenega papirja bi bila podpora trženjskemu pozicioniranju lastnih kmetijskih in živilskih proizvodov. Promocijski material in/ali papirna embalaža iz lastnih stranskih proizvodov izpostavlja skrb za krožnost in skrbno ravnanje z viri in jih na ta način pozicionirajo med premijske kmetijske in živilske proizvode.



5.6 Sadno usnje iz jabolčnih tropin

Opis poslovne ideje

Poslovna ideja temelji na prototipu proizvodnje sadnega usnja iz jabolčnih tropin, ki nastajajo pri predelavi jabolk v različne prehranske produkte (sok, marmelade, kaše). Poleg osnovne surovine za izdelavo usnja potrebujemo še dodatke (polnila, plastifikator, regulator vlažnosti in soli). Tropine so predhodno termično obdelane, s čimer preprečimo njihovo fermentacijo. Zmes tropin in dodatkov je nato pripravljena za nanašanje v kalupe, kjer se potem s pomočjo stiskalnic stisne na debelino okoli 1mm. Sadno usnje je možno tudi dodatno impregnirati in na ta način material zaščititi proti vodi in vlagi.

Sadno usnje je mogoče uporabiti podobno kot običajno usnje in predstavlja rastlinsko osnovan nadomestek za živalsko ali sintetično usnje. Sadno usnje se lahko proizvaja kot polproizvod za nadaljnjo predelavo oz. obdelavo, kot material za dekorativne namene ali pa kot del embalaže ali zaščite za



lastno rabo. Trenutno se sadno usnje uporablja predvsem za dekorativne namene, izdelavo torb, darilne embalaže oz. dekorativnih darilnih izdelkov.



Slika 10: Primeri izdelkov iz sadnega usnja.

Produkt predvsem rešuje problematiko uporabe sekundarnih produktov (navadno jih zavržemo oz. kompostiramo) in na ta način pridobimo produkt, ki lahko kmetijskemu gospodarstvu prinese tudi vir dodatnega zaslužka. Pomemben vidik rastlinskega usnja je tudi to, da predstavlja nadomestek živalskemu usnju, ki ga določen delež porabnikov zavrača zaradi njegovega izvora (živalske kože). Tekom proizvodnje je tudi manj energijsko in okoljsko obremenjujoč v primerjavi z živalskim usnjem (Navarro et al., 2020), zato predstavlja trajnostno alternativo.

Fizični obseg poslovanja

Pri predelavi 250 kg jabolk nastane okrog 75 kg jabolčnih tropin, ki jih je mogoče predelati na ravni kmetije v sadno usnje. Iz 75 kg tropin in dodatkov (citronska kislina, celuloza, glicerol, holin klorid in kalcijev klorid) nastane 12–15 kg sadnega usnja, kar pomeni porabo 5–6 kg tropin in 0,25 kg dodatkov na kilogram končnega izdelka. Na manjšem predelovalnem obratu (npr. dopolnilna dejavnost sadjarske kmetije) bi lahko iz 6,6 t tropin pridobili 1,1–1,3 t sadnega usnja. Proces vključuje kuhanje, homogenizacijo, mešanje z dodatki, sušenje in stiskanje. Za izvedbo so potrebne naprave, kot so mešalna posoda, črpalka, homogenizator, sušilna omara in stiskalnica, ter pomožna oprema za tehtanje, sušenje in drobljenje tropin. Glavni vir energije je elektrika za segrevanje, sušenje in mešanje, ki jo lahko delno nadomestimo s plinom ali lesno biomaso ter dopolnimo z energijo iz sončne elektrarne.

Gospodarski subjekt

Predlagana dejavnost bi na kmetiji predstavljala novo dopolnilno dejavnost, ki bi se lahko razvila v samostojen gospodarski subjekt. Končni izdelek – sadno usnje – je primeren za prodajo podjetjem (B2B) kot vhodno surovino za izdelavo modnih dodatkov ali dekorativnih izdelkov. Vgraditev inovativnega in trajnostnega materiala, kot je sadno usnje, se krepi potencial za dodajanje vrednosti končnega proizvoda, s tem pa tudi potencial za pokritje (razmeroma visokih) proizvodnih stroškov sadnega usnja.



5.7 Inovativni biokompoziti iz odpadne kmetijske folije in naravnih polimerov kmetijskega izvora

Opis poslovne ideje

Poslovna ideja temelji na razvoju in proizvodnji inovativnega termoplastičnega biokompozita, ki združuje odpadno kmetijsko folijo in naravne polimere, pridobljene iz koruznih oklaskov. Končni produkt je granulata, polproizvod primeren za izdelavo različnih pripomočkov za kmetijsko rabo (npr. oporne sponke za sadike, glej sliko). Po koncu življenjske dobe se tovrstni izdelki spet reciklirajo in ponovno uporabijo za izdelavo novih izdelkov.

