



Tla v okolju

Lastnosti, pestrost in ekosistemske storitve tal

dr. Borut Vrščaj

5. december 2017, Svetovni dan tal

Ministrstvo za okolje in prostor ter Kmetijski inštitut Slovenije

O publikaciji

Naročnik

Ministrstvo za okolje in prostor
Republike Slovenije

Besedilo in fotografije

dr. Borut Vrščaj

Založnik

Kmetijski inštitut Slovenije

Recenzija:

dr. Tomaž Kralj

dr. Mateja Muršec

dr. Irena Bertonec

dr. Primož Simončič

dr. Aleš Poljanec

Lektura

Barbara Škrbina

Oblikovanje

Lirion

Produkcija

GEAart, d. o. o., Nazarje

Ljubljana, 2017

Publikacija bo izšla v elektronski obliki
in bo objavljena na spletnih straneh
Ministrstva za okolje in prostor
<http://www.mop.gov.si/> in
na spletnih straneh Kmetijskega
inštituta Slovenije <http://www.kis.si/>

Kataložni zapis o publikaciji (CIP)
pripravili v Narodni in univerzitetni
knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID=292948736

ISBN 978-961-6998-14-7 (pdf)

Kazalo vsebine

Uvod in ozadja	5
Zavedanja o pomenu tal v svetu	6
Trajnostna raba in varovanje talv Sloveniji	8
1 Kaj so tla	9
1.1 Zgradba tal in horizonti v tleh	10
1.2 Zrak in voda v tleh	13
1.3 Tekstura in struktura tal	16
1.4 Organska snov v tleh	18
1.5 Novotvorbe v tleh	18
1.6 Življenje v tleh	20
1.7 Rodovitnost je bistvena, proizvodna in okoljsko pomembna lastnost tal	23
2 Proizvodni in prostorski pomen tal	25
Tla v kmetijstvu in gozdarstvu	25
2.1 Tla kot prostor za različne človekove dejavnosti	30
3 Pomen tal za okolje	32
3.1 Pomen tal za oskrbo s pitno vodo	32
3.1.1 Filtriranje vode	32
3.1.2 Pretvorba in nevtralizacija onesnaževal	33
3.2 Tla so skladišče ogljika, vir in ponor atmosferskega CO ₂	34
3.3 Pomen tal za biotsko pestrost	34
3.4 Tla usmerjajo rabo tal ter sooblikujejo naravno in kulturno krajino	37
3.5 Tla so lahko naravna dediščina	38
4 Funkcije in ekosistemske storitve	40
4.1 Ekosistemske storitve	40
4.2 Ekosistemske storitve tal (EST)	41
4.3 Degradacija tal	44
5 Povzetek	46
Poudarki	47
Zahvale	47
Slovarček	48
Stvarno kazalo	53
Kazalo slik in preglednic	55
Literatura	56





Uvod in ozadja

Živimo na Zemlji, ki velja za moder planet. V morjih je življenje raznoliko in zanimivo. Ravno tako pestro je življenje na kopnem. Poznamo bujnost tropskega deževnega gozda, skrito življenje v puščavah in savanah, poznane so nam življenjske združbe in krajine območij zmernega klimatskega pasu, v katerem je tudi Slovenija.

Kopno so pravzaprav kamnine, ki »štrlijo« iz vode.

In vendar sama kamnina ni dovolj, da bi na kopnem nastalo in obstalo življenje v vsej svoji raznolikosti. Za življenje na kopnem so potrebna tla, zemlja oz. prst z drugima besedama. Verjetno se ni težko strinjati s trditvijo, da so tla neločljivi del treh osnovnih »elementov«, temeljev kopenskega okolja. Tako rekoč »sveta trojica«: zrak, voda in tla. Vse ostalo, če se lahko tako izrazimo, je nadgradnja.

Kljub temu je pomen tal za obstoj in življenje v kopenskih ekosistemih v javnosti premalo (pre)pozna(ve)n. V preteklosti in tudi še sedaj se posvečamo predvsem kakovosti vode in zraka, skrbimo za biotsko pestrost, poznamo geomorfološke naravne vrednote, tlom pa smo se posvečali manj; nekako niso bila aktualna, kljub temu, da imajo v okolju osrednjo vlogo. Tla, zemlja, prst so bila (in so za marsikoga še sedaj) »domena« kmetijstva ter mogoče gozdarstva. Vendar se čedalje bolj uveljavljajo spoznanja, da so tla izjemno pomembna za delovanje celotnega okolja, pedologija postaja veliko bolj okoljska veda, tla pa integralni del okolja.

Zavedanja o pomenu tal v svetu

Tudi v svetu je bilo zavedanje o pomenu tal za življenje na Zemlji v preteklosti precej slabo poznano. Države sveta so imele (in majo prepogosto tudi še sedaj) slab odnos do tal. Ljudje dopuščamo slabo gospodarjenje s tlemi in s tem povzročamo degradacijo okolja, kar se ne odraža samo lokalno in kot škoda v gospodarstvu, pač pa tudi v dezertifikaciji in klimatskih spremembah, povečani stopnji lakote v svetu, navsezadnje tudi v povezavi z begunci in mednarodnimi napetostmi.

Večje zavedanje o pomenu tal za okolje, kakovost življenja in dobrobit človeštva, je pomemben korak k spremembi odnosa do varovanja tal kot temeljnega naravnega vira in posledično priprava ustreznih programov trajnostnega razvoja, ki bi ustrezno naslavljali tematiko tal.





Trajnostna raba in varovanje tal v Sloveniji

Slovenija premore (pre)malo kakovostnih tal in zaradi razgibane topografije malo dobrih zemljišč. Bistvene cilje Slovenije na področju rabe in varovanja tal narekujejo potrebe po večji prehranski varnosti in ustrežnejši samooskrbi, ustreznem stanju in varovanju okolja ter ohranjanju naravnih virov zanamcem.

Vse naštetu zahteva premišljeno ravnanje s tlemi, tako s kmetijskimi in gozdnimi kot urbanimi in tudi pol naravnimi tlemi. Varovanje in hkrati preudarna raba tal je integralna komponenta trajnostnega razvoja. V prizadevanjih po trajnostnem razvoju je treba preseči sedaj preživete potrošniške vzorce ravnanja s tlemi, ki se kažejo v pretirani pozidavi, slabi netrajnostni obdelavi in rabi v kmetijstvu ter gozdarstvu, onesnaževanju tal in slabem varovanju ali celo povzročanju erozije. Treba je združiti prizadevanja, uskladiti in medsektorsko povezovati pristope trajnostne rabe tal. V konstruktivnem dialogu sektorjev trajnostna raba tal in zemljišč ni razvojna prepreka, pač pa postane razvojna priložnost.

Da bi dosegli uravnoteženo skrb za okolje, je treba skladno s skrbjo za ustrezno kakovost zraka in vode vzpostaviti v slovenski javnosti tudi enakovredna védenja o vlogi tal v okolju, o pomenu tal za obstoj življenja na kopnem. Z drugimi besedami, treba je krepiti zavedanje o tleh kot naravnem viru/delu okolja, o ekosistemskih funkcijah in storitvah tal, o njihovi vlogi in primarni ter trajnostni rabi tal v različnih sektorjih.

Aktivnosti, usmerjene v trajnostno rabo tal, bodo odraz Slovenije kot okoljsko osveščene države in hkrati njen prispevek v mednarodnih programih na področju varovanja tal, okolja in boja za blažitev klimatskih sprememb. In kar je najpomembnejše, boljše varovanje in trajnostni načini rabe tal se bodo odrazili v povečanih razvojnih potencialih, skladnejšem prostorskem razvoju in gospodarski uspešnosti sedanjih ter bodočih generacij.

Namen te publikacije je prispevati k dvigu zavedanj o pomenu tal v Sloveniji.



Kaj so tla

Tla so relativno tanka plast na površini Zemlje, sestavljena iz preperine kamnin, kaminskega drobirja, humusa in živega sveta. So naravno telo, ki pokriva kamnito zemljino skorjo, in poseben porozni prostor, pedosfera, v kateri živi izjemno veliko število različnih vrst in velikosti organizmov. Po zgradbi so tla sestavljena iz slojev oz. horizontov, ki se razlikujejo po lastnostih. Vrsta horizontov in njihova razporeditev v prerezu tal so diagnostični znak za različne vrste – tipe tal. Lastnosti izvirne kamnine ter različna intenzivnost delovanja tlotvornih (pedogenetskih) procesov imajo za posledico nastanek mnogih tipov tal, ki se med seboj razlikujejo v fizikalnih in kemijskih lastnostih in posledično v primernosti za različne vrste rabe.

Tla v kombinaciji s klimatskimi in drugimi dejavniki okolja v temeljih določajo ter oblikujejo kopenske ekosisteme. Zato je tudi vsa biotska pestrost na kopnem primarno odvisna od tal. Nastajanje tal je sicer različno glede na vrsto kamnine, vsekakor je zelo počasen proces in ga merimo najmanj v tisočletjih. Tako je vsako uničenje tal dokončno, saj nastanek novih presega čas trajanja človeške civilizacije. Tla so bistveni del okolja in temelj življenja v kopenskih ekosistemih.



1.1 Zgradba tal in horizonti v tleh

Tla so zgrajena iz talnih horizontov – slojev, ki imajo različne kemijske in fizikalne lastnosti. Horizonti so sloji različnih debelin v talnem profilu, ki se med seboj razlikujejo tudi v eni ali več morfoloških, fizikalnih, kemijskih ali bioloških lastnostih (na primer: strukturi, teksturi, kislosti, poroznosti, barvi ipd.). Različna tla se razlikujejo po prisotnosti različno debelih horizontov in skupni globini. Horizonti so rezultat delovanja pedogenetskih dejavnikov (matična podlaga, klima, relief, čas, organizmi) in procesov v celotnem profilu tal. Horizonti največkrat potekajo vzporedno s površjem tal, tako na ravnini kot na pobočju. Zgornji so praviloma bolj prsteni in bogatejši z organskimi snovmi, spodnji pa največkrat skeletni ali ilovnati oz. glinasti. Meja med horizonti je lahko zelo ostra (npr. v 3 cm) ali postopna, v globini 10 –15 cm. Redkeje je prehod horizontov zelo postopen, npr. na razdalji 30 cm. Meja med dvema horizontoma je lahko ravna, valovita, klinasta ali žepasta. Horizonti so lahko osnovni, karakteristični (diagnostični) ali pa gre zaradi poudarjenih posameznih lastnosti za njihove različice. V primeru, ko se v nekem sloju jasno pojavljajo predeli z lastnostmi zgornjega in spodnjega horizonta, govorimo o mešanem horizontu. V prehodnem horizontu lastnosti zgornjega horizonta postopoma prehajajo v lastnosti spodnjega. Horizonte označujemo s kombinacijami, sestavljenimi iz velikih (O, A, E, B, H, G, P) in malih črk (l, f, h, p, t ipd.). Tako npr. vrhnji orani horizont označimo z Ap, obledeli in sprani horizont pod površjem tal z E, sivi, glinasti in mokri horizont globlje v tleh pa z Gr.



◀ Slika 1: Primer profila globokih tal z jasno vidnimi horizonti. Slika prikazuje skoraj idealizirani prerez (profil) tal s horizonti, ki potekajo vzporedno s površino tal. Temno rjavi A-horizonti, ki so bogati z organsko snovjo, so na površini tal; kambični (B-horizonti) rdečerrjave barve so v sredini, pobeljeni horizonti s spranimi snovmi pa so v spodnjem delu profila.

▶ ▲ Slika 2: Plitva tla – rendzina na dolomitu z A-C-R-zgradbo horizontov, Dobrovlje. Profil te plitve rendzine sestavljajo A (10 cm, močno humozni), plitvi C (3 cm, razdrobljeni dolomit) in R-horizont (kompaktni dolomit). To so tla suhega, slabega in s hranili revnega pašnika, ki pa je biotsko pester: travna vegetacija vsebuje mnogo vrst, ki so na drugih zemljiščih manj prisotne ali celo redke.

▶ ▼ Slika 3: Tla v začetni razvojni stopnji – litosol/regosol na apnemem pradu z (A)-C -zgradbo horizontov, Robanov kot.





- ▲ Slika 4: Evtrična rjava tla na karbonatnem prodru in pesku, plitva z Ap-BC-C1G-C2-C3-profilom, Letuš.
- ▲ Slika 5: Kremenica – tla terana z Ap-P-R-profilom, Pliskovica.
- ▲ Slika 6: Aluvialna in globoko oglejena tla, zasip pretokov iz različnih geomorfoloških območij, Loka pri Mengšu.

1.2 Zrak in voda v tleh

Tla so porozni sistem, sestavljen iz treh faz: trde, tekoče in plinaste. Razporeditev in povezovanje trdih delcev (glej: skelet, pesek, melj in glina) ustvarja prostor med skupki – pore. Te so različnih oblik in predvsem različnih velikosti. V mikroporah ($<2\ \mu\text{m}$) je voda navadno premočno vezana na stene por in talne delce, da bi bila dostopna rastlinam; v tem primeru je sesalna moč korenin prešibka. Mikropore so zato večino časa zasičene z vodo, a s tem ustvarjajo vlažno in anaerobno okolje, življenjski prostor mikroorganizmov, ki imajo pomembno vlogo v presnovi snovi in energije v tleh. V mezoporah ($50\ \mu\text{m} - 2\ \mu\text{m}$) se izmenjujeta voda in zrak. Mezopore so nasičene z vodo/talno tekočino po dolgotrajnih padavinah in se počasi prazniijo do sušnih razmer.

