



**BALKANS
GROW**

green resilient organic wisdom



Co-funded by
the European Union

GRADIVO ZA USPOSABLJANJE

MODUL 2

BOLJŠE KMETOVANJE: TLA, PODNEBJE IN RASTLINE – RAZUMEVANJE NJIHOVE MEDSEBOJNE POVEZANOSTI TER REGENERATIVNIH PRAKS



NASLOV

BalkansGrow fradivo za usposabljanje - Modul 1: "Spoznavanje regenerativnega kmetijstva: uvod v njegova načela in globalni pomen"

KOORDINACIJA PROJEKTA ERASMUS+ BALKANSNGROW

Univerza v Mariboru

UREJANJE IN KOORDINACIJA DOKUMENTA

Associació Cultural CRESOL

AVTORJI

Isis Torales (Associació Cultural CRESOL)

José Segarra (Associació Cultural CRESOL)

Imane Ouadi (Associació Cultural CRESOL)

RECENZIJ

Marina Tosheska; Gjorgjija Gagaleski(LAG AGRO LIDER)

Ivan Marković; Milica Jaramaz (CSO, Centre for Vocational Education)

Polona Šprajc (FOV, UM)

Zorana Markovic; Petar Knežević (CRNVO)

Enida Bogdani; Julia Çekrezi (KUTIA)

Erina Disho; Ana Mino ("Mihal Shahini" VET School)

Datum izdaje

Junij 2026

FINANCIRANJE

Evropska izvajalska agencija za izobraževanje in kulturo (EACEA), program Erasmus+, Evropska unija.

Projekt	Green Resilient Organic Wisdom
Akronim	BALKANSNGROW
Številka projekta	101242707
Ključni ukrep	ERASMUS-EDU-2025-CB-VET (Krepitev zmogljivosti na področju poklicnega izobraževanja in usposabljanja (PIU))
Copyright  Avtorske pravice	© Partnerji konzorcija BALKANSNGROW, 2026. To gradivo je odprtokodno in vsebuje izvirno, še neobjavljeno delo, razen kjer je jasno navedeno drugače. Ustrezno priznanje predhodno objavljenega gradiva in dela drugih avtorjev je zagotovljeno z ustreznim navajanjem virov, citiranjem ali obojim. Razmnoževanje je dovoljeno pod pogojem, da je naveden vir.
 Co-funded by the European Union	Financira Evropska unija. Izražena stališča in mnenja so izključno stališča avtorja(-ev) in ne odražajo nujno stališč Evropske unije ali Evropske izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Zanje ne moreta biti odgovorna niti Evropska unija niti EACEA.



KAZALO

To gradivo za usposabljanje je del šestmodulnega priročnika, razvitega v okviru projekta BalkansGrow. Služi kot praktični vodnik, namenjen podpori strokovnjakom in izobraževalcem pri poučevanju trajnostnega kmetijstva. Ta modul posebej obravnava naslednje teme:

1. Uvod	3
2. Kmetovanje na boljši način: tla, podnebje in rastline	5
2.1. Ključni pojmi	5
2.2. Trenutno stanje in izzivi	6
2.3. Dobre prakse in metodologije	7
2.4. Študije primerov	9
2.4.1. Rotacijska paša in produktivnost pašnikov v Turčiji	9
2.4.2. Podnebno pametna pridelava koruze na višinskih območjih in riža na poplavnih poljih (Viet Nam)	10
2.4.3. Zbiranje vode s sajenjem v jamice (Malavi)	12
2.5. Uporabna orodja in viri	13
2.6. Praktične aktivnosti	15
2.6.1. Kartica za ocenjevanje zdravja tal: terenska diagnostika	15
2.6.2. Uganka razmerja C/N: uravnoteženje »mikrobnega goriva«	16
2.6.3. Oblikovanje »polja sodelovanja«: funkcionalna biotska raznovrstnost	17
3. Zaključek	19
4. Slovar	21
Literatura	24
Aneksi.....	27
1. Vizualizacija „spužvastog sistema“ (ilustracija infiltracije).....	27



1. Uvod

Glavni namen tega modula je preseči konceptualne okvire, vzpostavljene v prejšnji učni enoti, z zagotavljanjem poglobljene tehnične obravnave triade tla–podnebje–rastline ter postaviti njihove biološke medsebojne povezave kot temeljni mehanizem resnično regenerativnega agroživilskega sistema. Po navedbah Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026) to zahteva pomemben premik paradigme: obravnavanje tal ne kot zgolj inertnega substrata ali fizične opore za rastline, temveč kot kompleksnega živega ekosistema – prehranjevalnega spleta tal (soil food web) – od katerega so odvisni vsa kmetijska produktivnost, prehranska kakovost in zdravje prostora. Z obvladovanjem sinergij, pri katerih rastline mikroorganizmom zagotavljajo s ogljikom bogate koreninske izločke v zameno za biološko dostopna hranila, se bodo izvajalci usposabljanja naučili preusmeriti upravljanje iz sistema, ki temelji na zunanjih kemičnih rešitvah, v sistem, ki ga podpirajo notranji biološki procesi.

Ta učna enota obravnava ključni izziv, ki ga predstavlja intenzivni model kmetijstva 20. stoletja, ki je po navedbah FAO (2014) dajal prednost takojšnji produktivnosti s pomočjo genetike in kemije, pri tem pa v veliki meri zanemarjal učinkovitost drugih virov poleg zemljišč. Takšen »ekstraktivni« pristop je pogosto povzročil »sindrom silosov«, pri katerem se upravljanje poljedelstva, živinoreje in gozdarstva izvaja ločeno, kar vodi v tekmovanje med sektorji za prostor in politično podporo namesto v ekološko sodelovanje. Da bi presegli to razdrobljenost, se modul osredotoča na obnovo ekosistemskih storitev, ki so jih konvencionalni sistemi zgodovinsko degradirali, kot sta naravno nastajanje tal in uravnavanje podnebja. Kot poudarja RegAgri4Europe (2022), je nadgradnja kmetijskega sektorja s temi obnovitvenimi znanji nujna za prepoznavanje ekološke heterogenosti in opolnomočenje pridelovalcev, da svoje zemljišče upravljajo kot enoten agroekosistem.

Po zaključku tega modula bo izvajalec usposabljanja pridobil naslednja specifična tehnična znanja in spretnosti:

- prepoznati in oceniti kvalitativne kazalnike zdravja tal neposredno na terenu – kot so barva tal, razvitost korenin in prisotnost makrofavne, na primer deževnikov – kar omogoča hitro diagnostiko brez takojšnje potrebe po zahtevnih laboratorijskih analizah;



- razumeti in obvladovati biološko ravnovesje med mineralizacijo (hitro sproščanje hranil) in humifikacijo (nastajanje stabilne organske snovi v tleh), zlasti z upravljanjem razmerja med ogljikom in dušikom (C/N), ki je potrebno za uspešno delovanje talne mikrobiologije;
- uporabljati načela funkcionalne biotske raznovrstnosti za oblikovanje sistemov, v katerih različne rastlinske in živalske vrste sodelujejo pri izboljšanju celotne rodovitnosti območja, namesto da tekmujejo za topna hranila.

