

Dr. Ana Vovk Korže

Celovit pogled na prsti kot osnovo za kmetijsko rabo tal

OBDELAVA TAL NA DANSKEM

Foto: A. Polšak



Ddr. Ana Vovk Korže

Mednarodni center za ekoremediacije,
Filozofska fakulteta Maribor
ana.vovk@um.si
COBISS: 1 04

Uvod

Prst je živi del ekosistema in v zgodovini je bil človek močno povezan z njo, saj je od nje tudi živel. Prsti so dolgo časa pripisovali samo kmetijsko funkcijo, o njeni ekosistemski vlogi se ljudje niso spraševali. Danes vemo, da je prst pomembno skladišče ogljika (Agencija RS, 2013) in zrcalo preteklosti in prihodnosti, zato dobiva vse večji pomen tudi zunaj kmetijske stroke. Čeprav so v zadnjem desetletju mnogi izgubili stik z zemljo, tudi zaradi globalizacijskih procesov, postaja prst vse bolj pomemben naravni vir. Prsti zadržujejo dvakrat toliko organskega ogljika kot rastlinstvo. Prst v EU vsebuje več kot 70 milijard ton organskega ogljika oziroma okoli 7 odstotkov celotnih svetovnih zalog. To številko razumemo bolje, če vemo, da države članice EU letno izpustijo 2 milijardi ton ogljika iz vseh virov (Agencija RS, 2013). Več kot polovica svetovnih zalog ogljika v EU se nahaja v šotiščih Finske, Irske, Švedske in Velike Britanije (Ellis in Melor, 1995).

Kompleksnost razumevanja prsti

Z vidika življenjske dobe človeka je prst neobnovljivi vir, saj nastaja zelo počasi in se obnavlja več desetletij. Prst ima odločilno vlogo pri podnebnih spremembah. Že minimalna izguba ogljika iz evropskih tal, izpuščena v zrak, na primer le 0,1 %, je enakovredna izpustom ogljika 100 milijonov dodatnih avtomobilov na cestah (Agencija RS, 2013). Prst ima tudi čistilno vlogo, saj pomaga prečiščevati vodo, ki jo potem pijemo kot pitno vodo. Zdrava prst zmanjšuje tveganje poplav in z nevtraliziranjem ali filtriranjem potencialnih onesnaževal varuje zaloge podtalne vode. Glavna sestavina, ki omogoča shranjevanje ogljika v tleh, je organska snov. Sestavljata jo živa in mrtva snov v prsti, z vključenimi ostanki rastlin in mikroorganizmi. Gre za zelo dragocen vir, ki zagotavlja bistvene funkcije za okolje in gospodarstvo ter sestavlja popolnoma samostojni ekosistem.

Organske snovi v tleh najpomembneje vplivajo na rodovitnost zemlje. So izvir življenja, zlasti življenja rastlin. V prst vežejo hranila, jih v njej shranjujejo in z njimi oskrbujejo rastline. Številnim organizmom, od bakterij do črvov in žuželk, organska snov v tleh omogoča

**Zdrava prst
zmanjšuje tveganje
poplav in z
nevtraliziranjem
ali filtriranjem
potencialnih
onesnaževal varuje
zaloge podtalne
vode.**

Izvleček

V prispevku je poudarek na celovitem razumevanju prsti, ki je osnova za kmetijsko rabo tal. Skromno poznavanje izbranih lastnosti prsti je namreč povzročilo degradacijo in uničenje prsti, zato je bilo najprej prizadeto kmetijstvo. Ker se po svetu stanje prsti slabša, je v članku poudarek na kompleksnem razumevanju prsti. Poznavanje dejavnikov, ki vplivajo na prst, je bilo že od nekdaj pomembno za načrtovanje kmetijske rabe. Ker prav procesi v prsti določajo stopnjo njene rodovitnosti, je pomembno celovito poznavanje »kože« pokrajine.

Ključne besede: prst, kmetijstvo, podnebne spremembe, raba tal

A Holistic View of Soils as the Basis of their Agricultural Use

Abstract

The article focuses on integrated understanding of soil as the basis for agricultural use of soil. Namely, insufficient knowledge of selected soil features caused a degradation and destruction of soil, which first affected agriculture. As the quality of soil is reduced globally, the article emphasises the necessity for a complex understanding of soil. The knowledge of the factors influencing soil has always been important in the planning of agricultural use. Given that it is the processes in the soil that determine the level of its fertility, an integrated knowledge of the *skin of the land* is important.