Mezopore so pomemben rezervoar – zaloga vode, ki jo rastline črpajo med obdobji dežja. Makropore ($> 50\ \mu\text{m}$) so prostor med strukturnimi agregati, koreninami in skeletom. Pomembne so za odvajanje odvečne meteorne vode v podtalje in za dostop atmosferskega zraka ter s tem kisika globlje v tla. Dotok kisika ustvarja aerobne razmere, kar vpliva na kemijske pa tudi fizikalne procese v tleh.

Zaloga vode v tleh se spreminja; ob obilnejšem deževju so zapolnjene tudi makropore. Z izhlapevanjem/evapotranspiracijo se zaloga vode v tleh zmanjšuje, tla se izsušujejo. Čeprav mokro fazo tal navadno imenujemo kar voda v tleh, gre v resnici za talno tekočino, torej vodo, v kateri so raztopljena hranila in plini. Talna tekočina je pomemben prostor za drobne organizme, ki potrebujejo vodno okolje za svoje življenje, predvsem bakterije in praživali.



1.3 Tekstura in struktura tal

Trdo fazo tal sestavljajo vsi trdi talni delci, velik skelet in drobnejši kamninski drobir, grobi in fini pesek ter talni delci manjšega premera, ki jih po ameriški teksturni klasifikaciji (United States Department of Agriculture – USDA) delimo v pesek, melj in glino (grobi pesek: 2–0,2 mm; fini pesek: 0,2–0,05 mm; grobi melj (0,05–0,02 mm; fini melj: 0,02–0,002 mm; glina: < 0,002 mm). Trdi talni delci se združujejo v skupke – strukturne agregate. Trdi delci so pestre kemijske sestave, medtem ko je kemijska sestava večjega kamninskega drobirja (> 2 mm) enaka ali podobna sestavi bolj ali manj preperel kamnine.

Struktura tal je način, kako se talni delci povezujejo v skupke (agregate). Skupki so lahko okroglasti (mrvičaste, grudičaste, oreškaste), poliedrični (z ravnimi ploskvami in ostrimi robovi) ali sploščeni (lističasta struktura) ali pa imajo poudarjeno vertikalno os – horizont ima stebričasto oz. prizmatično strukturo.

Struktura je ključna lastnost tal, saj vpliva na zračno-vodne razmere v tleh in s tem na potek kemijskih procesov; na propustnost tal za vodo, na življenje talnih organizmov, nosilno sposobnost tal, občutljivost tal za erozijo in torej v velik meri prispeva k ravnim razmeram – rodovitnosti tal.

- ▲ Slika 7: Struktura tal – oreškasti strukturni agregati.
Pogosto rahla in dobro porozna oreškasta struktura je značilna za Bv-horizonte evtričnih in distričnih rjavih tal. Obstoječnost teh strukturnih agregatov je pogosto slabša; skupki hitro razpadejo pod vplivom vode/dežja. Tla s slabo obstojno oreškasto strukturo so bolj občutljiva za erozijo in imajo slabše nosilne lastnosti. Na takih tleh se v kombinaciji z manj propustnim podtaljem po izdatnejših padavinah pojavljajo zemeljski usadi in plazovi tal. Zaradi oreškaste strukture je treba terase v slovenski Istri podpreti z zidovi: da bi preprečili erozijo, ki je na takih tleh hitra in močna.
- ▼ Slika 8: Struktura tal – poliedrični strukturni agregati.
Ostri robovi in ravne površine so značilne za poliedrično strukturo. Največkrat je izrazita v Brz-horizontih pokarbonatnih tal Slovenije, ki se razvijejo na apnencih in dolomitih. Poliedrična struktura je dobro obstojna, pore so trajne in učinkovito odvajajo vodo. Kljub temu, da je tekstura Brz-horizontov težka (tla so glinasta, ilovnato glinasta), voda ne zastaja – po porah med poliedričnimi agregati odteka v podtalje. Zato je površinsko zastajanje vode na Krasu in na Dolenjskem redko. Stabilnost in manjša erodibilnost poliedrične strukture je razlog za obstojnost teras na pobočjih Dolenjske, ki ne potrebujejo zidov, da bi obstale.



1.4 Organska snov v tleh

Primarna organska snov nastaja v procesu fotosinteze. Rastlinski opad (listje, iglice, les, cvetovi, plodovi itd.) oz. odmrta organska snov rastlin je na površini tal plen talnih živali, ki opad kosajo, ga drobijo in se z njim prehranjujejo. Opad, torej mrtvo organsko snov, talni organizmi in mikroorganizmi uporabljajo za svojo hrano in jo s tem razgrajujejo. V procesu razgradnje (mineralizacije) se iz organske snovi sproščajo hranila in energija. Rezultat preperevanja in razgradnje organske snovi je predvsem ogljikov dioksid in voda, energija, ki se porablja za življenje talnih organizmov, ter hranila (dušik, fosfor, kalij, žveplo, kalcij, itd.), ki so po mineralizaciji na voljo rastlinskim koreninam, rastlinam za ponovno rast.

Razgradnja organske snovi je predvsem biološki in naravni proces. Hitrost razgradnje pogojujejo klimatski pogoji (vlaga in temperatura), vrste in številčnost talnih organizmov ter v veliki meri vrsta in sestava opada. Opad listavcev, ki ne vsebuje smol oz. ima manj težko razgradljivih snovi ter praviloma večjo vsebnost hranil, razgrajujejo mikroorganizmi ob ustrezni temperaturi in vlažnosti hitreje kot iglice listavcev z večjo vsebnostjo smol.

Organska snov ne mineralizira v celoti. Del se je spremeni v novo – sintetizirano in trajnejšo organsko snov kompleksne sestave, ki jo imenujemo humus. Proces imenujemo humifikacija. Humus je sestavljen iz kompleksnih organskih snovi (humina, huminskih kislin, fulvokislin in glomalina), ki so v tleh bolj obstojne, temno rjave in črne barve. Zato so zgornji A-horizonti značilno obarvani temno rjavo oz. črno, ko so močno humozni.

Humus bistveno vpliva na lastnosti tal. Omogoča dobro in obstojno strukturo (oreškasto, grudičasto ali celo mrvičasto), zelo poveča sposobnost tal za vezavo in izmenjavo hranil (poveča kationsko pa tudi anionsko izmenjalno kapaciteto), poveča filtrne sposobnosti tal za talne delce, zračnost tal, sposobnost razgradnje, nevtralizacije in transformacije škodljivih snovi, zelo povečuje sposobnost tal za zadrževanje vode in še bi lahko kaj dodali. Pomen humusa za rodovitnost ter lastnosti dobro humoznih tal so poznali že v starem Egiptu in Grčiji, kjer so humus imenovali eliksir življenja.



◀ Slika 9: Organski horizonti v kisljih in spranih gozdnih tleh Pokljuke. Na površini tal je Ol-horizont sestavljen iz opada iglic in listov borovnice debel nekaj cm. Pod njim je 3–4 cm debel vlaknati Of-horizont, že dodobra fermentiran in s komaj prepoznavnim poreklom organske snovi. Sledi mu Oh, ki je črni, rahli in organski horizont v mrvičaste strukture, v katerem ni več možno prepoznati porekla organske snovi.



▲ Slika 10: Šotna tla Ljubljanskega barja. Na Ljubljanskem barju je le še nekaj predelov z ohranjenimi šotnimi tlemi pod naravno vegetacijo. Nekateri taki predeli so posebej zavarovani kot naravna znamenitost oz. dediščina. Šoto Ljubljanskega barja smo uporabljali za kurivo, stanjšana in drenirana tla pa namenili kmetijski pridelavi.

Šotna tla so velika skladišča ogljika, posebej na severni hemisferi. V tleh Sibirije, baltskih držav, Norveške, Škotske, Kanade in nekaterih drugih držav, je vezanega veliko organskega ogljika. Po nekaterih meritvah učinki tople grede povzročajo v teh predelih povečano mineralizacijo talne organske snovi in s tem večje izpuste CO_2 v atmosfero. S tem se je, po bojaznih nekaterih, začel začarani krog izpustov CO_2 .

1.5 Novotvorbe v tleh

Tla se s staranjem in pod vplivom pedogenetskih dejavnikov ter procesov spreminjajo. S spreminjanjem nastajajo nove snovi, ki jih imenujemo novotvorbe. Mednje štejemo različno obarvanost in lisavost, največkrat zaradi zastajanja vode, redukcije in oksidacije železa ali trde strukture, kot so okroglaste konkrecije in drugi agregati nepravilnih oblik (nitke, obloge, poprhi, skorje, itd.).

Vse omenjene novotvorbe so rezultat fizikalnih in kemijskih procesov v tleh. Največkrat gre za črne in rjave zaobljene konkrecije iz manganovih in železovih oksidov, cementirane tvorbe ter konkrecije kalcijevega karbonata, imenovane tudi karbonatne lutke.

Prisotnost novotvorb v horizontu so pomemben, če ne ključni diagnostični znak procesov v tleh in lastnosti posameznega horizonta oz. lastnosti celotnih tal.



◀ Slika 11: Novotvorbe v tleh – karbonatne lutke. Med novotvorbe štejemo tudi karbonatni micelij, konkrecije in večje gomolje – karbonatne lutke. Zanje so rezultat premeščanja (spiranja) Ca^{2+} iz zgornjih horizontov in tvorbe CaCO_3 v spodnjih horizontih. Na sliki so videti karbonatne novotvorbe kot bele liste in prerezana lutka na globini ~ 125 cm.

►▲ Slika 12: Novotvorbe v tleh – večja Mn-konkrecija.

►▼ Slika 13: Novotvorbe v tleh – prevleke mangana, konkrecije železa in mangana ter ter drobne karbonatne konkrecije.



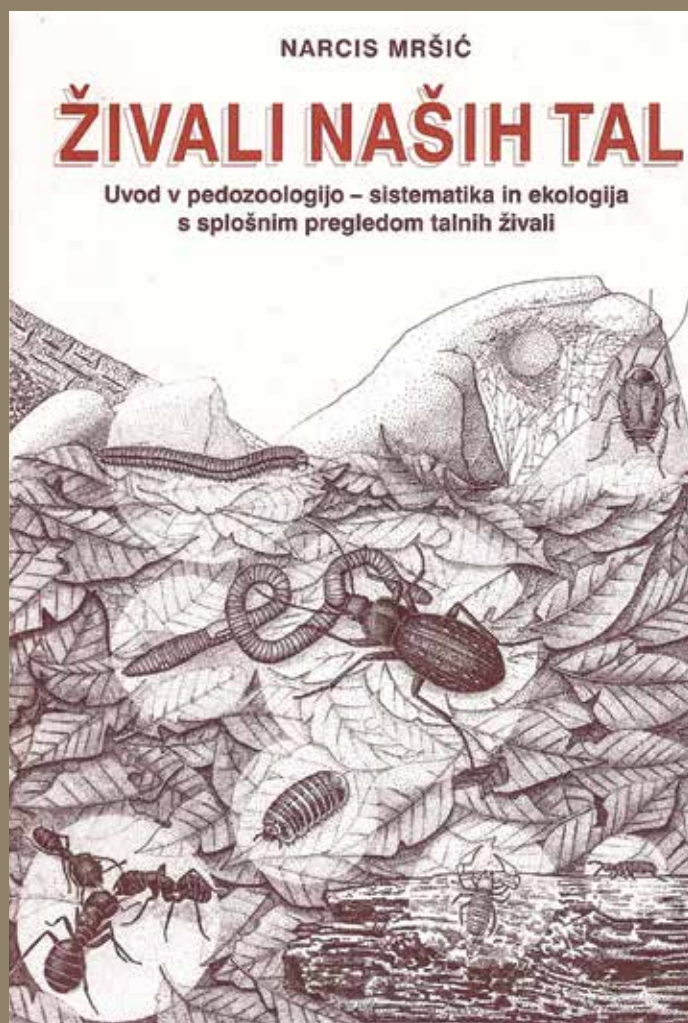
1.6 Življenje v tleh

Tla so poseben in izjemno živ prostor, ki se spreminja v prostoru in času. Poleg mineralnih delcev, zraka, tekočine in seveda mrtve organske snovi je v tleh tudi živa organska snov – množica organizmov v izjemno pestrih oblikah in velikostih. Malo je znano, da je poleg atmosfere, geosfere/litosfere in hidrosfere, pedosfera tisti poseben, biotsko zelo pester življenjski prostor, v katerem izjemno število organizmov vpliva na delovanje tal in s tem celotnih kopenskih ekosistemov.

V tleh živi predvsem posebno veliko število mikroskopsko majhnih enoceličnih organizmov – prokariotskih bakterij in arhej (koki, bacili, bakterije in drugi), ki imajo izjemno pomembno vlogo v kroženju snovi oz. plinov. Cianobakterije in alge sta prav tako dve skupini zelo zastopanih mikroskopskih organizmov s pomembno vlogo v tleh. Nekatere vrste cianobakterij, na primer, so sposobne vezati dušik iz zraka, s čimer priskrbijo rastlinam od 10 do 25 kg dušika letno na hektar. Alge so prisotne praktično povsod v tleh. Čeprav jih najdemo tudi v spodnjih horizontih, so površinske vrste številčnejše; do sedaj so jih identificirali okoli 700 različnih vrst. Alge prispevajo k fiksaciji dušika, dobri strukturi tal in so sestavna komponenta bioloških skorij na površini tal, ki ščitijo tla pred erozijo. Glive se preživljajo z razgrajevanjem odmrle organske snovi ali pa z zajedanjem živih bitij in se pojavljajo praktično v vseh tleh. Obstajajo kot enocelične glive ali kot dolgi nitasti prepleti hif, ki formirajo razvejane micelije.