V kontekstu globalnega trajnostnega kmetijstva ta modul prikazuje, kako upravljanje ogljikovega in vodnega kroga na ravni kmetije prispeva tako k blaženju podnebnih sprememb (s pretvarjanjem tal v ponor ogljika) kot tudi k prilagajanju nanje (z večanjem odpornosti na nepredvidljive vremenske razmere). Za balkansko regijo so te medsebojne povezave strateškega pomena zaradi njenega goratega reliefa in vse pogostejših ekstremnih vremenskih pojavov. Po navedbah Gràcia idr. (2021) lahko tla, upravljana po načelih regenerativnega kmetijstva, bogata s stabilnim humusom in zaščitena s stalnim rastlinskim pokrovom, v eni uri absorbirajo do 150 litrov vode na kvadratni meter. Ta sposobnost degradirana zemljišča spreminja v »spužvaste sisteme«, ki lahko učinkovito zmanjšujejo tveganje katastrofalnih poplav in dolgotrajnih poletnih suš, ki ogrožajo balkanske družinske kmetije.

Navsezadnje Modul 2 predstavlja bistveni operativni most znotraj serije usposabljanj BalkansGrow. Nadgrajuje uvodna načela in globalni pomen, predstavljena v Modulu 1 (Spoznavanje regenerativnega kmetijstva: uvod v njegova načela in globalni pomen). Ta učna enota zagotavlja potrebne biološke in ekološke temelje za razumevanje ključne vloge živine pri regeneraciji tal, obravnavane v Modulu 3 (Kmetovanje za prihodnost: živali v agroekosistemi – vloga živali pri regeneraciji tal in trajnosti). Poleg tega zagotavlja biofizikalno utemeljitev, ki podpira strategije vključevanja proizvodnje v trajnostne vrednostne verige v Modulu 4 (Celostno upravljanje: prehod dobavnih verig – strategije za vključevanje regenerativne proizvodnje v trajnostne dobavne verige) ter širšo profesionalizacijo sektorja, obravnavano v Modulu 5 (Digitalni marketing v novem kmetijstvu) in Modulu 6 (Management v kmetijskem sektorju).



2. Kmetovanje na boljši način: tla, podnebje in rastline

2.1. Ključni pojmi

Prehod v obnovitveni model kmetijstva zahteva temeljni premik paradigme. Po navedbah Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026) je treba tla na novo opredeliti ne kot inertno fizično oporo ali kemični substrat, temveč kot kompleksen živ ekosistem, poznan kot prehranjevalni splet tal (soil food web). Ta združba, ki vključuje mikroskopske bakterije, glive, praživali in ogorčice ter večjo makrofavno, kot so deževniki, predstavlja glavni pogonski mehanizem biološke aktivnosti, kroženja hranil in dolgoročne rodovitnosti zemljišč. Kot pojasnjujejo Gràcia idr. (2021), znanstveni temelji tega modela izhajajo iz simbioze med rastlinami in mikroorganizmi, večsmernega odnosa, v katerem rastline s fotosintezo zajemajo sončno energijo in atmosferski CO₂ ter proizvajajo z ogljikom bogate ogljikove hidrate. Pomemben del teh ogljikovih hidratov se skozi korenine sprošča v obliki koreninskih izločkov za prehranjevanje talne mikrobiologije; v zameno ti mikroorganizmi izvajajo biokemične pretvorbe, ki sproščajo minerale in vežejo atmosferski dušik, zaradi česar postanejo hranila rastlinam biološko dostopna. Ta cikel notranje biološke rodovitnosti je v konvencionalnih modelih pogosto prekinjen zaradi uporabe topnih sintetičnih gnojil, zaradi katerih rastline prenehajo izločati koreninske izločke, s čimer dejansko »izstradajo« prehranjevalni splet tal.

V tem živem sistemu upravljanje organske snovi poteka po dveh različnih bioloških poteh: mineralizaciji in humifikaciji. Po navedbah Gràcia idr. (2021) je mineralizacija proces, ki ga vodijo bakterije, pri katerem se organski materiali hitro razgradijo, da zagotovijo nenaden dotok topnih hranil za rastline; če pa je ta proces zaradi intenzivne obdelave tal preveč spodbuden, organska snov prehitro izgine. Nasprotno pa je humifikacija proces, ki ga vodijo glive in pri katerem se organski ostanki pretvorijo v stabilni humus, odgovoren za dolgoročno strukturo tal in velike zaloge ogljika. To biološko »gorivo« se uravnava z razmerjem ogljik/dušik (C/N); kot poudarjajo Gràcia idr. (2021), talne bakterije potrebujejo optimalno ravnovesje med ogljikom in dušikom, da lahko delujejo brez porabljanja že obstoječega ogljika v tleh, kar preprečuje razpad talnih agregatov. Poleg tega FAO (2013) poudarja, da ohranjanje teh zalog ogljika kmetijsko gospodarstvo spreminja v pomemben ponor ogljika za blaženje globalnih podnebnih sprememb.



Praktični izraz teh medsebojnih povezav je oblikovanje »spužvastega« sistema, v katerem lahko tla, bogata s stabilnim humusom in zaščitena s stalnim rastlinskim pokrovom, v eni uri absorbirajo in zadržijo do 150 litrov vode na kvadratni meter. Gràcia idr. (2021) poudarjajo, da zaradi izrazite hidrofilnosti organske frakcije tal ta »spužvasti učinek« predstavlja najpomembnejšo zaščito balkanske regije pred nepredvidljivimi padavinami in katastrofalnimi hudourniški poplavi. Poleg tega regenerativno upravljanje spreminja cilj kmetijstva iz tekmovanja med vrstami v ekološko sodelovanje na podlagi načela funkcionalne biotske raznovrstnosti. Kot poudarjajo Nicholls idr. (2016), vključevanje raznolikih kolobarjev in agrogozdarstva različnim vrstam omogoča dostop do hranil na različnih globinah tal ter souporabo mikoriznih glivnih mrež, kar povečuje skupno produktivnost. Nazadnje Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026) in Gràcia idr. (2021) za spremljanje delovanja te triade v realnem času priporočata uporabo kvalitativnih kazalnikov zdravja tal, ki jih je mogoče oceniti neposredno na terenu, kot so temna zemeljska barva, ki kaže na visoko vsebnost humusa, drobtinasta struktura, ki kaže na dobro zračnost tal, ter prisotnost aktivne navpične rasti korenin.

2.2. Trenutno stanje in izzivi

Za sodobno kmetijstvo je značilna izrazita razdrobljenost triade tla–podnebje–rastline, ki se je zgodovinsko upravljala po načelu »sindroma silosov«. Po navedbah FAO (2014) je takšen pristop povzročil, da se poljedelstvo, živinoreja in gozdarstvo upravljajo ločeno, zaradi česar med seboj tekmujejo za prostor in politično podporo, namesto da bi razvijali ekološko sodelovanje, potrebno za odpornost sistemov. Ta razdrobljenost je eden glavnih dejavnikov sistemske degradacije zdravja tal, pri čemer je konvencionalna kmetijsko-živinorejska proizvodnja danes odgovorna za približno 69 odstotkov svetovnega odvzema sladke vode (Gràcia idr., 2021).

Eden najresnejših okoljskih izzivov je izguba fizične in biološke sposobnosti tal za upravljanje vode. Kot pojasnjujejo Gràcia idr. (2021), je konvencionalno upravljanje, za katero sta značilni intenzivna obdelava tal in odvisnost od kemičnih sredstev, tlom odvzelo stabilni humus in uničilo »spužvasti učinek«, potreben za preživetje ekstremnih vremenskih razmer. Zaradi tega so kmetije v balkanski regiji zelo ranljive, saj degradirana tla ne morejo absorbirati obilnih padavin, kar vodi do erozije in



hudourniških poplav, prav tako pa ne morejo zadrževati vlage v vse daljših obdobjih ekstremne vročine (FAO, 2018; RegAgri4Europe, 2022).