Inovativnost izdelka je v ponovni uporabi odpadnih materialov s kmetij (kmetijske folije), ki trenutno niso ločeno zbrani ali predelani. S tem pristopom se zmanjšuje ogljični odtis in povečuje trajnostna raba virov ter dodajanje dodane vrednosti po končani uporabi. Granulata vsebuje 76,5 % odpadne kmetijske folije, 20 % kompozitnih materialov rastlinskega izvora (v našem primeru smo uporabili koruzne oklaske) ter 3,5 % dodatkov (kompatibilizator in ekstrakt borovničevja).

Proces proizvodnje vključuje več tehnoloških korakov: mletje koruznih oklaskov in odpadne kmetijske folije, pranje in sušenje folije ter kompavndiranje surovin z dodatki. Gre za delovno intenziven postopek, bi ga tehnološko lahko obvladovala ekipa treh delavcev. Za pripravo odpadne kmetijske folije in koruznih oklaskov bi potrebovali priučene delavce, za kompavndiranje in birzganje bi potrebovali izšolane delavce z znanjem predelave plastike.

Fizični obseg poslovanja

Letni obseg proizvodnje inovativnega termoplastičnega biokompozita je predviden na 250 ton, kar pomeni proizvodnjo 50 kg granulata na uro v kontinuiranem proizvodnem procesu. Za to količino je letno potrebnih 191,25 ton odpadne kmetijske folije, 50 ton koruznih oklaskov, 7,5 ton kompatibilizatorja in 1,25 ton ekstrakta borovničevja.

Gospodarski subjekt

Dejavnost proizvodnje inovativnega termoplastičnega biokompozita lahko realno umestimo v kontekst že delujočega podjetja, ki se ukvarja s predelavo plastičnih mas, ki bi z uporabo tovrstnih materialov diverzificiral svoj proizvodni portfelj. K atraktivnosti tovrstnih poslovnih idej bi izdatno pripomogla regulativna ureditev, ki bi prodajalce zavezala k prevzemu rabljenih kmetijskih folij, kar bi poenostavilo logistiko zbiranja relevantnih količin surovin. Takšna organizacija bi omogočila stabilno delovanje in zadostne količine surovin za proizvodnjo.

Večina prodaje bi potekala v okviru poslovnega sodelovanja s podjetji (B2B), manjši delež pa bi bil namenjen neposredni prodaji končnim uporabnikom. Granulata bi bil bodisi pakiran v standardnih 25-



kilogramskih vrečah in ponujen trgu, ali pa finaliziran v končne proizvode (npr. različni oporni materiali in pripomočki za kmetijsko rabo).



Slika 1 I: Primeri izdelkov iz biokompozitov iz odpadne kmetijske folije in naravnih polimerov kmetijskega izvora.



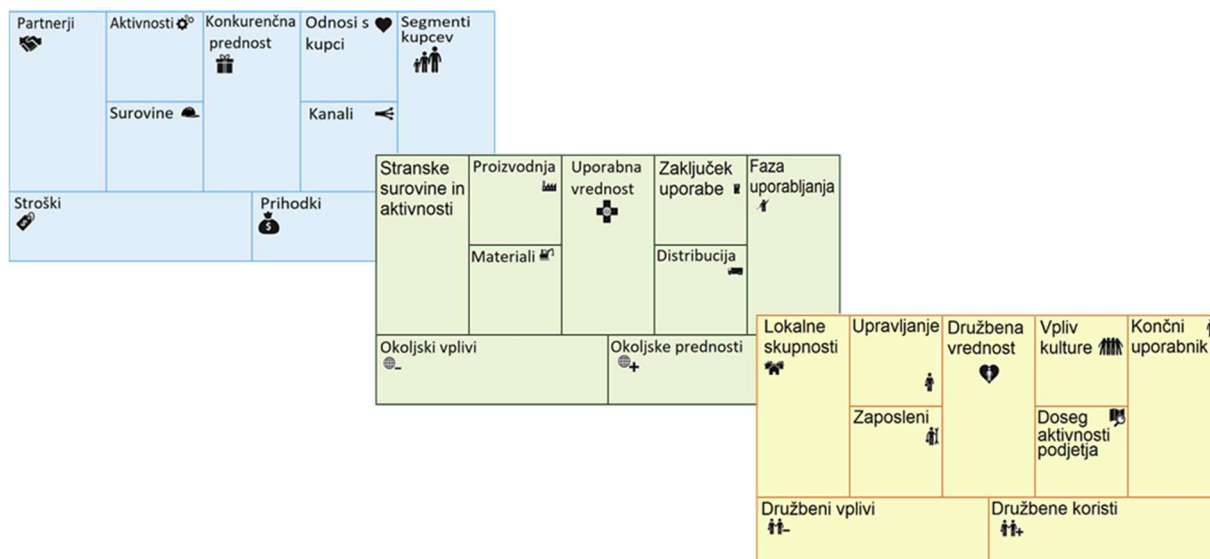
6 OCENA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI IN OKOLJSKE TRAJNOSTI

6.1 Oblikovanje krožnih poslovnih modelov v kmetijstvu s troslojnim platnom poslovnega modela (TPPM)

Poslovni model v praksi predstavlja nekakšno »teorijo podjetja«, torej strukturiran pregled kako podjetje ali organizacija ustvarja in zagotavlja vrednost. Navadno so v poslovnem modelu vključeni trije ključni vidiki: (i) povezanost poslovnih funkcij na način, da zagotavlja vrednost za kupca; (ii) odnosi v organizaciji/podjetju in med partnerji vzdolž dobavne verige in (iii) načini, kako organizacija/podjetje ustvarja vrednost. Namen poslovnega modela je, da so te ključni vidiki za vsako organizacijo jasno znani, ne le blede razumljeni in ne točno definirani. Na ta način lahko podjetje usklajeno deluje, saj so relacije in odnosi jasno določeni (Chesebrough, 2010).

