



Uvod v ekosistemske storitve tal za odločevalce

# Ekosistemske storitve tal v Alpah

---

Uvod v ekosistemske storitve tal za odločevalce

---

# Ekosistemske storitve tal v Alpah

---

Uvod v ekosistemske storitve tal za odločevalce

Skrbimo za tla  
- v njih so naše korenine.

---

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

631.4(234.3)  
502.521

EKOSISTEMSKESKE storitve tal v Alpah: uvod v ekosistemske storitve tal za odločevalce / [avtorji Clemens Geitner ... in sod.]; urednik Borut Vrščaj; prevod v slovenščino Jurka Lesjak ... in sod.]. - Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 2020

ISBN 978-961-6998-41-3  
1. Geitner, Clemens 2. Vrščaj, Borut  
COBISS.SI-ID 23508995

---

# Ali ste vedeli?

- Tla omogočajo kroženje in zadrževanje hranil, kar zagotavlja rastlinam primerno dostopnost hranil ter s tem možnost za rast in razvoj.
- Kar 33 % tal na Zemlji je degradiranih zaradi erozije, zbitosti, onesnaženosti, kislosti tal, slanosti, izgube organske snovi in hranil ter drugih procesov (FAO).
- Okoli 50–70 % prvotnih svetovnih zalog ogljika v tleh se je sprostil v ozračje v obliki CO<sub>2</sub>, na primer kot posledica erozije, v obliki izgube talne organske snovi ali preko oksidacije izpostavljenih, nepokritih tal.
- V grudi tal velikosti pesti je lahko tudi več milijard mikroorganizmov.
- Zaradi tisočletij in desetisočletij, ki so potrebna za nastanek tal, jih uvrščamo med neobnovljive naravne vire.
- Pozidana tla so izgubljena za čas človekove civilizacije.

# Zahvale

Knjiga Ekosistemske storitve tal v Alpah – uvod za odločevalce<sup>1</sup> je bila financirana v okviru projekta Links4Soils, Interreg VB Alpine Space Programme. Avtorji se zahvaljujemo za podporo in pomoč pri izvajanju projekta Skupnemu sekretariatu programa Alpski prostor.

Obenem se zahvaljujemo tudi Jeanu-Baptistu Barreju, Ludwigu Pertlu, Emanuelu Pintaldiju, Alešu Poljancu, Nicolu Colombu, Davidu Vigliettiju, Csilli Hudek in Thomasu Pehamu – za njihove prispevke in koristne predloge za izboljšanje besedila.

Hvala tudi drugim sodelavcem – partnerjem projekta Links4Soils – za vse opravljeno delo. Brez njihovega doprinosa ta knjiga ne bi bila na voljo bralcem.

# O publikaciji

**Urednik:** Borut Vrščaj

**Avtorji:** Clemens Geitner, Michele Freppaz, Jurka Lesjak,  
Elisabeth Schaber, Silvia Stanchi, Michele D'Amico, Borut Vrščaj

**Prispevki:** Alenka Smerkolj, Elena Havlicek, Thomas Peham

**Prevod v slovenščino:** Jurka Lesjak, Ana Čebin, Borut Vrščaj, Andreja Nève Repe

**Priredba besedila slovenske različice:** Borut Vrščaj

**Lektoriranje:** Barbara Škrbina

**Oblikovanje logotipa in produkcija:** GeaArt, d. o. o.

**Oblikovanje:** Lirion

**Založnik:** Kmetijski inštitut Slovenije

**Naklada:** 350

**Tisk:** GM Tisk, Vojnik. 2020

**[www.alpinesoils.eu](http://www.alpinesoils.eu)**

<sup>1</sup> Za potrebe te publikacije opredeljujemo:

Odločevalci vodijo, upravljajo, usmerjajo in sprejemajo odločitve v upravnih organih in službah na lokalni, regijski in državni ravni.

# Predgovor

Alpsko konvencijo so kot prvo mednarodno pogodbo na svetu s ciljem trajnostno razviti in zaščititi nadnacionalno gorsko območje podpisale alpske države: Avstrija, Francija, Nemčija, Italija, Švica, Lichtenštajn, Slovenija, Monako in Evropska unija. Podpisnice pogodbe so se zavezale, da bodo sprejele ustrezne ukrepe, z namenom »zmanjšati količinsko in kakovostno razvrednotenje tal, zlasti z uporabo tlom neškodljivih kmetijskih in gozdarskih proizvodnih postopkov, minimalnimi posegi na zemljišča in tla, preprečevanjem erozije ter omejevanjem pozidave tal« (Preambula, 2. odstavek člena 2 (d)).

Protokol o ohranjanju tal Alpske konvencije podrobneje določa posebne ukrepe na področjih, kot so gospodarno in preudarno pridobivanje mineralnih surovin, ohranjanje tal v mokriščih in šotiščih, določitev in upravljanje območij, ki jim grozi erozija, omejitev vnosov škodljivih snovi (onesnaževal) in vplivov turistične infrastrukture. Druge obveznosti se nanašajo na raziskave, izobraževanje in spremljanje vprašanj, povezanih s tlemi.

Na XV. Alpski konferenci aprila 2019 je prišlo do ugotovitve, da je potrebno okrepljeno sodelovanje držav podpisnic na področju varstva tal zaradi povečanega pritiska na rabo tal v alpski regiji in povečanih groženj tlom, npr. zaradi podnebnih sprememb. Zato je bila ustanovljena posebna delovna skupina Varstvo tal. Pooblaščenca je za intenzivnejše sodelovanje med alpskimi državami na področju varovanja tal – da bi podprla izvajanje določb Protokola o varstvu tal glede vzpostavitve usklajenih podatkovnih zbirk in območij stalnega spremljanja kakovosti tal, kakor tudi količinsko in kakovostno obravnavo vidikov ohranjanja tal ter za spodbujanje izmenjave strokovnih dognanj in ozaveščanj o pomenu tal.

Projekt Links4Soils, posebej pa ta publikacija o ekosistemskih storitvah tal v Alpah, zagotavljata čvrsto osnovo za boljše razumevanje koristi, ki jih ljudje pridobimo z ustreznim upravljanjem in zaščito tal. S tem projekt Links4Soils znatno prispeva k boljšemu izvajanju Protokola o varstvu tal Alpske konvencije.

Alenka Smerkolj  
Generalna sekretarka Alpske konvencije



# Evropsko partnerstvo za tla

Tla so del okolja in eden najpomembnejših naravnih virov. S tem prispevajo k zadovoljevanju človekovih potreb. V nasprotju z drugimi viri, kot sta zrak ali voda, so tla nepremična in omejena z državnimi mejami. A kljub temu so učinki, funkcije in storitve tal (npr. uravnavanje podnebja ali voda, pridelava hrane) čezmejni! Čeprav se upravljanje ali zaščita tal izvajata predvsem na nacionalni ravni z nacionalnimi zakoni in drugimi predpisi, se približno desetletje ali dve na mednarodni ravni namenja več pozornosti globalnim potrebam po boljšem upravljanju tal in njihovi zaščiti. Globalno partnerstvo za tla (GSP), ki ga je ustanovila FAO leta 2012 kot odgovor na potrebo po globalnem ukrepanju, ima nalogo olajšati in spodbujati izmenjavo znanj ter tehnologij, povezanih z boljšim upravljanjem in varovanjem tal, zagotavljanjem dobrega delovanja ter zdravih tal (<http://www.fao.org/global-soil-partnership/pillars-action/en/>).

Regionalno Evropsko partnerstvo za tla (ESP) na podlagi prostovoljne zavezanosti vseh svojih članic obravnava prednostne naloge trajnostnega upravljanja s tlemi in varstva tal glede na posebnosti in potrebe v Evropi (<http://www.fao.org/global-soil-partnership/regional-partnerships/europe/en/>). Glede na to, da Evropa obsega posebej pester nabor različnih okolij in razmer, združuje številne države ali regije z različnimi pristopi in kulturnimi posebnostmi, so medregijska partnerstva, kot je Alpsko partnerstvo za tla (AlpSP), ključni in dragoceni partnerji, ki povezujejo lokalne pobude in dejavnosti z globalnimi usmeritvami in aktivnostmi.

Za alpsko regijo so značilne posebne ekološke, gospodarske in družbene razmere. Danes se spopada s posebnimi grožnjami tlam, kot so zemeljski plazovi ali tajanje permafrosta, če naštejemo le dve od njih. Alpska tla v vsej svoji raznolikosti tvorijo neviden, a bistven del alpske krajine. Prizadevanja AlpSP za obravnavo tal v skladu z izvedbenim načrtom ESP (<http://www.fao.org/3/a-bs972e.pdf>) so nadnacionalni prispevek k doseganju razvojnih ciljev in zagotavljanju trajnostnega razvoja ter prihodnosti v Alpah.

dr. Elena Havlicek  
Predsednica Evropskega partnerstva za tla  
Zvezni urad za okolje, Švica

# Alpsko partnerstvo za tla

Alpsko partnerstvo za tla (AlpSP) je regionalna pobuda, usmerjena v spodbujanje trajnostnega upravljanja s tlemi in zaščito tal v Alpah, specifični evropski regiji.

Glavni programski cilji AlpSP so:

- I. premostiti vrzel med cilji Evropskega partnerstva za tla (ESP)/Globalnega partnerstva za tla (GSP) ter lokalno in regionalno ravno, na katerih se sprejemajo odločitve o ravnanju s tlemi oz. za zaščito tal, in
- II. pospeševati izvajanje protokola Varstvo tal Alpske konvencije (<https://www.alpconv.org/sl/home/convention/protocols-declarations/>).

Ti cilji so potrebni, saj tla zagotavljajo temeljne storitve tako človeku kot ekosistemom, medtem ko trajnostno upravljanje tal predstavlja izziv in medsektorsko tematiko za številne nosilce odločanja v več sektorjih, za vse naše sedanje ravni upravljanja kakor tudi znanost in razvoj. Dodatno so alpska tla sama po sebi ranljiva zaradi počasnega nastajanja in oblikovanja, zaradi česar praktično predstavljajo neobnovljiv naravni vir.

AlpSP je bilo uradno ustanovljeno marca 2018 v Grenoblu s sprejemom Memoranduma o strategijah za boljše izvajanje Protokola o ohranjanju tal v Alpski konvenciji. V času izvajanja projekta Links4Soils je AlpSP s pomočjo projektnih partnerjev Links4Soils vzpostavilo mrežo članstva in jo razširilo z novimi organizacijami ter posamezniki.

Prihodnje dejavnosti programa AlpSP bodo osredotočene na pet ključnih področij alpske regije:

- I. trajnostno upravljanje tal v Alpah;
- II. ozaveščanje o tleh, izobraževanje in poučevanje o tleh;
- III. informacije in raziskave s področja tal;
- IV. regionalno ter čezmejno sodelovanje za boljše varovanje tal in
- V. usklajevanje podatkov, metod ter dobrih praks upravljanja s tlemi.

Poleg osredotočenosti na alpsko regijo si AlpSP prizadeva tudi za tesnejše povezave z aktivnostmi Evropskega partnerstva za tla in Gorskega partnerstva (Mountain Partnership) pri FAO. Nadaljevali bomo povezovanje z drugimi regionalnimi pobudami (npr. Evropsko združenje za tla – European Land and Soil Alliance) ter institucijami in povečevali članstvo AlpSP.

Za več informacij glejte: [www.alpinesoils.eu](http://www.alpinesoils.eu)

dr. Thomas Peham  
Tirolska deželna vlada





# O projektu Links4Soils

## Ozadje projekta

Alpski ekosistemi so zaradi negativnih vplivov človeških dejavnosti in podnebnih sprememb pod velikim pritiskom. Tla so osnova alpskih ekosistemov; so temeljni naravni vir, ki je zelo ranljiv, še posebej v alpski regiji. S trajnostnim upravljanjem in ustreznim varovanjem tal lahko prebivalci Alp znatno izboljšamo delovanje ter odpornost ključnih ekosistemskih storitev, ohranimo pomembne naravne vire in biotsko raznovrstnost ter s tem zagotovimo dobrobit vseh, okolja, živali in ljudi.

Za zaščito tal v Alpah so države članice Evropske unije sprejele zavezujoči mednarodni sporazum, Protokol »Varstvo tal« Alpske konvencije ([www.alpconv.org](http://www.alpconv.org)), katerega cilj je varovati večnamensko vlogo tal, ki temelji na izhodiščih trajnostnega razvoja in zagotavljanja »naravne« rodovitnosti tal, varovanja tal kot arhiva naravne in kulturne zgodovine, zagotavljanja rabe tal za kmetijstvo in gozdarstvo, urbanizem in turizem, gospodarske namene, za promet in infrastrukturo ter kot vir surovin. Na žalost se protokol o zaščiti tal ([www.alpconv.org/sl/convention/protocols](http://www.alpconv.org/sl/convention/protocols)) še vedno ne izvaja v polnem obsegu.

## Namen projekta

Namen projekta Links4Soils je zapolniti nekatere vrzeli in premostiti ovire na področju upravljanja s tlemi ter varstva tal v Alpah. Projekt je osredotočen na širjenje znanj o tleh in dvig zavedanja o pomenu tal, pregled podatkov o alpskih tleh, zbiranje dobrih praks ravnanja in upravljanja s tlemi ter izboljšanje splošne ozaveščenosti o pomembnosti ekosistemskih storitev, ki jih opravljajo tla.

Nekaj zanimivih rezultatov je na voljo na platformi za tla ([alpinesoils.eu](http://alpinesoils.eu) in [si.alpinesoils.eu](http://si.alpinesoils.eu)), npr. primeri dobrih praks na področju upravljanja s tlemi za odločevalce na nivoju države ali občin, pregled razpoložljivih podatkov o tleh v Alpah in informacije, ki so pomembne za krepitev zavedanja o pomenu tal. Rezultati projekta bodo pripomogli k spodbujanju razvoja učinkovitejših strategij varstva tal in upoštevanja tal pri vsakodnevnem delu uprav na regijski in lokalni ravni v okviru različnih sektorjev.

