
ATLAS

gozdnih tal Slovenije

Mihej Urbančič, Primož Simončič,
Tomaž Prus, Lado Kutnar

Primož Prus
Zveza gozdarskih društev Slovenije, Gozdarski vestnik in
Gozdarski inštitut Slovenije

ATLAS

gozdnih tal Slovenije

Mihej Urbančič, Primož Simončič,
Tomaž Prus, Lado Kutnar

Izdali:
Zveza gozdarskih društev Slovenije
Gozdarski vestnik
in
Gozdarski inštitut Slovenije

Urednik:
Franc Perko

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana
630*114(497.4)

ATLAS gozdnih tal Slovenije / Mihej Urbančič ... [et al.]. -
Ljubljana : Zveza gozdarskih društev Slovenije : Gozdarski vestnik :
Silva Slovenica : Gozdarski inštitut Slovenije, 2005

ISBN 961-6142-13-5 (Zveza gozdarskih društev Slovenije) 1. Urbančič,
Mihej

223504896

Več vemo o gibanju nebesnih teles, kot o tleh pod nami.

Leonardo da Vinci, 1500

Pričujoča zbirka opisov pglavitnih tipov gozdnih tal predstavlja pomemben dosežek slovenskih gozdnih pedologov. Avtorjem in Uredništvu Gozdarskega vestnika lahko pri tem le čestitamo.

Očem skrita, vendar zelo dejavna, so ohranjena gozdna tla bistven element gozdnega ekosistema in njihovo varovanje integralna sestavina sonaravnega, ekosistemskega gospodarjenja z gozdovi.

Tla so naravna tvorba in prostor, kjer se stikajo in medsebojno vplivajo litosfera, atmosfera, hidrosfera in biosfera. Tla so razvita, z življenjem prepojena naravna tvorba; niso le plast preperelega matičnega substrata in organskih snovi, temveč v najčistejšem pomenu besede, življenjski substrat: »vse naše življenje je odvisno od tal ... brez tal ne more biti življenja in tal ne brez življenja; razvila so se skupaj« (Charles E. Kellog 1956); »človek ima le tanko plast tal med seboj in lakoto.« (Bard of Cincinnati); »stojimo na tleh, ne na Zemlji« (Illich et al. 1991).

V zbirki so opisani le najvažnejši tipi slovenskih gozdnih tal in trdno upam, da ji bo kmalu sledilo obširno delo, ki bo skušalo zajeti vse bogastvo gozdnih tal geološko, orografsko, klimatsko in vegetacijsko pestre Slovenije. »Vsaka tla imajo svojo zgodovino. Kot pri reki, gori, gozdu ali vsaki naravni stvari je zdajšnje stanje posledica mnogih stvari in dogodkov v preteklosti.« (Charles E. Kellog 1956).

Pomena gozdnih tal ne moremo poudariti dovolj. Poleg splošno znanih funkcij (npr. retencija in filtriranje padavin) stopa v zadnjem času v ospredje njihov velik potencial za sekvstracijo ogljika in blaženje učinka tople grede oz. podnebnih sprememb (kar dobra polovica vsega »gozdnega« ogljika je vskladiščena v tleh!). Resnično, »tla so veliki povezovalci naših življenj, vir in usoda nas vseh« (Wendell Berry 1977).

... kajti vse stvari pridejo iz tal in vse stvari končajo v tleh.

Ksenofanes, 6. stol. p.n.š.

Zapisal:

Prof. dr. dr. h. c. Niko Torelli

VSEBINA

	Stran
1 NAMEN ATLASA IN NAVODILA ZA NJEGOVO SESTAVO	1
2 OPREDELITEV TAL	1
3 PROUČEVANJE GOZDNIH TAL	1
4 NARAVNA OHRANJENOST IN ZGRADBA GOZDNIH TAL	2
5 RAZVRŠČANJE TAL	4
6 RAZŠIRJENOST TALNIH TIPOV IN PESTROST TALNIH RAZMER	5
7 OPISI TALNIH TIPOV	6
Kamnišče	6
Rendzine	8
Ranker	13
Distrična rjava tla	17
Evtrična rjava tla	20
Rjava pokarbonatna tla	25
Jerovica	29
Izprana tla	31
Podzol	37
Rjava opodzoljena tla	43
Obrečna tla	46
Psevdoglejna tla	53
Oglejena tla	58
Šotna tla	62
Antropogena tla	64
8 KLJUČ ZA DOLOČEVANJE TALNIH TIPOV SLOVENSKE RAZVRSTITVE GOZDNIH TAL	69
9 RASTLINE KOT NAKAZOVALCI TALNIH IN DRUGIH RASTIŠČNIH RAZMER	71
Fitointidacijske metode in ekološka oznaka rastlinskih vrst	74
10 KEMIJSKE LASTNOSTI TAL	85
Reakcije tal	85
Sorptivna sposobnost tal	86
Puferska sposobnost tal	86
Humus v tleh	87
Rastlinska hranila	90
Vsebnost težkih kovin	94
11 PEDOLOŠKA KARTA IN DIGITALNI INFORMACIJSKI SISTEM TAL SLOVENIJE	94
Nastajanje pedološke karte Slovenije	95
Digitalna pedološka karta	96
Zgradba talnega informacijskega sistema	97
Uporaba pedološke karte	98
Vrednotenje digitalnega talnega informacijskega sistema	99

GDK: 114:(253)

Atlas gozdnih tal Slovenije

Mihej URBANČIČ*, Primož SIMONČIČ**

Izvleček:

Urbančič, M., Simončič, P.: Atlas gozdnih tal - 1. del. Gozdarski vestnik 63/2005, št. 2. V slovenščini, z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 15. Prevod v angleščino: avtorja. Lektura angleškega besedila Jana Oštir.

V prvem delu Atlasa je na kratko prikazana opredelitev in značilnosti gozdnih tal, pregled in označevanje talnih plasti, slovenska razvrstitev gozdnih tal, njena usklajenost z drugimi klasifikacijami tal ter osnovne značilnosti dveh talnih tipov (kamnišča, rendzine) in njuno razširjenost v naših gozdovih. Namenjen je tako gozdarjem kot raziskovalcem in lastnikom gozdov, da bi bolje poznali lastnosti, pomen in razširjenost gozdnih tal.

Ključne besede: razvrstitev tal, talni horizont, kamnišče, rendzina

Abstract:

Urbančič, M., Simončič, P.: Forest Soil Atlas of Slovenia - Part I. Gozdarski vestnik, Vol. 63/2005, No. 2. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 15. Translated into English by the authors. English language editing by Jana Oštir.

The first part of the Atlas gives the definition and characteristics of forest soils, a review and designation of soil layers, the Slovenian classification of forest soils and its agreement with certain other soil classifications, as well as the basic characteristics of two soil types (lithosols, rendzinas) and their distribution in forests. The Atlas is designed for foresters, forest owners and researchers and will give them a better understanding of the properties, importance and distribution of forest soils.

Key words: soil classification, soil horizon, lithosols, rendzinas

1 NAMEN ATLASA IN NAVODILA ZA NJEGOVO SESTAVO

Ker je o naših gozdnih tleh razmeroma malo dobro dostopne literature, smo na gozdarskem inštitutu (GIS) v okviru projekta »Preučevanje rastišč z vidika gozdnih tal, vodnega režima in sestojne klime« pripravili prvi del »Atlasa gozdnih tal Slovenije«. V njem smo skušali na kratko in pregledno prikazati aktualno slovensko razvrstitev gozdnih tal, njeno usklajenost z mednarodno (FAO 1989, 1998) in drugimi klasifikacijami tal ter osnovne značilnosti talnih tipov in njihovo razširjenost v naših gozdovih. Namenjen je tako raziskovalcem kot gozdarjem in lastnikom gozdov, saj je poznavanje lastnosti in rodovitnosti gozdnih tal pomembno tako za poglobljene gozdarske raziskave kot za strokovne odločitve v zvezi z gojenjem gozdov in gospodarjenjem z gozdnim prostorom. Izsledki raziskav tal namreč dajejo strokovno podlago za gojitveno in gozdnogospodarsko načrtovanje ter učinkovito operativno ukrepanje v gozdnem prostoru. Ob ustreznem gospodarjenju z gozdom omogočajo ohranjena gozdna tla optimalno proizvodnost, produktivnost in izkoriščenost gozdnih rastišč.

»Atlas gozdnih tal Slovenije« nameravamo objavljati po posameznih sklopih v več številkah Gozdarskega vestnika in sicer na nekaj listih v njihovih sredinah, tako da se bodo lahko iz njega odvezeli in sestavili v samostojno publikacijo.