Opis poslovnega modela po pristopu platna poslovnega modela (Osterwalder in Pigneur, 2010) razčlenjuje poslovni model organizacije na devet medsebojno povezanih sestavin. Gre za shemo, ki prikazuje smiselno urejeno strukturo, kako organizacija ali podjetje namerava ustvarjati vrednost ali v večini primerov dobiček. V našem projektu smo se zato odločili za nadgradnjo tega pristopa po pristopu troslojnega platna poslovnega modela (Joyce in Paquin, 2016), ki poleg dobička izpostavlja tudi trajnostno naravnano ustvarjanje vrednosti s poudarkom na okoljski in družbeni vrednosti posamičnega poslovnega modela. V ta namen novo orodje zagotavlja še dva dodatna pogleda na poslovni model organizacije, poleg klasičnega ekonomskega še okoljski in družbeni uvid v celovito trajnost podjetij.

Da bi v celoti uresničili vrednost krožnih proizvodov v kmetijstvu, je bistveno, da se njihove prednosti jasno komunicirajo po celotni dobavni verigi – od proizvajalcev in predelovalcev do trgovcev na drobno in končnih potrošnikov. Oblikovanje poslovnih modelov po pristopu troslojnega platna poslovnega modela (TPPM) krepi ozaveščanje in vzpostavljanje zaupanja med temi akterji in povečuje prepoznavnost in sprejemanje tovrstnih proizvodov s strani kupcev. S pristopom TPPM v poslovno načrtovanje vključujemo attribute gospodarske, okoljske in družbene vrednosti. Pomaga identificirati ključne deležnike, vrednostne predloge in komunikacijske strategije, s čimer postanejo krožne prednosti vidne in oprijemljive v celotni verigi. To spodbuja usklajevanje, krepi tržno pozicioniranje in spodbuja uspešno sprejemanje krožnih inovacij.



Slika 12: Elementi troslojnega platna poslovnega modela

Krožni proizvodi iz stranskih proizvodov kmetijsko-živilskih proizvodov prinašajo gospodarske koristi, saj zmanjšujejo stroške odstranjevanja odpadkov in ustvarjajo nove vire prihodkov. Z okoljskega vidika zmanjšujejo porabo virov in emisije ter spodbujajo trajnost. Z družbenega vidika realizacija poslovnih priložnosti z novimi načini predelave stranskih proizvodov prispejo k gospodarski rasti in novim delovnim mestom v lokalnih skupnostih. Krožni poslovni modeli na podeželju povečujejo učinkovitost in inovativnost, proizvajalcem pa se odpira vstop na trg diferenciranih, okolju prijaznih proizvodov. Primerjalne prednosti so povezane z znižanjem proizvodnih stroškov, izpolnjevanjem povpraševanja po trajnostnih proizvodih in upoštevanja strožjih okoljskih in krožnih standardov, kar proizvajalcem omogoča bolj konkurenčno pozicioniranje na trgu.

6.2 Gospodarske, okoljske in družbene koristi poslovnih modelov, obravnavanih v našem projektu

Za vsakega od sedmih krožnih poslovnih modelov smo opravili sistematičen opis elementov troslojnega platna poslovnega modela. Na podlagi tega opisa smo dobili celovit prikaz pozitivnih lastnosti teh poslovnih modelov z vidika gospodarskih, okoljskih in družbenih koristi.

Na gospodarski ravni vsi modeli spreminjajo nizkovredne ali odpadne materiale v tržno zanimive izdelke, s čimer povečujejo učinkovitost rabe virov in ustvarjajo nove prihodkovne tokove. Trije modeli, ki obravnavajo izboljšano rabo gnojek (NPOG, vključevanje bioogljja in gojenje alg za biostimulante), zmanjšujejo stroške mineralnih gnojil in na ta način izboljšujejo ekonomsko vzdržnost kmetij. Trije modeli za valorizacijo jabolčnih tropin (ekstrakcija pektina, priprava želirnega sladkorja in izdelava specialnih papirjev) pretvarjajo stranske produkte predelave sadja v visokovredne sestavine za živilsko ali embalažno industrijo ter povečujejo konkurenčnost in diverzifikacijo ponudbe. Model recikliranja plastične odpadne folije v inovativne termoplastične kompozite zmanjšuje odvisnost od primarne plastike in odpira nove tržne priložnosti. Skupno ti pristopi krepijo gospodarsko odpornost, diverzifikacijo prihodkov ter vzpostavljajo lokalne krožne verige vrednosti.