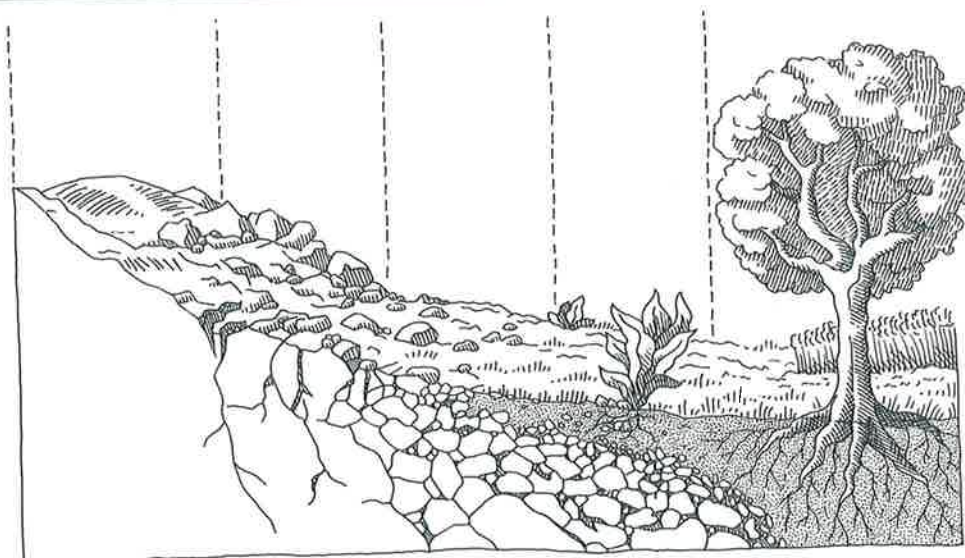
Keywords: soil, agriculture, climate change, use of soils

predelovanje ostankov rastlin in zadrževanje hranil, ki jih nato srkajo rastline in pridelki. Organske snovi v tleh vzdržujejo tudi strukturo prsti, izboljšujejo filtriranje vode, zmanjšujejo izhlapevanje, povečujejo sposobnost zadrževanja vode in preprečujejo zbitost tal. Poleg tega organske snovi v prsti pospešujejo razpadanje onesnaževal in jih vežejo na svoje delce ter tako zmanjšujejo možnost njihovega izpiranja (Ellis in Melor, 1995).

S fotosintezo večina rastočih rastlin iz ozračja absorbira CO₂ in proizvaja svojo lastno biomaso. Medtem ko proces rasti rastlin nad površjem vidimo, podoben proces rasti poteka tudi pod površjem. Korenine nenehno sproščajo različne organske spojine v zemljo in tako prehranjujejo raznovrstne mikrobiološke organizme v prsti. S tem se povečuje biološka aktivnost prsti, ki spodbuja razpadanje organskih snovi v njej, da se lahko sproščajo mineralna hranila, nujno potrebna za rast rastlin. Deluje pa tudi obratno: nekaj ogljika se pretvori v stabilne organske spojine, ki ogljik zadržujejo, da ne pride v ozračje več sto let. Način kmetovanja, vrsta prsti ter podnebne razmere vplivajo na to, ali bo biološka aktivnost imela pozitiven ali negativen vpliv na organske snovi v prsteh. Povečevanje organske snovi v tleh ustvarja dolgoročne ponore ogljika iz ozračja (ta lastnost je najbolj zaželeno poleg ostalih pozitivnih učinkov). Zmanjševanje organske snovi pomeni, da se CO₂ sprošča v ozračje, kar negativno vpliva na kakovost zraka.

Rastline in živali pospešujejo prepevanje, zato kamnine vse bolj razpadajo. V prsti se kopiči vse več anorganskih in organskih snovi, v porah se zadržuje voda. Vegetacijska odeja ščiti nastajajočo prst pred izsušitvijo in vlago, mrazom in erozijo. S tem se bogatijo prsti z

Pri nastajanju prsti vzporedno in povezano potekajo procesi razgradnje, kot so razpadanje, prepevanje, mineralizacija in humifikacija (transformacijski procesi), s procesi premeščanja, nalaganja in drugimi translokacijskimi procesi.