S tem pojasnujemo tudi krovni namen projekta Links4Soils: prispevati k boljši zaščiti tal in učinkovitejšemu izvajanju Protokola »Varstvo tal« Alpske konvencije.

dr. Borut Vrščaj  
Vodja projekta Links4Soils  
Kmetijski inštitut Slovenije



# Vsebina

EKOSISTEMSKESKE STORITVE TAL V ALPAH	
ALI STE VEDELI?	3
ZAHVALA	4
O PUBLIKACIJI	4
PREDGOVOR	5
EVROPSKO PARTNERSTVO ZA TLA	6
ALPSKO PARTNERSTVO ZA TLA	7
O PROJEKTU LINKS4SOILS	9
Ozadje projekta	9
Namen projekta	9
VSEBINA	10
SLIKE	12
TLA, GROŽNJE TLOM IN EKOSISTEMSKESKE STORITVE TAL V ALPAH	14
TLA V ALPAH	15
GROŽNJE TLOM V ALPAH	17
UVOD V EKOSISTEMSKESKE STORITVE TAL	20
EKOSISTEMSKESKE STORITVE TAL V PRAKSI	21
LOGOTIPI EKOSISTEMSKIH STORITEV TAL	22
OPIS LOGOTIPOV EKOSISTEMSKIH STORITEV TAL	23
Pridelava hrane, krme in druge kmetijske biomase	23
Prirast gozdne biomase	23
Zadrževanje vode	23
Uravnavanje površinskega odtoka voda	23
Uravnavanje mikroklimatskih razmer (»učinek hlajenja«)	24
Vezava ogljika	24
Filtriranje in čiščenje vode	24
Kroženje hranil	24

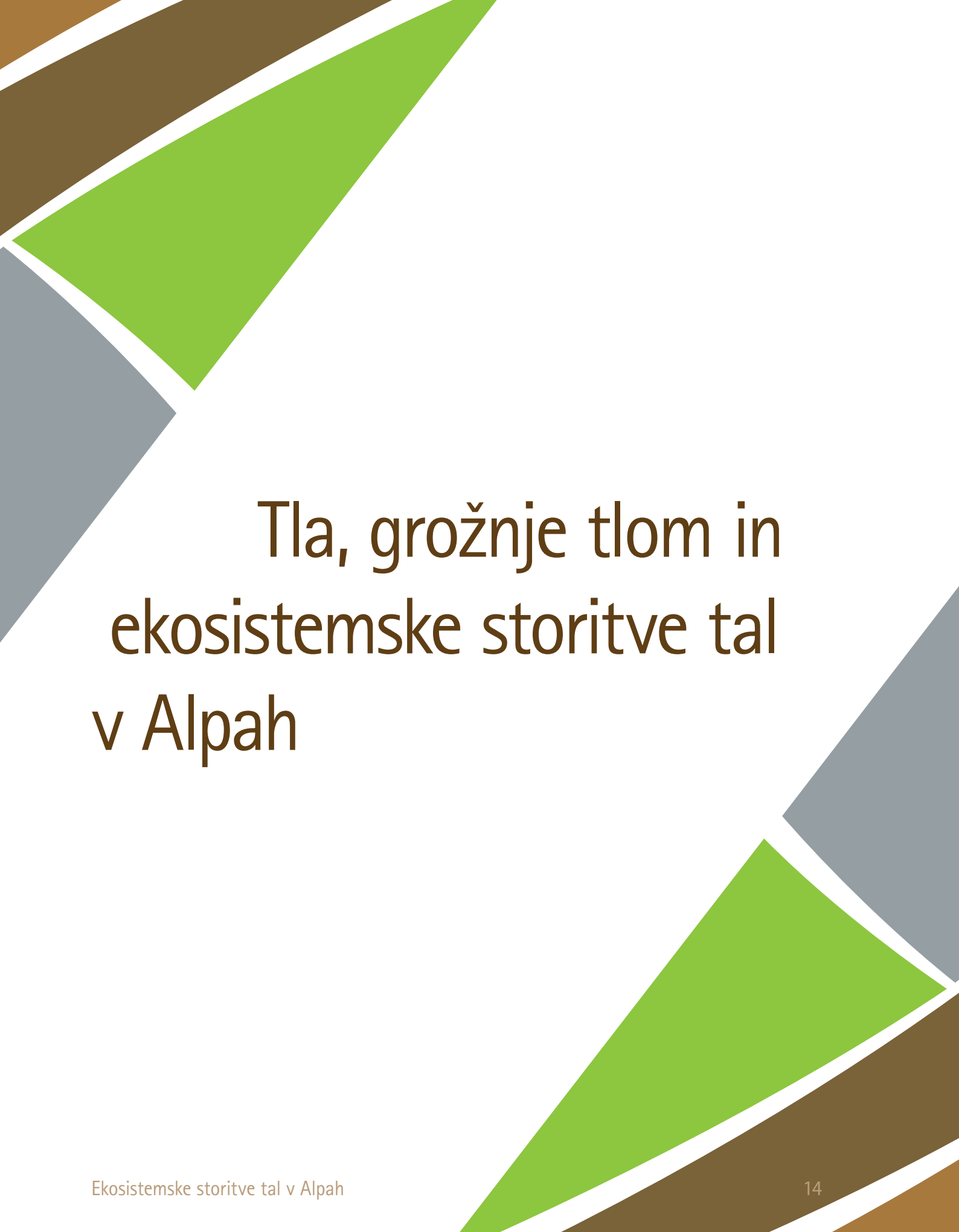
Biotska raznovrstnost tal in tla kot habitat	25
Kulturna in naravna dediščina	25
Rekreacijske in duhovne storitve	25
<b>EKOSISTEMSKE STORITVE TAL</b>	<b>26</b>
<b>PRIDELAVA HRANE, KRME IN DRUGE KMETIJSKE BIOMASE</b>	<b>27</b>
Pridelava hrane, krme in druge kmetijske biomase – na kratko	31
<b>PRIRAST GOZDNE BIOMASE</b>	<b>32</b>
Prirast gozdne biomase – na kratko	37
<b>ZADRŽEVANJE VODE</b>	<b>38</b>
Zadrževanje vode – na kratko	42
<b>URAVNAVANJE POVRŠINSKEGA ODTOKA VODA</b>	<b>43</b>
Uravnavanje površinskega odtoka voda – na kratko	46
Uravnavanje mikroklimatskih razmer ("učinek hlajenja")	47
Uravnavanje mikroklimatskih razmer ("učinek hlajenja") – na kratko	49
<b>VEZAVA OGLJIKA ("KROŽENJE OGLJIKA")</b>	<b>50</b>
Vezava ogljika – na kratko	54
<b>FILTRIRANJE IN ČIŠČENJE VODE</b>	<b>55</b>
Filtriranje in čiščenje vode – na kratko	58
<b>REGULACIJA KROŽENJA HRANIL</b>	<b>59</b>
Regulacija kroženja hranil – na kratko	61
<b>BIOTSKA RAZNOVRSTNOST TAL IN TLA KOT HABITAT</b>	<b>62</b>
Biotska raznovrstnost tal in tla kot habitat – na kratko	66
<b>ARHIV KULTURNE IN NARAVNE DEDIŠČINE</b>	<b>67</b>
Arhiv kulturne in naravne dediščine – na kratko	70
<b>REKREACIJSKE IN DUHOVNE STORITVE</b>	<b>71</b>
Rekreacijske in duhovne storitve – na kratko	74
<b>POVZETEK</b>	<b>76</b>

# Slike

- Slika 1:** Tla v dolini Fotsch; Tirolska, Avstrija (Fotografija: D. Schäfer). Alpska tla so pomemben del gorske krajine, saj imajo posebne značilnosti, ki nam pomagajo razumeti okoljske razmere. 16
- Slika 2:** Proces zimske erozije zaradi drsenja snega in snežnega plazju v Dolini Aoste, Italija (Fotografija: M. Freppaz). 18
- Slika 3:** Erozija gozdnih tal po požaru; Dolina Susa, Italija (Fotografija: S. Stanchi). 19
- Slika 4:** Erozija in manjši zdrsi tal, ki jih povzročijo prekomerna pašna v Lombardiji v Italiji (Fotografija: M. D'Amico). 19
- Slika 5:** Gorski pašnik s pašnimi živalmi v Lombardiji v Centralnih Alpah (Fotografija: M. D'Amico). 28
- Slika 6:** Značilen manjši mozaik tradicionalne kulturne krajine v Alpah: z gozdom, polji, sadovnjaki in vinogradi; Dolina Etscha, južna Tirolska, Italija (Fotografija: C. Geitner). 29
- Slika 7:** Zmerno sprana rjava tla na biotsko pestrem gorskem pašniku; Uskovnica, Slovenija (Fotografija: B. Vrščaj). 29
- Slika 8:** Globoko obdelana tla gorskega vinograda, nastala na ledeniških sedimentih; Dolina Eisack, južna Tirolska, Italija (Fotografija: C. Geitner). 30
- Slika 9:** Kmetijstvo na alpskem pobočju in v dolini; Dolina Etsch, južna Tirolska, Italija (Fotografija: C. Geitner). 30
- Slika 10:** Smrekov gozd; Pokljuka, Slovenija (Fotografija: S. Stanchi). 33
- Slika 11:** Čisti sestoji smreke na globokih in opodzoljenih (močno spranih) tleh, razvitih na karbonatni moreni, Pokljuka, Slovenija (Fotografija: B. Vrščaj). 34
- Slika 12:** Plitva, a z organsko snovjo bogata tla so se razvila na zelo prepereli karbonatni moreni; Pokljuka, Slovenija (Fotografija: B. Vrščaj). 35
- Slika 13:** Opodzoljena alpska gozdna tla pod macesni; Dolina Aoste, Italija (Fotografija: M. D'Amico). 36
- Slika 14:** Globoka gozdna tla, ki so se razvila na meljastih in peščenih aluvialnih sedimentih; Dolina Lech, Bavarska, Nemčija (Fotografija: C. Geitner). 39
- Slika 15:** Globoka gozdna tla, ki so se razvila na nesortiranih ledeniških sedimentih; dolina Inn, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner). 40
- Slika 16:** Organska tla (histosoli) zadržujejo veliko količino vode; Pokljuka, Slovenija (Fotografija: B. Vrščaj). 41
- Slika 17:** Površinski odtok na pašniku med nevihto; Dolina Brixen, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner). 44
- Slika 18:** Svež hudourni nanos, nastal zaradi močnega površinskega odtoka na alpskem pobočju, nad gozdno mejo; dolina Kauner, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner). 45
- Slika 19:** Zelo skeleten talni profil z manjšimi kosi kamenja hudournega nanosa, s slabo razvitim zgornjim delom tal, ki močno pospešuje infiltracijo vode; dolina Inn, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner). 45
- Slika 20:** Voda na pobočju, v gozdu in v zraku. Alpe so pokrajina, bogata z vodo; Dolina Zillertal, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner). 48

<b>Slika 21:</b>	Uravnavanje mikroklimatskih razmer (Fotografija: M. D'Amico).	49
<b>Slika 22:</b>	Šotna tla (histosol), nastala iz mahov in bogata z organsko snovjo (Fotografija: S. Stanchi).	51
<b>Slika 23:</b>	Tla, bogata z ogljikom: debeli organski horizonti na karbonatnem deluviju. Tla so poraščena s pretežno bukovim gozdom in na približno 1500 m n. v. ; Dolina Leutasch, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).	52
<b>Slika 24:</b>	Talni profil visoko dvignjenega šotišča na približno 2300 m n. v. v dolini Rotmoos z zanimivo izmenjavo organskih in mineralnih horizontov; Dolina Rotmoos, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).	52
<b>Slika 25:</b>	Talni profil podzola, ki zadržuje velike količine organskega ogljika (Fotografija: M. D'Amico).	53
<b>Slika 26:</b>	Majhen gorski izvir; iztok vode iz tal (Fotografija: M. D'Amico).	56
<b>Slika 27:</b>	Voda, filtrirana in prečiščena v tleh, napaja kristalno čiste alpske reke; slap Savica, Slovenija (Fotografija: B. Vrščaj).	57
<b>Slika 28:</b>	Gnojenje s hlevskim gnojem vrne rastlinska hranila v tla, poveča vsebnost talne organske snovi in spodbudi aktivnost talne biote (Fotografija: J. Lesjak).	60
<b>Slika 29:</b>	Tudi alpska tla so dom izjemno velikega števila različnih organizmov (Fotografija: T. Peham).	63
<b>Slika 30:</b>	Precej redek smaragdno zelen deževnik ( <i>Allolobophora smaragdina</i> ) živi v gozdovih, bogatih z odmrlim lesom; Dolina Brixen, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).	64
<b>Slika 31:</b>	Rovi deževnikov na globini 60 cm v zbitih rjavih tleh (kambisolu), ki so nastali zaradi obdelave tal; dolina Inn, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).	64
<b>Slika 32:</b>	Visoka biotska raznovrstnost rastlin na alpskem travniku (Fotografija: M. D'Amico).	65
<b>Slika 33:</b>	Šotna barja v gorah so dragocen prispevek k biotski raznovrstnosti gorskih krajin (Fotografija: B. Vrščaj).	65
<b>Slika 34:</b>	Nenavadna značilnost alpskih tal: eolski sedimenti na apneni podlagi; Dolina Brixen, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).	68
<b>Slika 35:</b>	Izkop tal, ki predstavlja več kot 7000 let staro ognjišče na 2000 m n. v.; Dolina Fotsch, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).	69
<b>Slika 36:</b>	Koproliti, fosilizirani iztrebki v talni organski snovi – bogata tla (Fotografija: M. D'Amico).	69
<b>Slika 37:</b>	Vročje točke biotske raznovrstnosti alpskega travinja, povezane z mikroreliefom, tlemi in rabo tal; Dolina Isar, Bavarska, Nemčija (Fotografija: C. Geitner).	70
<b>Slika 38:</b>	Pohodništvo v Alpah kot pomemben sestavni del krajine – tla prispevajo k rekreaciji in duhovnemu doživetju; Dolina Fotsch, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).	72
<b>Slika 39:</b>	Slikovita pokrajina raznolikih vzorcev v Alpah ne bi bila mogoča brez tal; takšna duhovna izkušnja je sodobnemu človeku zelo potrebna; Dolina Fotsch, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).	73
<b>Slika 40:</b>	Nordijsko smučanje v Maritimskih Alpah, Italija (Fotografija: S. Stanchi).	73
<b>Slika 41:</b>	Število obiskovalcev v gorah narašča; Julijske Alpe, Slovenija (Fotografija: B. Vrščaj).	74





# Tla, grožnje tlom in ekosistemske storitve tal v Alpah

# Tla v Alpah

Prof. Clemens Geitner • Univerza v Innsbrucku, Avstrija

Tla v Alpah se precej razlikujejo od tal v drugih pokrajinah, so zelo raznolika in včasih po svoje »zapletena« prav zaradi svoje pestrosti. Alpe kot najvišje gorsko območje v Evropi zajemajo vse višinske pasove s svojo specifično vegetacijo in tudi prehod iz zmerne v polsušno ter sredozemsko podnebje. Zaradi podnebnih razlik lahko v Alpah najdemo vlažna šotišča in zelo suha stepska tla. Raznolikost geoloških procesov, topografije in premeščanja tal ter drugih materialov prispevajo k veliki raznolikosti oblik tal. Glede na pestrost okoljskih razmer, vključno z območji od dolin do gorskih vrhov, so za lastnosti tal v Alpah značilne predvsem:

- velika spremenljivost dejavnikov, ki tvorijo tla, na zelo majhnih površinah, kar vodi do zelo pestrega prepleta tal različnih lastnosti – različnih tipov;
- šibkejša diferenciacija talnega profila s povečanjem nadmorske višine;
- spremembe nekaterih lastnosti tal z višjo nadmorsko lego, npr. zmanjšanje količine finih talnih delcev, spremembe kislosti in stabilnosti talnih strukturnih agregatov;
- večplastna tla in tudi pogosto »pokopana« tla, ki odražajo geomorfološke procese in človekove aktivnosti.

Kljub temu da navedena pravila na splošno veljajo, lahko vedno znova odkrijemo drugačna in posebna tla, ki spodbujajo raziskave ter vodijo do novega razumevanja razvoja tal v Alpah skozi čas.

Na splošno običajna razporeditev tipov tal v Alpah kaže nekaj značilnih vzorcev, ker so tla razmeroma mlada, v njih prevladujejo lastnosti litoloških (matičnih) podlag ter odražajo veliko raznolikost alpskih geoloških razmer. V nasprotju z večjo skeletnostjo številnih alpskih tal, pa v tleh na poplavnih ravninah (Fluvisols – obrečna tla) prevladujeta drobna zrnava talnih delcev (tekstura) in manjša mineralna raznolikost, kar pogosto omogoča visoko produktivnost tal. Nižja pobočja, ki jih večinoma pokrivajo gozdovi, omogočajo nastanek razmeroma globoko preperelih tal (Cambisols in Luvisols). V hladnih in vlažnih pogojih v višini gozdne meje, kjer prevladujejo večinoma iglavci, se lahko pojavijo zelo kisla tla z debelimi organskimi sloji (podzoli). Nad gozdno mejo so tla na splošno plitva, z značilno visoko vsebnostjo skeleta (leptosoli), medtem ko so v najvišjih nadmorskih legah razširjena tla, ki so trajno zamrznjena (Cryosols). V regijah z več padavinami je ponekod mogoče najti tudi območja s šotnimi tlemi (histosoli).

Tla na splošno zagotavljajo veliko različnih ekoloških funkcij in omogočajo veliko biotsko raznovrstnost nad površjem tal kakor tudi v tleh samih. Ljudje jih potrebujejo in spreminjajo, zlasti z načini kmetovanja, ki so tudi v Alpah zelo raznoliki. Rodovitna tla so prostorsko zelo omejena in jih je moč najti pretežno v dolinah ter drugih relativno ravnih območjih, zato je pogosto prisotno terasiranje, ki omogoča obdelovanje tal tudi na bolj strmih pobočjih.