Kvadratni meter tal ima lahko več kilometrov hif, teža enega samega micelija *Armillaria bulbosa* je lahko več sto ton na hektar. Ljudje jih zaznamo predvsem takrat, ko jih v gozdovih in travnikih nabiramo kot gobe. Glive imajo pomembno vlogo pri kroženju hranil, saj učinkovito razgrajujejo organsko osnov, posebej v kislih tleh. Pomembna je tudi njihova simbiotska interakcija z drugimi vrstami ter prispevek k dobri strukturi tal. Praživali (~ 30.000 vrst), sicer mikroskopsko majhni enocelični organizmi, ki so veliki do 1 mm in živijo v svežih ali vlažnih tleh, se hranijo z mrtvo organsko snovjo in bakterijami ter prispevajo h kroženju dušika. V tleh pa živijo tudi večje živali kot so vrtničarji (~ 3.000 vrst), kotačniki (~ 12.000 vrst) in drobne gliste, ki prebivajo v vodnem filmu na strukturnih agregatih tal. Deževniki, prebivalci vseh vrst tal, imajo pomembno vlogo pri mešanju tal, saj po ocenah v obliki glistin letno odložijo 5 mm površine tal. Od žuželk so zelo pomembni skakači (*Collembola*, ~ 6.000 vrst), ki se hranijo z opadom in mikroorganizmi ter prispevajo k razgradnji rastlinskih ostankov in kontroli populacij drugih vrst v tleh. Številne pršice (lahko jih je tudi več 100.000 na m²), ki sodijo med pajkovce, so prisotne v vseh vrstah tal.

Samo na kratko smo omenili nekaj skupin prebivalcev tal. Pestrost talne biote pa je mnogo večja, saj zajema še stonoge, mravlje, termite, polže, pijavke, rake enakonožce, pajke ter različne žuželke kot na primer murne, bramorje, hrošče, itd. Tla so tudi dom nekaterih sesalcev, ki so večji organizmi: krti, različni glodavci ter zajci, in manjše zveri, kot so npr. kune.



▲ Slika 14: Naslovnica knjige Živali naših tal.
V knjigi²⁴ je dr. Narcis Mršić v izjemnih ilustracijah predstavil in izčrpno popisal biotsko pestrost talnih organizmov Slovenije.



▲ Slika 15: Hrošč.

▼ Slika 16: Smaragdni deževnik (*Aporrectodea smaragdina*) (Foto dr. Tomaž Kralj).
Smaragdni deževnik je med enaindvajsetimi različnimi vrstami deževnikov dokaj redek prebivalec tal Slovenije.



1.7 Rodovitnost je bistvena, proizvodna in okoljsko pomembna lastnost tal

Rodovitnost tal je sposobnost tal, ki omogoča rast in razvoj rastlin. Je enoten odraz prepleta kemijskih, fizikalnih ter bioloških lastnosti tal in zajema številne koristne procese, ki potekajo v tleh. K rodovitnosti bistveno prispevajo kemijske lastnosti tal, predvsem vsebnosti glavnih rastlinskih hranil, kot so dušik, fosfor, kalij, kalcij, magnezij, žveplo ter vsebnost mikrohranil, kot so bor, cink, železo, mangan in druge prvine.

Dobra založenost tal s hranili še ni zadosten pogoj za dobro rodovitnost tal. Ustrezati morajo tudi fizikalne lastnosti. Med bistvene štejemo zrnavost ali teksturo tal, ki je izraz vsebnosti peska, melja in gline v tleh, strukturo tal, gostoto ter z njimi povezane kompleksne lastnosti kot so poroznost, propustnost, zračnost, kar se končno odraža v sposobnosti tal za zadrževanje vode. Fizikalne in kemijske lastnosti tal veliko bolje razumemo kot biološke, saj so te bistveno bolj dinamične; spreminjajo se v mnogo krajših časovnih obdobjih kot fizikalne ali kemijske lastnosti tal. Številnost populacij organizmov v tleh se tako spreminja med letnimi časi, pa tudi dnevno.

Rodovitnost je kompleksna lastnost tal, ki je bistvena za življenje v kopenskih ekosistemih. Omogoča rast rastlin, ki so hrana in zavetje živalim. Rodovitnost je lahko boljša (tla vsebujejo veliko rastlinskih hranil) ali slabša (tla so kislila, z manjšo vsebnostjo hranil). V vseh primerih je rodovitnost tista, ki skupaj s klimatskimi razmerami (temperatura, razporeditev in količina padavin) omogoča ustrezno kmetijsko pridelavo in priraste v gozdarstvu. V naravnih in pol naravnih ekosistemih je rodovitnost na videz sekundarnega pomena in se odraža predvsem v pestrosti in bujnosti rastlinskih združb ter posledično živalstva.

Rodovitnost tal se naravno zmanjšuje v daljšem časovnem obdobju, v desettisočletjih, s staranjem tal. Procesi staranja tal so predvsem spiranje hranil (npr. fosforja in kalcija), ki ima za posledico osiromašenje in zakisanje zgornjih horizontov. Sprana tla lahko spoznamo po kisloljubni (acidofilni) vegetaciji, ki jo v gozdovih sestavljajo pionirske drevesne vrste (npr. rdeči bor, breza) in rastline, ki prenašajo kislila rastišča (borovnica, brusnica, orlova praprota, belkasta bekica idr.) Takšni gozdovi so tudi bogatejši z gobami. V gozdovih, naravnih in pol naravnih rabi tal je rodovitnost pomembna lastnost, ki določa rastlinske združbe in s tem nadzemno biotsko pestrost.

Rodovitnost kmetijskih tal se (lahko) zmanjšuje tudi v krajših časovnih obdobjih, predvsem zaradi morebitnega slabšanja fizikalnih lastnosti tal, tj. večja zbitost tal, povečana erozija in predvsem izguba organske snovi v vrhnjih horizontih. Predvsem pa se lahko rodovitnost hitro zmanjša, če v tleh ne nadomeščamo rastlinskih hranil, ki smo jih s pridelkom odvzeli iz tal, se pravi odpeljali s kmetijskega zemljišča. Gnojenje je torej nujen ukrep nadomeščanja odvzetih hranil in s tem ohranjanja rodovitnosti tal.

Ključni ukrepi za ohranjanje rodovitnosti so enaki trajnostni rabi kmetijskih zemljišč:

- ohranjanje primerne vsebnosti oz. založenosti rastlinskih hranil v tleh;
- preprečevanje zbijanja tal;
- zmanjševanje izgub talne organske snovi;
- skrb za zagotavljanje dobre strukture tal;
- ohranjanje biološke pestrosti tal.

Etična dolžnost naše generacije je naslednjim generacijam zapustiti rodovitna in neonesnažena tla.

Rodovitnost tal je življenjskega pomena za delovanje okolja ter obstoj človeka.



Proizvodni in prostorski pomen tal

Funkcije in predvsem ekosistemske storitve tal v gozdarstvu, kmetijstvu, pa tudi v urbani rabi, so izrazito utilitaristične. V vseh sektorjih tla ciljno spreminjamo tako, da bolje ustrezajo namenski rabi: pridelavi hrane, krme in energetskih rastlin na kmetijskih zemljiščih, lesne biomase v gospodarskih gozdovih in mnogim vrstam različne urbane rabe, kot so površine za gradnjo bivalnih, proizvodnih in trgovskih objektov, prometnic, za športne in parkovne površine ter tudi urbano kmetijstvo.

Na vseh namenskih in proizvodnih zemljiščih se osredotočamo/favoriziramo primarno funkcijo ali storitev tal. Ob tem namenoma pristajamo na kompromise, ko zaradi primarne ekosistemske storitve (npr. pridelava hrane) podredimo ali zmanjšamo obseg druge ekosistemske storitve (npr. talna in nadzemna biotska pestrost).

Tla v kmetijstvu in gozdarstvu

Tla veljajo za osnovni proizvodni vir tako v kmetijstvu kot gozdarstvu. Temeljna lastnost in kakovost tal za obe področji je rodovitnost. Rabo tal je človek določal na podlagi rodovitnosti in primernosti za obdelavo.

Dolgo je veljalo prepričanje, da so gozdna tla slabša od kmetijskih. Praviloma so slabo/slabše oskrbljena s hranili, zakisana, lahko mokra, zelo pogosto plitva, skeletna, površinsko kamnita ali, posebej na Krasu in mestoma na Dolenjskem, površinsko skalovita. Pogosto se pojavljajo tudi na manj ugodnem reliefu. Kakovost gozdnih zemljišč je predvsem naravna založenost s hranili, sposobnost vezave vode. Kakovost gozdnih tal se z vidika produkcije odraža v rastnem potencialu, torej v rodovitnosti. Prirast, izražena v m³ lesa/ha letno, je ključni podatek za gospodarjenje v proizvodno pomembnih gozdovih. V primeru varovalnih gozdov je sama rodovitnost gozdnih tal drugotnega pomena. V preteklosti je steljarjenje (zbiranje stelje v gozdovih in pokladanje nastilja v hlevih) ponekod gozdna tla osiromašilo hranil, saj so na ta način premeščali hranila preko stelje in nato gnoja na kmetijske površine ter tako vzdrževali rodovitnost kmetijskih zemljišč²⁵. Posledice lahko zaznamo v delno zakisanih gozdovih severovzhodne Slovenije in posebej v primeru s hranili osiromašenih belokranjskih steljnikov.

Tla kmetijskih zemljišč so načeloma rodovitnejša. To velja predvsem za njive, hmeljišča, sadovnjake in travinje na mokrih tleh. Vinogradi, večinoma pa travinje hribovitenga sveta, so pogosto na plitvejših in skeletnejših tleh. V primerjavi z gozdnimi tlemi so kmetijska tla načeloma globlja s hranili tudi zaradi gnojenja – vračanja hranil v tla. Predvsem pa kmetijska zemljišča omogočajo obdelavo in so danes umeščena na površine, ki omogočajo uporabo kmetijskih strojev.

Proces zaraščanja je v Sloveniji izrazito intenziven v zadnjih desetletjih. Leta 1930 je gozd pokrival 33 % površine Slovenije²⁶.

Leta 2015 je delež površine Slovenije, pokrite z gozdom, narasel na 62 in več odstotkov. V 85 letih se je površina gozda skoraj podvojila. Zaraščanje je intenziven proces predvsem na zemljiščih, kjer je strojna obdelava otežena ali onemogočena. Pomanjkanje delovne sile in nizka dodana vrednost na teh, imenujmo jih marginalnih kmetijskih zemljiščih, ne omogočata primernega zaslužka in s tem je kmetijska pridelava v takih prostorih opuščena. Tako se zaraščajo predvsem slabi in oddaljeni pašniki ter travniki na večjih nagibih in neugodnih reliefnih oblikah, medtem ko se njivske površine na ravnem reliefu ali blagih pobočjih ne zaraščajo. Pogosto tudi niso primerno izkoriščena, saj so v rabi travnikov in pašnikov. V takih prostorih so predvsem urbanizirana.

Kmetijska in gozdna pridelava spreminjata tla. To je posebej očitno in bolj poznano na kmetijskih zemljiščih, tako z vnašanjem hranil, kar je bilo posebej v preteklosti pogosto pretirano, do spreminjanja samih tal – hidro- in agromelioracij. Bistveni učinek hidromelioracij je znižanje ravni talne vode ali boljše odvajanje vode z zemljišč. V obeh primerih se izboljšajo zračno-vodne razmere v tleh. Manj zasičena z vodo in bolje prezračena tla nudijo boljše pogoje za rast kmetijskih rastlin, kar je tudi cilj hidromelioracijskih posegov na zemljiščih. Hidromelioracije so z vidika kmetijske pridelave nujni ukrep. Agromelioracije so izboljšave kemijskih, fizikalnih in biološke lastnosti tal ter pogosto zajemajo tudi ukrepe izravnave zemljišč, krčitev zarasti, odstranitve skal, ureditve dostopov in poljskih poti, terasiranje pobočij in drugo.

Ekonomska škoda ter izguba izboljšanih kmetijskih zemljišč je zaradi zanemarjanja in opuščanja vzdrževanja hidromelioracijskih sistemov občutna in pomembna. Še posebej se kaže v današnjem času, ko se srečujemo z intenzivno pozidavo in urbanizacijo kmetijskih zemljišč ter hkrati z nezadostno oskrbo in nizko prehransko varnostjo. Zaradi hidromelioracij zmanjšan hidromorfizem tal (zastajanje vode v tleh) in spremenjene vodno-zračne razmere imajo za posledico tudi spremembe naravne vegetacije oz. z drugimi besedami zmanjševanje biotske pestrosti: tako rastlin kot živalstva. Zadnje ne naleti na odobravanje v naravovarstvenem sektorju, čeprav so hidromeliorirana zemljišča namenjena kmetijski pridelavi.

► Slika 17: Tla kmetijskih zemljišč, Mengeško polje.

►► Slika 18: Tla v gozdu, Pokljuka.





▲ Slika 19: Proizvodni gozd –čisti smrekovi gozdovi na spranih, opodzoljenih tleh Pokljuke

▼ Slika 20: Mešani bukov in smrekov gozd na plitvih rendzinah Robanovega kota.





▲ Slika 21: Koruza na plitvih evtričnih rjavih tleh na karbonatnem produ in pesku, Topovlje.

▼ Slika 22: Koruza na evtričnih obrečnih tleh, Zakl v Savinjski dolini.
Sliki 21 in 22 sta bili posneti istega dne, na lokacijah, ki sta med seboj oddaljeni 2 km.