Slika 1: Prst nastane s prepevanjem kamnin in delovanjem rastlin in živali, za kmetijsko rabo pa je primerna šele, ko je globoka najmanj 20 cm (Vovk Korže, 2016).

organsko snovjo, ki s procesom humifikacije razpada v stabilno obliko humusa. V interaktivni povezavi med matično podlago, reliefom, klimo, rastlinskimi in živalskimi organizmi ter človekom nastaja prst (Slika 1).

Fizikalno prepevanje kamnin povzroča drobljenje kamnin na manjše kose brez mineralnih in kemičnih sprememb. Procesi, ki to povzročajo, so: temperaturne razlike, voda, led, vegetacija in veter. Kamnine se zaradi temperaturnih sprememb krčijo in raztezajo, zaradi česar pričnejo pokati. Na to prepevanje pa močno vplivajo tudi korenine, ki se vrivajo v razpoke kamnin in tako lahko z debeljenjem premaknejo velike bloke kamnin.

Pri nastajanju prsti vzporedno in povezano potekajo procesi razgradnje, kot so razpadanje, prepevanje, mineralizacija in humifikacija (transformacijski procesi), s procesi premeščanja, nalaganja in drugimi translokacijskimi procesi. Posledica teh procesov so nalaganje glin, lesiviranje, podzolanje, premeščanje karbonatov, zasoljevanje, oglejevanje, psevdoglejevanje, braunizacija, rubifikacija, fersialitizacija in sortiranje.

Kemijsko prepevanje povzroča kemijske in mineraloške spremembe kamnin. Glavne kemijske reakcije, ki povzročajo spreminjanje kamnin, so: hidratacija, hidroliza in oksidacija. Na to pa vpliva še prisotnost CO_2 v vodi. Posebna oblika hidrolize je raztapljanje. Kamnine pa lahko kemijsko prepevajo tudi zaradi delovanja rastlin in živali.

Razvoj prsti je rezultat delovanja številnih dejavnikov

Naravne razmere, kot so suša, spremenljivost režima padavin, hudourniki in ranljivosti prsti, skupaj z dolgotrajnimi pritiski prebivalstva v preteklosti in sedanjosti, vplivajo na širjenje puščav, opozarja Jose Luis Rubio, predsednik Evropskega združenja za varstvo tal in vodja enote za proučevanje tal, ki jo vodita Univerza v Valencii in mesto Valencia (Vovk Korže, 2016). Danes je v južni, osrednji in vzhodni Evropi okoli 8 % ozemlja, to je 14 milijonov hektarjev, ogroženega zaradi možnega širjenja puščave. Če upoštevamo tudi zmerno ogrožena območja, ta številka naraste na več kot 40 milijonov hektarjev. Med evropskimi državami so najbolj ogrožene Španija, Portugalska, južna Francija, Grčija in južna Italija (Agencija RS, 2013).

Postopno propadanje tal zaradi erozije, izgube organskih snovi, zasoljevanja ali uničevanja

njene strukture vpliva tudi na druge dele ekosistema – vodne vire, rastlinski pokrov, favno in mikroorganizme prsti – na spiralen način, kar sčasoma ustvari opustošeno in neplodno pokrajino. Prsti so ključni in zelo kompleksen naravni vir, katerega vrednost nenehno zanemarjamo. Evropska zakonodaja ne obravnava vseh tveganj na celovit način in nekatere države članice niti nimajo ustrezne zakonodaje za zaščito tal. Evropska komisija že več let oblikuje predloge za celovito politiko zaščite tal. A ker je več držav članic menilo, da so ti predlogi sporni, jih niso sprejeli. Zato prsti niso zaščitene na enak način kot drugi naravni elementi, na primer voda in zrak (Agencija RS, 2013). V Sloveniji in Evropi na splošno je bistveno bolj zaščiten biotski del okolja kot pa abiotski. To se poskuša popraviti s konceptom geodiverzitete, ki se sedaj pospešeno razvija. Sama pedosfera je na stičišču obeh diverzitet, saj jo uvrščamo tako v bio- kot geodiverziteti; zato je tudi njena zaščita še kompleksnejša od drugih elementov okolja.