Zaradi morfoloških značilnosti in pogojev so alpska tla zelo občutljiva za naravne nevarnosti, kot so pospešena erozija (npr. plazenje zemljine), poplave, izguba talne organske snovi, različni tipi degradacije

zaradi sprememb v rabi tal (npr. pozidava tal z naselji in razvoj infrastrukture) ter podnebne spremembe. Tudi zato je vedno jasnejša potreba po lokalno prilagojenih strategijah upravljanja s tlemi za učinkovito načrtovanje in trajnostno upravljanje tal. Podatki o tleh so v večini alpskih regij omejeni zgolj na nižje ležeča kmetijska zemljišča, medtem ko je o gozdnih tleh v Alpah znanega veliko manj, o tleh nad gozdno mejo pa podatkov skoraj ni. Če povzamem: v splošnem znanju je veliko vrzeli, tako glede posebnih značilnosti in ranljivosti alpskih tal kot tudi praks za zmanjšanje tveganj in blaženje degradacij, ki pretijo tloom v Alpah.



◀ **Slika 1:**  
*Tla v dolini Fotsch; Tirolska, Avstrija (Fotografija: D. Schäfer). Alpska tla so pomemben del gorske krajine, saj imajo posebne značilnosti, ki nam pomagajo razumeti okoljske razmere.*

# Grožnje tlom v Alpah

Clemens Geitner • Univerza v Innsbrucku, Avstrija

Zaradi ekstremnih podnebnih razmer in razgibane topografije so tla v Alpah izpostavljena močnim morfodinamičnim procesom, kot so erozija, odnašanje tal in skeleta z vodnim tokom ter vetrom, poleg tega pa so podvržena tudi drobirskim tokovom in plazovom, drsenju ter plazenju snega. Vsi ti naravni procesi so povezani s podnebjem ter posledično z vplivi podnebnih sprememb, ki smo jim priča v zadnjih desetletjih in bodo v prihodnosti vedno bolj izrazite. Poleg tega opazujemo spremembe v rabi zemljišč, kot so posek dreves in druge motnje alpskih ekosistemov. Erozijski in transportni procesi zlahka uničijo tanke površinske sloje tal in tako zmanjšajo ali celo onemogočajo večino funkcij tal ter ekosistemskih storitev. Pospesena erozija je resen problem, saj nastajanje novih tal, zlasti v visokih nadmorskih legah, traja več deset tisoč let.

Po drugi strani pa velja omeniti tudi procese degradacije tal, ki potekajo na bolj ali manj vidne načine, kot je na primer zmanjševanje vsebnosti talne organske snovi (TOS). To se lahko zgodi na tleh, ki so bogatejša z mineralnimi delci in imajo večji delež skeleta, ter tistih, ki so bogatejša z organsko snovjo, v obeh primerih pa jih večinoma sproži netrajnostno upravljanje zemljišč; na primer izsuševanje mokrišč ali prekomerno izkoriščanje kmetijskih tal, ter procesi, ki jih stopnjuje tudi globalno segrevanje. V vsakem primeru izguba TOS poslabša sposobnost zadrževanja vode in zmanjšuje zalogo hranil v tleh, prav tako pa negativno vpliva na kroženje ogljika. Posledično upad TOS v tleh prispeva h globalnemu povečanju toplogrednih plinov v ozračju in s tem k podnebnim spremembam. Zaradi na splošno omejenih možnosti razvoja tal v višjih nadmorskih legah v Alpah tanki zgornji sloji tal služijo kot prostor za korenine in uravnavajo pogoje za shranjevanje vode ter zadrževanje skromnejše zaloge hranil. Spremembo vsebnosti talne organske snovi v tleh je težko spremljati, zato sta posledično tudi naše znanje in raven ozaveščenosti na tem področju (upada TOS) nizka.

Druga, precej skrita grožnja tlom, je zbitost tal. Povzroča zmanjšanje poroznosti tal, kar je posledica pritiska na površino tal, ki ga večinoma povzročajo človeške dejavnosti, npr. uporaba težke mehanizacije na vlažnih tleh. Zbita tla omejujejo rast (prodor) korenin in negativno vplivajo na razmerje zraka in vode v tleh ter povečujejo površinski odtok. Še negativnejši so vplivi pozidave tal, pokrivanja tal z nepropustnim materialom, kot sta beton in asfalt. To v večini primerov privede do nepovratnega uničenja tal in praktično do popolne izgube ekosistemskih storitev tal. Širjenje pozidanih območij je na splošno zaskrbljujoče in je posebej velika grožnja v alpskih dolinah, kjer so tla najkakovostnejša, ter v turističnih krajih. Druga grožnja tlom, ki jo največkrat povzročajo ljudje, je onesnaženje. To se nanaša na prisotnost onesnaževal v tleh, v koncentracijah nad določenim pragom, ki potencialno ogroža zdravje živih bitij. Onesnaženje tal povzroči vnos onesnaževal na določenih lokacijah (npr. odplake ali odlagališča odpadkov), z razpršenim odlaganjem (npr. promet, industrijske emisije v zrak, stanovanja) ali med kmetijsko proizvodnjo (npr. pesticidi).

Upad biotske raznovrstnosti pomeni veliko nevarnost za tla in njihove ekosistemske storitve. Tla so »zbiralnik« biotske raznovrstnosti na vseh pomembnih ravneh (npr. habitati, vrste in vir genov), kjer se



lahko število in raznolikost živih organizmov zmanjša. Kljub temu so talni organizmi in njihove dejavnosti temeljni predpogoj za rodovitnost tal ter s tem za zagotavljanje vseh ekosistemskih storitev tal. Na biotsko raznovrstnost močno vpliva tudi raba tal. Poleg že omenjenih gradbenih dejavnosti na biotsko raznovrstnost tal vpliva tudi netrajnostno gospodarjenje v kmetijstvu in gozdarstvu (npr. neupoštevanje kolobarja, zbitost tal, pretirana in nestrokovna uporaba gnojil ter pesticidov).

Čeprav imajo vse navedene grožnje v Alpah pomembno vlogo, se pojavljajo različno – glede na čas in prostor. Da bi jih zmanjšali z razvojem ustreznih blažilnih ukrepov in trajnostnih praks upravljanja s tlemi v različnih sektorjih, je treba raziskati njihove vzroke in procese, jih podrobno oceniti in razpravljati o tem v javnosti. To je edini način za izboljšanje in zagotavljanje trajnostnega upravljanja s tlemi ter zaščite tal, pa tudi za zagotavljanje ekosistemskih storitev tal za bodoče prebivalce Alp.



▲ Slika 2:

*Proces zimske erozije zaradi drsenja snega in snežnega plazov v Dolini Aoste, Italija (Fotografija: M. Freppaz).*





▲ **Slika 3:**  
*Erozija gozdnih tal po požaru; Dolina Susa, Italija (Fotografija: S. Stanchi).*



▲ **Slika 4:**  
*Erozija in manjši zdrsi tal, ki jih povzroča prekomerna paša v Lombardiji v Italiji (Fotografija: M. D'Amico).*



# Uvod v ekosistemске storitve tal

Borut Vrščaj • Kmetijski inštitut Slovenije

**Ekosistemске storitve** – dandanašnja pogosto uporabljena besedna zveza, ki vzbuja pozornost sodobnega človeka, saj opozarja na koristi, ki mu jih prinaša zdravo okolje. Ekosistemске storitve so poimenovanje za različne dobrobiti, ki jih človek tako ali drugače prejema iz narave/okolja ali, bolje rečeno, iz ekosistemov. Nekatere izmed pogosto omenjenih in pomembnih ekosistemskih storitev, ki so očitne in dobro prepoznane, so npr. hrana za ljudi in krma za domače živali; različne vrste biomase in surovine, kot so les za ogrevanje ali pohištvo; zdravilne rastline ter mnoge druge ekosistemске storitve preskrbe z dobrinami. V drugo skupino ekosistemskih storitev, ki je resnično precej manj prepoznana, vendar je sodobnemu človeku nekako očitna, sodijo podporne in regulatorne ekosistemске storitve. Kroženje rastlinskih hranil, habitati rastlin in živali, rast rastlin (primarna proizvodnja biomase), biotska raznovrstnost, čiščenje vode (da postane pitna), skladiščenje atmosferskega CO<sub>2</sub> (tj. toplogrednega plina) v tleh v obliki talne organske snovi in številne druge so primeri podpornih in regulacijskih storitev, ki omogočajo osnovno delovanje ekosistemov. Ljudje zelo cenimo naravo, lepote naravnih in kulturnih krajin ter slikovita naravna okolja in naravne pojave. Te storitve zadovoljujejo kulturne, duhovne, znanstvene in rekreacijske potrebe ljudi. Čeprav niso temeljne v smislu golega preživetja, v veliki meri prispevajo k telesnemu in duševnemu zdravju ter dobremu počutju. Ekosistemске storitve so številne; nekatere očitne in dobro znane, druge skrite, samoumevne in pogosto prezrte.

Poleg zraka in vode so tla tretja temeljna sestavina kopenskih ekosistemov, ki v resnici omogoča življenje na kopnem – v človekovem okolju. In prav zaradi tega dejstva **se je pomembno vprašati, kako in v kolikšni meri tla prispevajo k zagotavljanju ekosistemskih storitev, ali, s pravimi besedami, k zagotavljanju ekosistemskih storitev tal.**

Glavni namen tega kratkega besedila je seznaniti bralca z dejstvom, da tla zagotavljajo veliko število ekosistemskih storitev. Približno 95 % naše hrane pridelamo na tleh; tla med drugim filtrirajo, čistijo in bogatijo meteorne vode, da postanejo pitne; zadržujejo in omogočajo kroženje rastlinskih hranil; hranijo ogljik v obliki organske snovi in ohranjajo ostanke starodavnih civilizacij. Tla poznamo tudi kot pester vir genov, saj so življenjski prostor izjemnemu številu raznolikih, drobnih, okoljsko pomembnih in tudi uporabnih organizmov. Poleg biotske raznovrstnosti v samih tleh ta določajo nadzemno biotsko raznovrstnost, tj. raznolike rastlinske združbe in pester živalski svet. Na tem mestu bi lahko še dodatno naštevati številne druge ekosistemске storitve tal.

Pomembno je vedeti, da so tla in njihove ekosistemске storitve izjemno pomembne za celovito življenje na kopnem, tudi za preživetje in dobro počutje ljudi. Zato jih moramo varovati pred degradacijo in poskrbeti, da so sposobna opravljati svoje ekosistemске storitve. Tla je treba primerno trajnostno upravljati v okviru različnih človeških dejavnosti in sektorjev.

**Brez ustreznega upravljanja s tlemi in njihove zaščite ni trajnostnega razvoja.**

# Ekosistemske storitve tal v praksi

Borut Vrščaj • Kmetijski inštitut Slovenije

Raznolikost človeških dejavnosti in sektorjev je velika. Kmetijstvo, gozdarstvo, industrija in bivanje, promet, šport in prosti čas so le nekateri med njimi, ki potrebujejo fizični prostor, namenjen dejanski rabi zemljišč. Tla omogočajo skoraj vse ekosistemske storitve tal (EST) v okviru raznolike rabe zemljišč, vendar ne vseh enako, pač pa posamezne ekosistemske storitve v različnem obsegu. Nekatero EST so v posameznih sektorjih primarne in jih namerno omogočamo ter pospešujemo (npr. pridelava hrane na kmetijskih zemljiščih), druge pa zato hkrati zmanjšujemo oziroma se jim odrekamo v imenu primarnih (npr. nadzemna biotska raznovrstnost v primeru kmetijstva ali gozdarstva v čistih – monokulturnih gozdnih sestojih). Nekatero ekosistemske storitve tal so ogrožene zaradi netrajnostnih praks posameznih sektorjev (npr. filtracija vode in čiščenje v primeru kmetijstva, industrije, poselitve, prometa), medtem ko v okviru drugih sektorjev ostajajo skoraj neokrnjene (npr. čiščenje in filtriranje voda v gozdnih tleh). Ekosistemske storitve tal se v prostoru prekrivajo v različnem obsegu. Dva po površini največja sektorja, kmetijstvo in gozdarstvo, močno vplivata na ekosistemske storitve tal. Netrajnostno konvencionalno in t. i. industrijsko kmetijstvo (intenzivna obdelava tal in pretirana uporaba mineralnih gnojil ter uporaba pesticidov) lahko bistveno zmanjšata vezavo ogljika v talno organsko snov. S tem ko se vezava C zmanjša, se povečajo izpusti CO<sub>2</sub> iz tal – tla iz »shrambe« C postanejo vir toplogrednega CO<sub>2</sub>. V manjši meri lahko med netrajnostne oblike tal uvrščamo tudi intenzivno gojenje čistih gozdnih sestojev – monokultur.

Trajnostne prakse obdelave tal v kmetijstvu, npr. načini ohranitvene obdelave tal, lahko prispevajo k ublažitvi podnebnih sprememb s povečanjem vezave ogljika v kmetijskih tleh in hkrati izboljšajo številne druge ekosistemske storitve tal (npr. zmogljivost filtriranja vode, biotsko raznovrstnost tal itd.). Trajnostno gozdarstvo lahko prispeva k boljšemu upravljanju tal z omejevanjem erozije tal (pogosto zaradi uporabe težke mehanizacije za strojno sečnjo), skrbnim izborom drevesnih vrst in spreminjanjem gozdnih monokultur (npr. čistih sestojev smreke) – k bolj naravnim, mešanim in s tem biotsko raznovrstnim gozdovom. Na ta način bi omejili intenzivno izpiranje hranil in zakisanost tal, povečali biotsko raznovrstnost v tleh in na njih ter spodbujali koncept »živih tal«.

Več kot polovica prebivalstva živi v urbanih območjih. Mesta so torej naš glavni življenjski prostor. Čeprav tla v mestih niso splošno prepoznana kot dejavnik, nudijo pomembne ekosistemske storitve. V okvirih urbanističnega načrtovanja je treba razmišljati o tem, da bi ohranili čim več tal, da bi zagotovili mikroklimatske učinke ter zelene mestne parke in igrišča z zdravimi, neonesnaženimi ter dobro delujočimi tlemi. Gradbeni posegi morajo upoštevati koncept minimalnih posegov v okolje in čim bolj omejiti pozidavo tal, onesnaženje, erozijo in uničenje (degradacijo) tal. Industrijske objekte je treba načrtovati tako, da preprečujejo onesnaževanje tal in druge škodljive učinke na tla, ter jih opremiti s tehnologijami, ki preprečujejo vnos škodljivih emisij tudi v tla, ne samo v vode in zrak.

V vseh sektorjih in vrstah rabe zemljišč je pomembno zmanjšati obremenitve tal in ohraniti največje možne površine dobro delujočih tal.

# Logotipi ekosistemskih storitev tal

Borut Vrščaj • Kmetijski inštitut Slovenije

Ekosistemskih storitev tal (EST) ni enostavno prikazati in na kratko opisati. V okviru projekta Links4Soils smo razvili logotipe, ki vizualno predstavljajo najpomembnejše ekosistemske storitve tal.

Logotipe uporabljamo v rezultatih projekta Links4Soils in jih predlagamo za nadaljnjo rabo, npr. da bi nakazali, katere ekosistemske storitve tal naslavljamo z določenimi aktivnostmi načrtovanja ter varovanja ali najboljšimi praksami upravljanja tal v različnih sektorjih.



# Opis logotipov ekosistemskih storitev tal

## Pridelava hrane, krme in druge kmetijske biomase



Različni horizonti, ki sestavljajo talni profil, kažejo na pestrost lastnosti rodovitnih tal, primernih za gojenje najrazličnejših kmetijskih pridelkov. Raznolikost in kakovost hrane nakazujeta žitni klas in jabolko.

## Prirast gozdne biomase



Logotip povezuje lastnosti tal, obrisa listavca in iglavca kažeta nadzemno biotsko raznovrstnost gozdov, les pa gozdno proizvodnjo – lesno biomaso, potrebno za gradnjo, različne lesene izdelke za vsakodnevno uporabo (npr. pohištvo), pa tudi vir zelene in obnovljive energije.