Poleg tega spreminjajoči se podnebni vzorci neposredno ogrožajo fiziologijo rastlin in njihovo produktivnost. Zilberman idr. (2018) ugotavljajo, da naraščajoče temperature omogočajo širjenje škodljivcev in bolezni v nova območja, kjer tradicionalne poljščine nimajo naravne odpornosti. Posebne tehnične raziskave kažejo, da izpostavljenost temperaturam nad 30 °C vse bolj zmanjšuje pridelke regionalno pomembnih kultur, kot je koruza, vendar številnim kmetom primanjkuje prilagoditvenih orodij za spremembo časa setve ali prehod na odpornejše sorte (Ortiz-Bobea, 2018; FAO, 2018).

Z izobraževalnega in operativnega vidika obstaja pomembna vrzel v znanju s področja obnovitvenega upravljanja. RegAgri4Europe (2022) poudarja, da večina obstoječih programov kmetijskega usposabljanja še vedno daje prednost intenzifikaciji posameznih proizvodnih panog z uporabo zunanjih kemičnih sredstev, zaradi česar izobraževalci in kmetje nimajo potrebnega znanja za upravljanje prehranjevalnega spleta tal kot živega mehanizma rodovitnosti. To pomanjkanje strokovnega znanja dodatno pogloblja t. i. »prehodni padec« pridelave; kot navajajo FAO (2018) in Gràcia idr. (2021), se kmetje v prvih treh do petih letih uvajanja regenerativnih praks pogosto soočajo z začasnim zmanjšanjem produktivnosti, saj notranje biološke funkcije tal potrebujejo čas, da nadomestijo opuščene sintetične vložke. Brez institucionalne podpore ali kreditov, ki bi omogočili premostitev tega obdobja, se številnim pridelovalcem prehod na prakse za obnovo tal zdi fizično in ekonomsko nedosegljiv (McCarthy idr., 2018; FAO, 2018).

2.3. Dobre prakse in metodologije

Izvajanje dobrih praks v okviru triade tla–podnebje–rastline se začne s temeljnim preходом od mehanskih in kemičnih posegov k ukrepom, ki dajejo prednost biološki celovitosti prehranjevalnega spleta tal. Po navedbah Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026) je primarna priporočena tehnika popolna opustitev obdelave tal, saj izogibanje obračanju talnih plasti ohranja obstoječo poroznost in mikrobiologijo, ki sta ključna mehanizma naravnega nastajanja tal. Kot pojasnjujejo Gràcia idr. (2021), je treba to dopolniti z vzdrževanjem stalnega talnega pokrova – bodisi z živimi rastlinami bodisi z zastirko – da se površina tal zaščiti pred



kinetično energijo dežnih kapljic in zmanjša izhlapevanje. FAO (2018) poudarja, da je ta kombinacija ključnega pomena za ohranjanje »spužvaste« sposobnosti zemljišča, ki mu omogoča delovanje kot naravni blažilnik podnebnih ekstremov.

Metodološki postopek uvajanja teh regenerativnih praks sledi natančnemu zaporedju korakov, ki temelji na opazovanju in ekološki logiki. Po navedbah Gràcia idr. (2021) ter Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026) se mora postopek začeti s kvalitativno terensko diagnostiko z uporabo kazalnikov, kot so vonj tal (prisotnost geosmina), stabilnost talnih agregatov (»struktura skute«) in številčnost makrofavne, kot so deževniki, s čimer se določi izhodiščno stanje zdravja tal. Ko je to izhodišče opredeljeno, naslednji korak vključuje upravljanje vračanja organske snovi s skrbnim uravnavanjem razmerja C/N; pridelovalci morajo materiale, bogate z dušikom, mešati z gozdnimi ostanki, bogatimi z ogljikom, kot so lesni sekanci (BRF – *Bois Rameaux Fragmentés*) ali bioogljje (*Biochar*), da ponovno vzpostavijo glivne združbe, ki v konvencionalnih sistemih pogosto manjkajo. Gràcia idr. (2021) poudarjajo, da ta ponovna vzpostavitev prispeva k oblikovanju morfologije talnih agregatov in ustvarjanju stabilnih zalog ogljika. Nazadnje FAO (2018) priporoča takojšnjo vključitev funkcionalne biotske raznovrstnosti z medsevkami metuljnic in večvrstnimi kolobarji, ki omogočajo notranjo vezavo dušika ter zmanjšujejo potrebo po sintetičnih vložkih.

V balkanskem kontekstu so te metodologije strateško prilagojene specifični gorski topografiji regije in njeni podnebni ranljivosti. Gràcia idr. (2021) poudarjajo, da je uporaba zasnove »Keyline« – sistema upravljanja, ki razporeja vodo vzdolž naravnih plastnic terena – bistvena metodologija za balkanska pobočja, saj omogoča največje pronicanje padavinske vode v tla ter preprečuje katastrofalne hudourniške poplave in erozijo, ki nastajata na degradiranih, golih tleh. Poleg tega je zaradi bližine gozdnih virov na številnih balkanskih kmetijah uporaba BRF (*Bois Rameaux Fragmentés*), pridobljenega pri čiščenju lokalnih gozdov, stroškovno učinkovito in zelo učinkovito orodje za obnovo degradiranih zemljišč. Po navedbah RegAgri4Europe (2022) prilagajanje teh tehnik zahteva prehod od »silosnega« razmišljanja, usmerjenega v posamezne proizvodne panoge, k integriranemu agro-gozdarsko-pašniškemu pristopu, pri katerem gozdni ostanki bogatijo tla, raznolike rastlinske strukture pa varujejo posevke pred pričakovanim povečanjem sezonskih vročinskih valov (FAO, 2018). S povezovanjem teh znanstvenih postopkov z značilnostmi lokalne krajine



lahko balkanski pridelovalci uspešno premostijo »prehodni padec« produktivnosti in dolgoročno povečajo odpornost svojih območij.

2.4. Študije primerov

Naslednje študije primerov prikazujejo praktično uporabo triade tla–podnebje–rastline v različnih geografskih okoljih. Ti primeri ponazarjajo, kako se lahko regenerativne in podnebno pametne prakse iz teoretičnih okvirov uspešno prenesejo v prakso ter učinkovito prispevajo k odpravljanju degradacije tal in krepitvi odpornosti območij.

2.4.1. Rotacijska paša in produktivnost pašnikov v Turčiji ¹

• Ozadje

Ta primer se osredotoča na deževno napajane pašnike v višinskih območjih Turčije. Ta območja imajo številne topografske in podnebne značilnosti, podobne balkanski regiji, vključno s suhimi poletji in tlemi, ki so na pobočjih občutljiva za zbitost.

• Opredelitev problema

Glavni izziv sta bila nizka proizvodnost živali in sistematična degradacija rastlinskega pokrova zaradi neprekinjene paše (*set stocking*). Ta konvencionalni model je preprečeval obnovo korenin in humifikacijo organske snovi, kar je povzročilo gola tla, slabo pronicanje vode in izrazito zmanjšanje funkcionalne biotske raznovrstnosti pašnikov.

• Izvedena rešitev

Rešitev je bila uvedba sistema rotacijske paše, pri katerem je gostota živali za krajši čas visoka, nato pa sledi daljše obdobje obnove vegetacije. Kot pojasnjuje Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026), ta praksa posnema naravno gibanje divjih čred, zagotavlja enakomerno vračanje hranil z živalskimi iztrebki ter omogoča rastlinam, da obnovijo zadostne zaloge v koreninah za intenzivno ponovno rast.