2.1 Tla kot prostor za različne človekove dejavnosti

Tla so del prostora, v katerem živimo. Prostor potrebujemo za izgradnjo bivališč in infrastrukture, proizvodnih, trgovskih, športnih in drugih objektov. Z vidika gradnje imajo tla predvsem nosilno funkcijo. Pomembna so kot nosilni, stabilni in odcedni medij. Bistvene lastnosti tal so tako nosilnost, propustnost in odcednost ter to, da ne nabrekajo oz. se ne krčijo ob spremembah vlažnosti.



▲ Slika 23: Poselitev, Žalec.

Vendar so tla urbanih območij tudi drugače pomembna. Ustrezna tla v mestih so:

- neonesnažena, da je stopnja tveganja za zdravje ljudi in okolje zaradi onesnaženosti tal majhno ali še sprejemljivo;
- rodovitna, da omogočajo ustrezno rast v parkih in na drugih zelenih površinah ter na mestnih vrtičkih;
- propustna, da odvajajo in filtrirajo meteorne vode, saj kanalizacijski sistemi ne morejo odvesti prevelikih količin vode ob močnejših padavinah.

Tla, ne glede na rabo, morajo razgraditi, nevtralizirati in predvsem vezati onesnaževala, ki so prispela v tla preko atmosferskega depozita, so naplavljenjena oz. preko odloženih snovi ali smeti, tako da so tveganja za pre-

bivalce in okolje čim manjša. Tveganje zaradi vsebnosti onesnaževal v tleh je odvisno od načina rabe tal. Onesnaževala lahko prehajajo iz tal v človeka preko zelenjave, pridelane na onesnaženih tleh, vdihovanja onesnaženih prasnih delcev, zaužitja onesnaženih tal (otroci) in v manjši meri preko kožnega kontakta. Mejne vrednosti ustreznega stanja tal morajo biti v primeru tvegane rabe (otroška igrišča, zelenjavni vrtovi, športne površine) strožje kot v tleh, kjer je raba manj tvegana (zelenice ob parkiriščih, prometnicah).

V mestih potrebujemo tla tudi za vzdrževanje ustrezne mikroklimi, kar je posebej pomembno v poletnih mesecih. In ne nazadnje, porasla tla potrebujemo za sprostitev in rekreacijo. Mestni parki in vrtovi ponujajo tiste težko merljive ekosistemske storitve, zaradi katerih je življenje v mestih pestrejše in prijetnejše.

Urbana tla se razlikujejo od naravnih, gozdnih ali kmetijskih tal. So arhiv človekovih aktivnosti. Sama tla so najpogosteje premešana, vsebujejo ostanke različnih gradbenih materialov ali celo delov prekritih konstrukcij. Pogosto vsebujejo slabe, lahko tudi nevarne primese – smeti. Resnici na ljubo je pod površino mestnih zelenic lahko skritega in pozabljenega marsikaj.

▼ Slika 24: Urbana tla, Nekdaj B horizont je premešan z ostanki gradbenega materiala odložen na površin. V desetih in več letih se bo zaradi preperevanja odmrlih korenin travne ruše oblikoval plitev A horizont.



Pomen tal za okolje

Tla omogočajo rast rastlinam, zato pa tudi življenje živali in človeka. A rodovitnost tal še zdaleč ni njihova edina pomembna lastnost.

3.1 Pomen tal za oskrbo s pitno vodo

3.1.1 Filtriranje vode



Tla so imeniten in nenadomestljiv filter. Sistem makro- in mikropor v tleh deluje kot zelo drobno sito, saj učinkovito zadržuje večje in manjše delce ter prepušča površinsko in meteorno vodo in s tem napaja podzemno vodo. Na svoji površini in v vrhnjih horizontih tla tako zadržijo različne prašne delce naravnega izvora (prašni drobci kamnin in talni delci) ali antropogenega izvora (npr. saje, kovinski delci, pepel). Tla filtrirajo tudi poplavno vodo, ki ob razlitjih iz strug odloži drobne in grobe delce na površinah ob vodotokih. V veliki meri tla filtrirajo tudi morebitne izpuste iz naselij, naj gre za fekalno ali industrijsko vodo, ki ni zajeta v sisteme kanalizacije.

Tla filtrirajo praktično vso vodo, ki jo v Sloveniji črpamo za pitno vodo.

◀ Slika 25: poti vode skozi tla – mesta spiranja.
Slika prikazuje obledele lise spranih mest v obliki jezikov, ki segajo od površine tal v globino. Te nastanejo zaradi poudarjenega pretoka vode v podtalje. S tem je na teh mestih poudarjeno spiranje: tako hranil, humoznih snovi kot glinenih delcev.



▲ Slika 26: Opodzoljevanje - intenzivno spiranje tal.
Slika prikazuje poti spiranja, v katerih je sprana organska snov, ter močno spran in obleden E horizont pod humoznim A horizontom.

3.1.2 Pretvorba in nevtralizacija onesnaževal

Poleg fizikalnega filtriranja opravljajo tla še kemijsko filtriranje, nevtralizacijo in razgradnjo škodljivih ali nevarnih snovi (onesnaževal). Te sposobnosti so v največjem obsegu odvisne od lastnosti tal. Vezava onesnaževal, kot so težke kovine (Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Hg, Mn itd.), ali obstojnih organskih onesnaževal (npr. PCB, PAH) je v veliki meri odvisna vsaj od biološke aktivnosti tal, večje vsebnosti organske snovi in primerne vsebnosti glin, ustrezne globine tal, dobre strukture ter zračno-vodnih razmer.

Čeprav je mehanizem vezave zelo učinkovita »past« za težke kovine, tla nimajo neomejene možnosti vezave. Ko vnos težkih kovin preseže sposobnost vezave, postanejo tla vir teh onesnaževal. Ravno tako lahko tla začnejo oddajati prej vezane težke kovine takrat, ko se poslabšajo njihove lastnosti: ko se tla zakisajo, ko se zmanjša vsebnost organske snovi ali ko so tla za daljši čas zasičena z vodo. Skrb za univerzalno okoljsko kakovost tal (ki je praktično enaka splošni kmetijski kakovosti) je hkrati skrb za ohranjanje nevtralizacijskih in očiščevalnih sposobnosti tal.

Fizikalno filtracijo padavinske in poplavne vode ter kemijsko razgradnjo in nevtralizacijo škodljivih snovi uvrščamo med najpomembnejše okoljske storitve tal.

3.2 Tla so skladišče ogljika, vir in ponor atmosferskega CO₂

Tla so največji kopenski ponor ogljika. Vsebnost organske snovi oz. humusa v tleh je izjemnega pomena tudi v prizadevanjih za blaženje klimatskih sprememb. Velika poraba fosilnih goriv je v preteklosti prispevala in še danes prispeva k povečani vsebnosti CO₂ v atmosferi, ki velja za najpomembnejši toplogredni plin. Kapaciteta tal za vezavo/ponor ogljika je odvisna tudi od drugih lastnosti tal, od talnega tipa. Ne glede na vrsto tal pa je treba v programih za blaženje klimatskih sprememb v kmetijskem, gozdarskem in prostorskem sektorju tla ustrežneje umestiti. Ohranjanje tal in ukrepi za povečevanje vsebnosti talne organske snovi so pomemben prispevek za zmanjševanje CO₂ v atmosferi in s tem boj proti klimatskim spremembam v kmetijstvu, gozdarstvu ter drugih oblikah rabe.

3.3 Pomen tal za biotsko pestrost

Ohranjanje biotske pestrosti je v Evropi del Strategije trajnostnega razvoja²⁷. Sprejeta je bila Strategija ohranjanja biotske raznovrstnosti do leta 2020²⁸ in ustrezni akcijski načrti. Žal strategije varovanja narave slabo zajemajo biotsko pestrost tal, z izjemo že omenjenih šotnih tal, ki jih do neke mere pokriva Ramsarska konvencija. Organizmi v tleh do nedavna niso bili vključeni v ukrepe varovanja narave in naravnih virov, kljub temu, da je biotska pestrost tal izjemna. V grudi tal, ki jo držimo na dlani, je lahko več milijard organizmov, ki so pomemben člen v kroženju snovi in energije. Pogosto slišimo, da več kot polovica od 10 milijonov vrst rastlin in živali na Zemlji živi v tropskih deževnih gozdovih. Če bi s podobnimi merili ocenjevali biotsko pestrost tal (številčnost vrst), potem bi se lahko zgodilo, da bi v eni sami grudi tal biotsko pestrih in živih tal na naši dlani lahko našli sto tisoče ali celo preko milijon vrst živali²³.

Pomemben razlog za slabo poznavanje biotske pestrosti tal v primerjavi z nadzemnimi ekosistemi je pomanjkanje primernih metod vzorčenja živali in slabo poznavanje sistematike (taksonomije) vrst v tleh, kjer je vrste težje opazovati in ujeti, in predvsem je veliko vrst še neznanih. To tudi otežuje določitev t. i. vročih točk biotske pestrosti (hot-spots) kjer bi lahko biotsko pestrost tal ustrezno ovrednotili in zavarovali. Možen pristop je določitev t. i. »ključnih« vrst, ki so primerno velike za opazovanje in imajo predvsem velik ter merljiv vpliv na njihov talni ekosistem. Taki organizmi so pogosto deževniki, ki veljajo tudi za indikatorje večje biotske pestrosti v kmetijskih tleh²⁹, pa tudi drugih tleh.

Strategije za varovanje biotske pestrosti tal so se zaradi omenjenih težav in posebnosti talnih ekosistemov ter talne biote osredotočile na varovanje funkcij in ekosistemskih storitev tal, s čimer posredno pridobiva na pomenu tudi biotska pestrost tal. Proces, interakcije in biota v tleh pomembno vplivajo na nadzemsko biotsko pestrost, kar je posebej vidno v naravni in pol naravni rabi tal, medtem ko so na kmetijskih površinah ali v monokulturnih sajenih gozdnih sestojih ti vplivi manj zaznavni.



▲ Slika 27: Degradirani gozd rdečega bora in kostanja na kislih, spranih tleh na pleistocenskih ilovicah, Podvin.

▼ Slika 28: Sestoj breze na globokih šotnih tleh, Ljubljansko barje.



Tla so prostor četrtnine svetovne biotske raznovrstnosti in biotska pestrost tal zahteva enako pozornost kot tista nad tlemi.



▲ Slika 29: Grbinasti travniki V Trenti.
Tla grbinastih travnikov se spreminjajo na zelo kratki razdalji. Na grebenih grbin so plitvejša in bolj sušna, medtem ko so v vdolbinah globlja, z več organske snovi in hranil ter praviloma tudi vlažnejša. V tem primeru gre za pester mikropreplet različnih rastišč, kar ima za posledico visoko biotsko pestrost grbinastih travnikov.

3.4 Tla usmerjajo rabo tal ter sooblikujejo naravno in kulturno krajino

Naravna in kulturna krajina sta odraz naravnih lastnosti prostora in/ali človekovega delovanja. Tla imajo pomemben vpliv na značilni videz nekaterih slovenskih krajin. Tako so, na primer, terasasta pobočja Dolenjske v veliki meri obstojna zaradi stabilnosti rjavih pokarbonatnih tal oz. zaradi propustne in obstojne poliedrične strukture v nosilnem Brz-horizontu. Za razliko od njih so terase v slovenski Istri praviloma podprte z zidovi zaradi erodibilnih evtričnih rjavih tal s slabo obstojno oreškasto strukturo Bv-horizonta. Karbonatna rjava tla in evtrična rjava tla v Istri, Brdih, na vipavskih gričih, Halozah in v Slovenskih goricah omogočajo velik delež vinogradov in sadovnjakov, znana so tudi terasasta pobočja okoli Jeruzalema. Sprana in zelo kisl (akrična) tla Bele krajine so temelj belokranjskih steljnikov. Oglejena tla večjih dolin na Dolenjskem (npr. Trebnje, Mirna) določajo hidromorfni videz krajine. Odcedna evtrična rjava tla na karbonatnih prodih in peskih med Žalcem in Šempetrom v Savinjski dolini so v njivski rabi in skrbno obdelana v značilnih hmeljiščih. Ta krajina je v izrazitem kontrastu z mokrimi travniki na hipoglejih levega in desnega brega Ložnice v neposredni sosesčini. Primerov je seveda mnogo več. Rabo tal in pedosekvenca Slovenije je v knjigi *Krajina in krajinski sistemi* dobro opisal prof. dr. Albin Stritar^{25,30}.



▲ Slika 30: Terasa na Dolenjskem – značilnost krajine, ki ima vzroke v lastnostih tal. Slika prikazuje značilno terasasto pobočje, ki je nastalo zaradi kmetijske obdelave – oranja tal. Posebnost teh teras je njihova obstojnost. Poliedrična struktura dominantnega Brz-horizonta je stabilna, slabo erodibilna. Zato so terase bistveno bolj obstojne kot terase močno erodibilnih tal, kot so npr. evtrična rjava tla v slovenski Istri ali Goriških brdih.

3.5 Tla so lahko naravna dediščina

Naravno dediščino Slovenije v veliki meri varuje zakonodaja in vzpostavljeni sistem varovanja. V register naravnih vrednot Slovenije je ta trenutek uvrščenih 485 podzemeljskih in geomorfoloških, površinsko geomorfoloških, geoloških, hidroloških, botaničnih in zooloških naravnih vrednot. Tako kot npr. geološke formacije in druge naravne pojave³¹⁻³³ bi bilo kot naravno dediščino treba zavarovati redka, značilna in posebna tla oz. talne tipe, redke formacije v tleh ali posebno genezo tal. Nekatera posebna tla so varovana implicitno v okviru drugih značilnosti in prostorov, a pogosto neprepoznana kot dejavnik varovanih posebnosti. Tako so npr. zaščitena šotna tla v okviru visokih barij na Pokljuki³⁴ oz. Pohorju³⁵, medtem ko sama šotna tla, njihov nastanek, njihove posebnosti, tlotvorni procesi in vloga v npr. kroženju snovi ter skladiščenju ogljika, pa niso posebej razložena.