Na okoljski ravni vsi modeli prispevajo k zapiranju snovnih zank, zmanjšanju odpadkov in nižjim emisijam. Obogatena gnojevka (NPOG) zmanjšuje izpuste amonijaka in toplogrednih plinov ter izboljšuje učinkovitost izrabe dušika. Proizvodnja biooglja prispeva k dolgoročni vezavi ogljika v tleh in izboljšuje njihovo rodovitnost. Biostimulansi, pridobljeni iz mikroalg, izboljšujejo odpornost rastlin. Uporaba jabolčnih tropin zmanjšuje količino organskih odpadkov, preprečuje sproščanje metana ob razgradnji ter nadomešča sintetične dodatke ali primarno celulozo. Recikliranje plastičnih odpadkov preprečuje odlaganje na deponijah ali sežiganje, zmanjšuje porabo fosilnih virov in ogljični odtis. Skupno ti modeli odlično uresničujejo načela krožnega biogospodarstva z valorizacijo odpadkov, zmanjšanjem emisij in ponovnim kroženjem virov.

Na družbeni ravni vsi modeli prispevajo k razvoju podeželja, lokalnemu sodelovanju in večji ozaveščenosti potrošnikov. Sistemi za obdelavo gnojevke spodbujajo izmenjavo znanja med kmeti, izboljšujejo kakovost zraka in tal ter povečujejo družbeno sprejemljivost živinorejskih dejavnosti. Projekti, povezani z jabolčnimi tropinami, krepijo poslovno povezovanje na lokalni ravni, ustvarjajo nova delovna mesta na podeželju in krepijo partnerstva med panogami (npr. proizvodnja živil in embalaže). Model recikliranja plastike spodbuja okoljsko odgovornost v kmetijstvu, povečuje zavedanje o krožnem gospodarstvu in odpira zelena delovna mesta v predelovalni industriji.

6.3 Ocena ekonomske upravičenosti

Opisu poslovnih modelov sledi presoja ekonomske upravičenosti. Ta informacija je namreč ključna pri odločanju gospodarskih subjektov (kmetije, organizacije proizvajalcev, združenja, podjetja) o dejanski realizaciji predlaganih prototipnih rešitev. V ta namen smo pripravili generično metodologijo izdelave naložbenega načrta in ovrednotenja ekonomskih parametrov poslovanja v obliki poenostavljene kalkulacije. Generični okvir smo prilagodili specifikam in potrebam posamezne prototipne rešitve in pripravili zasnove kalkulacij lastnih cen proizvodov, ki izhajajo iz predlaganih prototipnih rešitev.

Prvi korak v tem procesu je zbiranje podatkov o potrebnih naložbah in tekočih stroških poslovanja, potrebnih za izračun lastne cene. Kalkulacije lastne cene vsebujejo postavke stalnih in spremenljivih stroškov, kot so bili opredeljeni v tehnoloških kartah prototipov. Stroške dela – tudi lastnega dodatnega dela, povezanega z obratovanjem dejavnosti, smo obračunavali po poenostavljenem pristopu, ki predvideva bruto letni strošek polne zaposlitve 25.000 EUR. Med ključnimi postavkami spremenljivih stroškov se je pri naših prototipih izkazal strošek vhodnega materiala in logistike njihovega zbiranja/transporta na lokacijo predelave. Večina prototipov je obremenjenih tudi z visokim vložkom porabe električne energije.

Rezultati kalkulacij lastne cene so v večini naših primerov razkrili dokaj visoke proizvodne stroške. V primerih, ko lastne cene naših proizvodov lahko primerjamo z nakupnimi cenami istovrstnih konvencionalnih proizvodov, so razlike vedno v prid slednjim. Tak primer je npr. lastna cena gnojila, stabiliziranega oz. pridobljenega s plazemsko tehnologijo, ki je blizu 50 % višja od trenutne maloprodajne cene enakovrednega mineralnega gnojila.

Poleg izračuna lastne cene nas je z vidika ovrednotenja poslovne ideje zanimala tudi ekonomska upravičenost vlaganj, potrebnih za izvedbo posameznega prototipa. Pristop temelji na hitri oceni denarnih tokov ob poznanih poteh prodaje in nakupov, za katere z veliko verjetnostjo domnevamo, da bodo realizirani v ocenjenem obsegu. Pod samimi denarnimi tokovi imamo izračunana dva kazalnika (NSV in ISD) za hitro presojo ekonomske upravičenosti predvidene naložbe. NSV (neto sedanja



vrednost) prikazuje skupni ekonomski učinek naložbe v času – pozitivna vrednost pomeni, da so diskontirani prihodki višji od stroškov, negativna pa, da projekt ni finančno upravičen pri dani diskontni stopnji. ISD (interna stopnja donosa) kaže pričakovano donosnost naložbe; če je višja od zahtevane obrestne mere (npr. 5–8 %), je naložba finančno privlačna.