## Zadrževanje vode



Kapljica vode, ki je zadržana sredi talnega horizonta, kaže na sposobnost tal zajemati, zadržati in postopoma sproščati padavinsko vodo. Zadržana voda je nujna za rast rastlin in talne biote, pa tudi za izhlapevanje vode iz tal.

## Urnaganje površinskega odtoka voda



Tri kapljice, ki pronicajo skozi talne horizonte, nakazujejo, kako tla v veliki meri absorbirajo padavine ali poplavne vode in zato z infiltracijo zmanjšujejo površinski odtok. Prodiranje kapljic v talni horizont prida oz. grušču predstavlja dodatno korist: polnjenje zaloga podzemne, pogosto pitne vode.

## Uravnavanje mikroklimatskih razmer (»učinek hlajenja«)



Logotip nakazuje izhlapevanje vode iz tal in transpiracijo rastlin. Procesa sta združena v evapotranspiracijo, ki hladi površino tal in rastlin (kar nakazuje termometer) ter s tem znižuje temperaturo okolice, z drugimi besedami, uravnava mikroklimo.

## Vezava ogljika



Različni talni horizonti v veliki meri določajo zmogljivost vezave, izmenjave in kroženja ogljika (C) v tleh. C je v atmosferi na voljo v obliki toplogrednega plina – CO<sub>2</sub>, ki skozi rastline in rastlinski opad kroži do vrhnjih talnih horizontov, kjer je shranjen v organski snovi (humusu) in talnih organizmih. Gre za t. i. ponor ogljika, ki je vezan kot talna organska snov (Corg). Ko mikroorganizmi mineralizirajo talno organsko snov, se C sprosti nazaj v ozračje, kjer je ponovno na voljo rastlinam.

## Filtriranje in čiščenje vode



Različni talni horizonti nakazujejo na različno sposobnost tal za filtriranje padavinskih in poplavnih voda, za nevtralizacijo in razgradnjo škodljivih snovi ter za obogatitev vode z minerali. Voda, očiščena na poti skozi talni profil, postane podzemna voda, primerna za pitje.

## Kroženje hranil



Rastlinska makro- in mikrohranila (N, P, K, Ca, Mg ter številna druga) so prisotna v tleh zaradi preperevanja matične kamnine, mikrobne vezave dušika, preoblikovanja primarnih in tvorbe sekundarnih mineralov. Brez sposobnosti tal za zadrževanje, izmenjavo ter kroženje hranil in situ bi se rodovitnost tal hitro zmanjšala. Kroženje in vezava hranil zagotavljata dolgoročno rodovitnost tal in s tem obstoj vegetacije, divjih ter gojenih rastlin.

## Biotska raznovrstnost tal in tla kot habitat

---



Različne vrste in debeline talnih horizontov kažejo na prav posebna mesta, kjer je biotska pestrost zelo bogata. V grudi tal velikosti dlani lahko živi izredno veliko zelo različnih organizmov. Izjemna raznolikost življenjskih oblik v tleh v veliki meri presega nadzemno biotsko raznovrstnost. Tako imenovani talni vir genov je tudi vir koristnih izdelkov, npr. zdravil.

## Kulturna in naravna dediščina

---



Amfora v tleh predstavlja različne ostanke starodavnih civilizacij. Očem skriti in zaščiteni artefakti so v tleh ohranjeni za sedanje generacije oz. civilizacijo. Fossil amonit predstavlja naravno dediščino, ki v primeru tal lahko obsega več specifičnih, redkih in dobro izraženih morfoloških značilnosti tal. Tudi posebne oblike tal in talnih horizontov, barve ter redke vrste tal je treba vrednotiti podobno kot geološko naravno dediščino.

## Rekreacijske in duhovne storitve

---



Logotip združuje človeka, tla in naravo. Različne lastnosti tal namreč določajo sposobnosti tal in s tem tudi rabo. Specifične lastnosti tal (začenši z globino, sposobnostjo zadrževanja vode, rodovitnostjo itd.) narekujejo primernost zemljišč za določeno rabo in prispevajo k slikovitim krajinam ter naravnim lepotam. Tla tako sooblikujejo prostor rekreacije, športa in duhovnih dobrobiti človeka.





# Ekosistemske storitve tal



# Pridelava hrane, krme in druge kmetijske biomase

**Opredelitev:** pridelava hrane, krme in druge kmetijske biomase se nanaša na gojenje rastlin za hrano, krmo in tehnična vlakna, pa tudi na zdravilne rastline in rastlinske biomase za proizvodnjo t. i. zelene energije.

**Učinki:** hrana, krma, tehnična vlakna, zdravilne rastline, rastlinska biomasa – obnovljivi vir energije. Osnovni procesi v tleh: ta storitev je preplet interakcij med fizikalnimi, kemijskimi in biotskimi lastnostmi tal ter procesov v tleh, ki določajo kakovost oziroma rodovitnost tal. Kmetijska proizvodnja je odvisna od različnih ključnih lastnosti tal, npr. globine tal, vsebnosti hranil, količine in kakovosti organskih snovi v tleh, sposobnosti zadrževanja vode, kislosti tal (pH), zrnivosti oz. teksture tal, mineralne sestave, vsebnosti skeleta, prisotnosti in številčnosti talne biote ter pestrosti v tleh idr. Pri *pridelavi hrane, krme in druge kmetijske biomase* so vključeni okoljski procesi, kot so kroženje hranil, ogljika in vode.

Ekosistemska storitev pridelava hrane, krme in druge kmetijske biomase je navadno odvisna od ciljno usmerjenega upravljanja s tlemi. To pomeni, da različne kmetijske prakse, trajnostne in netrajnostne, vplivajo na kakovost kmetijskih tal ter s tem na celoten ekosistem. V kmetijstvu so ravni vnosa in odvzema hranil ter energije odvisne od načina kmetovanja, to je od bolj trajnostnega načina – v smislu ohranjanja rodovitnosti tal (ekološko kmetovanje) do manj trajnostnega (npr. netrajnostno ekstenzivno kmetijstvo v državah v razvoju oz. intenzivno – konvencionalno kmetijstvo v razvitih državah). Poleg tega netrajnostne kmetijske prakse negativno vplivajo na rodovitnost tal in biotsko raznovrstnost.

**Interakcija (sinergija in kompromisi) z drugimi EST:** ekosistemska storitev pridelava hrane, krme in druge kmetijske biomase močno vpliva na ostale ekosistemske storitve tal, kot so kroženje hranil, ponor ogljika (kroženje C), zadrževanje vode, razgradnja organske snovi in vezava hranil ter zagotavljanje habitatov (biotska raznovrstnost). Kmetijske prakse pridelave hrane, krme in druge kmetijske biomase lahko močno vplivajo tudi na druge ekosistemske storitve tal, kot so uravnavanje površinskega odtoka ter kulturni in naravni arhiv.

**Zahteve:** rast svetovnega prebivalstva bo povečala povpraševanje družbe po pridelavi hrane, krme in kmetijske biomase.

**Vplivi rabe tal:** glede na potrebe pridelave in značilnosti tal določimo posamezne (redko več) rastlinske vrste, ki so primerne za gojenje na določenem območju, in doseganje ustreznih pridelkov. Trajnostno kmetijstvo spodbuja trajnostno upravljanje s tlemi, to je poleg same pridelave zagotavljanje drugih, okoljskih ekosistemskih storitev tal, kot so povečevanje zaloga organskega ogljika v tleh, zmogljivosti filtriranja vode, podzemne biotske raznovrstnosti in v manjšem obsegu nadzemne biotske ra-

znovrstnosti. Netrajnostno kmetijstvo in slabo upravljanje s tlemi imata velik vpliv na druge ekosistemске storitve tal (zmanjšano filtracijo vode, slabo zadrževanje vode, zmanjšano zadrževanje in kroženje hranil ali pa zmanjšane zaloge organskega ogljika v tleh itd.).

**Vpliv podnebnih sprememb na zagotavljanje storitve:** na kmetijsko proizvodnjo močno vplivajo podnebne spremembe, tj. večja pogostost suš, zaslanjevanje tal, vročinski valovi, povišane temperature, velika vlažnost, poplave, povečana nevarnost škodljivcev itd. Podnebne spremembe povečujejo ozaveščenost o nujnih spremembah, možnih prilagoditvah glede ravnanja s tlemi – npr. ohranitveni načini obdelovanja tal za zagotavljanje nemotene proizvodnje hrane za naraščajoče prebivalstvo.

**Specifike kmetijske pridelave v Alpah:** kmetijstvo ima v alpskem prostoru posebne značilnosti, predvsem zaradi naravnega okolja (topografija, nadmorska višina, podnebje) in regionalne tradicije. Nizke temperature v višjih nadmorskih legah, precej velike ali majhne količine padavin (odvisno od regije), pogosto slabo razvita tla in strma pobočja predstavljajo težke razmere za kmetijsko pridelavo. Za Alpe je značilen visok delež travinja v gorskem pasu, ki je namenjen za travinje ali gorsko pašo. Trenutni razvoj kmetijstva v Alpah kaže zmanjšano rabo manj primernih kmetijskih zemljišč, obenem pa tudi intenzivnejše kmetijstvo v dolinah in kotlinah. Poleg tega tradicionalno alpsko kmetijstvo nadomeščajo s krmnimi in energetskimi posevki (npr. koruza), velikimi sadovnjaki in posebej prilagojenimi gorskimi vinogradi.



▲ Slika 5:  
*Gorski pašnik s pašnimi živalmi v Lombardiji v Centralnih Alpah (Fotografija: M. D'Amico).*





▲ **Slika 6:**

Značilen manjši mozaik tradicionalne kulturne krajine v Alpah: z gozdom, polji, sadovnjaki in vinogradi; Dolina Etscha, južna Tirolska, Italija (Fotografija: C. Geitner).



◀ **Slika 7:**

Zmerno sprana rjava tla na biotsko pestrem gorskem pašniku; Uskovnica, Slovenija (Fotografija: B. Vrščaj).





▲ **Slika 8:**  
 Globoko obdelana tla gorskega vinograda, nastala na ledeniških sedimentih; Dolina Eisack, južna Tirolska, Italija (Fotografija: C. Geitner).



◀ **Slika 9:**  
 Kmetijstvo na alpskem pobočju in v dolini; Dolina Etsch, južna Tirolska, Italija (Fotografija: C. Geitner).

# Pridelava hrane, krme in druge kmetijske biomase – na kratko

- **Učinek:** pridelana hrana, krma, industrijska vlakna, zdravilne rastline ter rastlinska biomasa – obnovljivi vir energije.
- **Zagotavljanje** te storitve je odvisno od razpoložljivosti vode in hranil, ki jih določajo številne kemijske, fizikalne in biotske lastnosti tal, podnebne razmere ter kmetijske prakse.
- **Potrebe:** z naraščanjem prebivalstva narašča tudi potreba po večji proizvodnji kakovostne hrane.
- **Grožnje:** netrajnostne kmetijske prakse (npr. konvencionalno kmetijstvo, prekomerne obremenitve s pašo), izguba tal (obsežne pozidave, pospešena erozija), degradacijski procesi v tleh (izguba organske snovi, zakisanje in zaslanjevanje tal) ter podnebne spremembe zmanjšujejo kmetijsko pridelavo.



# Prirast gozdne biomase



**Opredelitev:** ekosistemska storitev tal prirast gozdne biomase se nanaša na proizvodnjo lesa, poleg tega pa tudi na druge gozdne proizvode, kot so gobe, gozdni sadeži itd.

**Rezultati:** les, gradbeni les, lesna biomasa za biogoriva (npr. sekanci), užitni gozdni plodovi.

**Osnovni procesi v tleh:** prirast gozdne biomase temelji na širokem naboru zapletenih interakcij fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov v tleh, ki podpirajo in uravnavajo kroženje hranil ter vode. Nanje vplivajo različne lastnosti tal, kot so globina tal, skeletnost, zrnavost (tekstura) in gostota tal, količina ter kakovost organske snovi in talnih organizmov ter kislost tal. V kolikšni meri je potencial tal izkoriščen, je odvisno od drevesne sestave gozda in prilagodljivosti drevesnih vrst. Z gozdovi se gospodari na različne načine, ekstenzivno ali intenzivno. Tudi pri intenzivnem gospodarjenju je proizvodna doba relativno dolga, tako da na splošno pogostost spremembe tal in poškodbe tal zaradi gozdarskih dejavnosti niso velike, kljub temu pa moramo izvajati ukrepe za zaščito tal (npr. sečnja in spravilo v času primerno mokrih oziroma suhih tal). Skrbeti moramo za kroženje hranil v tleh in ohranjati razmerje med sečnjo ter prirastom dreves.

**Interakcija (sinergija in kompromisi) z drugimi ekosistemskimi storitvami tal:** gozdovi glede na vrstno sestavo in strukturo sestojev nudijo široko paleto dodatnih ekosistemskih storitev, na primer uravnavanje površinskega odtoka (omejevanje erozije), zadrževanje vode v tleh in biomasi, uravnavanje lokalnih podnebnih razmer in prispevajo k uravnavanju globalnega podnebja, zagotavljanju gozdnih habitatov ter možnosti sprostitve in rekreacije ljudi.

**Zahteve:** povpraševanje po lesu in lesnih izdelkih, zlasti pa po obnovljivih virih energije, na številnih področjih globalno narašča. Zato lahko pričakujemo, da se bo povečalo povpraševanje po tej ekosistemski storitvi in s tem pritiski na tla.

**Vplivi rabe tal:** na prirast gozdne biomase večinoma vplivajo podnebne razmere in značilnosti rastišča, vendar jo lahko gospodarjenje z gozdovi bolj ali manj spremeni. Spremembe v rabi tal (iz gozdnih tal v kmetijska in obratno) pomembno vplivajo na tla in lahko vodijo do večjih sprememb ter kompromisov pri zadovoljevanju nekaterih potreb in zagotavljanju ekosistemskih storitev.

**Vpliv podnebnih sprememb na zagotavljanje storitve:** zaradi globalnega segrevanja in hitrejšje mineralizacije bo v tleh obenem več rastlinskih hranil, posledično lahko pričakujemo povečano rast gozdov in prirast gozdne biomase. Prav tako na tla lahko vplivajo izjemni meteorološki dogodki (ujme), ki tudi spreminjajo sestavo gozdov, npr. neurja in suše. Zato je treba gospodarjenje z gozdom, zlasti sestavo drevesnih vrst, prilagoditi tako, da ublaži tveganja podnebnih sprememb.

**Posebnosti v Alpah:** glede na posebno topografijo in nadmorsko višino v Alpah imajo gozdovi pomembno varovalno vlogo. Površine gozdov naraščajo že desetletja tudi zaradi socioekonomskih vplivov (npr. opuščanje tradicionalnega kmetovanja na višinah in v manj ugodnih topografskih razmerah). V preteklosti so bile površine gozdov v Alpah manjše zaradi intenzivnejšega gospodarjenja z gozdom, kljub strminam in pomanjkanju gozdnih cest ter kljub temu, da včasih intenzivno gospodarjenje ni bilo ekonomsko opravičljivo. Trenutna drevesna sestava gozdov ni v skladu z naravno drevesno sestavo, zlasti v podgorskem in gorskem pasu. Posledica tega so nekateri tipi degradacije tal (zakisanje tal in intenzivno izpiranje hranil), zmanjšana biološka aktivnost tal ter povečana občutljivost gozdnih sestojev. Naraščajoče povpraševanje po obnovljivih virih energije (lesni biomasi) dodatno krepi poseben položaj gozdov v Alpah.



▲ **Slika 10:**  
*Smrekov gozd; Pokljuka, Slovenija (Fotografija: S. Stanchi).*





▲ **Slika 11:** Čisti sestoji smreke na globokih in opodzoljenih (močno spranih) tleh, razvitih na karbonatni moreni, Pokljuka, Slovenija (Fotografija: B. Vrščaj).