Kot redke in varovanja potrebne lokacije posebnih tal lahko štejemo npr. podzol na Področju Črne Prsti in opodzoljena tla na Pokljuki, kar so redke posebnosti v slovenskih litoloških in klimatskih razmerah. Takšne lokacije bi bilo treba sčasoma pedološko in pedomorfološko popisati ter jih uvrstiti v Register naravnih vrednot, v katerega bi bilo smiselno uvesti novo kategorijo Talne naravne vrednote.



- ◀ Slika 31: Krioturbacija – mešanje zaradi krčenja in nabrekanja različnih slojev/horizontov zaradi zmrzovanja in tavanja v obdobju poledenitev.
- ▲ Slika 32: Šotna tla Pokljuke.
- Slika 33: Močno spran in opodzoljen talni profil v smrekovem gozdu.
Slika prikazuje obdelan in močno spran E-horizont ter poti spiranja, v katerih je izprana organska snov. Temnejša območja nad belo matično podlago (močno preperela ledeniška morena) označujejo sprano organsko snov in glino.

Funkcije in ekosistemske storitve

Tla so stičišče litosfere, hidrosfere in atmosfere ter preplet živega in mrtvega sveta. Sestavljena so iz nežive snovi in množice bitij s številnimi interakcijami med njimi. Tla sama so bogat in pester ekosistem, zelo različen od »običajnih« ekosistemov.

V moderni, vase zagledani družbi imamo navado pomisliti: kaj mi to koristi? Kaj imam od tega?

Kaj imamo torej od tal? Precej oz. zelo veliko, bi lahko trdili. Tla dejansko opravljajo storitve, ki so nam na prvi pogled samoumevne. Samoumevno je npr., da rastline rastejo in s tem naša hrana; da je voda čista; da se CO₂ vrača v atmosfero; da se »strupi razstrupijo, saj zemlja tako vse očisti in predela«; itd.. Seznam storitev in dobrobiti, ki jih opravljajo in priskrbijo tla, je enostavno dolg!

Ko varujemo tla, varujemo ekosisteme in ekosistemske storitve tal v okolju.

4.1 Ekosistemske storitve

Ekosistemske storitve (ES) so širok nabor dobrin in storitev ekosistemov^{36–39}, ki jih lahko porazdelimo v štiri skupine³⁶:

- **oskrba z dobrinami:** posredna in neposredna hrana za človeka in živali, pitna/sladka voda, biomasa za proizvode (les, vlakna) in energijo (les, energetske rastline);
- **regulacijske storitve za delovanje ekosistemov:** uravnavanje kroženja in dostopnosti snovi (voda, plini, hranila, onesnažila), klimatskih razmer ter naravnih procesov (erozija, poplave, zemeljski usadi), biotskih procesov in storitev (opraševanje, rastlinske in živalske bolezni);
- **kulturno-izobraževalne storitve:** estetske, duhovne, rekreacijske in izobraževalne;
- **podpora in storitve funkcioniranja ekosistemov:** zadrževanje in kroženje hranil, pridelava in proizvodnja dobrin, vzdrževanje biotske pestrosti, življenjski prostor.

Za človeka primarne ES zajemajo oskrbo z vodo in hrano, rastline, ki jih uporabljamo za pridobivanje energije kot industrijske surovine, in zdravila. Ključne, a pogosto spregledane ES, pa predstavljajo

obsežen nabor procesov v okolju, kot so npr. skladiščenje ogljika, zadrževanje in kroženje vode in pretvorba in razgradnja snovi, regulacija klime, itd.

Med ES štejemo tudi manj očitne, težko merljive in predvsem pogosto zelo subjektivne ekosistemske storitve, kot je npr. zadovoljstvo zaradi lepote kulturne krajine ali naravnega okolja, biotska pestrost nad zemljo, v vodi in v tleh ali pozitivnih vplivov ekosistema na človekovo telesno in duhovno zdravje. Subjektivnost nekaterih ES pa povzroča težave v opredelitvah njihovega pomena in vloge v okolju ter za človeka^{40, 40–42}.

4.2 Ekosistemske storitve tal (EST)

Resnici na ljubo številne ES pravzaprav opravljajo tla. Gre torej za ekosistemske storitve tal (EST), pa naj bodo tla v gozdni, kmetijski, naravni ali urbani rabi. EST so bile kasneje^{43–48} in relativno slabše prepoznane kot splošne ekosistemske storitve^{38, 41}.

Tla torej opravljajo EST, od katerih so nekatere temelj delovanja celotnih kopenskih ekosistemov, medtem ko so druge pomembnejše za dobrobit človeka in tretje za lastnosti, potenciala ter videz lokalnega okolja. Preglednica 1 v stolpcu *Pomen* pripisuje teži posameznih EST za delovanje ekosistemov (E), neposredno dobrobit človeka (Č) ter lokalno okolje (O). Stolpec *Raba tal* vsebuje oznako za primarno rabo tal za posamezno EST ali v okviru katerih vrst rabe tla opravljajo posamezno ekosistemsko storitev v večjem oz. pomembnejšem obsegu. Takšna opredelitev je načelna; v posameznih primerih je lahko obseg ali pomen EST oziroma pomen rabe tudi drugačen, ravno tako je lahko drugačen tudi vrstni red črk v stolpcih.

▼ Preglednica 1: Ekosistemske storitve tal ter njihov pomen za človeka in okolje.

Pomen	Raba tal	Ekosistemske storitve tal
Č	K	pridelava hrane, krme, energetskih in industrijskih rastlin
Č, E, O	G, K	pridelava biomase
E, O	K, G, N	skladiščenje ogljika; lokalno in globalno kroženje ogljika
E, O	K, G, N	kroženje hranil (N, P, S, itd. mikroelementi)
Č	K, G, N	filtriranje meteorne in poplavne vode, trdih delcev in tekočih onesnaževal
Č	K, G, N	zadrževanje, nevtralizacija in razgradnja onesnaževal
E, O	G, K, N	regulacija mikro klimatskih razmer in globalne klime
E, O	N, G, K	so habitat za talne organizme
Č, O	N, K, G	regulacija količin poplavne vode
Č	N, G	vir zdravil in zaradi pestrosti talne biote »bazen« genov
Č	U	vir gradbenega materiala (pesek, glina, šota)
Č	N, K, G, U	ohranjenje in varovanje kulturne ter naravne dediščine

Obseg EST je v prvi vrsti odvisen od fizikalnih, kemijskih in biotskih lastnosti tal. S spremembami lastnosti tal (slabšanjem, izboljšanjem) se obseg ekosistemskih storitev tal spreminja, s tem pa se spreminjata tudi delovanje in dobrobit koristnikov ekosistemskih storitev (človek, okolje). S posegom človeka se obseg EST lahko zmanjša (degradacije) ali poveča (melioracije).

Načeloma imajo zaradi svojih fizikalnih, kemijskih in pogosto tudi biotskih lastnosti dobra kmetijska tla večjo sposobnost opravljanja ekosistemskih storitev in funkcij medtem ko so ekosistemske storitve gozdnih tal, zaradi svojih slabših splošnih kakovosti, pogosto skromnejše. Tla v naravni ali (pol) naravni rabi (npr. v gorah) imajo npr. zaradi plitvosti, ekstremne kislosti, slanosti, skeletnosti, hidromorfnosti in drugih omejitev manjše sposobnosti izvajanja posameznih ali večine ekosistemskih storitev. Tla v mestih, kolikor jih je, prispevajo k obravnavanim ekosistemskim storitvam v manjšem obsegu; kar pa ne pomeni, da je ta prispevek za prebivalce mest nepomemben. Zaradi okoljskih storitev pozidava kmetijskih zemljišč ne ogroža le pridelave hrane in druge biomase, pač pa zmanjšuje sposobnost za izvajanje ekosistemskih storitev in drugih funkcij, ki so pomembne za človeka⁴⁹.

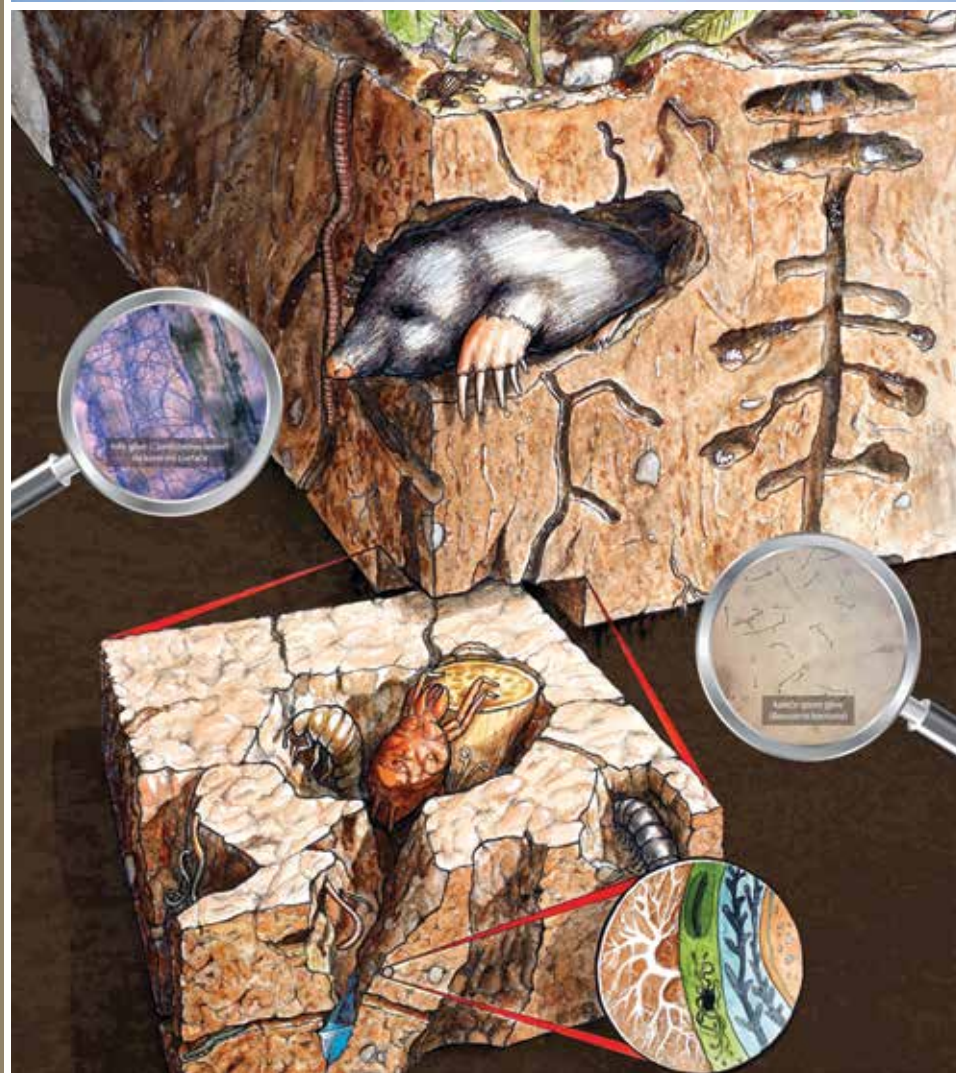
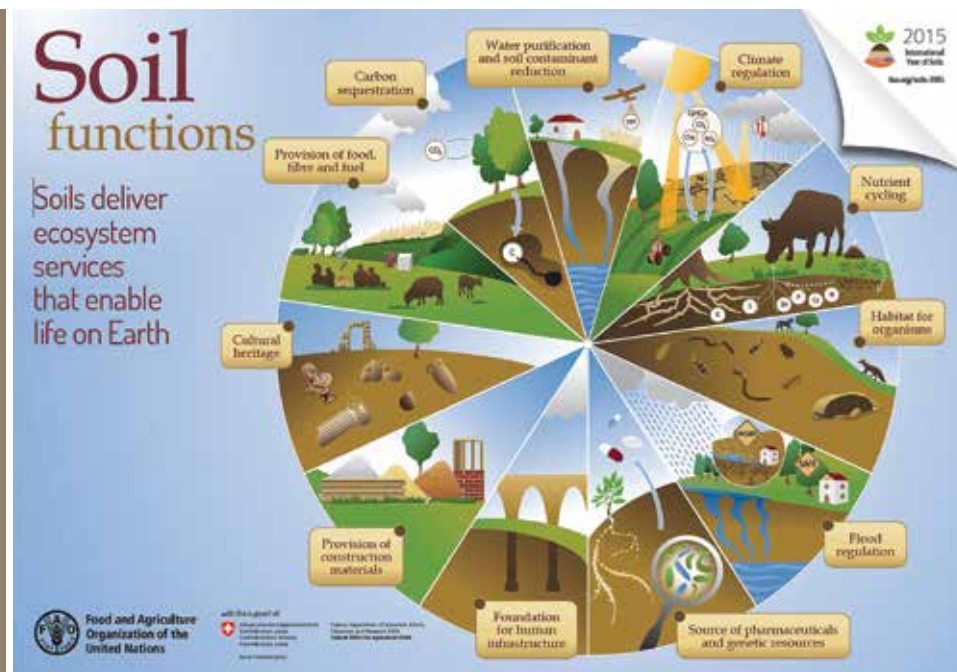
Ekosistemske storitve tal se lahko tudi izključujejo. Tako npr. pridobivanje mineralnih surovin, gline ali peska, izključuje večino drugih EST. Sanacija gramoznic in glinokopov predstavlja ponovno vzpostavitev EST na določenem območju.