¹ Podatki za to študijo primera izvirajo iz dela Thornton idr. (2018).



• Rezultati

Rezultati so pokazali občutno izboljšanje proizvodnih rezultatov goveda za meso v primerjavi s kontrolno skupino s stalno pašo. Poleg tega je upravljanje rastlinskega pokrova v okviru tega regenerativnega sistema povečalo vezavo ogljika v tleh in izboljšalo odpornost sistema na sezonsko spremenljivost padavin, s čimer se je pašnik preoblikoval v stabilen rezervoar biomase.

• Pridobljene izkušnje

Temeljna ugotovitev je, da je nadzor nad časom obnove pomembnejši od skupnega števila živali. Načrtovano upravljanje omogoča, da interakcija med rastlinami in živalmi postane mehanizem notranje biološke rodovitnosti, s čimer se zmanjšuje potreba po zunanjih vložkih in hkrati varuje fizična struktura tal pred erozijo.

2.4.2. Podnebno pametna pridelava koruze na višinskih območjih in riža na poplavnih poljih (Viet Nam)²

• Ozadje

Ta študija primera se osredotoča na severno gorsko regijo Vietnama (Northern Mountainous Region – NMR), območje, za katero so značilna strma pobočja in izrazito razčlenjena topografija. Po navedbah Branca idr. (2018) in FAO (2018) na tem območju živijo etnične manjšine, katerih preživetje je skoraj v celoti odvisno od kmetovanja na majhnih kmetijah, predvsem od pridelave koruze na višjih legah in riža na poplavnih poljih v dolinah.

• Opredelitev problema

Pridelovalci v regiji NMR so se soočali z močno erozijo tal zaradi intenzivne obdelave strmih pobočij (z naklonom nad 25°), kar je povzročilo hitro zmanjšanje rodovitnosti in pridelkov. Poleg tega so spreminjajoči se podnebni vzorci povzročali pojav »lažnega začetka deževne sezone«, pri katerem so zgodnje padavine spodbudile setev, nato pa

² Informacije za to študijo primera so prvotno predstavljene v delih Branca idr. (2018) in FAO (2018)



je sledilo nenadno sušno obdobje, ki je uničilo mlade rastline. V nižinskih območjih so naraščajoče sezonske temperature začele negativno vplivati na fazo opravevanja tradicionalnih sort riža.

• Izvedena rešitev

V sodelovanju s programom EPIC je vlada uvedla dvojno strategijo podnebno pametnega kmetijstva (CSA). Za koruzo na višinskih območjih je bila rešitev uvedba minimalne obdelave tal (*Minimum Tillage – MT*) skupaj z ohranjanjem rastlinskih ostankov kot talnega pokrova za preprečevanje erozije in zadrževanje vlage. Pri pridelavi riža je projekt uvedel trajnostno intenzifikacijo pridelave riža (*Sustainable Intensification for Paddy – SIP*), ki je vključevala tudi globinsko nanašanje gnojil (*Fertilizer Deep Placement – FDP*). Kot pojasnjuje FAO (2014b), FDP pomeni vnos sečninskih »briketov« neposredno v območje korenin (na globino 7–10 cm), s čimer se poveča učinkovitost izrabe dušika in zmanjšajo emisije toplogrednih plinov.

• Rezultati

Uvedba teh tehnik je prinesla merljive izboljšave v okviru triade tla–podnebje–rastline. Branca idr. (2018) so ugotovili, da je bila uporaba sistema SIP povezana z 8-odstotnim povečanjem pridelka, uporaba izboljšanih sort pa je pridelek dodatno povečala za 10 odstotkov. Na območjih, kjer je bila uporabljena minimalna obdelava tal (MT), se je erozija na pobočjih močno zmanjšala, »spužvasti učinek« rastlinskih ostankov pa je koruzi omogočil bistveno boljše preživetje zgodnjih sušnih obdobj v primerjavi s konvencionalno obdelovanimi površinami.

• Pridobljene izkušnje

Ključna ugotovitev iz regije NMR je, da so podnebni podatki, značilni za posamezno lokacijo, bistveni za določanje, katere prakse so dejansko »podnebno pametne«. Čeprav trajnostne prakse v povprečju izboljšujejo gospodarnost pridelave, je njihov uspeh močno odvisen od pravilnega časovnega načrtovanja; na primer minimalna obdelava tal (MT) je najučinkovitejša v letih z majhno količino padavin na začetku rastne sezone. To poudarja potrebo po svetovalnih storitvah, ki temeljijo na informacijskih in komunikacijskih tehnologijah (IKT), da bi kmetom pomagale uskladiti odločitve o upravljanju z vremenskimi napovedmi v realnem času.



2.4.3. Zbiranje vode s sajenjem v jamice (Malavi)³

• Ozadje

V sušnih in polsušnih regijah Malavija se mali kmetje zaradi nepredvidljivih padavin nenehno soočajo z nevarnostjo prehranske negotovosti. V tem primeru so ti kmetje odvisni od sistemov, vezanih na padavine, kjer lahko že kratka prekinitve deževne sezone povzroči popoln izpad pridelka.

• Opredelitev problema

Glavna ovira za produktivnost je bila nizka prepustnost degradiranih tal. Konvencionalno kmetovanje je površino tal pustilo golo in zaskorjeno, zaradi česar je večina padavin odtekla s površine, namesto da bi pronicala v območje korenin. To je povzročilo visoko podnebno občutljivost, saj rastline niso imele vodnih zalog, ki bi jih lahko črpale med sušnimi obdobji, ki se vse pogostejše pojavljajo v rastni sezoni.

• Izvedena rešitev

Kmetje so sprejeli tradicionalno tehnologijo zbiranja vode, znano kot sajenje v jamice (*Pit Planting, Zai Pits*). Ta vključuje kopanje majhnih jamic velikosti 20–30 cm² in globine 10–20 cm ter njihovo polnjenje z mešanico zgornje plasti zemlje, gnoja in rastlinskih ostankov. Ta tehnika deluje kot lokalizirana »spužva«, ki zajema in koncentrira tako padavinsko vodo kot hranila neposredno okoli koreninskega sistema rastline (FAO, 2018; Lynch & Mkoka, 2017).

• Rezultati

Uvedba jamic zai je preoblikovala pridelavo v ranljivih območjih. FAO (2018) poroča, da je ena izmed raziskav pokazala, da so kmetje, ki so v Malaviju uporabljali to metodo, dosegli 79 odstotkov višje pridelke kot tisti, ki so uporabljali konvencionalno sajenje na ravni površini. Z optimizacijo vodnega in ogljikovega kroga na mikro ravni (v jamici) sistem omogoča rastlinam preživetje daljših sušnih obdobji, ki bi sicer povzročila propad pridelka.

³ Podatki za to študijo primera izvirajo iz publikacije FAO (2018).



• Pridobljene izkušnje

Ta primer prikazuje, da je lahko nizkocenovno tradicionalno znanje močno orodje za prilagajanje podnebnim spremembam, kadar je povezano z znanstvenim razumevanjem biologije tal. Po navedbah FAO (2018) in Kaczan idr. (2013) je uspeh jamic odvisen od »vračanja organske snovi« (gnoj/rastlinski ostanki), kar potrjuje, da je ohranjanje ogljika v tleh najučinkovitejši način za blaženje vplivov vse večje nestanovitnosti globalnega podnebja na sisteme malih kmetij.