▲ Slika 12:

*Plitva, a z organsko snovjo bogata tla so se razvila na zelo prepereli karbonatni moreni; Pokljuka, Slovenija (Fotografija: B. Vrščaj).*





▲ Slika 13:  
*Opodzoljena alpska gozdna tla pod macesni; Dolina Aoste, Italija (Fotografija: M. D'Amico).*

# Prirast gozdne biomase – na kratko

- **Oskrba:** les, gradbeni les, lesna biomasa za biogoriva (npr. sekanci), užitni gozdni plodovi.
- **Zagotavljanje storitve:** prirast gozdne biomase določa vsebnosti vode in hranil v tleh, ki je odvisna od lastnosti tal, podnebnih razmer in gospodarjenja z gozdom.
- **Potrebe:** povpraševanje po lesnih izdelkih in lesu kot obnovljivem viru energije ter gradbenem materialu narašča.
- **Grožnje:** netrajnostne gozdarske prakse (npr. neprimerne drevesne združbe, gozdne monokulture ali goloseki), požari in podnebne spremembe lahko vplivajo na rodovitnost gozdnih tal ter pospešijo erozijo.



# Zadrževanje vode



**Opredelitev:** ta ekosistemska storitev se nanaša na sposobnost tal zadržati, skladiščiti in postopoma sproščati vodo: z izhlapevanjem iz tal v ozračje, odvzemom iz tal v rastline ter s pronicanjem vode v podtalje in napajanjem podzemnih voda.

**Učinki:** voda za potrebe rastlin, talno bioto v tleh in izhlapevanje.

**Osnovni procesi v tleh:** padavinska, poplavna ali namakalna voda infiltrira v porozna tla, kjer je v porah na območju korenin na voljo za rastline in talne organizme. Sposobnost tal za zadrževanje vode je odvisna tako od količine kot od velikosti in razporeditve talnih por. Značilnosti določajo globina tal, zbitost, zrnavost oz. tekstura tal, vsebnost skeleta ter količina in vrsta organske snovi. Na strukturo, gostoto in količino organske snovi močno vpliva aktivnost talnih organizmov, zlasti deževnikov.

Na sposobnost tal za zadrževanje vode prav tako vpliva vegetacija, predvsem zaradi stopnje razvitosti koreninskega sistema posameznih rastlin ter količine in kakovosti opada. In ker je oskrba z vodo s padavinami bolj ali manj neredna, je za nadzemne in podzemne organizme zadržana voda v tleh bistvenega pomena. V kolikšni meri je mogoče ta potencial tal res izkoristiti, je odvisno od razpoložljive vode v tleh ter od razvitosti koreninskih sistemov posameznih rastlinskih vrst.

**Interakcija (sinergija in kompromisi) z drugimi ekosistemskimi storitvami tal:** zadrževanje vode je eden najpomembnejših parametrov rodovitnosti tal; zlasti za proizvodnjo biomase, bodisi hrane, lesa ali biomase za zeleno energijo. Zadrževanje vode v tleh v veliki meri prispeva k »učinku hlajenja«, tj. uravnavanje mikroklimatskih razmer zaradi transpiracije in izhlapevanja, pa tudi zaradi obstoja talne biote, saj za življenje v tleh potrebuje vodo.

**Potrebe:** zaradi nenehne rasti svetovnega prebivalstva se bo družbeno povpraševanje po tej storitvi povečalo, saj je zadrževanje vode v tleh ključnega pomena za proizvodnjo kmetijske, gozdne in naravne biomase.

**Vplivi rabe tal:** sposobnost tal za opravljanje te ekosistemske storitve je odvisna od rabe zemljišč in upravljanja s tlemi. Na primer v kmetijstvu obdelovanje zemlje močno vpliva na potencial tal za zadrževanje vode. Lahko ga zmanjša (npr. z zbijanjem tal zaradi težkih strojev) ali ga poveča (npr. s povečanjem vsebnosti humusa/organsko snovjo). V gozdu sestava drevesnih vrst narekuje potencial za zadrževanje vode predvsem zaradi aktivnosti talne biote, koreninskih sistemov dreves in globine tal.



**Vpliv podnebnih sprememb na zagotavljanje storitve:** zaradi podnebnih sprememb se bo suša verjetno pojavljala pogosteje in v daljših obdobjih, zato se bo ta storitev izkazala kot ključna tako pri izbiri poljščin v kmetijstvu kot tudi pri izbiri drevesnih vrst pri gojenju gozdov. Sposobnost tal za zadrževanje vode lahko le do določene mere ublaži poplave in druge naravne nesreče.

**Specifika v Alpah:** v Alpah, pa tudi v drugih gorskih območjih, imajo tla v začetni fazi razvoja zaradi navadno visoke vsebnosti skeleta in peska ter nizke vsebnosti gline omejeno sposobnost zadrževanja vode. Tla z visoko kapaciteto zadrževanja vode najdemo ob vznožjih pobočij, kjer so tla globlja, ali na nekaterih poplavnih območjih, kjer se lahko nahajajo globoka meljasto-ilovnata tla. Velika količina padavin v Alpah blaži močan sušni stres, vendar pa je nizka sposobnost tal za zadrževanje vode problematična na nekaterih območjih z nižjo stopnjo padavin v vegetacijskem obdobju (nekateri pretežno suhe alpske doline).



▲ **Slika 14:** Globoka gozdna tla, ki so se razvila na meljastih in peščenih aluvialnih sedimentih; Dolina Lech, Bavarska, Nemčija (Fotografija: C. Geitner).



▲ **Slika 15:**  
*Globoka gozdna tla, ki so se razvila na nesortiranih ledeniških sedimentih; dolina Inn, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*





▲ Slika 16:  
*Organska tla (histosoli) zadržujejo veliko količino vode; Pokljuka, Slovenija (Fotografija: B. Vrščaj).*

# Zadrževanje vode – na kratko

- **Učinki:** zadržana voda je zaloga vode v tleh, ki je na voljo rastlinam in talni bioti. Zadržana voda tudi izhlapeva ter s tem uravnava mikroklimo.
- **Zagotavljanje:** tla s svojimi lastnostmi lahko zadržujejo vodo kljub gravitaciji in jo shranjujejo, da je dostopna rastlinam ter talnim organizmom. Zmožnost zadrževanja vode v tleh je odvisna predvsem od globine tal, poroznosti (torej od zrnivosti in strukture tal), vsebnosti organske snovi, nepropustnih horizontov in zbitosti tal.
- **Potrebe:** razpoložljivost vode v tleh je bistvenega pomena za kmetijsko in gozdno pridelavo, zato ta ekosistemska storitev z naraščanjem svetovnega prebivalstva in zaradi podnebnih sprememb pridobiva na pomenu.
- **Grožnje:** netrajnostno gospodarjenje z gozdovi in slabe kmetijske prakse ter pozidava najrodovitnejših kmetijskih zemljišč pogosto povzročijo zmanjšano razpoložljivost vode v tleh, vodijo do različnih degradacijskih procesov in s tem zmanjšujejo druge ekosistemske storitve tal.



# Uravnavanje površinskega odtoka voda

**Opredelitev:** ekosistemska storitev se nanaša na zmanjševanje površinskega odtoka preko infiltracije padavinskih voda, taljenja ledu ali poplav.

**Učinki:** zmanjšanje površinskega odtoka znižuje tveganje za erozijo in izboljša poplavno varnost.

**Osnovni procesi v tleh:** zmanjšan površinski odtok zmanjšuje in upočasnjuje poplavni val, zmanjšuje erozijo in s tem povečuje sedimenta v vodotokih. Infiltrirana voda lahko prispeva v tla bodisi do zapoznelega podzemnega pretoka ali do napajanja podzemnih voda. Koliko vode lahko tla zadržijo, je odvisno od infiltracije (na površini tal) in odtekanja iz talnega profila v podtalje. Procesna nadzirajo različne lastnosti tal, npr. globina, gostota, zrnavost, vsebnost skeleta, količina in kakovost organskih snovi, biotska aktivnost in zgradba korenin, plasti organskih snovi ter delci kamnin na površini tal. To ekosistemsko storitev učinkovito zagotavljajo globoka tla z veliko vsebnostjo skeleta in nizko vsebnostjo gline ter melja. Učinkovitost omenjene storitve je dodatno odvisna tudi od vsebnosti vlage v tleh, ki se stalno spreminja. Nedvomno so nekatere od teh lastnosti tesno povezane s trenutno naravno ali gojeno vegetacijo. Gosta vegetacija, izrazit in globok koreninski sistem ter številčnost deževnikov so dodatni pomembni dejavniki v procesu infiltracije vode v tla.

**Interakcija (sinergija in kompromisi) z drugimi ekosistemskimi storitvami tal:** infiltracija vode v tla zmanjšuje erozijo in pozitivno vpliva na vse druge ekosistemske storitve tal, zlasti z ohranjanjem organske snovi v tleh. Glede na lastnosti tal infiltracija nujno ne poveča zaloge vode v tleh, saj lahko hitro preide tudi skozi tla v podtalje, kar zmanjša nekatere storitve, povezane s pridelavo in prirastom biomase ter učinkom hlajenja (uravnavanje mikroklimatskih razmer). Poleg tega hitro pronicanje vode v tla zmanjšuje storitev filtriranja in čiščenja vode. Po drugi strani pa so suha tla primernejša za športne aktivnosti, to je za namene rekreacijskih ekosistemskih storitev tal.

**Potrebe** po tej storitvi se bodo povečevale zaradi vedno večjih pozidanih površin, ki ustvarjajo velik površinski odtok; zadnje je pomembna posledica širjenja naselij in infrastrukturnih območij. Pričakovana večja pogostost obilnih padavin, kot posledica podnebnih sprememb, bo znatno povečala potrebe po tej ekosistemski storitvi.

**Vplivi rabe tal:** opravljanje te ekosistemske storitve je močno odvisno od rabe tal in vrste rastlinske pokritosti (npr. gozd, travnik za košnjo, pašnik, njiva, trajni nasadi). Glede na upravljanje s tlemi lahko omenjeno storitev povečamo (npr. z oranjem, povečanjem biološke aktivnosti) ali zmanjšamo (npr. z zbijanjem tal v kmetijstvu in gozdarstvu ter predvsem pozidavo).



**Vpliv podnebnih sprememb na zagotavljanje storitve:** podnebne spremembe z višjimi temperaturami, daljšimi sušnimi obdobji in možnostjo požarov pogosto botrujejo zaskorjenosti površine tal, kar povzroča vodoodbojnost zaradi presušene organske snovi in s tem slabšo regulacijo površinskega odtoka.

**Specifika v Alpah:** glede na značilnosti alpske regije lahko potencialno visoke letne količine padavin in njihova intenzivnost ter režimi odtokov, na katere vplivata sneg in led, začasno ustvarijo vodne presežke. V kombinaciji s pobočji, kjer se nadzemni tok širi hitreje in lahko tvori erozijske jarke, je večja verjetnost za nastanek gorskih hudournikov ter hudourniških poplav. Doline so delno močno pozidane, kar povečuje poplavno ogroženost v dveh pogledih. Prvič: pozidana območja preprečujejo infiltracijo, drugič: sedanja infrastruktura je najpogosteje izpostavljena poplavam. Zato je zmanjševanje površinskega odtoka še posebej pomembno. Ravno tako je količina odtoka v veliki meri odvisna od lastnosti tal. Na primer: razmeroma visoka vsebnost skeleta v alpskih pobočjih poveča infiltracijo. Tudi zbita tla na pašnikih, ki pokrivajo precejšnje območje Alp, lahko dodatno obremenijo sistem in prispevajo k večjemu površinskemu odtoku. Načeloma precejšnji delež gozdov v Alpah izboljšuje to storitev, vendar jo lahko netrajnostne prakse gospodarjenja z gozdovi, npr. drevesna sestava in načini poseka, bistveno zmanjšajo tudi zaradi morebitnih »slabših« lastnosti tal (npr. gostota tal, vrsta in debelina opada, vsebnost humusa, razpoke, kanali deževnikov in drugi kanali, ki jih voda uporablja za odtok v podzemlje).



▲ Slika 17:

*Površinski odtok na pašniku med nevihto; Dolina Brixen, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*





▲ **Slika 18:**

*Svež hudourni nanos, nastal zaradi močnega površinskega odtoka na alpskem pobočju, nad gozdno mejo; dolina Kauner, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*



◀ **Slika 19:**

*Zelo skeleten talni profil z manjšimi kosi kamena hudournega nanosa, s slabo razvitim zgornjim delom tal, ki močno pospešuje infiltracijo vode; dolina Inn, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*

# Uravnavanje površinskega odtoka voda – na kratko

- **Učinki:** zaradi zmanjšanega površinskega odtoka se zmanjša erozija in izboljša poplavna varnost.
- **Zagotavljanje:** zadrževanje vode in zmanjšanje površinskega odtoka zmanjšujeta možnost poplav in erozije ter omogočata napajanje podzemnih voda. Zagotavljanje te storitve je odvisno od zmožnosti infiltracije vode v tla in propustnosti tal – procesov, ki jih uravnavajo lastnosti in načini rabe tal.
- **Potrebe:** podnebne spremembe in ekstremni vremenski pojavi povečujejo pogostnost poplav in s tem večje površinske odtoke. Obširna pozidava in spreminjanje krajine predstavljata posege v ekosisteme in v ravnotežje med zadrževanjem vode ter (pre)intenzivnim površinskim odtokom.
- **Grožnje:** urbani in tudi turistični razvoj narekujejo obsežne pozidave tal. Netrajnostne kmetijske ter gozdarske prakse lahko vodijo do zbijanja tal, s tem pa do povečanega površinskega odtoka, intenzivnejše erozije in slabšega napajanja podzemnih voda – naše pitne vode.



# Uravnavanje mikroklimatskih razmer ("učinek hlajenja")

**Opredelitev:** ta ekosistemska storitev se nanaša na uravnavanje temperature zraka in vlage zaradi izhlapevanja in transpiracije rastlin.

**Učinki:** uravnavanje temperature zraka in vlage ter s tem mikroklimi v lokalnem okolju.

**Osnovni procesi v tleh:** izhlapevanje vode iz tal in dihanje vegetacije (evapotranspiracija) vodita do učinka hlajenja, saj je za pretvorbo vode iz tekoče v plinsko fazo potrebna energija, s čimer se zniža temperatura zraka. Večja poraba energije za proces evapotranspiracije lahko pomeni tudi večje zmanjšanje temperature. Na območjih z gostejšim rastlinskim pokrovom je proces transpiracije pomembnejši kot izhlapevanje. Sposobnost tal za zadrževanje vode v tleh uravnava oba procesa, transpiracijo in evaporacijo, in je odvisna od velikosti ter porazdelitve talnih por. Značilnost teh je navadno pogojena z globino tal, vsebnostjo skeleta, velikosti talnih delcev zemlje, strukture tal ter gostoto in vsebnostjo organske snovi. Čeprav tla predstavljajo (in tudi so) rezervoar vode, ki omogoča in omejuje te procese, je evapotranspiracija del vodnega kroga (kroženje vode), ki jo določa celoten ekosistem.

**Interakcija (sinergija in kompromisi) z drugimi ekosistemskimi storitvami tal:** med uravnavanjem mikroklimatskih razmer (»učinek hlajenja«) in ekosistemskimi storitvami tal zadrževanje vode ter pridelavo hrane, krme in druge biomase v kmetijstvu in gozdarstvu obstajajo različni sinergijski učinki. Potrebe: zaradi podnebnih sprememb in dviga temperatur postaja uravnavanje mikroklimatskih razmer ključnega pomena za družbo, torej za zdravje ljudi in seveda tudi za druge organizme ter njihove habitate.