Ekosistemi šotišč so med vsemi kopenskimi ekosistemi najbolj učinkovita skladišča ogljika. Šotišča pokrivajo le okoli tri odstotke svetovnih kopenskih površin, vsebujejo pa kar 30 odstotkov vsega ogljika, ki je v tleh, kar jih uvršča med najučinkovitejša dolgoročno naravna skladišča ogljika na Zemlji. Vendar posegi ljudi to naravno ravnovesje nastajanja in razpadanja žal prepogosto porušijo in šotišča se lahko spremenijo v onesnaževalce s CO_2 . Trenutni izpusti CO_2 zaradi osuševanja šotišč, požarov in izkoriščanja se ocenjujejo na okoli 3000 milijonov ton na leto – kar je enakovredno več kot 10 odstotkom svetovnih izpustov, nastalih zaradi rabe fosilnih goriv. Način trenutnega gospodarjenja s šotišči je v večini primerov netrajosten in v veliki meri negativno vpliva na biotsko raznovrstnost in podnebje (Agencija RS, 2013).

Z izrazom degradacija prsti označujemo proces, ko prst izgubi katerokoli od svojih funkcij, ena od definicij pa je tudi ta, da je degradacija prsti človeško pogojen proces, ki zmanjšuje sedanje in prihodnje sposobnosti prsti, da vzdržuje življenje na Zemlji (Vovk Korže, 2013). Razumevanje pojma degradacije oziroma skupnega obremenjevanja prsti v študijah ranljivosti je nekoliko ožje. Do degradacije prsti pride zaradi premeščanja prostega materiala, slabšanja kakovosti prsti zaradi fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov ter dokončne izločitve prsti iz njene naravne funkcije (izguba prsti). Za večino procesov, ki jih označujemo kot degradacijske, velja, da potekajo tudi v naravnem okolju. To so bodisi različne oblike erozije prsti,

Z izrazom degradacija prsti označujemo proces, ko prst izgubi katerokoli od svojih funkcij, ena od definicij pa je tudi ta, da je degradacija prsti človeško pogojen proces, ki zmanjšuje sedanje in prihodnje sposobnosti prsti, da vzdržuje življenje na Zemlji.

Gledano z ekonomskega vidika je varovanje ekosistemskih storitev bistveno za dolgoročni uravnoteženi regionalni in globalni razvoj.

zakisovanje, zasoljevanje, zbijanje prsti, pri katerih pa gre za zelo počasne spremembe, saj sta degradacija in formiranje prsti v dinamičnem ravnovesju (Rowell, D. L., 1997). Lastnosti prsti se sicer spreminjajo, zaradi počasi potekajočih procesov pa ima živi svet dovolj časa, da se na spremembe primerno odzove. Dejansko je težko postaviti mejo med naravnimi procesi v prsti ter degradacijskimi vplivi človeka.

Zdrava prst je osnova za zdravo hrano

Zdravi ekosistemi so temelj za obstoj človeštva. Znano je, da so zdrave prsti nujne za oskrbo živih bitij v tleh, da gozd daje organsko maso in preprečuje erozijo v hribovitih območjih. Znanstveniki so na osnovi upoštevanja 17 izbranih ekosistemskih storitev izračunali, da je njihova vrednost 33 trilijonov ameriških dolarjev na leto. Doprinos deževnikov k zagotavljanju rodovitnosti prsti in kroženju snovi v prsti je na Irskem ocenjen na milijardo evrov na leto. V ZDA ocenjujejo, da je doprinos insektov kot nosilcev za prehranjevalno verigo in za predelavo biomase v gnojilo v tleh vreden najmanj 57 milijard ameriških dolarjev na leto. Storitve ekosistemov v zavarovanih območjih znašajo nad 5 milijard ameriških dolarjev (<https://www.youtube.com/watch?v=VVggbfy7zsM>).