V okviru namenske rabe tal torej pristajamo na kompromis, da so določene EST zmanjšane na račun drugih EST, ki so povečane, primarne v določeni rabi. Povsem nazoren je kompromis v primeru kmetijskih zemljišč: nadzemno biotsko pestrost zavestno izključujemo zaradi pridelave kulturnih rastlin. Žal v veliki meri s kmetijsko pridelavo povzročimo zmanjšanje biotske pestrosti tudi v tleh, saj sta obdelava in gnojenje tal moteča ali izključujoča za določene organizme. Podobno je v primerjavi z naravnimi mešanimi gozdovi zmanjšana nadzemna in talna biotska pestrost v umetno osnovanih monokulturah smreke. Še radikalnejši je primer pozidave ne glede na to, ali gre za naravne, gozdne ali kmetijske ekosisteme. S pozidavo praktično izničimo tako nadzemsko kot talno biotsko pestrost in vse ekosistemske storitve.

►▲ Slika 34: Ključne ekosistemske storitve tal po sektorji (FAO)

►▼ Slika 35: Tudi tla sama so ekosistem.

Tla so poseben ekosistem v katerem se lahko hitro izmenjujeta zrak in voda. Ekosistem, ki je lahko moker, vlažen, svež ali suh. Atmosfera v tleh se razlikuje od atmosfere nad tlemi, saj vsebuje približno 10 x več CO₂, kot atmosfera na tlemi, manj kisika in manj dušika. Posebnim razmeram in hitrim spremembam so prilagojeni tudi talni organizmi.



4.3 Degradacija tal

Tla ogrožajo številni procesi⁵⁰. Nekateri so naravni in jih človekove dejavnosti lahko močno pospešijo, drugi so v celoti posledica človekovih aktivnosti. Med bistvene procese degradacije tal sodijo erozija, izguba organske snovi, zakisanje in izguba hranil, onesnaženje s težkimi kovinami in obstojnimi organskimi onesnažili, zaslanjevanje, zbijanje in plazenje tal. Vse te degradacije zmanjšajo sposobnost tal opravljanja vsaj ene, če ne več, bistvenih ekosistemskih storitev tal. Degradirana tla še opravljajo ekosistemske storitve, a v zmanjšanem, pogosto nezadostnem obsegu. Degradacija tal je degradacija okolja. Pomembna degradacija tal, ki izstopa, je pretirana pozidava. Ta je nepredušno prekritje tal z objekti, kot so stavbe, tlaki, prometnice itd. Pozidava je praviloma povezana z odstranitvijo zgornjega dela tal. Pozidana tla praktično opravljajo samo nosilno funkcijo. Vse okoljske funkcije in ekosistemske storitve so izničene. Zaradi izjemno dolgotrajnega procesa nastajanja tal so pozidana tla praktično izgubljena za dobo človekove civilizacije.

Pozidavi in urbanizaciji se ni možno izogniti, lahko pa se izognemo pretiranim izgubam tal in njihovih storitev, če pri prostorskem načrtovanju upoštevamo pomen tal in prepoznamo njihove ekosistemske storitve ter uvedemo primerne prakse. Te so npr.: racionalizacija obsega pozidave, ohranjanje najboljših tal in njihovih storitev, kjer je le možno, zmanjšanje posegov na najboljših kmetijskih zemljiščih, izogibanje nepotrebnim in obsežnim tlakovanjem v urbanih okoljih, ohranjanje in vzdrževanje zelenih površin ter primerno ravnanje z odstranjenim, najpomembnejšim zgornjim delom tal.

Evropska komisija je zaradi velikih izgub in pozidav dobrih tal v Evropi pripravila smernice in dobre prakse za omejevanje, blaženje in nadomestitev pozidave tal (*Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing*)⁵¹. EU v Sedmem okoljskem akcijskem programu, ki je začel veljati 17. januarja 2014, prepozna, da je degradacija tal resen izziv. Program zavezuje EU in države članice k povečanju prizadevanj za zmanjšanje erozije tal in povečevanju vsebnosti organske snovi v tleh, k sanaciji onesnaženih tal ter k trajnostni rabi in boljšem varovanju tal⁵².

► ▲ Slika 36: Gradbena jama, Šmartno - Gorenje. Pozidava kmetijskih tal na kakovostnih aluvijalnih tleh. Tla okoli gradbišč, na mestnih zelenicah, ob prometnicah in parkiriščih ter pogosto tudi v parkih in na otroških igriščih, so praviloma premešana in vsebujejo ostanke gradbenega materiala. V teh tleh pogosto najdemo različne primesi (smeti), kot so kovine, koščki plastike, stekla, lesa, bitumnov in ostanki embalaže. Tla so pogosto onesnažena tudi zaradi teh primesi.

► ▼ Slika 37: Erozija na kmetijskem zemljišču, Hoče. Slika prikazuje jarkasto erozijo na blagem pobočju. Zelo slabo prepustna psevdooglejena tla z neobstojo strukturo so v njivski rabi lahko močno erodirana.



Povzetek

V preteklosti, pa tudi še sedaj, kakovost tal ocenjujemo predvsem skozi agrocentrični pristop, kar sicer ni narobe, a na ta način zanemarjamo izjemno pomembno okoljsko vlogo tal. V preteklosti so ljudje v večji meri prepoznali in ločevali »dobra« tla od »slabih« in so manj rodovitna tla ter za obdelavo neugodna zemljišča namenjali gozdu, »dobra« tla pa so ohranjali za pridelavo hrane. Gledano na splošno so tla kmetijskih zemljišč tista, ki so sposobna izvajati najširši nabor funkcij tal, pri čemer izstopa njihova sposobnost opravljanja bistvenih ekosistemskih storitev. Pomembnost ohranjanja kmetijskih zemljišč, ne samo zaradi pridelave hrane, pač pa tudi zaradi ekosistemskih storitev, je prepoznana tudi v dokumentih Evropske komisije in od decembra 2007 v amandmajih Evropskega parlamenta na Predlog uredbe za varovanje tal. V dokumentih so tla kmetijskih zemljišč zaradi svoje vsestranskosti ocenjena kot tisti del naravnega vira, ki ga je treba varovati in vzdržno koristiti.

Napačna pa bi bila teza, da je treba varovati samo dobra kmetijska tla. Trajnostna raba in varovanje tal ter njihovih ekosistemskih storitev je potrebna v vseh sektorjih; v kmetijstvu in gozdarstvu, v razvoju naselij, pa tudi v gospodarskem in naravovarstvenem sektorju. Ukrepi in dobre prakse se po sektorjih močno razlikujejo. Tako se je npr. v kmetijskem sektorju treba osredotočiti na povečevanje in ohranjanje organske snovi v tleh, v gozdarskem na zmanjšanje zakisanja tal v čistih in umetnih sestojih iglavcev ter zmanjševanje zbijanja in poškodb tal pri strojni sečnji. V gospodarstvu je treba preprečevati izpuste, ki vodijo k onesnaženju tal. Pri razvoju naselij je treba (z ukrepi zemljiške politike) izboljšati notranji razvoj naselij ter pri tem zagotoviti ustreznejše razmerje med grajenimi in zelenimi površinami, omogočati boljšo propustnost tal in omejiti urbanizacijo. Nabor potrebnih aktivnosti in dobrih praks po sektorjih je še bistveno daljši.

Tla smo tudi v Sloveniji predolgo zanemarjali. Pretirano pozidujemo, posebej najboljša kmetijska zemljišča. V preteklosti smo marsikje zmanjšali vsebnost organske snovi v tleh, povzročamo pospešeno erozijo, zakisanje in onesnaženje tal. Pozabljamo, da tla nastajajo zelo počasi, le nekaj centimetrov v tisoč letih. Ko jih uničimo, so uničena za dobo človekove civilizacije. Zato so tla nenadomestljivi naravni vir.

Franklin D. Roosevelt je po hudih degradacijah tal in vetrovni eroziji v tridesetih letih prejšnjega stoletja pozval guvernerje vseh ameriških zveznih držav k podpori izvajanja zveznega zakona o varovanju tal. V pismu, februarja 1937⁵³ je med drugim zapisal: »*Nacija, ki uničuje svoja tla, uničuje sebe (The nation that destroys its soil, destroys itself)*«. Za tisti čas vsekakor vizionarska misel ni daleč od resnice.

Poudarki

- Rodovitnost je bistvena lastnost tal, ki omogoča življenje na kopnem, je eden izmed razlogov za biotsko pestrost, ključna za pridelavo hrane in nujna za dobro prirast gozdov.
- V gozdovih, naravni in pol naravni rabi tal je rodovitnost pomembna lastnost, ki določa rastlinske združbe in s tem nadzemno biotsko pestrost.
- Ključni ukrepi za ohranjanje rodovitnosti so enaki trajnostni rabi kmetijskih zemljišč: ohranjanje primerne vsebnosti oz. založenosti rastlinskih hranil v tleh, preprečevanje zbijanja tal in zmanjševanje izgube talne organske snovi, ohranjanje dobre strukture in biotske pestrosti tal.
- Ohranjanje dobre rodovitnosti tal je dolžnost sedanjih generacij do naslednjih generacij. Zanamcem moramo zapustiti rodovitna in neonesnažena tla.
- Tla filtrirajo praktično vso vodo, ki jo pijemo v Sloveniji.
- Fizikalno filtracijo meteorne in poplavne vode ter kemijsko razgradnjo in nevtralizacijo škodljivih snovi uvrščamo med najpomembnejše okoljske storitve tal.
- Ohranjanje tal in ukrepi za povečevanje vsebnosti talne organske snovi so pomemben prispevek za zmanjševanje CO₂ v atmosferi in s tem v boju proti klimatskim spremembam.
- Tla so prostor četrte svetovne biotske raznovrstnosti in biotska pestrost tal zahteva enako pozornost kot tista nad tlemi.
- Ko varujemo tla, varujemo ekosisteme in ekosistemske storitve tal v okolju.
- Tla so nenadomestljiv naravni vir.

Zahvale

Ta publikacija verjetno ne bi nastala brez pobude in finančnih sredstev Ministrstva za okolje in prostor. Ministrstvu se zahvaljujem za podporo in dobro sodelovanje.

Zahvaljujem se dr. Tomažu Kralju, dr. Mateji Muršec, dr. Ireni Bertonecelj, dr. Primožu Simončiču in dr. Alešu Poljancu za skrbno branje, konstruktivne pripombe in nasvete.

Slovarček

Izraz **tla** opredeljuje naravno tvorbo, ki v procesu pedogeneze nastaja na matični podlagi pod vplivom različnih tlotvornih dejavnikov. Najbolje je definicijo nastajanja tal podal Hans Jenny, ko je opredelil tla kot funkcijo pedogenetskih faktorjev (matična podlaga, klima, nagib, biosfera, raba ...) ⁵⁴.

Izraz **tla** zajema vse sloje/horizonte od površine do podtalja/matične podlage. Lastnosti tal so funkcija (in ne seštevek) lastnosti posameznih horizontov. Posamezni horizonti in njihove lastnosti opredeljujejo talni tip – so diagnostični. Spranih tal ni brez E-horizonta, pokarbonatnih ne brez Brz-horizonta in hidromorfni ne brez G-horizontov.

1.	A-horizont	Mineralni horizont na površini ali pod O-horizontom, ki ga določa kopičenje (akumulacija) oz. večja vsebnost organske snovi; vsebuje več razgrajene organske snovi in manj gline ter seskvioksidov kot spodnji horizonti; lahko odraža posledice rabe tal (oranje, paša, košnja).
2.	Abiotski dejavniki	Geološki, geomorfološki, meteorološki, kemijski ali fizikalni dejavniki.
3.	Acidofilen	Kisloljuben, nasprotno od bazilen; → acidofilne rastline.
4.	Aerobne razmere	Stanje stalne dostopnosti molekularnega kisika.
5.	Anionska izmenjalna kapaciteta	Skupna količina izmenljivih anionov, ki jih tla lahko adsorbirajo; izražena v meq/100 g tal; lahko tudi v centimolih oz. milimolih naboja/kg tal.
6.	Antropogena tla	Tla, katerih zgradba, vrsta, razporeditev in lastnosti posameznih horizontov so močno spremenjeni zaradi prevladujočih vplivov človekovih dejavnosti; tla, ki so nastala s pomembnim mešanjem, dodajanjem snovi in hranil in organske snovi; npr. vrtna tla.
7.	Aluvialna tla	Nastala na recentnih zasipih rek in vodotokov različne teksture, ki se lahko razlikuje po plasteh in ki še nimajo jasno razvitih pedogenetskih horizontov oz. je lahko slabo razvit le en horizont; tla se le slabo razlikujejo od materiala, iz katerega so nastala; v klasifikacijah tal: skupina slabo razvitih tal, ki se po lastnostih le malo razlikujejo od aluvialnega materiala, iz katerega nastajajo.
8.	Apnena konkrecija	Skupek spranega kalcijevega karbonata oz. drugih snovi, ki jo kot vezivo povezuje kalcijev karbonat.
9.	Barska tla	Največkrat šotna tla na barju; z več kot 30 % organske snovi; lahko so: • surova šota z vidnim poreklom rastlinskega materiala (npr. mah, trava, ostanki jelše ...) ali • zelo dobro preperela in humificirana organska snov.
10.	Diagnostičen horizont	Horizont z jasno izraženo kombinacijo lastnosti, ki so značilne za posamezne skupine ali tipe tal; horizont, na podlagi katerega z gotovostjo določimo talni tip; → talni horizont; → nosilni horizont.