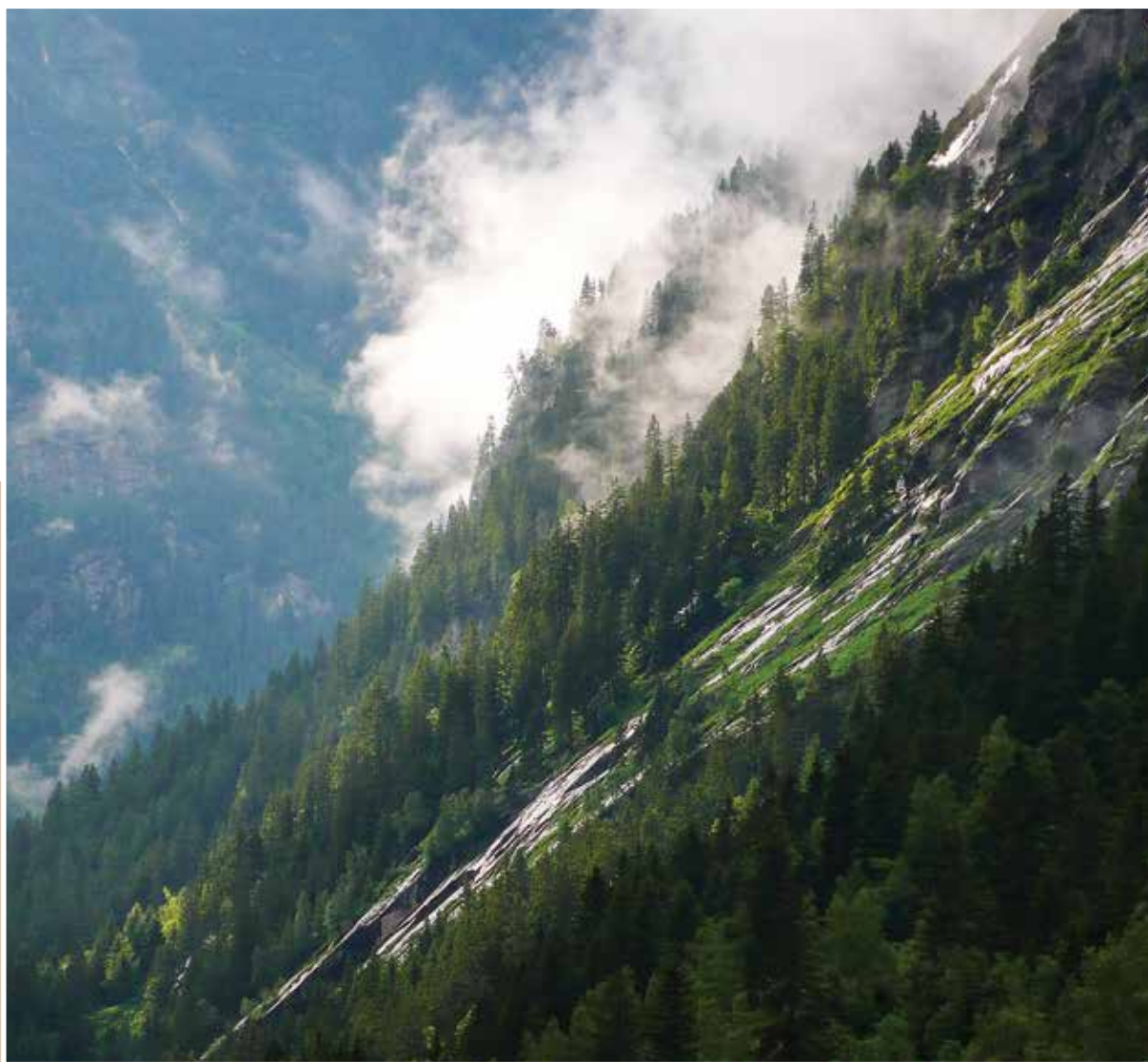
**Vplivi rabe tal:** potencial tal za izvajanje te ekosistemske storitve je tesno povezan s sposobnostjo tal za zadrževanje vode, na kar močno vplivajo spremembe rabe tal. V okviru kmetijske pridelave lahko trajnostne kmetijske prakse, kot so ohranitvena obdelava tal, kolobarjenje in uvajanje vmesnih posevkov rastlin za zeleno gnojenje (*cover crops*), uporaba organskih gnojil itd., v veliki meri pomembno izboljšajo zmogljivost/sposobnost tal za zadrževanje vode, s tem pa tudi uravnavanje mikroklimatskih razmer. Pri proizvodnji gozdne biomase je pomemben predvsem izbor drevesnih vrst, saj drevesa uravnavajo biotsko aktivnost tal ter globino koreninskih sistemov in s tem globino tal.

**Vpliv podnebnih sprememb na zagotavljanje storitve:** višje temperature zaradi podnebnih sprememb na splošno povečujejo evapotranspiracijo, če je le na voljo voda. Sprememba vzorcev porazdelitve padavin zmanjša količino vode v tleh. Zaskorjenost ter vodoodbojnost talne površine zaradi posušene organske snovi zmanjšata infiltracijo vode v tla. Zato lahko klimatske spremembe pomembno zmanjšajo to ekosistemsko storitev tal.



**Specifika v Alpah:** velika višinska razčlenjenost Alp pomeni tudi raznolikost lokalnega podnebja. Zaradi pestrosti talno-vegetacijskih sistemov so tudi lokalne mikroklimatske razmere zelo spremenljive. Transpiracija je torej odvisna od razpoložljivosti vode v tleh (padavinske vode in sposobnosti tal za skladičenje vode) ter od sposobnosti rastlin za črpanje vode. Zadnje lahko omejujejo plitvi koreninski sistemi nekaterih vrst, npr. smreka, ki je v Alpah zaradi ekonomskih razlogov zelo razširjena.

Potreba po »uravnavanju« mikroklimatskih razmer je največja v alpskih dolinah, saj se tam nahaja večina naselij, temperature zraka pa so razmeroma visoke. V večini dolin je po navadi tudi veliko vode (reke, jezera, barja), zato je posledično transpiracija večja. Pomembno je, da za sajenje dreves oziroma obdelovanje zemljišč uporabljamo rastlinske vrste z visoko transpiracijsko zmogljivostjo.



▲ Slika 20:

*Voda na pobočju, v gozdu in v zraku. Alpe so pokrajina, bogata z vodo; Dolina Zillertal, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*





▲ Slika 21:  
*Uravnavanje mikroklimatskih razmer (Fotografija: M. D'Amico).*

## Uravnavanje mikroklimatskih razmer ("učinek hlajenja") – na kratko

- **Učinki:** uravnavanje temperature zraka in vlage ter s tem mikroklimo v lokalnem okolju.
- **Zagotavljanje:** evapotranspiracija tal in vegetacije vodi do učinka hlajenja, saj je za pretvorbo vode iz tekoče v plinsko fazo potrebna energija, s čimer se zniža temperatura zraka. Ta ekosistemska storitev tal je tesno povezana z zmogljivostjo tal za zadrževanje vode.
- **Potrebe:** zaradi globalnega segrevanja postaja uravnavanje lokalnih klimatskih razmer pomemben dejavnik zdravja in dobrobiti ljudi ter vseh drugih bitij.
- **Grožnje:** degradacija tal, kot so pozidava, zbitost in erozija, pa tudi pokritost tal z neprimernimi rastlinskimi vrstami, zmanjšujejo zmogljivost evapotranspiracije ter s tem uravnavanje mikroklimatskih razmer.

# Vezava ogljika

## ("kroženje ogljika")



**Opredelitev:** ekosistemska storitev se nanaša na sposobnost tal za vezavo in skladiščenje zalog ogljika v tleh.

**Učinki:** kopenska zaloga ogljika (C), regulacija globalne klime in blaženje posledic klimatskih razmer. Osnovni procesi v tleh: tla so pomemben rezervoar C (2700 Gt), saj vsebujejo več C kot ozračje (780 Gt) in kopenska vegetacija (575 Gt) skupaj. Ta rezervoar je odvisen od ravnovesja med akumulacijo talne organske snovi in izgubami C iz tal (torej tla delujejo kot ponor C in kot vir emisij C nazaj v ozračje). Vsebnost C se v tleh akumulira preko procesa fotosinteze, v katerem rastline preko listnih rež sprejemajo C iz ozračja, kasneje pa se v odmrlih rastlinskih delih (rastlinskem opadu) vezan C pretvori in uskladišči v tleh kot odmrli organska masa – talna organska snov. Za naslednji korak – razgradnjo talne organske snovi in vračanje CO<sub>2</sub> v atmosfero – so zaslužni zlasti talna favna in mikroorganizmi. Številne fizikalne in kemijske lastnosti tal, kot so zrnavost tal, kislost in vsebnost hranil (npr. razpoložljivost N), močno vplivajo na količino, kakovost in stabilnost organskega C, vezanega v tleh.

Povečanje skladiščenja C v tleh zmanjšuje koncentracijo CO<sub>2</sub> v atmosferi in s tem prispeva k blaženju podnebnih sprememb.

**Interakcija (sinergija in kompromisi) z drugimi ekosistemskimi storitvami tal:** zaloge C v tleh so bistvenega pomena za skoraj vse druge ekosistemske storitve, zlasti tiste, ki se nanašajo na kmetijsko proizvodnjo, filtracijo, čiščenje vode ter kroženje hranil.

**Potrebe:** v luči podnebnih sprememb in njihovega blaženja velja, da je ekosistemska storitev *vezava ogljika* najpomembnejša.

**Vplivi rabe tal:** raba zemljišč močno vpliva na vezavo C v tleh. Na primer: če se gozdovi pretvorijo v kmetijska zemljišča ali naselja, se ta storitev lahko zmanjša (kmetijstvo) ali skoraj izgubi (urbanizacija). Tudi pridobivanje šote oziroma izsuševanje mokrišč povzroči veliko povečanje emisij CO<sub>2</sub> iz tal.

**Vpliv podnebnih sprememb na zagotavljanje storitve:** v spreminjajočem se podnebnju je ekosistemska storitev vezava ogljika (in s tem povezana blažitev podnebnih sprememb) nujna. Zato je zagotavljanje te storitve pomembno. Vendar lahko podnebne spremembe v mnogih ekosistemih zaradi segrevanja in izsuševanja tal zmanjšajo zaloge in vezavo ogljika v tleh.

**Specifika v Alpah:** z izjemo najvišjih vrhov, ki so večinoma brez vegetacije in pravih tal, v Alpah prevladujejo gozdovi in travinje z relativno visoko vsebnostjo ogljika v tleh, predvsem v vrhnjem sloju tal.

Zato so tla zelo občutljiva na podnebne spremembe in na spremembe rabe tal. Boljše gospodarjenje z gozdovi, travinjem in njivskimi površinami lahko prepreči upad vezave ogljika v tleh ali celo poveča vsebnost talne organske snovi. V velikih konkavnih reliefnih oblikah, nastalih zaradi ledeniških dejavnosti in v kombinaciji z obilnimi padavinami, se v Alpah tvorijo šotišča, kjer so shranjene velike količine ogljika. V Alpah je v zadnjih desetletjih (tako kot v drugih regijah) znaten delež takih šotišč močno degradiran predvsem zaradi spremembe rabe tal, največkrat zaradi kmetijstva. Dandanes so šotišča v veliki meri zaščiteni. Kjer so šotna tla še vedno obdelana in v kmetijski rabi, predstavljajo še vedno velik delež izpustov CO<sub>2</sub> v atmosfero.



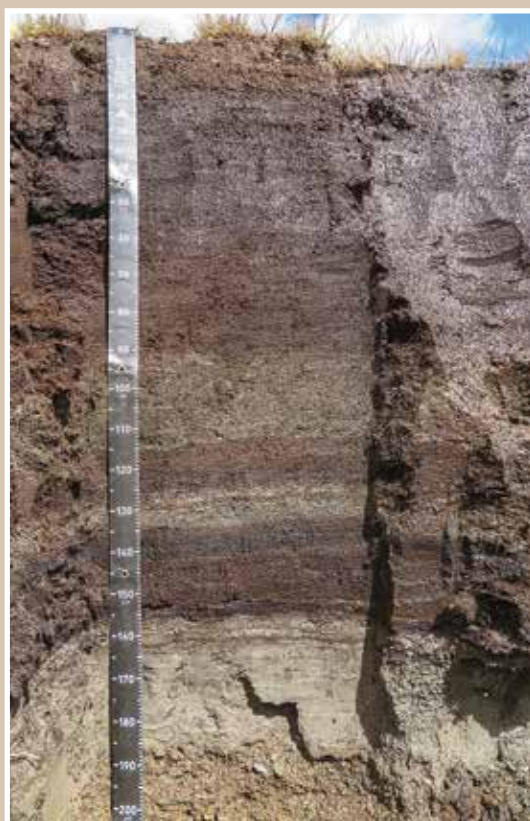
▲ **Slika 22:**  
*Šotna tla (histosol), nastala iz mahov in bogata z organsko snovjo (Fotografija: S. Stanchi).*





▲ **Slika 23:**

*Tla, bogata z ogljikom: debeli organski horizonti na karbonatnem deluviju. Tla so poraščena s pretežno bukovim gozdom in na približno 1500 m n. v.; Dolina Leutasch, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*



◀ **Slika 24:**

*Talni profil visoko dvignjenega šotišča na približno 2300 m n. v. v dolini Rotmoos z zanimivo izmenjavo organskih in mineralnih horizontov; Dolina Rotmoos, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*





▲ Slika 25:  
*Talni profil podzola, ki zadržuje velike količine organskega ogljika (Fotografija: M. D'Amico).*

# Vezava ogljika – na kratko

- **Učinek tal:** tla so skladišče in vir ogljika. Imajo pomembno vlogo pri regulaciji globalne klime in blaženju posledic klimatskih sprememb.
- **Zagotavljanje:** v procesu fotosinteze se ogljik (CO<sub>2</sub>) iz ozračja veže v rastlinsko biomaso in po odmrtnosti rastlin shrani v tla kot talna organska snov. Vsebnost ogljika v tleh je odvisna od vnosa organske snovi v tla in njene razgradnje. Tla hranijo večje zaloge ogljika kot ozračje in kopenska vegetacija skupaj.
- **Potrebe:** tla kot pomemben kopenski ponor ogljika pomembno prispevajo k zmanjševanju toplogrednega CO<sub>2</sub> v ozračju. S tem prispevajo k regulaciji globalne klime in k blaženju podnebnih sprememb. Vezava C je med najpomembnejšimi ekosistemskimi storitvami tal.
- **Grožnje/ovire:** obširne pozidave in slabo gospodarjenje s tlemi v kmetijstvu in gozdarstvu lahko občutno povečajo izpuste C iz tal. Nasprotno dobre kmetijske in gozdne prakse ter manj pozidav prispevajo k večji vezavi ogljika v tleh.



# Filtriranje in čiščenje vode

**Opredelitev:** filtracija in čiščenje vode v ekosistemu tal se nanašata na filtriranje trdnih delcev ter zadrževanje, razgradnjo in spreminjanje onesnaževal v vodi, ki pronicajo skozi tla. Rezultat je čista podzemna in izvirna voda, ki je primerna pitna voda.

**Učinki:** čista podzemna in izvirna voda, pitna voda.

**Osnovni procesi tal:** tla filtrirajo različne delce in zadržujejo rastlinska hranila in ostanke pesticidov ter druge organske in anorganske snovi (pogosto onesnaževala), ki jih prispevajo poselitev, industrija, promet, pa tudi drugi sektorji. Sposobnost tal za mehansko filtriranje delcev je v veliki meri odvisna od velikosti delcev in por ter od tega, kako hitro voda teče skozi tla, medtem ko je kemično čiščenje padavinskih voda odvisno od interakcije z aktivnimi minerali gline, talne organske snovi in živimi organizmi. Zadrževanje in transport onesnaževal sta močno odvisna od nevtralizacijske, pufrske in zadrževalne sposobnosti tal, to je specifične adsorpcije ionov, kemične razgradnje in procesov spiranja. Zbijanje tal, onesnaženje in zmanjševanje organske snovi oz. spreminjanje sestave organizmov v tleh in drugi tipi degradacije močno zmanjšajo sposobnost tal za nevtralizacijo in čiščenje ter omogočajo tok onesnažene vode skozi tla v podzemne vode, ki so pogosto pomemben vir pitne vode.