Naravni ekosistemi so kompleksni. Ekološko ravnotežje in dolgoročnost funkcij ekosistemov sta odločno povezana z biološko raznovrstnostjo. Zato sta odgovorno ravnanje

z naravnimi viri in varovanje biološke raznovrstnosti temeljna za ohranitev storitev ekosistemov. To so storitve, ki jih opravlja narava, na primer opraševanje, nastajanje kisika, poraba CO₂, rast rastlin in čiščenje vode in zraka. Ekosistemi in njihove storitve imajo enormno ekonomsko vrednost. Zato so smiselne investicije v izboljšanje ekološke infrastrukture. So cenejše kot ponovna revitalizacija degradiranih območij. Ekosistemске storitve so bistvene tudi za kakovost življenja in standard. Gledano z ekonomskega vidika je varovanje ekosistemskih storitev bistveno za dolgoročni uravnoteženi regionalni in globalni razvoj. Na funkcije prsti vplivajo procesi v njej, ki so zelo kompleksni in so rezultat pedogenetskih dejavnikov in vpliva človeka (Slika 2).

Način rabe zemlje tako v veliki meri vpliva na naravni način vezave in sproščanja ogljika iz tal. Najpomembneje je, da se zavemo, da se največ ogljika sprošča iz tal, kadar travnike, gozdne površine ali naravne ekosisteme spremenimo v obdelovalne površine. Proces »širjenja puščav« – pri čemer plodna in zdrava prst izgubi hranila do takšne mere, da ne more omogočati življenja in jo lahko celo odpihnje – je eden od perečih problemov, ki ogrožajo prst po vsej Evropi.

Nastajanje organskega dela tal – preperevanje kamnin in mineralov – je primarni proces nastajanja tal. Na tako podlago se nato naselijo organizmi, ki ga s svojim delovanjem in ostanki počasi spreminjajo in prilagajajo za naselitev ostalih, praviloma višje razvitih organizmov. Ostanki organizmov se na površini tal in v njih razgrajujejo in tako bogatijo tla z organsko snovjo – humusom. Proces tvorbe humusa iz organskih ostankov imenujemo humifikacija. Potek humifikacije spremlja mineralizacija, kjer se del odmrle organske snovi popolnoma razkroji na sestavne dele (CO₂, H₂O, NH₃, H₂S in druge elemente). Humus je stabilizirana oblika organske snovi v tleh in je zmes visokomolekularnih huminskih snovi (80–90 %) in nižjemolekularnih ostankov razgradnje organske snovi (10–15 %). Odmrle dele rastlin pretvarjajo v humus bakterije in glive. Humusne snovi z mineralnimi delci sestavljajo organomineralne komplekse, ki so nosilci absorpcije v tleh in povezujejo talne delce med seboj (Vovk Korže, 2015). Več humusa je v zgornji plasti. Vendar zaradi delovanja vode in organizmov v tleh potekajo procesi migracije delcev, kemičnih elementov in humusnih snovi. Glede na značilnosti matične podlage ter mikroklimatske in mikroreliefne pogoje se v daljšem času razvijejo različni tipi prsti, ki jih sestavljajo horizonti (Slika 3).

Proces tvorbe humusa iz organskih ostankov imenujemo humifikacija. Potek humifikacije spremlja mineralizacija, kjer se del odmrle organske snovi popolnoma razkroji na sestavne dele (CO₂, H₂O, NH₃, H₂S in druge elemente).



Slika 2: V prsti potekajo številni procesi brez prestanka, kar vpliva na rodovitnost prsti.