11. Degradacija tal	Zmanjševanje sposobnosti tal izvajanja funkcij in storitev tal, največkrat kot posledica človekovih posegov v okolje in naravnih procesov; poslabšanje fizikalnih, kemičnih in biotskih lastnosti tal in s tem zmanjšanje rodovitnosti; degradirana tla vsaj deloma izgubijo sposobnost izvajanja funkcij tal; bistvene degradacije tal so predvsem erozija, zmanjševanje vsebnosti talne organske snovi, onesnaženje tal, pozidava tal, zbijanje tal, zmanjševanje talne biotske raznovrstnosti; zaslanjanje; erozija; zbijanje; pozidava; urbanizacija tal. http://soils.usda.gov/sqi/concepts/glossary.html
12. Distričen	Horizont ali tla, revna s hranili in najpogosteje kislja; tla z nosilnim horizontom v globini od 20 do 50 cm, v katerem je delež zasičenosti z bazičnimi kationi manjši od 50 %; nasprotno od evtričen; distrična tla; vrednost.
13. Drenaža	Odtekanje vode iz talnega profila; odtok vode s pronicanjem; površinski odtok vode; →pretirana drenaža.
14. Ekosistemske storitve tal	Ekosistemske storitve, ki jih opravljajo tla. Tla predvsem: • omogočajo produkcijo biomase oz. pridelavo hrane, krme, industrijskih in energetskih rastlin; • zadržujejo, filtrirajo, transformirajo, nevtralizirajo, razgrajujejo hranila oz. onesnaževala, vodo in druge snovi. • So življenjski prostor organizmov, kar omogoča izjemno pestrost življenjskih oblik in s tem zbirko genov za človeka posredno ali neposredno koristnih mikro- in makroorganizmov; • so rezervoar organskega ogljika; • arhiv kulturne in naravne dediščine. Dopolnjeno po ⁴⁶ . →glej »ekosistemske storitve«
15. Erozija	Odnášanje delcev s površine tal z vetrom, dežjem ali namakalno vodo, ledom ter drugimi naravnimi in antropogenimi dejavniki, ki delce tal ali matične podlage ločijo od površine, jih prenesajo in odložijo na drugih mestih.
16. Evtričen	Nasičen z bazičnimi kationi (predvsem Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ , K ⁺ , Na ⁺) in slabo kislo, nevtralno ali slabo alkalno reakcijo; nasprotno od →distričen; →evtrična tla; →distrična tla.
17. Funkcija tal	Vloga, ki jo imajo tla v kopenskih ekosistemih, procesi, ki jih omogočajo tla, ter storitve, ki jih tla zaradi svojih lastnosti opravljajo v kopenskih ekosistemih: • prirast oz. pridelava biomase – pridelava hrane, krme, energetskih rastlin (npr. oljnice), zdravilnih in okrasnih rastlin; gojenje gozda in okrasnih drevnin, prirast lesne biomase, rastlin, rastlinske surovine (les, industrijske rastline); • filtriranje meteoritnih in površinskih voda: zadrževanje mineralnih (pesek, melj, glina) in organskih delcev; zadrževanje/vezava škodljivih spojin in predvsem onesnažil (aktivne snovi FFS in dolgoživih organskih snovi, težke kovine); • nevtralizacija in/ali razgradnja onesnažil (FFS, organske spojine); • spreminjanje kemijske sestave vode (bogatenje z minerali; npr. Ca, Mn, Fe.); • tla kot ponor in centralni medij v globalnem kroženju ogljika (storitev vezave in sproščanja CO₂); • mineralizacija organske snovi, sproščanje biotsko vezanega C in hranil (razgradnja rastlinskih in živalskih ostankov);

		• kroženje prvin/hranil/snovi in energije (kroženje N, P, K ter drugih makro- in mikrohranil); • tla kot medij velike biotske pestrosti (rezervoar genov); • medij, ki ohranja kulturno dediščino (sposobnosti tal ohranjanja zgradb, predmetov, teles preteklih obdobj); • tla kot naravna dediščina – tla sama kot naravno telo z posebnimi/redkimi pedološkimi in pedološko-geomorfološki posebnostmi, posebna/redka tla kot naravna znamenitost.
18.	Glavni horizonti tal	O A →A-horizont B →B-horizont G C R T
19.	Glina (frakcija tal)	Najfinejša frakcija tal z delci, manjšimi od 0,002 mm; →tekstura tal.
20.	Globina tal	Globina tal od površine do matične podlage (oz. C horizonta). Delitev tal glede na globino: • zelo plitva tla: < 15 cm; • plitva tla: 15–40 cm; • srednje globoka tla: 40–80 cm; • globoka tla: 80–100 cm; • zelo globoka tla: > 100 cm.
21.	Gravitacijska voda	Voda, ki pronica v tla ali se izceja iz tal pod vplivom sil težnosti; voda, vezana s silo, manjšo od 0,33 bara.
22.	Grobi melj (frakcija tal)	Delci tal velikosti 0,02–0,05 mm; →tekstura tal.
23.	Grobi pesek (GP) (teksturni razred)	Teksturni razred, ki vsebuje < 10 % gline, med 0 in 15 % melja in > 85 % peska (USDA, teksturna opredelitev). Na otip je grob in oster, zrna peska so jasno zaznana; svaljka ni možno oblikovati; mokrega lahko stisnemo v grudo, ki hitro razpade. →tekstura tal
24.	Hranilo	Snov oz. prvina, ki je nujno potrebna za rast in razvoj rastlin, kot na primer dušik, fosfor, kalij, magnezij, kalcij, železo, bor in druga hranila.
25.	Humus	Večinoma temno obarvan del obstojne organske snovi, ki nastane s humifikacijo dela rastlinskih in živalskih ostankov.
26.	Spiranje	Premeščanje raztopljenih topnih snovi iz gornjih v spodnje horizonte talnega profila.
27.	Melj (frakcija tal)	Teksturna frakcija delcev tal premera 0,05–0,002 mm; zajema grobi in fini melj. →tekstura tal
28.	Okoljske funkcije tal	Pridelava biomase, zadrževanje vode in hranil; filtriranje, zadrževanje, razgradnja in/ali nevtralizacija onesnažil; filtriranje meteornih in poplavnih voda, vezava atmosferskega ogljika, zmanjševanje vodne in vetrne erozije.
29.	Organska snov	Rastlinski in živalski ostanki v tleh v različnih stopnjah razgradnje.

30. Pedologija	Veda o tleh; preučuje tla kot naravno tvorbo, njihov nastanek in razvoj, klasificira tla, preučuje fizikalne, kemijske in biotske lastnosti tal, njihovo rodovitnost in njihove funkcije. Izraz pedology ima v angleščini ožji pomen in zajema genezo, geografijo ter kartografijo tal, medtem ko izraz soil science zajema najširše vsebine vede o tleh; poleg pedologije še področje fizike in kemije tal, vodo v tleh, mineralogijo in drugo.
31. Pesek (frakcija tal)	Teksturna frakcija delcev tal premera 0,05–2 mm; →tekstura tal →USDA teksturna opredelitev.
32. Podzemna voda	Geološki izraz za vodo v zasičenih slojih poroznih kamnin ⁵⁵ .
33. Podzol	Talni tip oz. velika skupina tipov tal, ki nastajajo v humidnih in hladnih do prehodno hladnih klimah, pretežno v iglastih in mešanih gozdovih, največkrat na silikatnih peščenih sedimentih, in jih določa predvsem močno izpran, kisel in sivkast E-horizont pod površinskim A-horizontom.
34. Talni horizont	Različno debel sloj v talnem profilu. Nastal kot posledica delovanja naravnih pedogenetskih procesov, pod delnimi antropogenimi vplivi ali v celoti antropogeneza nastanka. Posamezni horizonti se med seboj razlikujejo po globini, debelini ter fizikalnih, kemijskih in biotskih lastnostih.
35. Talni profil	Navpičen presek tal od površine do matične podlage. Izkopan največkrat za namene opazovanja, opisa, vzorčenja tal; sestavljen iz stene profila, dna profila (vodoravna površina največje globine pod zadnjo stopnico), stranske stene profila, vhoda v profil (usmerjen proti soncu ali v dolino) in stopnic, ki vodijo od vhoda do dna oz. stene profila. ▲ Slika 38: Talni profil Izkop talnega profila: širina vsaj 80 cm, najbolje 1–1,2 m, globina do matične podlage oz. vsaj 20 cm v C-horizont; stopnice: širina stopnic 30 cm in višina 20 cm; dolžina je odvisna od globine profila, okoli 1 m pri plitvih profilih do 2,5 m pri globokih horizontih; v ravnini je čelo profila usmerjeno stran od sonca, v pobočju pa proti vrhu; pri izkopu travno rušo odložimo posebej, zemljino gornjih humoznih horizontov odlagamo na eno stran profila, zemljino spodnjih horizontov pa na drugo stran profila; po čelu profila ne hodimo in ga puščamo nedotaknjene; steno profila očistimo od vrha proti dnu, polovico stene narobkamo od vrha proti dnu in drugo polovico vodoravno gladko obrežemo ali celo vodoravno zgladimo; horizonte določimo v steni profila; zasipamo v obratnem vrstnem redu; profil na travnikih pokrijemo z rušo, v gozdu s steljo.
36. Talni tip	→najmanjša in osrednja enota v sistemu klasifikacije tal, ki združuje tla, ki so si podobna v vseh bistvenih lastnostih; skupina tal (→pedonov), ki ustreza natančneje določenim kriterijem zgradbe tal (prisotnost in razporeditev diagnostičnih talnih horizontov), vrste matične podlage ter kemijskih in fizikalnih lastnosti.

		Talni tip je v Slovenski klasifikaciji tal (SKT) določen na podlagi geneze tal in idealizirane zgradbe profila tal. V SKT so talni tipi na podlagi razvojne stopnje združeni v →razrede tal in ti na podlagi prevladujočih tlotvornih dejavnikov v →oddelke tal. Talni tipi so navzdol podrobneje opredeljeni z →obliko talnega tipa na podlagi prevladujočih morfoloških lastnosti. Talni tip v evropskih klasifikacijah ni ekvivalenten talnemu tipu v Ameriški klasifikacije tal (USDA Soil Taxonomy 1975), pač pa bolje ustreza »great soil groups«⁵⁶
37.	Tla	Preperel površinski del Zemljine skorje, ki nastaja ter se spreminja zaradi vplivov matične podlage, podnebja, reliefa, vode, časa, delovanja organizmov in človeka in v svojem razvoju pridobi bistveno lastnost, ki omogoča življenje na kopnem – to je rodovitnost. Naravno telo, zgrajeno iz talnih horizontov.
38.	Urbanizacija tal	Spreminjanje naravne zgradbe, kemijskih in fizikalnih lastnosti tal med gradnjo; odstranjevanje vrhnjih humoznih horizontov; mešanje naravnih horizontov; vnos drugih snovi (beton, kovine, plastične mase ipd); rekonstrukcija vrhnjih horizontov z navažanjem tal z drugih lokacij; onesnaževanje tal z razpršenim onesnaževanjem (emisije prometa, industrije in gospodinjstev) ter točkovnim onesnaževanjem (npr. razlitje in odlaganje snovi, ki vsebujejo onesnažila); največkrat lahko enačimo z degradacijo tal.
39.	USDA, tekstura opredelitev	Razvrstitev tal v teksturne razrede po Kmetijskem ministrstvu Združenih držav (United States Department of Agriculture); USDA teksturni trikotnik; tekstura tal.
40.	Visoko barje	Območje kislih šotnih tal, nastalih predvsem s šotnim mahom (<i>Sphagnum</i> sp), brez bistvenega dotoka mineralne oz. organske snovi; voda je pretežno padavinska; s hranili zelo slabo založena šotna tla.
41.	Združba tal	Skupina tipov tal, ki značilno nastopajo skupaj, se izmenjujejo in medsebojno prehajajo na območju z enako ali sorodno matično podlago in podobno izraženimi drugimi dejavniki nastajanja tal.
42.	Zrnavost tal	Slovenski izraz za teksturo tal; →tekstura tal.