2.5. Uporabna orodja in viri

Prehod na obnovitveni model v okviru triade tla–podnebje–rastline podpira vse več specializiranih tehnologij, platform in izobraževalnih gradiv. Ti viri izvajalcem usposabljanja in pridelovalcem omogočajo prehod od konceptualnega razumevanja k natančnemu, z dokazi podprtemu terenskemu upravljanju.

Sodobno regenerativno upravljanje uporablja podatke visoke ločljivosti za premoščanje informacijskih vrzeli na ravni kmetijskega gospodarstva. Po navedbah Basist idr. (2018) so satelitske meritve površinske vlažnosti in temperature ključni vhodni podatki za spremljanje upravljanja vode in napovedovanje pridelkov skoraj v realnem času, saj v kombinaciji z normaliziranim razlikovalnim vegetacijskim indeksom (NDVI) zagotavljajo boljši signal o stanju posevkov. Za izboljšanje natančnosti posegov na ravni polja Zilberman idr. (2018) in FAO (2018) poudarjajo pomen informacijskih in komunikacijskih tehnologij (IKT), kot so svetovalne storitve prek mobilnih telefonov, ki lokalizirane vremenske napovedi in tržne podatke neposredno posredujejo oddaljenim kmetijskim skupnostim. Na operativni ravni FAO (2018) priporoča uporabo nizkocenovnih bioloških in mehanskih inovacij, vključno z električnimi ograjami na sončno energijo za natančno uravnavanje pašnega pritiska ter izboljšano setveno mehanizacijo, ki omogoča »suho setev« ali zgodnjo setev kot prilagoditev spreminjajočim se deževnim sezonam. Poleg tega FAO (2014b) za upravljanje ogljika opisuje uporabo biogeokemičnih modelov za ocenjevanje vezave ogljika v tleh brez previsokih stroškov stalnih neposrednih laboratorijskih meritev.

Celovita tehnična navodila so dostopna v več temeljnih priročnikih. Priročnik FAO (2013) *Climate-Smart Agriculture Sourcebook* zagotavlja globalni okvir za opredelitev



praks podnebno pametnega kmetijstva (CSA) in konceptualnih povezav s trajnostno intenzifikacijo. Posebej za terenske izvajalce je priročnik FAO (2018) *Climate-Smart Agriculture Training Manual* temeljna referenca za svetovalce, saj ponuja dvostopenjski pristop, ki združuje teoretično ozadje s praktičnimi vajami o prilagajanju in blaženju podnebnih sprememb. Za izvajalce integriranih sistemov v sredozemskem slogu Gràcia idr. (2021) ponujajo priročnik *Polyfarming System Manual*, ki podrobno opisuje zasnovo in izvedbo obnovitvenih modelov z uporabo gozdnih virov in usmerjene paše. Poleg tega je terenski priročnik *Participatory Integrated Climate Services for Agriculture* (PICSA) naveden kot obetavno orodje za povezovanje podnebnih informacij s participativnim načrtovanjem kmetije in pripravo proračuna (Thornton idr., 2018).

Integrirane podatkovne platforme ponujajo tudi zmogljive okvire za podporo odločanju pri ocenjevanju kompromisov med različnimi strategijami upravljanja. Capalbo idr. (2018) poudarjajo platformo AgBiz Logic™, ki vključuje posebne module, kot je AgBizClimate za napovedi pridelkov v alternativnih podnebnih scenarijih in AgBizEnvironment za kvantificiranje sprememb v izgubi tal, vezavi ogljika in emisijah toplogrednih plinov. Za ocene vplivov na regionalni ravni Antle idr. (2018) opisujejo TOA-MD (*Tradeoff Analysis Model for Multi-dimensional Impact Assessment*), simulacijsko orodje, ki ugotavlja stopnje sprejemanja tehnologij in ekonomske ranljivosti v heterogenih populacijah kmetij. Poleg tega virtualna učna platforma RegAgri4Europe (2022) zagotavlja osrednje stičišče za poklicno usposabljanje na področju regenerativnih znanj, vključno z vsebinami o živih tleh in zasnovi keyline. Druge ključne globalne platforme vključujejo portal Svetovne banke *Climate Change Knowledge Portal* in FAO *Harmonized World Soil Database* (HWSD), ki sta ključna za nadzor učinkov kakovosti tal na spodbude za prilagajanje (Arslan idr., 2018; FAO, 2018).

Za omogočanje terenskih ocen v realnem času se izvajalci opirajo na kvalitativna diagnostična orodja. Kartica za ocenjevanje zdravja tal (*Soil Health Scorecard*), ki temelji na merilih Gràcia idr. (2021) ter Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM (2026), omogoča vizualno analizo talnih agregatov, razvitosti korenin in makrofavne brez laboratorijske opreme. Za upravljanje tveganj je vremensko zavarovanje na podlagi indeksov pomemben podporni mehanizem; kot navajajo



Mullins idr. (2018) in FAO (2018), je mogoče te produkte povezati z uvedbo posebnih tehnik podnebno pametnega kmetijstva, s čimer zagotavljajo finančno varnostno mrežo, ki spodbuja inovacije. Nazadnje obiski kmetov na območjih »podnebnih analogov« – kjer trenutne razmere odražajo predvideno prihodnje podnebje za drugo regijo – služijo kot zelo dragocena orodja izkustvenega učenja za pospeševanje sprejemanja lokacijsko specifičnih prilagoditvenih strategij (FAO, 2014b).

2.6. Praktične aktivnosti

Te praktične aktivnosti so zasnovane tako, da teoretične medsebojne povezave triade tla–podnebje–rastline pretvorijo v opazne terenske diagnostične postopke in upravljalvske spretnosti. Poudarjajo prehod od pogleda na kmetovanje kot sistem »kemične podpore« k pristopu »živega ekosistema«.

2.6.1. Kartica za ocenjevanje zdravja tal: terenska diagnostika

• Cilj

Opolnomočiti udeležence za neposredno terensko prepoznavanje kvalitativnih kazalnikov zdravja tal, kar omogoča hitro diagnostiko prehranjevalnega spleta tal in njegove zmogljivosti za vezavo ogljika brez takojšnje odvisnosti od laboratorijske opreme.

• Potrebni materiali

Lopate, beli plastični pladnji ali ponjave, razpršilke z vodo, natisnjene ocenjevalne kartice, pisala ter 2–3 različni vzorci tal iz različnih zgodovin upravljanja (npr. gozdna tla, obdelano polje in trajni pašnik).

• Navodila po korakih z navedbo časa

1. **Uvod v vizualne kazalnike (15 min):** Izvajalec pojasni tehnični pomen kazalnikov: barva (temnost kaže na stabilni humus/ogljik), struktura (prisotnost agregatov v obliki »skute« v primerjavi z zbitimi ploščami) in arhitektura korenin (navpična rast kaže na zdravo poroznost tal).



2. **»Test z lopato« (30 min):** Udeleženci se razdelijo v skupine. Na upravljeni površini izkopljejo blok tal (približno 20 × 20 × 20 cm). Opazujejo razporeditev agregatov in globino prodiranja korenin ter ugotovitve zabeležijo na ocenjevalno kartico.
3. **Biološko štetje in preizkus vonja (25 min):** Bloke tal razdrobijo na bele pladnje. Udeleženci preštejejo deževnike in drugo vidno makrofavno (kazalnike delujočega prehranjevalnega spleta tal). Izvedejo »preizkus vonja« ter prepoznajo sladek, zemeljski vonj geosmina, ki kaže na zdravo aerobno mikrobno aktivnost.
4. **Plenarna razprava (20 min):** Skupine primerjajo svoje »ocenjevalne kartice«. Izvajalec vodi razpravo o tem, kako so različne prakse upravljanja (npr. obdelava tal v primerjavi z neposredno setvijo oziroma brez obdelave tal) neposredno povzročile opažene fizične in biološke razlike.