Preglednica 1: Vpliv kmetijstva na naravne vire, zlasti prst

področje	Primer tveganja	Primer vpliva	Primer odvisnosti
VODA	Dostopnost	Vpliv kmetijstva na lokalno oskrbo s površinsko vodo in podtalnico.	Koliko vode je na razpolago, ali bo dostopna, ko jo potrebujemo? Problematično je tako preveč kot premalo vode.
	Uporaba	Celotna količina uporabljenе vode.	Količina uporabljenе vode na enoto pridelka.
	Kvaliteta	Vpliv kmetijskih dejavnosti na kvaliteto zalog vode.	Prisotnosti različnih neželenih snovi v vodi.
KLIMA	Ekstremne temperature	Vpliv kmetijske aktivnosti na lokalno mikroklimo (npr. albedo).	Posledice so odvisne od temperature, zračne vlažnosti in časa izpostavljenosti.
	Ekstremno vreme	Vpliv kmetijskih dejavnosti na poslabšanje ali ublažitvev ekstremnih vremenskih razmer.	Kmetijske dejavnosti so izpostavljene poplavam, sušam, požarom in nevihtam.
ZEMLJA	Kvaliteta zemlje	Vpliv kmetijskih dejavnosti na kvaliteto zemlje na kmetiji ali zunaj nje.	Kmetijstvo vpliva na zmanjšanje organskega dušika, zniževanje ali poviševanje pH, slanost, erozijo in zbitost tal.
	Gnojila	Vplivi so ocenjeni glede na kvaliteto vode, zemlje in emisije toplogrednih plinov.	Uporabljati bi morali gnojila za vzdrževanje ali povečevanje hranil v zemlji, ki podpirajo rast rastlin.
BIODIVERZITETA IN EKOSISTEMI	Odpadki	Kmetijske dejavnosti lahko v okolje spuščajo različne odpadke, kar lahko vpliva na kvaliteto zemlje, biodiverzitetu in človeško zdravje.	Kmetijstvo kot vhodno snov uporablja tudi snovi iz ponovne rabe (biomasa, voda za zalivanje iz čistilne naprave).
	Biodiverzitetu	Vpliv kmetijstva na biodiverzitetu se kaže v spremembi dejavnosti na zemlji (izguba habitatov, degradacija), v uporabi kemikalij in gnojil ter z izpiranjem hranil.	Kmetijstvo je odvisno od ekosistemskih storitev, kot je opraševanje, ter rastlinske sestave pašnikov.
	Pleveli, škodljivci, bolezni	Način odziva (preventiva in pojavnost) je ključen za zmanjšanje negativnih vplivov.	Pojavnost plevelov, škodljivcev in bolezni je odvisna od letine (podnebja) ter kolobarja.
	Dobrobit živali	Slaba blaginja živali lahko vodi do širjenja bolezni.	Zdravje in blaginjo rejnih živali štejemo kot korist, saj to vpliva na njihovo rast in razvoj. Pomembno je tudi zaradi različnih pravnih, regulativnih in moralnih razlogov.
ENERGIJA	Uporaba energije	Uporaba energije, pridobljene iz fosilnih goriv, je razlog izčrpanja virov in podnebnih sprememb zaradi proizvodnje toplogrednih plinov. Uporaba je lahko neposredna (uporaba dizelskega goriva) ali posredna (uporaba elektrike).	Kmetijstvo je neposredno in posredno odvisno od dveh glavnih virov energije: sonca in fosilnih goriv. Obnovljivi viri energije, kot sta veter ali vodna energija, zahtevajo začetni kapital, da omogoči njegovo pretvorbo (v recimo električno energijo). Sonce se ne obravnava kot odvisnost, ker nanj ni mogoče vplivati.
ZRAK	Emisije toplogrednih plinov	Emisije različnih toplogrednih plinov (predvsem ogljikovega dioksida, metana in dušikovega oksida) se lahko pojavijo zaradi različnih dejavnosti na kmetiji, vključno s čiščenjem zemlje, porabo energije in uporabe gnojil.	Čeprav rastline potrebujejo ogljikov dioksid za svojo rast, je tega običajno v izobilju in zato ni pomemben kot odvisni faktor, razen za pridelke, ki se gojijo v rastlinjakih.
	Ostale emisije	Druge emisije v zrak iz kmetijstva lahko vključujejo delce (prah), odnašanje iz uporabe pesticidov/ herbicidov itd.	Za specifične primere.