Stvarno kazalo

A		F	
A horizont	48	FAO	6
abiotiski dejavniki	48	filtriranje	32
acidofilen	48	filtrne sposobnosti tal	16
aerobne razmere	48	fosfor	23
akrična	37	fulvo kisline	18
alge	20	funkcije tal	28
Alpska konvencija	6		
aluvialna tla	48	G	
anionska izmenjalna kapaciteta	48	glavni horizonti	50
antropogena tla	48	glin (frakcija tal)	50
apnena konkrecija	48	glive	20
		Global Soil Partnership	6
B		globina tal	50
bacili	20	globoka tla	50
bakterije	20	glomalin	16
barska tla	48	gnojenje	23
biotska pestrost	34	gravitacijska voda	50
Bodenforum	6	grobi melj	50
Bodenplattaform	6	grobi pesek	50
C		H	
Cd	33	hidromelioracije	26
cianobakterije	20	hidromorfizem	26
Collembola	20	hranila	16
		hranilo	50
D		humin	16
degradacija tal	49	huminske kisline	16
dejavnost	30	humus	9, 50
deževnik	20		
diagnostičen horizont	48	I	
distričen	49	International Decade of Soils	6
drenaža	49	International Year of Soils 2015	6
		izkop talnega profila	51
E		izpiranje	50
ekosistemske storitve tal	42, 49		
erozija	49	K	
Evropska komisija	6	kalci	23
evtričen	49	klimatske spremembe	34

koki24	22
Kulturno-izobraževalne storitve	40

M

makropore	13
melioracije	26
mej	49
mezopore	13
mikroorganizmi	16
mikropore	13

O

okoljske funkcije tal	50
opad	16
organizmi	20
organska snov	50
Oskrba z dobrinami	40

P

PAH	33
past	33
Pb	33
PCB	33
pedologija	51
pestrost	34
plitva tla	50
Podpora in storitve vzdrževanja delovanja ekosistemov	40
podzemna voda	51
podzol	51
ponor ogljika	34
praživali	20
prokarionti	20
Protokol 'Varstvo tal'	6
pršice	20

R

raba tal	41
razgradnja	16
Regulacijske storitve	40
Rodovitnost	47

S

skelet	14
Sphagnum	52
srednje globoka tla	50
steljarjenje	25
steljnik	25
stena profila	51
stonoge	20

T

talna tekočina	13
talni horizont	51
talni organizmi	16
talni profil	52
talni tip	51
tla	52

U

urbanizacija tal	52
------------------	----

V

visoko barje	52
--------------	----

W

World Soil Day	6
----------------	---

Z

založenost	23
Zavedanja	6
združba tal	52
zelo globoka tla	50
zelo plitva tla	50
Zn	33
zračnost	16
zrnavost tal	52

Kazalo slik

Slika 1: Primer profila globokih tal z jasno vidnimi horizonti.	10
Slika 2: Plitva tla – rendzina na dolomitu z A-C-R-zgradbo horizontov, Dobrovlje.	11
Slika 3: Tla v začetni razvojni stopnji – litosol/regosol na apnenem produ z (A)-C-zgradbo horizontov, Robanov kot.	11
Slika 4: Evtrična rjava tla na karbonatnem produ in pesku, plitva z Ap-BC-C1G-C2-C3-profilom, Letuš.	12
Slika 5: Kremenica – tla terana z Ap-P-R-profilom, Pliskovica.	12
Slika 6: Aluvialna in globoko oglejena tla, zasip pretokov iz različnih geomorfoloških območij, Loka pri Mengšu.	12
Slika 7: Struktura tal – oreškasti strukturni agregati.	15
Slika 8: Struktura tal – poliedrični strukturni agregati.	15
Slika 9: Organski horizonti v kisljih in spranih gozdnih tleh Pokljuke.	16
Slika 10: Šotna tla Ljubljanskega barja.	17
Slika 11: Novotvorbe v tleh – karbonatne lutke.	18
Slika 12: Novotvorbe v tleh – večja Mn-konkrecija.	19
Slika 13: Novotvorbe v tleh – prevleke mangana, konkrecije železa in mangana ter karbonatne konkrecije.	19
Slika 14: Naslovnica knjige Živali naših tal.	21
Slika 15: Hrošč.	22
Slika 16: Smaragdni deževnik (Aporrectodea smaragdina) (Foto dr. Tomaž Kralj).	22
Slika 17: Tla kmetijskih zemljišč, Mengeško polje.	27
Slika 18: Tla v gozdu, Pokljuka.	27
Slika 19: Proizvodni gozd – monokultura smreke na spranih, opodzoljenih tleh Pokljuke.	28
Slika 20: Mešani bukov in smrekov gozd na plitvih rendzinah Robanovega kota.	28
Slika 21: Koruza na plitvih evtričnih rjavih tleh na karbonatnem produ in pesku, Topovlje.	29
Slika 22: Koruza na evtričnih obrečnih tleh, Zakl v Savinjski dolini.	29
Slika 23: Poselitev, Žalec.	30
Slika 24: Urbana tla, Nekdaj B horizont je premešan z ostanki gradbenega materiala odložen na površin.	31
Slika 25: poti vode skozi tla – mesta spiranja.	32
Slika 26: Opodzoljevanje - intenzivno spiranje tal.	33
Slika 27: Degradirani gozd rdečega bora in kostanja na kisljih, spranih tleh na pleistocenskih ilovicah, Podvin.	35
Slika 28: Sestoj breze na globokih šotnih tleh, Ljubljansko barje.	35
Slika 29: Grbinasti travniki V Trenti.	36
Slika 30: Terasa na Dolenjskem – značilnost krajine, ki ima vzroke v lastnostih tal.	37
Slika 31: Krioturbacija – mešanje zaradi krčenja in nabrekanja različnih slojev/horizontov zaradi zmrzovanja in tajanja ob obdobju poledenitev.	38
Slika 32: Šotna tla Pokljuke.	39
Slika 33: Močno spran in opodzoljen talni profil v smrekovem gozdu.	39
Slika 34: Ključne ekosistemske storitve tal po sektorji (FAO)	43
Slika 35: Tudi tla sama so ekosistem.	43
Slika 36: Gradbena jama, Šmartno - Gorenje. Pozidava kmetijskih tal na kakovostnih aluvijalnih tleh.	45
Slika 37: Erozija na kmetijskem zemljišču, Hoče.	45
Slika 38: Talni profil	53

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Ekosistemske storitve tal in njihov pomen za človeka in okolje.	41
--	----

Literatura in viri

1. FAO Home. Food and Agriculture Organization of the United Nations Available at: <http://www.fao.org/home/en/>. (Accessed: 25th November 2017)
2. World Soil Day, 5 December. Available at: <http://www.un.org/en/events/soilday/>. (Accessed: 25th November 2017)
3. soils-2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations Available at: <http://www.fao.org/soils-2015/en/>. (Accessed: 25th November 2017)
4. The International Union of Soil Sciences - IUSS | Home. Available at: <http://www.iuss.org/>. (Accessed: 28th November 2017)
5. The International Union of Soil Sciences - IUSS | International Decade of Soils. Available at: http://www.iuss.org/index.php?article_id=588. (Accessed: 25th November 2017)
6. Regional partnerships | Global Soil Partnership | Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <http://www.fao.org/global-soil-partnership/regional-partnerships/en/>. (Accessed: 25th November 2017)
7. Europe | Global Soil Partnership | Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <http://www.fao.org/global-soil-partnership/regional-partnerships/europe/en/>. (Accessed: 25th November 2017)
8. European Soil Partnership - ESDAC - European Commission. Available at: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/networkcooperations/european-soil-partnership>. (Accessed: 25th November 2017)
9. Links4Soils - Alpine Space. Available at: <http://www.alpine-space.eu/projects/links4soils/en/home>. (Accessed: 25th November 2017)
10. ASP. The Alpine Soils Platform
11. Alpine Convention - Konvencija - Protokoli in deklaracije - Home. Available at: <http://www.alpconv.org/sl/convention/protocols/default.html>. (Accessed: 25th November 2017)
12. Program 'Alpski prostor' 2014-2020 - Alpine Convention. Available at: <http://www.alpconv.org/sl/newsevents/latest/newsdetails.html?entryid=107458>. (Accessed: 25th November 2017)
13. Bodenplattform | Home. Available at: <http://www.bodeninfo.net/>. (Accessed: 25th November 2017)
14. BORIS Soil Information System in Austria. www.umweltbundesamt.at Available at: http://www.umweltbundesamt.at/en_boris. (Accessed: 28th November 2017)
15. Umweltbundesamt. Umweltbundesamt Available at: <http://www.umweltbundesamt.de/en/topics/soil-agriculture>. (Accessed: 28th November 2017)
16. EEA Soil. European Environment Agency Available at: <https://www.eea.europa.eu/themes/soil>. (Accessed: 28th November 2017)
17. ELSA. Available at: <http://www.bodenbuendnis.org/index.php?id=1&L=1>. (Accessed: 28th November 2017)
18. Dokuchaev Soil Museum. Available at: <http://xn----dtbaibdbjqd4avhbm3d3d0h.xn--p1ai/en/>. (Accessed: 28th November 2017)
19. Haas, J. S. M. de J., Ingrid. World Soil Museum | ISRIC. Available at: <http://wsm.isric.org/>. (Accessed: 28th November 2017)
20. Emirates Soil Museum. Emirates Soil Museum Available at: <http://www.emiratessoilmuseum.org/>. (Accessed: 28th November 2017)
21. State Soil Museum. Available at: <http://www.keralasoils.gov.in/index.php/institutions-under-the-dept/state-soil-museum>. (Accessed: 28th November 2017)
22. Mednarodno leto tal 2015 - Kmetijski inštitut Slovenije. Available at: http://www.kis.si/Mednarodno_leto_tal_Svetovni_dan_tal. (Accessed: 25th November 2017)
23. European atlas of soil biodiversity. (Published by the Publications Office of the European Union, 2010).
24. Mršič, N., Novak, T. & Devetak, D. Živali naših tal: Uvod v pedozoologijo - sistematika in ekologija s splošnim pregledom talnih živali [Animals in Our Soils: An Introduction to Pedozoology - Systematics and Ecology with General Review of Soil Animals]. (Tehnska založba Slovenije, 1997).
25. Stritar, A. Krajina in krajinski sistemi [Landscape and Landscape Systems]. (Partizanska knjiga, 1990).
26. Kotar, M. Pogovoru o odnosu do kmetijske zemlje v Uradu predsednika Republike Slovenije. Prečiščeno in avtorizirano besedilo magnetograma (Discussion on the attitude to agricultural land. The Office of the President of the Republic of Slovenia. Consolidated and authorized text transcript.). (2009).
27. Sustainable Development - Environment - European Commission. Available at: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/>. (Accessed: 28th November 2017)

-
28. Biodiversity Strategy - Environment - European Commission. Available at: http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/strategy/index_en.htm. (Accessed: 28th November 2017)
 29. Soil Quality: Indicators: Earthworms. Available at: <http://soilquality.org/indicators/earthworms.html>. (Accessed: 28th November 2017)
 30. Stritar, A. Značilna zaporedja talnih oblik v Sloveniji [Typical Soil Type Sequences in Slovenia]. *Geografski obzornik* 12, (1965).
 31. Cerkniško polje - DEDI. Available at: <http://www.dedi.si/dediscina/9-cerknisko-polje>. (Accessed: 27th November 2017)
 32. Divje jezero - DEDI. Available at: <http://www.dedi.si/dediscina/87-divje-jezero>. (Accessed: 27th November 2017)
 33. Dovžanova soteska - DEDI. Available at: <http://www.dedi.si/dediscina/386-dovzanova-soteska>. (Accessed: 27th November 2017)
 34. Območja v Sloveniji - Poključka barja. Available at: http://www.natura2000.si/index.php?id=105&no_cache=1&area_id=253. (Accessed: 27th November 2017)
 35. Območja v Sloveniji - Pohorje. Available at: http://www.natura2000.si/index.php?id=105&no_cache=1&area_id=245. (Accessed: 27th November 2017)
 36. Ecosystem Services & Biodiversity (ESB). Food and Agriculture Organization of the United Nations Available at: <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/en/>. (Accessed: 30th November 2017)
 37. Science for Environment Policy & Brickhill, D. Ecosystem Services and the Environment. In-depth Report 11 produced for the European Commission. 2015, (DG Environment by the Science Communication Unit, 2015).
 38. Fisher, B. & Kerry Turner, R. Ecosystem services: Classification for valuation. *Biological Conservation* 141, 1167–1169 (2008).
 39. UNEP. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for assessment. in *Ecosystems and Their Services*. (2016).
 40. Wallace, K. Ecosystem services: Multiple classifications or confusion? *Biological Conservation* 141, 353–354 (2008).
 41. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and human well-being synthesis*. (Island Press, 2005).
 42. Costanza, R. Ecosystem services: Multiple classification systems are needed. *Biological Conservation* 141, 350–352 (2008).
 43. Dominati, E., Patterson, M. & Mackay, A. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecological Economics* 69, 1858–1868 (2010).
 44. Baveye, P. C., Baveye, J. & Gowdy, J. Soil “Ecosystem” Services and Natural Capital: Critical Appraisal of Research on Uncertain Ground. *Frontiers in Environmental Science* 4, (2016).
 45. Bouma, J. Soil science contributions towards Sustainable Development Goals and their implementation: linking soil functions with ecosystem services. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 177, 111–120 (2014).
 46. McBratney, A., Field, D. J. & Koch, A. The dimensions of soil security. *Geoderma* 213, 203–213 (2014).
 47. Jónsson, J. Ö. G. & Davíðsdóttir, B. Classification and valuation of soil ecosystem services. *Agricultural Systems* 145, 24–38 (2016).
 48. Adhikari, K. & Hartemink, A. E. Linking soils to ecosystem services — A global review. *Geoderma* 262, 101–111 (2016).
 49. European Commission. Towards a Thematic Strategy for Soil Protection (SEC(2006)620, SEC(2006)1165). (SEC(2006)620, SEC(2006)1165) (2002).
 50. Montanarella, L. et al. World's soils are under threat. *SOIL Discussions* 2, 1263–1272 (2015).
 51. Soil Sealing - Soil - Environment - European Commission. Available at: http://ec.europa.eu/environment/soil/sealing_guidelines.htm. (Accessed: 30th November 2017)
 52. Soil - Environment - European Commission. Available at: http://ec.europa.eu/environment/soil/index_en.htm. (Accessed: 30th November 2017)
 53. Franklin D. Roosevelt: Letter to all State Governors on a Uniform Soil Conservation Law. Available at: <http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=15373>. (Accessed: 30th November 2017)
 54. Jenny, H. *Factors of Soil Formation, A System of Quantitative Pedology*. 1941, (McGraw Hill Book Company, 1941).
 55. Veselič, M. *Varstvo podzemnih voda*. (2006).
 56. Glossary of Soil Science Terms | Soil Science Society of America. Glossary of Soil Science Terms (SSSA) Available at: <https://www.soils.org/publications/soils-glossary#>. (Accessed: 27th July 2017)
-