**Interakcija (sinergija in kompromisi) z drugimi ekosistemskimi storitvami tal:** za ljudi sta *filtracija in čiščenje vode* ena najpomembnejših storitev, ki jo tla nudijo v našem ekosistemu. Zdrava tla z ustreznimi filtrskimi sposobnostmi so ključnega pomena za zagotavljanje čiste vode za pitje in pridelavo hrane. Čeprav tla sama v veliki meri zagotavljajo to storitev, jo lahko vegetacija dopolnjuje na različne načine, npr. kot dodatni filter nad tlemi.

Vsi postopki čiščenja vode so povezani s časom pronicanja vode skozi tla in s sposobnostjo tal za zadrževanje ter shranjevanje vode v tleh. Poleg tega imata ključno vlogo tudi vsebnost talne organske snovi in biotska aktivnost tal.

**Potrebe:** zaradi naraščanja številčnosti svetovnega prebivalstva in slabega stanja okolja ostaja potreba po filtraciji in čiščenju vode visoka, ne glede na podnebne spremembe.

**Vplivi rabe tal:** na sposobnost tal za opravljanje te storitve imajo velik vpliv raba tal in netrajnostno upravljanje s tlemi v vseh sektorjih, saj vplivajo na lastnosti tal, ki so ključne za dobre filtracijske sposobnosti (npr. kislost, vsebnost talne organske snovi in biotska aktivnost) in/ali povzročajo degradacijo, kot so erozija, zbijanje in onesnaženost tal.



**Vpliv podnebnih sprememb na zagotavljanje storitve:** višje temperature in daljša sušna obdobja, ki jih povzročajo podnebne spremembe, vplivajo na sposobnost tal za sprejem vode in praviloma zmanjšajo vsebnost talne organske snovi, kar posledično zmanjša sposobnost ter kakovost filtriranja in čiščenja vode v tleh.

**Specifika v Alpah:** številna tla v Alpah so plitva, peščena, kamnita ter z nizko vsebnostjo gline, kar povzroča hiter pretok vode in s tem nižjo sposobnost filtracije in čiščenja vode. Poleg tega so alpska tla po navadi bolj ali manj kislila (zaradi velike količine padavin in težko razgradljivega opada) in imajo zato zmanjšano biološko aktivnost, kar dodatno zmanjšuje sposobnost filtracije. Zmogljivost tal za filtracijo in čiščenje vode v alpskih dolinah zelo variira, odvisno od visoke/nizke vsebnosti gline in peska.



▲ **Slika 26:**  
*Majhen gorski izvir; iztok vode iz tal (Fotografija: M. D'Amico).*





▲ **Slika 27:**  
*Voda, filtrirana in prečiščena v tleh, napaja kristalno čiste alpske reke; slap Savica, Slovenija (Fotografija: B. Vrščaj).*

# Filtriranje in čiščenje vode – na kratko

- **Učinki:** čista in pitna voda.
- **Zagotavljanje:** tla zadržijo neželene trde delce, vežejo in razgradijo škodljive snovi v padavinskih ter poplavnih vodah. K temu procesu čiščenja prispevajo fizikalni, kemični in biološki procesi v tleh, ki so odvisni od globine tal, teksture in strukture tal, količine in kakovosti talne organske snovi, kislosti tal in stopnje biotske aktivnosti.
- **Potrebe:** z rastjo svetovnega prebivalstva se povečuje povpraševanje po pitni vodi in po čisti vodi za potrebe pridelave hrane ter industrije.
- **Grožnje:** degradacija tal (predvsem onesnaženje tal, erozija, zbijanje, zmanjševanje vsebnosti talne organske snovi in zakisanje tal) ogroža potencial tal za filtracijo in čiščenje vode.



# Regulacija kroženja hranil

**Opredelitev:** regulacija kroženja hranilnih snovi v talnem ekosistemu se nanaša na shranjevanje, izmenjavo in kroženje makro- in mikrohranil ter drugih elementov med tlemi in rastlinami. Storitve kroženja hranil temelji na glavnih ekosistemskih storitvah tal, kot so fiksacija dušika, oskrba s fosforjem ter razgrajevanje in mineralizacija rastlinskega opada. S to storitvijo je povezana tudi vezava ogljika.

**Učinki:** zadrževanje in kroženje hranil, namenjenim rastlinam in talni bioti.

**Osnovni procesi tal:** poleg makrohranil (prvin), ki izvirajo iz zraka in vode (C, H in O), so glavna makrohranila še N, P, K, Ca, Mg in S. Bistvena mikrohranila, ki so enako pomembna, vendar potrebna v manjših količinah, so: Fe, B, Mo, Cu, Mn, Zn, Na, Cl, Co in Si. Razgradnja organske snovi, ki jo povzročajo talni organizmi, je najpomembnejši dejavnik kroženja hranil v tleh. Ta proces je odgovoren za to, da hranilne snovi postanejo dostopne organizmom (v prvi vrsti rastlinam oz. pridelkom). Razgradnja je kompleksen proces, ki dejansko vključuje vse talne organizme. Členonožci in deževniki drobijo material in ga mešajo z mineralno frakcijo v tleh, medtem ko so glive in bakterije zelo aktivne v procesu razgradnje organske snovi. Živi organizmi pridobijo energijo ali hranila iz tega procesa. Na splošno kompleksne organske spojine postanejo po vsaki stopnji razgradnje enostavnejše. Del organske snovi, ki se ne razgradi, se pretvori v zelo kompleksne organske snovi (npr. huminske snovi), ki so v tleh obstojnejše in so pomembne za strukturo tal ter vezavo hranil.

Mikroorganizmi omogočajo razpoložljivost hranil s pomočjo razgradnje rastlinskih ostankov in organske snovi v tleh ter s fiksacijo dušika.

**Interakcija (sinergija in kompromisi) z drugimi ekosistemskimi storitvami tal:** hranila so ključnega pomena za rodovitnost tal, najpomembnejšo in najkompleksnejšo lastnost tal. Razpoložljivost hranil v veliki meri vpliva na produktivnost tal ter na biodiverzitetu v tleh in nad njimi. Na primer: v določenem podnebju se naravni rastlinski sestoji in talna biota razlikujejo glede na razpoložljivost hranil. V kopenskih ekosistemih se hranila nahajajo večinoma v živi biomas (rastlinah) ali v talni organski snovi. Regulacija kroženja hranil je temeljna podpora storitev za proizvodnjo kmetijske in gozdne biomase. Poleg tega je ta storitev močno povezana z zagotavljanjem habitatov, talno in nadzemno biotsko raznovrstnostjo ter filtracijo in čiščenjem vode (kakovost podzemnih voda).

**Potrebe:** optimalno kroženje hranil, tj. čim več zadrževanja hranil v tleh in situ, skrbno in strokovno gnojenje (nadomeščanje hranil, odvzetih iz tal s pridelki) in zaščita talne biote, so pomemben del trajnostnega upravljanja s kmetijskimi tlemi. Ustrezno kroženje hranil je ključnega pomena za uspešnost kmetijske pridelave in oskrbe s hrano vse številčnejšega svetovnega prebivalstva.



**Vplivi rabe tal:** raba tal (predvsem kmetijska in gozdarska) in upravljanje s tlemi, npr. gnojenje, apnenje ter tehnike obdelave tal, bistveno vplivajo na kroženje hranilnih snovi, največkrat tako, da se naravna raven hranil v tleh dvigne. Po drugi strani pa s hranili naravno dobro založena tla že v naprej določajo rabo tal predvsem v kmetijske namene.

**Vpliv podnebnih sprememb na zagotavljanje storitve:** podnebne spremembe lahko vplivajo na kroženje hranil, saj ga lahko višje temperature in daljša sušna obdobja ovirajo, izrazite padavine pa lahko privedejo do pospešenega spiranja tal in s tem izgube hranil iz območja korenin.

**Specifike v Alpah:** zlasti v zgornjem, hladnem in vlažnem gozdnem pasu, počasna razgradnja talne organske snovi vodi v kopičenje rastlinskega opada in s tem tvorbo globokih organskih tal. Hranila v teh organskih slojih so rastlinam težko dostopna. Na splošno je za številna mlada alpska tla značilna dobra vsebnost hranil, kar je posledica preperevanja kamnin ter specifične vremenske razmere. Za alpske doline so značilna tla, ki so bogatejša s hranili, pogosto zaradi dotoka hranil iz podzemnih voda in, v zadnjem času, intenzivnega gnojenja v kmetijstvu.



▲ Slika 28: Gnojenje s hlevskim gnojem vrne rastlinska hranila v tla, poveča vsebnost talne organske snovi in spodbudi aktivnost talne biote (Fotografija: J. Lesjak).



# Regulacija kroženja hranil – na kratko

- **Učinki:** zadrževanje hranil v tleh ter kroženje hranil preko tal, rastlin in talne biote.
- **Zagotavljanje:** tla z vezavo in sproščanjem omogočajo ter uravnavajo kroženje hranil, ki so na voljo rastlinam in talni bioti.
- **Potrebe:** vse večje potrebe po prehranski varnosti in s tem po pridelavi hrane zahtevajo primerno razpoložljivost hranil, učinkovito kroženje ter zadrževanje hranil v tleh.
- **Grožnje/ovire:** nestrokovno gnojenje (prekomerno ali nezadostno) ogroža razpoložljivost in kroženje hranil, vpliva na talno bioto in procese v tleh ter lahko povzroči onesnaženje tal, površinskih in podzemnih voda (npr. izpiranje nitratov in fosforja).

# Biotska raznovrstnost tal in tla kot habitat



**Opredelitev:** ta ekosistemska storitev tal se nanaša na sposobnost tal zagotoviti okolje za številne organizme, kjer lahko živijo in rastejo. Poznamo zelo različne talne organizme, od mikroorganizmov, ki niso vidni s prostim očesom (npr. bakterije in praživali), do mezofavne (npr. skakači) in makrofavne (npr. deževniki in žuželke).

Za talno favno so značilni izraziti medsebojni vplivi, na zelo kompleksen način pa sodeluje tudi z drugimi organizmi ekosistema. Vsi organizmi v tleh opravljajo ekosistemske storitve in so ključnega pomena za zdrava ter produktivna tla, saj izvajajo procese, kot so predelava rastlinskega opada v talno organsko snov in mineralizacija organske snovi ter s tem sproščanje hranil. Biotska raznovrstnost tako vključuje pestro paleto organizmov in veliko število genov, ki so ključnega pomena za ekosistem in človeka.

**Učinki:** biotska raznovrstnost (od genov do organizmov) in z njo povezane koristi (npr. vrste, ki se uporabljajo za medicinske namene, odpornost ekosistemov na podnebne spremembe, škodljivce itd.).

**Osnovni procesi tal:** biotsko raznovrstnost tal močno določajo lastnosti tal, kot so volumen por (življenjski prostor talnih organizmov), prisotnost vode, zraka in hranilnih snovi, količina in vrsta organske snovi itd., pa tudi razmerja med vrstami in znotraj njih. *Biotska raznovrstnost tal* je dinamična lastnost; spreminja se dnevno, glede na letni čas in tudi dolgoročno, zaradi podnebnih sprememb ali degradacije tal. Težko jo je določiti in primerjati v različnih tleh, saj jo zaznamuje izjemno število različnih skupin organizmov in le nekatere od njih so dovolj poznane. Pri ocenjevanju biotske raznovrstnosti tal se še vedno srečujemo s pomanjkanjem znanja in vedenj.

**Interakcija (sinergija in kompromisi) z drugimi ekosistemskimi storitvami tal:** na biodiverzitetu v tleh in nad njimi vplivajo lastnosti tal, človeški posegi (tj. kmetijska ali urbana raba) in podnebje (ter podnebne spremembe). Širša javnost še vedno ne prepoznava prevladujoče vloge tal v biotski pestrosti nad tlemi. Biodiverzitetu v tleh je kazalec kakovosti tal in omogoča produktivno ter trajnostno kmetijsko pridelavo. Je tudi pomemben vir, ki ureja procese v talnem ekosistemu. Tla, ki vsebujejo malo hranil, so plitva ali kislja, privabljajo drugačne vrste rastlin, gliv in živali kot s hranili bogata tla. Biotska raznovrstnost tal vpliva tudi na številne regulacijske storitve. Organizmi v tleh razgrajujejo organske snovi, shranjujejo hranila in omogočajo njihovo kroženje, razgrajujejo ali imobilizirajo onesnaževala, zatirajo škodljivce itd. Na splošno talna biota močno prispeva k izvajanju drugih ekosistemskih storitev tal, kot so prirast kmetijske in gozdne biomase, filtracija in čiščenje vode ter kroženje hranil in ogljika. »Živa« tla predstavljajo tudi neprecenljiv vir genov.

**Potrebe:** za ublažitev posledic podnebnih sprememb je velika biotska raznovrstnost bistvenega pomena, saj povečuje odpornost kopenskih ekosistemov. Odgovorno in trajnostno upravljanje s tlemi v kmetijstvu, pa tudi v drugih sektorjih, mora v največji meri zaščititi biotsko pestrost tal. Ta je ključ do zdravih in produktivnih tal ter omogoča izvajanje številnih pomembnih ekosistemskih storitev.

**Vplivi rabe tal:** na biotsko raznovrstnost v tleh in nad njimi vplivajo predvsem lastnosti in raba tal. Fizične in kemijske lastnosti tal določajo številčnost in raznolikost organizmov, ki živijo v tleh in nad njimi. Ti se pogosto drastično spremenita oz. zmanjšata zaradi zadovoljevanja človekovih potreb, na primer v kmetijstvu (zlasti v primeru netrajnostnega upravljanja s tlemi), ali pa ju ogrožajo invazivne tujerodne vrste. Spremembe v tleh (pretirano gnojenje ali izčrpavanje hranil, zakisanje, zaslanjevanje, zmanjšanje količine talne organske snovi itd.) in raba tal se odražajo tako v biološki raznovrstnosti tal kot v nadzemni biodiverziteti. Trajnostne kmetijske in gozdarske prakse vodijo do povečanja obeh.

**Vpliv podnebnih sprememb na zagotavljanje storitve:** zaradi podnebnih sprememb, predvsem višjih temperatur in daljših sušnih obdobj, se spremenijo tudi lastnosti tal, kar vpliva na življenjske pogoje v talnem ekosistemu. S tem se lahko spremenita tudi talna in nadzemna biotska raznovrstnost. Populacije določenih vrst se prilagodijo novim razmeram v tleh ali pa izginejo.

**Specifika v Alpah:** širok razpon topografskih razmer, geoloških podlag, lokalnega podnebja itd. so povzročili veliko raznolikost tal in ekosistemov v Alpah. Tla so po navadi plitva in počasi mineralizirajo zaradi nižjih temperatur. Ta počasna razgradnja organske snovi je tako pomemben pokazatelj zmanjšane aktivnosti mikrobov in gliv. Biotska raznovrstnost tal se lahko v gozdovih zmanjša zaradi gozdnih monokultur, kar poveča kislost tal (npr. v smrekovih sestojih), in na kmetijskih zemljiščih – zaradi posledic konvencionalnega kmetijstva (prekomerno gnojenje, oranje).



◀ **Slika 29:**  
Tudi alpska tla so dom izjemno velikega števila različnih organizmov (Fotografija: T. Peham).