• Merila za vrednotenje

Udeleženci pravilno prepoznajo in razlikujejo med »masivno/zbito« in »agregirano/porozno« strukturo ter natančno povežejo barvo tal s prisotnostjo organske snovi in zalog ogljika.

2.6.2. Uganka razmerja C/N: uravnoteženje »mikrobnega goriva«

• Cilj

Obvladati upravljanje vračanja organske snovi z uravnoteženjem virov ogljika in dušika, da se optimizirajo procesi humifikacije (dolgoročna rodovitnost) pred mineralizacijo (hitro sproščanje hranil).

• Potrebni materiali

Vzorci lokalnih organskih ostankov: »zeleni« materiali (sveža trava, pokošene metuljnice, svež gnoj) in »rjavi« materiali (slama, lesni sekanci/BRF, bioogljje, suho listje). Listi za predstavitev (flipchart) in markerji.



- **Navodila po korakih z navedbo časa**

1. **Predstavitev načela 24 : 1 (20 min):** Izvajalec pojasni biološke potrebe talnih bakterij po »gorivu« – razmerje C/N. Če je razmerje prenizko, se izgublja ogljik v tleh; če je previsoko, se dušik začasno »imobilizira«.
2. **Kartiranje virov (30 min):** Skupine pripravijo seznam organskih materialov, ki so na voljo na njihovih kmetijah ali v lokalnem okolju na Balkanu (npr. gozdni ostanki, koruznica, živinski gnoj).
3. **Izziv »Mešanica zastirke« (50 min):** Z uporabo pripravljenih vzorcev morajo skupine oblikovati idealen »recept za zastirko« za degradirano zemljišče. Utemeljiti morajo delež »rjavih« materialov (za stabilnost in spužvasti učinek) v primerjavi z »zelenimi« materiali (za hitro sproščanje hranil), pri čemer izhajajo iz ciljnega razmerja 24 : 1.
4. **Skupinski pregled (20 min):** Skupine predstavijo svoje mešanice. Izvajalec poudari pomen vključevanja BRF (fragmentiran les) ali bioogljja (*Biochar*) za premostitev »prehodnega padca« produktivnosti s ponovno vzpostavitvijo glivnih združb.

- **Merila za vrednotenje**

Udeleženci uspešno oblikujejo mešanico zastirke, ki preprečuje tveganje za imobilizacijo dušika in hkrati omogoča največje vračanje stabilnega ogljika za nastanek humusa.

2.6.3. Oblikovanje »polja sodelovanja«: funkcionalna biotska raznovrstnost

- **Cilj**

Uporabiti načelo funkcionalne biotske raznovrstnosti z načrtovanjem agroekosistemov, v katerih različne vrste sodelujejo pri izboljšanju rodovitnosti zemljišča in zadrževanja vode, namesto da tekmujejo za topna hranila.



- **Potrební materiáli**

Velike predloge zemljevidov kmetij, »kartice z informacijami o rastlinah« (ki prikazujejo globino korenin, sposobnost vezave dušika in potrebe po vodi pri regionalnih balkanskih kulturah, kot so kuruza, fižol in dosevki), barvni markerji.

- **Navodila po korakih z navedbo časa**

1. **Predstavitev sodelovanja in tekmovanja (20 min):** Razprava o tehničnih prednostih mešanih posevkov in kolobarjenja: souporaba mikoriznih mrež, različne globine korenin za dostop do vode ter notranja vezava dušika.
2. **Naloga načrtovanja agroekosistema (60 min):** Udeleženci v manjših skupinah pripravijo načrt triletnega kolobarja ali razporeditev mešanih posevkov za lokalno kmetijo. Načrt mora zagotavljati stalen pokrov tal in vključevati vsaj eno sinergijo med metuljnicami in žiti.
3. **»Stresni preizkus balkanskega pobočja« (30 min):** Udeleženci morajo svoj načrt prilagoditi pobočju z naklonom nad 15°. Njihova naloga je vključiti načela sistema »Keyline« ali vegetacijske pasove za čim večje pronicanje padavinske vode (»spužvasti sistem«) in preprečevanje erozije.
4. **Predstavitev (10 min):** Vsaka skupina predstavi, kako raznolika arhitektura rastlin zmanjšuje občutljivost kmetije na ekstremne vročinske valove in nenadne močne padavine.

- **Merila za vrednotenje**

Načrt vključuje vrste s komplementarno arhitekturo korenin ter metuljnice, ki vežejo dušik in dokazljivo zmanjšujejo potrebo po uporabi sintetičnih gnojil.



3. Zaključek

Tehnična obravnava, predstavljena v tem modulu, potrjuje, da regenerativno kmetijstvo ni zgolj alternativna ideologija, temveč znanstveni odgovor na sistemsko degradacijo agroživilskih sistemov. Jedro tega obnovitvenega pristopa je razumevanje tal kot kompleksnega živega ekosistema – prehranjevalnega spleta tal (soil food web) – ki predstavlja glavni mehanizem produktivnosti in odpornosti. Po navedbah Gràcia idr. (2021) obvladovanje simbioze med rastlinami in mikroorganizmi – pri kateri rastline zagotavljajo z ogljikom bogate koreninske izločke za spodbujanje mikrobne aktivnosti v zameno za biološko dostopna hranila – omogoča prehod od modela, odvisnega od intenzivne uporabe kemičnih vložkov, k modelu, ki temelji na notranji biološki rodovitnosti. Poleg tega je modul poudaril tehnično nujnost uravnavanja ravnovesja med mineralizacijo in humifikacijo za oblikovanje stabilnih zalog ogljika ter ohranjanje strukturne stabilnosti tal.

Praktični pomen teh medsebojnih povezav je še posebej izrazit za balkansko regijo, kjer gorski relief in nepredvidljivi vremenski vzorci povečujejo tveganje za erozijo in poplave. Kot dokazujejo Gràcia idr. (2021), se tla, upravljana po načelih regenerativnega kmetijstva in bogata s stabilnim humusom, spremenijo v »spužvasti sistem«, ki lahko v eni uri absorbira do 150 litrov vode na kvadratni meter, kar predstavlja najučinkovitejšo naravno zaščito pred hudourniški poplavami in dolgotrajnimi sušami. Ta sposobnost upravljanja vodnega in ogljikovega kroga na ravni kmetije uresničuje tri medsebojno povezane stebre podnebno pametnega kmetijstva (Climate-Smart Agriculture – CSA): trajnostno povečevanje produktivnosti, krepitev prilagajanja ter pomembno blaženje podnebnih sprememb z vezavo ogljika.