Naložba v projekt izboljšave gnojevke s plazemsko obdelavo pri predpostavkah v analizi projekt ni finančno upravičen, saj diskontirani stroški močno presegajo prihodke. Negativna NSV kaže na velik začetni vložek in visoke obratovalne stroške (zlasti na račun velike porabe električne energije). Projekt potrebuje preoblikovanje poslovnega modela (npr. skupinska naložba v večje kapacitete – nižji stroški na enoto, kombinacija z lastno proizvodnjo električne energije – npr. bioplin) ali iskanje dodatnih prihodkov iz naslova proračunskih plačil (plačilo za zmanjšanje emisij, certificiranje kot emisijski bonusi).

Naložba v manjši pirolizni obrat in obrat vključevanje biooglja v tok gnojil ob predpostavljenih cenah in obsegi izkazuje zelo pozitivno NSV in visoko ISD (44 %), kar kaže na hitro povračilo naložbe. Glavni dejavniki uspeha so razpoložljivost surovin (sekanci), učinkovita piroliza in stabilno povpraševanje po biooglju. Kljub ugodnim projekcijam je potrebno nekaj previdnosti, saj je uspešnost podjetja odvisna od stabilnega povpraševanja (da ne pride do saturacije pna prodajnih trgih) ter obvladovanju regulativnih in logističnih tveganj.

Podjetniški podjem v gojenje mikroalg za proizvodnjo biostimulantov izkazuje je le komaj ekonomsko upravičen po trenutnih predpostavkah. ISD 6 % je nizka in občutljiva na spremembe cen in količin. Kot glavna tveganja poleg razmeroma visokih zagonskih stroškov in vzpostavitve proizvodnje lahko izpostavimo visok strošek priprave končnega proizvoda, in negotovost glede doseganja ciljnih cen na prodajnem trgu. Razmisliti kaže o optimizaciji tehnološkega postopka (povečanje donosnosti biomase), poiskati o tržnih nišah in z njimi povezanih višjih maržah (specializirani biostimulanti), še posebej smotrno pa bi bilo razmisliti o preoblikovanju poslovnega modela (večja predelovalna enota za končne produkte in mreža proizvajalcev surovin (mikroalg).

Pri vzpostavitvi proizvodnje pektina smo ovrednotili upravičenost naložbe v večji predelovalni obrat (kapaciteta predelave 30 t tropin letno). Naložba ob danih predpostavkah se izkazuje za zelo ugodno močna pozitivna NSV in zelo visoka ISD (101 %) kažeta na izrazito ekonomsko privlačnost. Kot glavne dejavnike uspeha bi lahko opredelili stabilno surovinsko oskrbo, ki bi omogočala kontinuiran proizvodni proces, optimiziran ekstrakcijski proces, in dobro tržno pozicioniranje izdelka. Posledično je prioriteto razvijati velik obrat s stabilnim in zagotovljenim odkupom sadja (dolgoročne in obojestransko zavezujoče pogodbe) in zagotovitev visokih standardov kakovosti.

Pri proizvodnji papirnih izdelkov (kaskadna raba tropin) gre za plačilo storitve, zato izračun donosnosti naložbe ni relevanten. Nakupna cena in operativni stroški, povezani z izdelavo promocijskih materialov oziroma embalaže iz lastnega ('krožnega') papirja za večkratnik presega operativne stroške papirjev široke prodaje. Smotrnost, oziroma uspešnost najema tovrstne storitve je izrazito povezana z uspešnostjo umestitve svojih blagovnih znamk v premijske cenovne razrede.

Naložba v proizvodnjo sadnega usnja iz jabolčnih tropin se zdi zelo privlačna. Visoka NSV in ISD (86 %) nakazujeta močan komercialni potencial, vendar je model občutljiv na izvedljivo prodajno ceno (v predstavitvi omenjeno 60 €/kg). Če se ta cena ne uresniči, se ekonomska slika močno poslabša. Glavna tveganja so torej povezana z realnostjo prodajne cene, tržno velikostjo premium segmenta in logistiko manjših serij. Zato je močno priporočljivo testirati prodajni trg za potrditev cene (pilot prodaja),



smotno bi bilo razmisliti tudi o nadaljnjih tehnoloških izboljšavah in zaščiti tehnologij (certifikati, patenti), ki bi zaščitili naša položaj na trgu.

V primeru termoplastičnih kompozitov iz odpadnih kmetijskih folij je NSV ob danih predpostavkah sicer pozitiven, a ISD je nizek glede na tvegane industrijske projekte. Dolgoročno bi bil projekt primeren, če se izboljšata obseg in/ali cena proizvodov. Kritične točke naložbe so povezane z dostopnostjo in stroške odpadne folije (zbiranje, čiščenje), tržna cena biokompozitov, CAPEX za predelavo in ekstrudiranje. Priporočljivo bi bilo razmišljati o izboljšanju ekonomike z regulativnimi spremembami (obvezen prevzem rabljenih folij s strani prodajalcev), večjimi količinami in dolgoročnimi odkupnimi pogodbami (prodajalci folij) in izkoristiti dodano vrednost certificiranja (recikliran materiala, skladiščenje ogljika).