Vir: Ascui in Cojoianu, 2019

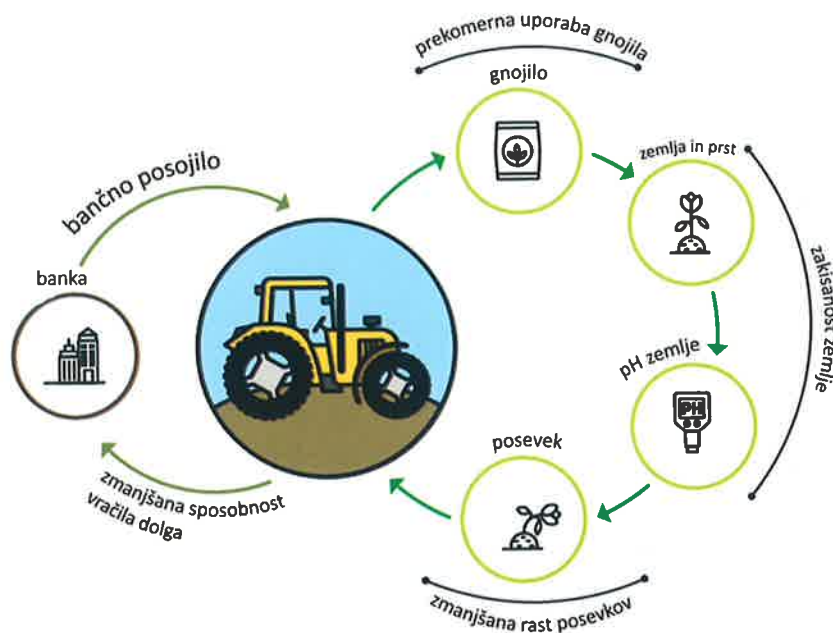


Slika 3: Deževniki so znak rodovitnosti zemlje.

Lastnosti prsti so kazalci abiotskih in biotskih dejavnikov, ker nastajajo s preperevanjem zgornjega trdega dela zemeljske skorje, ki se s preperevanjem in učinkovanjem rastlin in živali preobrazi v rodovitno plast. Pomemben člen v sooblikovanju lastnosti prsti je tudi človek, ki mnogostransko spreminja njihove naravne značilnosti.

Kmetijstvo in prsti

Intenzivno kmetijstvo pomembno vpliva na prsti kot naravni vir, zlasti z uporabo mineralnih gnojil in fitofarmaceutvskih sredstev. Če slednje odmislimo, dobimo poenostavljen primer, kako kmetovalci prek ravnanja z ekosistemi vplivajo na svojo finančno situacijo. Na Sliki 4 je prikazan poguben proces intenzifikacije kmetijstva z nakupom večje opreme, za kar je potrebno



Slika 4: Vpliv težke mehanizacije na kakovost prsti (prevedeno po: Ascui in Cojoianu, 2019)

kmetovalcem najeti posojilo, posledično pa prav zaradi razpoložljivosti težke mehanizacije neugodno vplivajo na pridelavo, saj uničujejo prsti in si s tem zmanjšujejo lastni prihodek.

V Preglednici 1 so vključeni naravni viri, in sicer voda, klima, prst, biodiverziteteta in ekosistemi, energija in zrak (Ascui in Cojoianu, 2019). Prikazani so vplivi z različnih vidikov ter soodvisnosti, ki obstajajo v kmetijskih ekosistemih.

Sklep

Prsti so kompleksna naravna snov in rezultat mnogih procesov, ki jih izvajajo živi organizmi. Poznavanje prsti postaja ključnega pomena tako z vidika samooskrbe, prilagajanja na podnebne spremembe kot tudi z vidika dolgoročnega uravnoveženega razvoja. Poudarek je na ekosistemskem pogledu na prsti, torej z vidika celote, pri čemer je kmetijska funkcija samo ena od mnogih funkcij prsti. Tudi v središču zanimanja kmetijstva so prsti kot živo telo, saj je količina in kakovost pridelka odvisna od rodnosti prsti, kar je zlasti pomembno v času podnebne krize in različnih pandemij.

Viri in literatura

1. Ascui F, Cojoianu T. (2019). Natural Capital Credit Risk Assessment in Agricultural Lending: An Approach Based on the Natural Capital Protocol, Oxford: Natural Capital Finance Alliance.
2. Agencija RS za okolje. <http://www.arso.gov.si> (dostopno 15. 10. 2019)
3. Ellis, S., Mellor, A. (1995). Soils and Environment. New York: Routledge.
4. Laughton, R. (2013). Zeleno kmetovanje: priročnik za uspešno ekološko kmetijo ali vrt. Ljubljana: Ara. ISBN 978-961-6861-19-9.
5. Rowell, D. L. (1997). Bodenkunde. Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen, Springer.
6. Vovk Korže, A. (2013). Naučimo se biti samooskrbni. Didakta, let. 22, št. 161. Str. 15-18. ISSN 0354-0421.
7. Vovk Korže, A. (2015). Ekosistemski pogled na prsti. Maribor: Univerza v Mariboru, Mednarodni center za ekoremediacije.
8. <https://www.youtube.com/watch?v=VVggbfy7zsM>