Udeleženci lahko pridobljeno znanje takoj uporabijo pri kvalitativni terenski diagnostiki z uporabo orodij, kot je kartica za ocenjevanje zdravja tal (Soil Health Scorecard), za vrednotenje kazalnikov, kot so vonj tal, stabilnost talnih agregatov in prisotnost deževnikov neposredno na terenu. Z uporabo načela razmerja C/N lahko pridelovalci učinkovito upravljajo vračanje organskih materialov z uravnoteženjem »zelenih« virov dušika in »rjavih« ogljikovih ostankov, da optimizirajo nastajanje humusa. Poleg tega so izvajalci usposabljanja zdaj usposobljeni za načrtovanje »polj sodelovanja«, ki temeljijo na funkcionalni biotski raznovrstnosti, pri čemer uporabljajo vrste z dopolnjujočo se arhitekturo korenin za čim učinkovitejše kroženje hranil in povečanje



odpornosti na ravni posamezne lokacije. Ta biološka osnova predstavlja izhodišče za Modul 3: Kmetovanje za prihodnost: živali v agroekosistemih – vloga živali pri regeneraciji tal in trajnosti, v katerem bo podrobno predstavljena vloga živali kot specializiranega orodja za pospeševanje regeneracije tal.



4. Slovar

- **Agro-gozdarsko-pašniški sistem (Agro-silvo-pastoral System):** proizvodni model, ki na istem zemljišču povezuje drevesa, živino in poljščine z namenom ustvarjanja krožnih tokov hranil in krepiteve ekoloških sinergij.
- **Biooglje (Biochar):** stabilno oglje, bogato z ogljikom, proizvedeno s pirolizo rastlinske biomase (segrevanje brez prisotnosti kisika), ki ob dodajanju v tla izboljšuje zadrževanje vode in hranil ter omogoča dolgoročno vezavo ogljika.
- **Bokashi (Bocashi):** fermentirano organsko gnojilo, proizvedeno s hitro aerobno polrazgradnjo organskih ostankov ob uporabi specializiranih mikroorganizmov, ki hkrati gnoji rastline in izboljšuje strukturo tal.
- **BRF (Bois Raméal Fragmenté):** fragmentirani lesni sekanci, pridobljeni iz svežih vej s premerom manj kot 7 cm, ki hranijo talne glive in omogočajo nastanek kakovostnega, stabilnega humusa, podobnega gozdnemu.
- **Razmerje C/N (C/N Ratio):** številčno razmerje med ogljikom (C) in dušikom (N) v organskih materialih; razmerje približno 24 : 1 predstavlja »mikrobno gorivo«, ki ga bakterije potrebujejo za razgradnjo organskih ostankov brez zmanjševanja obstoječih zalog ogljika v tleh.
- **Ponor ogljika (Carbon Sink):** naravni rezervoar, kot so zdrava tla ali rastoči gozdovi, ki učinkovito odstranjuje CO₂ iz ozračja in ga shranjuje v stabilnih organskih oblikah.
- **Podnebno pametno kmetijstvo (Climate-Smart Agriculture – CSA):** celostni pristop k upravljanju krajine, katerega cilj je trajnostno povečanje produktivnosti, krepitev prilagajanja in odpornosti na podnebne spremembe ter zmanjševanje oziroma odstranjevanje emisij toplogrednih plinov.
- **Dosevki (Cover Crops):** rastlinske vrste, ki se gojijo predvsem za zaščito površine tal pred erozijo, zatiranje plevela in povečanje vsebnosti organske snovi v obdobjih, ko glavna kultura ni prisotna.
- **Koreninski izločki (Exudates):** z ogljikom bogati ogljikovi hidrati in druge spojine, ki nastajajo med fotosintezo in jih rastline skozi korenine izločajo za prehranjevanje ter spodbujanje aktivnosti prehranjevalnega spleta tal.
- **Funkcionalna biotska raznovrstnost (Functional Biodiversity):** načrtno vključevanje različnih vrst, ki opravljajo posebne ekološke funkcije (npr. vezava



dušika ali dostop do vode z globokimi koreninami), s čimer se tekmovanje med vrstami nadomešča z ekološkim sodelovanjem.

- **Geosmin (Geosmin):** kemična spojina, ki jo proizvajajo zdrave talne bakterije in glive ter daje rodovitnim aerobnim tlom značilen prijeten zemeljski vonj.
- **Humifikacija (Humification):** biološki proces, ki ga vodijo glive in pri katerem se organski ostanki pretvarjajo v stabilni humus ter zagotavljajo dolgoročno strukturo tal in velike zaloge ogljika.
- **Humus (Humus):** stabilna temno obarvana frakcija organske snovi v tleh, ki nastane pri napredovali razgradnji; predstavlja glavno komponento, odgovorno za »spužvasto« sposobnost tal in izmenjavo hranil.
- **Mešani posevki (Intercropping):** praksa hkratnega gojenja dveh ali več različnih kultur na isti površini z namenom učinkovitejše rabe virov in zmanjšanja podnebnih tveganj.
- **Načrtovanje Keyline (Keyline Design):** sistem upravljanja krajine, ki uporablja naravne plastnice terena za enakomerno razporejanje padavinske vode po zemljišču, povečanje pronicanja vode in preprečevanje erozije na pobočjih.
- **Mineralizacija (Mineralization):** bakterijski proces hitre razgradnje organske snovi, pri katerem se sproščajo topna hranila; čeprav je nujen za rast rastlin, prekomerna mineralizacija (pogosto posledica intenzivne obdelave tal) povzroča izgubo organske snovi in strukture tal.
- **Gorski mikroorganizmi (Mountain Microorganisms):** raznolika skupnost avtohtonih bakterij, gliv in kvasovk, pridobljenih neposredno iz gozdnega humusa, ki se uporabljajo za pripravo biognojil, prilagojenih lokalnim okoljskim razmeram.
- **Zastirka (Mulch):** zaščitni sloj organskega materiala (npr. slama ali lesni sekanci), nanesen na površino tal za zmanjšanje izhlapevanja, zatiranje plevela in uravnavanje temperature tal.
- **Neposredna setev brez obdelave tal (No-tillage / No-till):** način upravljanja, pri katerem se odpravi obračanje oziroma oranje talnih plasti z namenom ohranjanja strukturne stabilnosti, talne mikrobiologije in preprečevanja oksidacije shranjenega ogljika.
- **Simbioza med rastlinami in mikroorganizmi (Plant-Microbe Symbiosis):** temeljni večsmerni odnos, pri katerem rastline talnim organizmom zagotavljajo



energijo v obliki ogljikovih koreninskih izločkov, v zameno pa od mikrobne aktivnosti prejemajo biološko dostopne minerale in hranila.

- **Prehranjevalni splet tal (Soil Food Web):** kompleksna skupnost živih organizmov – bakterij, gliv, praživali, ogorčic in deževnikov – ki omogoča kroženje hranil in notranjo biološko rodovitnost agroekosistema.
- **Organska snov v tleh (Soil Organic Matter – SOM):** celotna organska frakcija tal, sestavljena iz rastlinskih in živalskih ostankov v različnih stopnjah razgradnje, ki predstavlja glavni kazalnik zdravja tal in sposobnosti vezave ogljika.
- **»Spužvasti« sistem (Sponge System):** fizično stanje dobro strukturiranih tal, bogatih s humusom, ki lahko v eni uri absorbirajo in zadržijo do 150 litrov vode na kvadratni meter ter tako varujejo kmetijo pred poplavami in sušami.



Literatura

Antle, J. M., Homann-KeeTui, S., Descheemaeker, K., Masikati, P., & Valdivia, R. O. (2018). Using AgMIP regional integrated assessment methods to evaluate vulnerability, resilience and adaptive capacity for climate smart agricultural systems. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 307–333). Springer.

Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica & CREAM. (2026). *Criterios que definen la agricultura regenerativa, consensuados por el colectivo practicante y científico ibérico*. CREAM.