Ekonomska upravičenost predstavljenih zasnov je izrazito odvisna od uspešnosti trženjskega pozicioniranja na (nišnih) trgih, za preboj na trge široke potrošnje so potrebni koraki v smeri optimiranja procesov in ekonomije obsega. Zato je pred vsako takšno, ali podobno, naložbo treba opraviti analizo občutljivosti, saj sta NSV in ISD zelo občutljiva na ceno produkta, obseg proizvodnje/prodaje in CAPEX. V tem smislu je priporočljiv izračun NSV/ISD pri $\pm 20 - 30 \%$ spremembah cen in količin. Prav tako je treba preveriti realno dosegljivost predpostavljenih prodajnih cen (velja zlasti za sadno usnje in pektin).

Z vidika načrtovanja stimulatívne regulatornega okolja in javnih politik pa bi bil smiseln razmislek o javnofinančnih okoljskih mehanizmi (plačila za skladiščenje ogljika, subvencije za zmanjšanje emisij) za projekte z visokimi okoljevarstvenimi učinki, a nizko finančno donosnostjo (npr. NPOG, bioogljje).

6.4 Hitra ocena okoljske trajnosti (Primerjalna LCI, emisije)

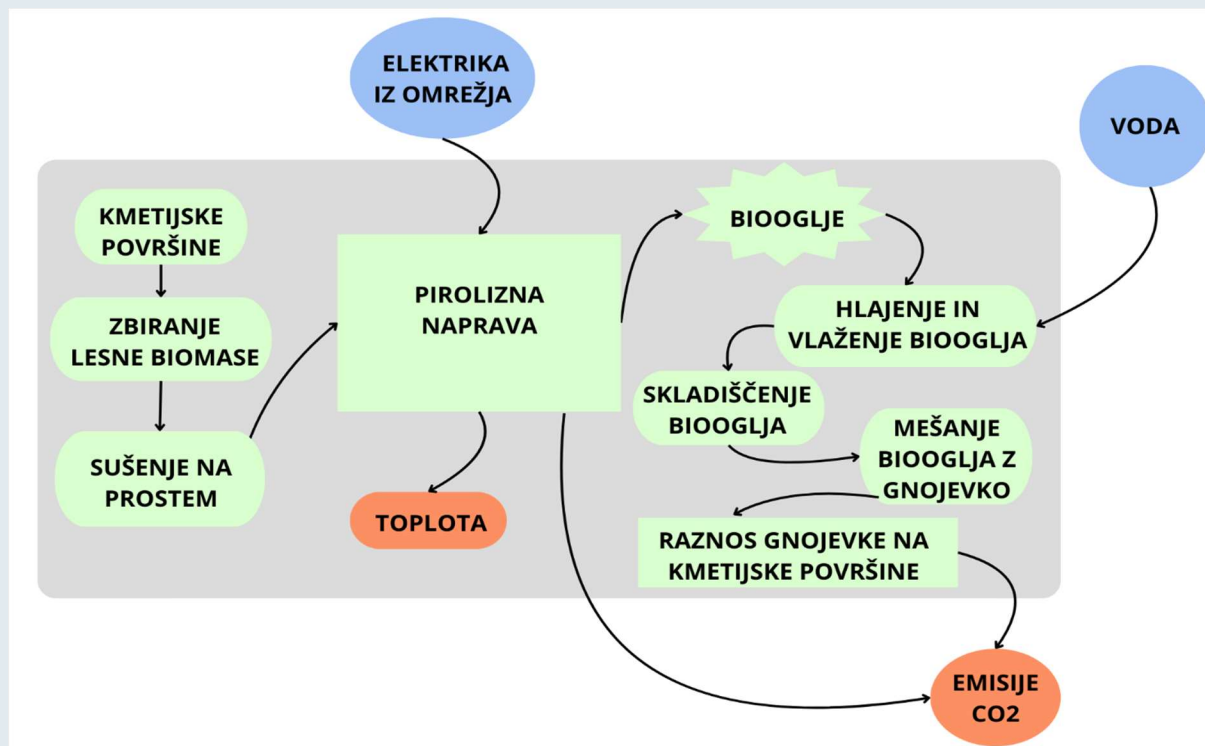
Ocena okoljske trajnosti prototipnih rešitev je potekalo v naslednjih fazah: (i) priprava referenčnega scenarija (opis izhodiščnega pridobivanja in rabe virov biomase, na podlagi katerih so predlagane prototipne rešitve; (ii) dopolnitev podatkov LCI za scenarije prototipnih rešitev (priprava in vnos sekundarnih podatkov iz tehnične in znanstvene literature ter primerljivih študij primerov); (iii) Primerjalna analiza referenčnega in prototipnega scenarija, pri kateri bodo uporabljeni referenčni kazalniki (funkcionalna enota), da se omogoči analiza scenarijev/benchmarking).

Za tehnološke prototipe rešitve, ki smo jih umestili v kontekst v projektu sodelujočih kmetijskih gospodarstev, smo zbrali ključne tehnične parametre (npr. vhodni in izhodni kg ss/dan, poraba toplote in električne energije, vložek dela v delovnih dnevih, gradbenega in montažnega materiala), jih strukturirali v obliki procesnih shem in kvantitativno ovrednotili v postopku popisa življenjskega cikla (life cycle inventory, LCI). V izračunu je upoštevan celoten proces od zbiranja in predobdelave surovin, morebitnega gojenja biomase v bioreaktorjih (npr. alge) do njene pretvorbe v bioosnovane produkte (rastlinska hranila, embalažne rešitve, bioaktivne komponente).