▲ **Slika 30:**

*Precej redek smaragdno zelen deževnik (*Allolobophora smaragdina*) živi v gozdovih, bogatih z odmrlim lesom; Dolina Brixen, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*



▲ **Slika 31:**

*Rovi deževnikov na globini 60 cm v zbitih rjavih tleh (kambisolu), ki so nastali zaradi obdelave tal; dolina Inn, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*





▲ **Slika 32:**  
*Visoka biotska raznovrstnost rastlin na alpskem travniku (Fotografija: M. D'Amico).*



▲ **Slika 33:**  
*Šotna barja v gorah so dragocen prispevek k biotski raznovrstnosti gorskih krajin (Fotografija: B. Vrščaj).*

# Biotska raznovrstnost tal in tla kot habitat – na kratko

- **Učinek/prispevek tal:** biotska pestrost talnih in površinskih organizmov je velika vrednota tudi zaradi z njo povezanih koristi (npr. talni organizmi za proizvode v medicinske namene) in zaradi odpornosti ekosistemov na podnebne spremembe, škodljivce itd.
- **Zagotavljanje:** tla so življenjski prostor številnih organizmov; so dinamičen preplet talnih združb in veljajo za izjemno velik in pester »bazen genov«. Različne lastnosti tal določajo življenjske razmere in usmerjajo raznolikost ter dinamiko populacij organizmov. Tla po biotski pestrosti organizmov nekajkrat presegajo habitate nad tlemi. A ker so talni organizmi skriti in večinoma zelo majhni, so v veliki večini še vedno slabo poznani.
- **Zahteve:** biotska pestrost talnih organizmov je pokazatelj rodovitnosti tal. Ljudje in živali potrebujemo živa, z organizmi bogata tla, saj le taka zagotavljajo primerne ekosistemske storitve, prehransko varnost in zdravo okolje.
- **Grožnje:** pozidava tal, raba kemičnih sredstev v kmetijstvu in slabo gospodarjenje s tlemi uničujoče vplivajo na talno bioto.





# Arhiv kulturne in naravne dediščine

**Opredelitev:** ekosistemska storitev *arhiv kulturne in naravne dediščine* se nanaša na sposobnost tal, da ohranijo ostanke starih kultur ali naravne posebnosti, ki so kot kulturna oz. naravna dediščina neprecenljive. Naravna dediščina zajema tudi redke vrste talnih oblik ali formacij.

**Učinki:** ohranjanje kulturne in naravne dediščine.

**Osnovni procesi tal:** tla s posebnimi naravnimi ali kulturnimi lastnostmi velikokrat znanstveno preučujemo za pridobitev novih in specifičnih informacij o okolju, kulturah ter rabi tal v preteklosti. Zaradi odsotnosti kisika in tudi kronološke stratifikacije imajo zlasti mokra in šotna tla odlične konzervacijske sposobnosti in služijo kot skoraj idealni arhiv za ohranjanje predmetov, ki razkrivajo zgodovino človeka ter stanje okolja v preteklosti.

Drugi dragoceni arhivi so jezerski ali vetrni sedimenti, pa tudi stara pokopana tla (paleosoli). Zelo različni in včasih posebni pogoji nastanka tal, ki vključujejo nekdanje podnebne razmere ali upravljanje tal, imajo za posledico tla z nenavadnimi lastnostmi, ki pa pomagajo razumeti preteklo medsebojno odvisnost dejavnikov v krajini.

**Interakcija (sinergija in kompromisi) z drugimi ekosistemskimi storitvami tal:** zaradi široke palete lastnosti tal je vpliv te storitve na druge ekosistemske storitve tal težko oceniti. Vendar bi morale biti dandanašnje dejavnosti (npr. kmetijske ali gradbene) primerno regulirane, ko govorimo o ohranitvi arhivov naravnih posebnosti. Po drugi strani pa ostanke starih kultur odkrijemo zahvaljujoč ravno tem dejavnostim.

**Potrebe:** razumevanje krajine in medsebojnega vpliva človeka in okolja lahko prispeva k razvoju trajnostnega načina bivanja. Naravno in kulturno dediščino, ki jo hranijo tla, je treba ohraniti.

**Vplivi rabe tal:** sposobnost funkcije tal kot arhiva ogroža invazivna raba, predvsem kmetijstvo z globoko obdelavo, izsuševanje šotnih tal in močvirij ter pozidava tal.

**Vpliv podnebnih sprememb na zagotavljanje storitve:** zaradi višjih temperatur in daljših sušnih obdobij, ki jih prinašajo podnebne spremembe, se lahko poslabšajo pogoji v mokriščih in posledično se njihova sposobnost ohranjanja kulturne ter naravne dediščine zmanjša. Največja grožnja tej ekosistemski storitvi na drugih tipih tal bi lahko bila povečana nevarnost erozije zaradi intenzivnejših padavin.

**Specifika v Alpah:** zaradi velike raznolikosti ekosistemov in rabe tal v Alpah lahko tla beležijo raznovrstnost nekdanjih in sedanjih razmer v okolju. Zato so tla v Alpah pomemben predmet raziskav in vir za izobraževanje, na primer s primerjavo davnih in sedanjih razmer v tleh. Zlasti s preučevanjem šotišč – pa tudi drugih tipov tal – je mogoče rekonstruirati pestro zgodovino podnebnih sprememb in krajin, vključno z rabo tal v Alpah. To lahko storimo z raziskavo rastlinskih ostankov ali zgradbe tal na lokacijah s sledmi človeške dejavnosti, npr. artefakti, ostanki oglja (kurišča) ali spremenjena zgradba tal (kar lahko nakazuje na bivanje in stare poti).



▲ **Slika 34:**

*Nenavadna značilnost alpskih tal: eolski sedimenti na apneni podlagi; Dolina Brixen, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*





▲ Slika 35:

*Izkop tal, ki predstavlja več kot 7000 let staro ognjišče na 2000 m n. v.; Dolina Fotsch, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*



▲ Slika 36:

*Koproliti, fosilizirani iztrebki v talni organski snovi – bogata tla (Fotografija: M. D'Amico).*





▲ **Slika 37:**

*Vroče točke biotske raznovrstnosti alpskega travinja, povezane z mikroreliefom, tlemi in rabo tal; Dolina Isar, Bavarska, Nemčija (Fotografija: C. Geitner).*

## Arhiv kulturne in naravne dediščine – na kratko

- **Učinki:** ohranjanje kulturne in naravne dediščine ter naravne krajine.
- **Zagotavljanje:** tla zaradi svojih lastnosti zagotavljajo ohranjanje naravne in kulturne dediščine ter s tem omogočajo vpogled v preteklost. Mokra in šotna tla (npr. zaradi naravne odsotnosti kisika) služijo kot odličen »arhiv« ostankov preteklih kultur, saj pogoji v mokrih tleh otežijo razgradnjo. Novotvorbe v tleh in posebne formacije talnih horizontov lahko predstavljajo naravno dediščino, tako kot posebne geološke formacije.
- **Potrebe:** človekova radovednost, želja po učenju in ohranjanju starega ter redkega se krepi. S tem pridobiva na pomenu tudi arhivska storitev tal.
- **Grožnje:** nepredvidna pozidava tal, globoka obdelava tal v kmetijstvu, izsuševanje in izkopavanje šotnih tal pogosto ogrožajo naravno in kulturno dediščino v tleh.



# Rekreacijske in duhovne storitve

**Opredelitev:** tla so temelj prostora za šport in turizma na prostem, saj omogočajo široko paleto dejavnosti in nudijo kulturna, duhovna ter estetska doživetja.

**Učinki:** možnost rekreacije in uživanja v naravi; krepitev zdravja, duhovne dobrobiti in splošnega dobrega počutja ljudi.

**Osnovni procesi tal:** lastnosti tal (npr. tekstura, gostota, odcednost tal) in reliefa ter prostora (npr. naklon, morfologija, vegetacijski pokrov, dovzetnost za erozijo) v veliki meri določajo primernost tal v gorskih območjih za posebne rekreacijske namene. Za nekatere dejavnosti je potreben natančno določen način upravljanja tal, ki spreminja kemijske in fizikalne lastnosti tal. Na primer: igrišča za golf potrebujejo optimalno odcednost in s tem specifično teksturo tal ter morajo imeti neprekinjen vegetacijski pokrov. Smučarske proge potrebujejo izravnane talne površine ter vegetacijo, prilagojeno dolgotrajni snežni odeji ter kontinuiranemu zbijanju tal.

**Interakcija (sinergija in kompromisi) z drugimi ekosistemskimi storitvami tal:** medtem ko estetska vrednost tal v sklopu alpske krajine navadno ne posega v druge ekosistemске storitve tal, lahko raba tal kot prostor za rekreacijo vpliva na nekatere druge ekosistemске storitve tal, kot so čiščenje vode, površinski odtok, zadrževanje vode, uravnavanje mikroklimatskih razmer in zagotavljanje habitatov (biotska raznovrstnost).

**Potrebe:** številne športne dejavnosti so še posebej pomembne za alpsko regijo (npr. smučanje, gorsko kolesarjenje, pohodništvo itd.) in so glavni vir prihodkov pomembnemu številu prebivalcev Alp. V zadnjih desetletjih se je število obiskovalcev v Alpah povečalo, kar je, poleg potreb modernega človeka po rekreaciji, deloma posledica vse večjega števila poletnih vročinskih valov v nižinah. Boljše razumevanje vplivov športa in rekreacije na alpska tla bo pripomoglo k oblikovanju smernic za njihovo trajnostno rabo in upravljanje v turističnem ter rekreacijskem sektorju.

**Vplivi rabe tal:** območja, ki se uporabljajo za rekreacijo, se pogosto hkrati uporabljajo kot pašniki (npr. smučarske proge), v gozdarstvu (npr. gorske kolesarske steze) ali pri ohranjanju narave (npr. pohodniške poti). Zato mora trajnostno upravljanje z zemljišči in tlemi zagotavljati raznovrstne ekosistemске storitve tal. Drug vidik je aktivno posredovanje v skoraj povsem naravna okolja, npr. za izboljšanje njihove primernosti za športne aktivnosti na prostem (smučarske proge, gorske kolesarske proge itd.). Ti posegi lahko močno vplivajo na prvotne fizikalne in kemijske lastnosti tal zaradi uporabe težke mehanizacije, kar lahko posledično vpliva na sestavo talne biote in na zagotavljanje drugih ekosistemskih storitev tal. Negativna posledica je lahko tudi povečana erozija na lokaciji sami in izven nje.



**Vpliv podnebnih sprememb na zagotavljanje storitve:** podnebne spremembe močno vplivajo na vegetacijske pasove in znatno spreminjajo višino ter trajanje snežne odeje na nadmorski višini pod 1500 m. Pričakovati je, da se bodo morala v prihodnosti smučišča v Alpah soočiti z globalnim segrevanjem in se dvigniti v višjo nadmorsko lego, da bi zagotovila dovolj časa trajajočo snežno odejo v zimski sezoni. Po drugi strani pa bi lahko vse višje temperature povečale povpraševanje po rekreativnih storitvah, kot je pohodništvo v višji nadmorski legi.

**Specifika v Alpah:** Alpe so že dolgo priljubljena destinacija za športne in turistične dejavnosti. Trenutno velik del evropskih turistov izbere alpsko regijo za svojo počitniško destinacijo. V zadnjih desetletjih se je smučarski turizem zelo okrepil. Glede na 2019 International Report on Snow & Mountain Tourism se v Alpah nahaja 37 % smučišč in 80 % večjih smučarskih območij. Uporaba težke mehanizacije pri gradnji smučišč pogosto bistveno spremeni morfologijo pokrajine, kar posledično vpliva na lastnosti tal. Alpe so že dolgo priljubljena pohodniška destinacija, zaradi česar se je oblikovala gosta mreža poti. V zadnjih letih je tudi gorsko kolesarstvo pridobilo na veljavi in velik del sredstev se je vložilo v infrastrukturo za ta šport. Vse te poti, namenjene pohodništvu in gorskemu kolesarjenju, pa naj so bile namenoma zgrajene ali so se pojavile zaradi ponavljajoče rabe, lahko sprožijo degradacijo tal, največkrat erozijo. Poleg tega so z namenom povečati turistično ponudbo v Alpah zgradili kar nekaj igrišč za golf, kar je povzročilo precejšnje spremembe v tleh in vegetaciji.



▲ Slika 38:

*Pohodništvo v Alpah kot pomemben sestavni del krajine – tla prispevajo k rekreaciji in duhovnemu doživetju; Dolina Fotsch, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*





▲ **Slika 39:**

*Slikovita pokrajina raznolikih vzorcev v Alpah ne bi bila mogoča brez tal; takšna duhovna izkušnja je sodobnemu človeku zelo potrebna; Dolina Fotsch, Tirolska, Avstrija (Fotografija: C. Geitner).*



◀ **Slika 40:**

*Nordijsko smučanje v Maritimskih Alpah, Italija (Fotografija: S. Stanchi).*



▲ Slika 41:

*Slika 41: Število obiskovalcev v gorah narašča; Julijske Alpe, Slovenija (Fotografija: B. Vrščaj).*

## Rekreacijske in duhovne storitve – na kratko

- **Učinki:** možnost rekreacije in uživanja v naravi; krepitev zdravja, duhovne dobrobiti in splošnega dobrega počutja ljudi.
- **Zagotavljanje:** tla zagotavljajo pestrost prostora in primerno krajino za rekreacijo in turizem ter omogočajo široko paleto dejavnosti na prostem, kulturna, duhovna in estetska doživetja. Nekatere vrste rekreacije zahtevajo prilagojeno upravljanje tal, kar spreminja fizikalne in kemijske lastnosti tal.
- **Potrebe:** številne možnosti rekreacije so temelj turistične dejavnosti, ki je še posebej pomembna za alpsko regijo (npr. smučanje, gorsko kolesarjenje, pohodništvo), in so s tem steber lokalnega gospodarstva v Alpah.
- **Grožnje:** neprimerno umeščanje in upravljanje turistične ter rekreacijske infrastrukture (npr. smučarske proge in gorske kolesarske ter pohodniške poti) spodbujajo erozijo in druge vrste degradacije tal, kar posledično ogroža zagotavljanje ostalih ekosistemskih storitev tal.





# Povzetek

## Za kaj gre

Tla so osnova alpskih ekosistemov; so temeljni naravni vir, zlasti v ranljivi alpski regiji. S trajnostnim upravljanjem in zaščito tal izboljšujemo trajnostno upravljanje celotnega alpskega okolja, znatno prispevamo k obstoju ključnih ekosistemskih storitev, ohranjamo biotsko raznovrstnost in zagotavljamo dobro počutje ljudi. Upravljanje in zaščita tal sta predvidena v okviru Protokola »Varstvo tal« Alpske konvencije, katerega namen je varovati večnamensko vlogo tal, ki temelji na konceptu trajnostnega razvoja.

## O knjigi

Ta knjiga predstavlja kratko razlago glavnih ekosistemskih storitev, ki jih tla nudijo okolju in človeku v okviru različne rabe tal. Knjižica Ekosistemske storitve tal za odločevalce je prispevek k dejavnostim ozaveščanja o pomenu tal za dobrobit okolja in človeka in je namenjena odločevalcem, ki se s tematico tal šele srečujejo.

## O projektu Links4Soils

Projekt Links4Soils je osredotočen na dvig zavedanja o pomenu tal v alpski regiji, pregled obstoječih regionalnih in nacionalnih podatkov o tleh, prenos znanja in dobrih praks upravljanja s tlemi na snovalce politik, odločevalce in druge zainteresirane ter za spodbujanje učinkovitih strategij varstva tal. Links4Soils je namenjen odpravljanju obstoječih vrzeli pri ozaveščenosti o tleh, informacijah, znanju in mreženju ter tako prispeva k boljšemu izvajanju Protokola »Varstvo tal« Alpske konvencije.

## Partnerji projekta Links4Soils

Kmetijski inštitut Slovenije, SI (vodja projekta) • Office of the Tyrolean Provincial Government, AT • Autonomous Region of Aosta Valley, IT • Municipality of Kaufering, Department of Environment and Nature, DE • National Research Institute of Science and Technology for the Environment and Agriculture, Grenoble Regional Centre, Mountain Ecosystem Research Unit, FR • Slovenian Forest Service, SI • Institute of Geography, University of Innsbruck, AT • Climate Alliance Tirol, AT • University of Torino, Department of Agricultural, Forest and Food Sciences, IT

## Zahvala

Projekt sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj v okviru programa Interreg Alpine Space.

## Spletni povezavi

Links4Soils, projekt programa Interreg III VB Alpine Space: [www.alpine-space.eu/projects/links4soils](http://www.alpine-space.eu/projects/links4soils)  
Alpine Soils: [www.alpinesoils.eu](http://www.alpinesoils.eu) • <https://si.alpinesoils.eu/>

## Dodatne informacije in kontakti

[info@alpinesoils.eu](mailto:info@alpinesoils.eu)