Basist, A., Dinar, A., Blankespoor, B., Bachiochi, D., & Houba, H. (2018). Use of satellite information on wetness and temperature for crop yield prediction and river resource planning. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 77–104). Springer.

Branca, G., Arslan, A., Paolantonio, A., Cavatassi, R., McCarthy, N., VanLinh, N., & Lipper, L. (2018). Economic analysis of improved smallholder paddy and maize production in Northern Viet Nam and implications for Climate-Smart Agriculture. In L. Lipper, N. McCarthy, D. Zilberman, S. Asfaw, & G. Branca (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 563–597). Springer.

Capalbo, S. M., Seavert, C., Antle, J. M., Way, J., & Houston, L. (2018). Understanding tradeoffs in the context of farm-scale impacts: An application of decision-support tools for assessing climate smart agriculture. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 173–197). Springer.

FAO. (2013). *Climate-smart agriculture sourcebook*. Rome.

FAO. (2014). *Building a common vision for sustainable food and agriculture: Principles and approaches*. Rome.

FAO. (2014b). *FAO success stories on climate-smart agriculture*. Rome.

FAO. (2018). *Climate-smart agriculture training manual: A reference manual for agricultural extension agents*. Rome.



Gràcia, M., Broncano, M. J., & Retana, J. (2021). *Manual para el diseño e implementación de un modelo agroalimentario regenerativo: el sistema Polyfarming*. CREAf.

Kaczan, D., Arslan, A., & Lipper, L. (2013). Climate-smart agriculture? A review of current practice of agroforestry and conservation agriculture in Malawi and Zambia. *ESA Working Paper 13-07, FAO*.

Lynch, C. & Mkoka, S. (2017). Water smart agriculture: Tools for an equitable and food secure future. *SPORE*, 187.

McCarthy, N., Lipper, L., & Zilberman, D. (2018). Economics of Climate Smart Agriculture: An overview. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 31–48). Springer.

Mullins, J., Zivin, J. G., Cattaneo, A., Paolantonio, A., & Cavatassi, R. (2018). The adoption of climate smart agriculture: The role of information and insurance under climate change. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 353–384). Springer.

Nicholls, C. I., Altieri, M. A., & Vazquez, L. (2016). Agroecology: Principles for the conversion and redesign of farming systems. *Journal of Ecosystem & Ecography*, S5, 1.

Ortiz-Bobea, A. (2018). U.S. Maize yield growth and countervailing climate change impacts. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 161–172). Springer.

RegAgri4Europe. (2022). *Policy Recommendations: Upgrading the agricultural sector with skills in regenerative agriculture*.

Thornton, P. K., Rosenstock, T., Förch, W., Lamanna, C., Bell, P., Henderson, B., & Herrero, M. (2018). A qualitative evaluation of CSA options in mixed crop-livestock systems in developing countries. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 385–423). Springer.

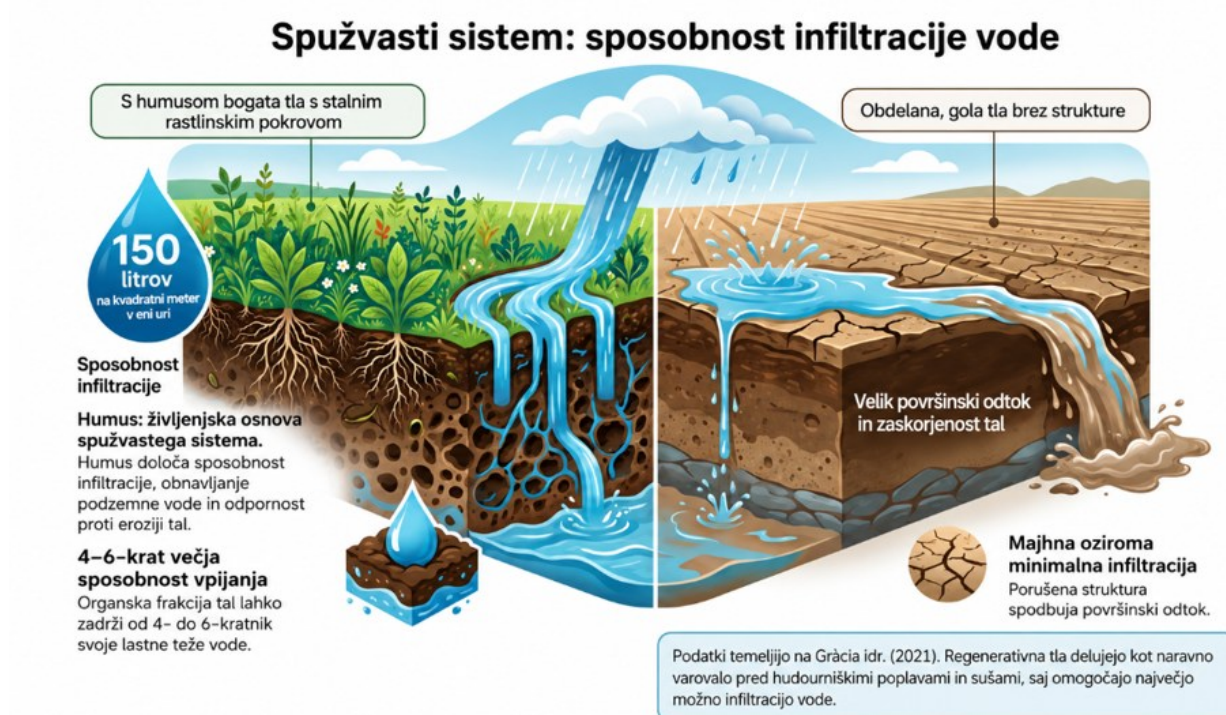


Zilberman, D., Lipper, L., McCarthy, N., & Gordon, B. (2018). Innovation in response to climate change. In L. Lipper et al. (Eds.), *Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change* (pp. 49–76). Springer.

Aneksi

1. Vizualizacija „spužvastog sistema“ (ilustracija infiltracije)

Prikaz na slici 1 (izveden iz podataka Gràcia i saradnici, 2021) izrađen je kako bi ilustroval radikalnu razliku u upijanju vode između degradiranih i regenerativnih tala. Ilustracija pokazuje da dok obrađeno, golo tlo može da se zapečati nakon samo nekoliko litara kiše, regenerativni „spužvasti sistem“ može apsorbovati do 150 litara po kvadratnom metru za jedan sat. Ovo je primarno sredstvo adaptacije za balkansku regiju da prebrodi bujične poplave i letnje suše (Gràcia i dr., 2021; FAO, 2018).



Slika 1. Infiltracija vode v degradiranih in regenerativnih tleh. Avtorsko pripravljena ilustracija na podlagi podatkov Gràcia idr. (2021), ki prikazuje razliko v sposobnosti vpivanja vode med degradiranimi in regenerativnimi tlemi.



**BALKANS
GROW**

green resilient organic wisdom



Co-funded by
the European Union

KONZORCIJ PROJEKTA BALKANS GROW



Univerza v Mariboru

Fakulteta za organizacijske vede

ME -
- RA
- KI



Shkolla e Mesme
Profesionale
Edhval Shkollat



JKI CENTAR ZA STRUČNO
OBRAZOVANJE



CRNVO
CENTAR ZA RAZVOJNO



Financirano s strani Evropske unije. Izražena stališča in mnenja so zgolj stališča in mnenja avtorja(-ev) in ni nujno, da odražajo stališča in mnenja Evropske unije ali Evropske izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Zanje ne moreta biti odgovorna niti Evropska unija niti EACEA.