Pri oceni okoljske trajnosti ne razpolagamo z zadostnimi podatki in resursi, da bi lahko izpeljali presojo okoljskih učinkov z aplikacijo analize LCA v skladu s standardom ISO 14040/14044. Za izvedbo tovrstne presoje bi morali izhajati iz že vzpostavljenega proizvodnega procesa, ali pa bi morali imeti izveden podroben popis proizvodnega procesa, vključno s funkcijskimi odnosi med posameznimi inputi (npr. energetska intenzivnost, izkoristki). Prikaz okoljskih učinkov smo zato omejili na primerjalni pregled delnega popisa življenjskega cikla (Life cycle inventory, LCI) izhodiščne rabe surovinskega toka (baseline) in predelave kmetijskih surovin v prototipni izdelek. Na podlagi tega primerjalnega pregleda opisujemo okvirne razlike v okoljski trajnosti izhodiščne in predlagane rabe analiziranih stranskih



proizvodov kmetijstva. Pri oceni okoljskih vplivov smo se omejili na primerjavo emisij, izraženih v ekvivalentih CO₂.



Slika 13: Primer procesne sheme snovnih, energijskih in emisijskih tokov za prototip biooglje.

Zaradi zgolj delne obravnave okoljskih učinkov (LCI) in zgolj delne primerljivosti okoljskih učinkov med izhodiščnimi scenariji in prototipi. Razlike nastopajo tako zaradi različnih referenčnih kazalnikov med izhodiščnim scenarijem in prototipom, kot tudi zaradi različnih obsegov mej sistema. To je relevantno zlasti v primerjavi med končno rabo kmetijskega stranskega proizvoda (npr. kompostiranje, sežig) oziroma vgraditvijo istega kmetijskega stranskega proizvoda v krožni proizvod (npr. papir, sadno usnje). Zato pri rezultatih (hitre) ovne okoljske trajnosti poročamo zgolj o okvirnih ocenah. Z vidika okoljske trajnosti se kot ugodni izkazujejo prototipi vključevanja biooglja v snovni tok živinskih gnojil, izdelave biostimulansov na osnovi mikroalg in proizvodnje sadnega usnja. Znotraj obstoječih tehnologij in organizacijskih predpostavk sta med okoljsko manj ugodnimi prototipa stabilizacije gnojevke s plazemsko tehnologijo (velike potrebe po električni energiji) in ekstrakcije pektina (velika poraba kemikalij - etanol in citronska kislina).



7 PREDLOG IZBOLJŠAV JAVNIH PODPOR KROŽNIM REŠITVAM V SLOVENSKEM KMETIJSTVU

7.1 Krožna raba virov v kmetijstvu kot strateška priložnost

Krožna raba virov je prepoznana kot osrednji instrument trajnostne rasti slovenskega kmetijstva, skladno s cilji Evropskega zelenega dogovora, strategijo »Od vil do vilic« in Akcijskim načrtom EU za krožno gospodarstvo. SKP kot najpomembnejši evropski finančni okvir ima ključno vlogo pri uresničevanju teh ciljev.

Uredba (EU) 2021/2115 določa, da morajo strateški načrti SKP prispevati k blaženju podnebnih sprememb, trajnostni rabi virov in varovanju okolja. Vendar analiza kaže, da slovenski SN SKP krožnost obravnava le posredno – prek splošnih okoljskih ciljev in učinkovitosti rabe virov. Krožnost kot samostojen cilj, merilo ali pogoj za podporo projektom ni sistemsko operacionalizirana. Glavne ugotovitve so naslednje:

- Krožnost ni eksplicitno vključena v merila za izbor projektov in kazalnike rezultatov.
- Kazalniki učinkov ne merijo snovnih tokov, recikliranja hranil ali zmanjšanja odpadkov.
- Svetovalni sistem AKIS ne vključuje specializiranih svetovalcev za krožne modele.
- Povezave z drugimi viri financiranja (Obzorje Evropa, InvestEU, kohezijski skladi) so šibke.

V praksi je zato krožnost pogosto le posreden rezultat tehnoloških izboljšav, ne pa stratežno vodeno področje vlaganj. Kljub temu raziskovalna skupina opozarja, da ima krožno biogospodarstvo velik potencial za povezovanje trajnostnih praks z inovacijami in konkurenčnostjo. S koordiniranim ukrepanjem na osmih področjih bi lahko ostanke kmetijske proizvodnje preoblikovali v dragocene surovine, ustvarili nova delovna mesta in povečali odpornost podeželskih gospodarstev.

7.2 Priporočila za okrepitev krožnosti v izvajanju SN SKP

Ta del predstavlja osrednji sklop priporočil, razdeljen na pet vsebinskih poglavij, ki skupaj tvorijo okvir za nadgradnjo SN SKP v smeri učinkovitejše podpore krožnim praksam.

(A) Strateško umeščanje krožnosti

Priporočeno je, da MKGP krožnost opredeli kot horizontalni cilj v SN SKP, podobno kot sta trenutno obravnavana podnebni in okoljski vidik. Uvedba posebnega vsebinskega okvira za krožno rabo virov bi omogočila sinergije med intervencijami (npr. IRP03, IRP25, IRP31) ter boljšo vključenost krožnosti v nacionalne kazalnike rezultatov in učinkov. Predlagana je tudi ustanovitev medresorskega delovnega telesa (MKGP, MZI, ARSKTRP, GZS, raziskovalne organizacije), ki bi usklajevalo izvajanje in spremljalo napredek.

(B) Preusmeritev naložbenih podpor v finančne instrumente

Sedanji sistem nepovratnih sredstev, čeprav učinkovit pri zagonu projektov, ne zagotavlja dolgoročne vzdržnosti. Priporoča se postopni prehod na finančne instrumente (posojila, garancije, kombinirani mehanizmi), ki bi povečali finančni vzvod, vključili zasebne vire in zmanjšali obremenitev javnih proračunov.



Ta pristop je posebej smiseln ob fiskalnih zaostritvah in novih javnofinančnih prioritetah (obramba, zdravstvo, podnebna prilagoditev), saj bo v prihodnje realno pričakovati manj javnih sredstev za razvoj kmetijstva. Finančni instrumenti spodbujajo večjo odgovornost investorjev, saj ohranjajo del poslovnega tveganja, obenem pa zmanjšujejo administrativne obremenitve in omogočajo prožnejše, inovativne modele financiranja.

Posebej za krožne naložbe (npr. obdelava živinskih izločkov, raba bioplina, predelava ostankov) so ti mehanizmi primerni, ker ciljajo na nišne trge, kjer je potrebna prilagodljivost in inovativnost. Zato naj se podpora osredotoči na rezultate, ne na vnaprej določene stroškovnike.

(C) Prilagoditve meril in kazalnikov

Za operativno uveljavljanje krožnosti je ključno, da se merila za izbor projektov nadgradijo z bonusi za zapiranje snovnih tokov, ponovno uporabo biomase in lokalno samooskrbo z energijo. Predlagani so primeri meril in kazalnikov po skupinah intervencij:

- Naložbe (IRP02, IRP03, IRP17, IRP36): projekti, ki vključujejo tehnološke rešitve za ponovno uporabo ostankov; kazalnik – količina recikliranih kmetijskih ostankov (t/leto).
- Inovacije (IRP31, IRP35): razvoj ali demonstracija krožnih rešitev; kazalnik – število pilotnih projektov s potrjenimi elementi krožnosti.
- Svetovanje (IRP31, IRP32, IRP38): vključitev modulov o krožnem gospodarjenju; kazalnik – število udeležencev.
- Infrastruktura (IRP03, IRP44): vzpostavitev zbirnih vozlišč za stranske proizvode; kazalnik – število delujočih vozlišč.

(D) Krepitev sodelovanja in lokalnih verig

Krožne prakse imajo največji učinek na lokalni ravni, zato naj se spodbuja povezovanje prek LEADER in EIP projektov. LAS naj v prihodnje vključijo posebne cilje, vezane na krožno biogospodarstvo in zapiranje zank biomase. EIP partnerstva naj povezujejo raziskave in prakso v razvoju tehnologij dodane vrednosti.

Poudarek mora biti na regionalni samopreskrbi z viri – torej na kroženju hranil, vode in energije v okviru območij, kar zmanjšuje okoljski odtis in krepi odpornost podeželskih gospodarstev.

(E) Spremljanje in vrednotenje učinkov

Krožnost mora postati merljiv del izvajanja SN SKP. Predlagani so novi kazalniki rezultatov (npr. delež kmetij s sistemi ponovne uporabe, število projektov z zapiranjem snovnih zank) ter kazalniki učinkov (zmanjšanje organskih odpadkov, povečanje energije iz obnovljivih virov, zmanjšanje porabe sintetičnih gnojil).

Pomembno je, da kazalniki izpolnjujejo načelo S.M.A.R.T. – so specifični, merljivi, dosegljivi, relevantni in časovno opredeljeni. MKGP in ARSKTRP naj pri razvoju kazalnikov sodelujeta z raziskovalnimi institucijami ter uporabita že razvite prakse iz držav, kot je Finska (Luke, 2023). Tak sistem bi omogočil sprotno spremljanje napredka, izboljšave programov in večjo transparentnost.



KAZALO VSEBINSKIH POROČIL

Rezultat - šifra	Naslov
R1.1	Popis snovnih tokov na sodelujočih kmetijah in opredelitev perspektivnih surovinskih virov
R1.2	Predstavitev prototipov valorizacije stranskih proizvodov kmetijske proizvodnje
R2.1 – R2.2	Prototipi valorizacije stranskih proizvodov v kmetijstvu: zasnove poslovnih modelov, presoja ekonomske upravičenosti in ocena okoljske trajnosti
R3.1 – R3.3	Ovrednotenje javnega podpornega sistema, predlog izboljšav meril in pogojev, predlog inovativnih pristopov