2 OPREDELITEV TAL

Tla so naravna tvorba na površju zemeljske skorje, ki je nastala in se razvijala pod vplivom tlotvornih dejavnikov: matične podlage, klime, organizmov, reliefa in časa (SUŠIN 1983). Pod vplivom litosfere, atmosfere, hidrosfere in biosfere so dobila novo kvalitativno lastnost - rodovitnost, to je sposobnost, da oskrbuje rastline z vodo, mineralnimi hranili in kisikom ter jim obenem nudijo oporo za rast in razvoj (ČIRIČ 1984).

So zapleten trifazni sistem, sestavljen iz trde (organske in mineralne snovi), tekoče (talna voda) in plinaste (talni zrak) komponente. Opredeljene so s številnimi morfološkimi, fizikalnimi, kemičnimi, biološkimi, vodno - zračnimi in drugimi lastnostmi. Gozdna tla so nepogrešljiv del gozda. V njih in na njih žive številne rastline, živali, glive in mikroorganizmi. Njihova rodovitnost omogoča ukoreninjenim rastlinam, da so za svojo rast in razvoj preskrbljene z vodo, hranili in talnim zrakom.

3 PROUČEVANJE GOZDNIH TAL

Tla so očem dokaj skriti in zato slabše raziskan del gozda. Opazujemo jih lahko predvsem na mestih, kjer je talna odeja poškodovana, npr. na brežinah prometnic, ali

*M. U., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

**dr. P. S., univ. dipl. inž. les., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana



Slika 1: Proučevanje tal z reprezentančnim talnim profilom (foto: M. Urbančič)

pa na talnih profilih in s pomočjo sondiranja. V naravi se jih preiskuje predvsem s sondiranjem in vzorčenjem. Za natančnejše raziskave njihove zgradbe in drugih lastnosti se največkrat v tla izkoplje jame, tako imenovane talne profile in se opiše vidne lastnosti tako odkritih tal. Iz njihovih plasti se nabere talne vzorce, tem se v pedološkem laboratoriju z analizami določa ustrezne lastnosti kot so: reakcija tal, vsebnost organske snovi in rastlinskih hranil, kationska izmenjalna sposobnost mineralov glin in organske snovi, tekstura tal (delež gline, melja in peska v njih), celokupne vsebnosti težkih kovin in drugih elementov, vodno-zračne lastnosti tal, biološka aktivnost idr. Postopki so odvisni od rastiščnih razmer v gozdu in od namenov raziskav tal, kot so npr.: ugotavljanje rodovitnosti, degradacije (zaradi erozije, zakisovanja, vnosov težkih kovin in drugih onesnažil, spiranja hranil, zbijanja tal, itn.), razvrščanje (klasifikacija), pedološko kartiranje, opazovanje in spremljanje (monitoring) imisij škodljivih snovi v gozdna tla, proučevanje talne favne in flore ipd. Da se gozd celoviteje spozna in da se dobi boljši vpogled v tlotvorne in rastiščne dejavnike, se talne razmere in procese v tleh proučuje v povezavi s strokovnjaki sorodnih ved (geologi, biologi, fitocenologi, kemiki idr.).



Slika 2: Kvantitativno vzorčenje tal z valjasto sondo (foto: M. Urbančič)

4 NARAVNA OHRANJENOST IN ZGRADBA GOZDNIH TAL

Gozdna tla so se razvila na več ali manj naravno ohranjenih gozdnih rastiščih. Zato so večinoma ohranila prvobitno naravno zgradbo in raznovrstnost. Praviloma so sestavljena iz večjega števila plasti (tim. horizontov in podhorizontov). Gozdna tla se od kmetijskih bistveno razlikujejo. V nasprotju s premešanimi in poenotenimi kmetijskim tlemi sta za gozdna tla značilni velika pestrost talnih razmer in ohranjenost talnih horizontov, v katerih ni neposredno umetno vnesenih kemičnih snovi, za razliko od npr. gnojnih njivskih tal, pri katerih so prvotni zgornji horizonti zaradi obdelovanja premešani in homogenizirani v eno samo plast – ornico.

Večina gozdnih tal ima površinski organski horizont. Sestavlja ga gozdni opad in slabo razkrojeni rastlinski ostanki. Vsebuje nad 35 % organske snovi. Označujemo ga z veliko črko O. Pod njim je praviloma humozni površinski horizont A. Ti dve plasti nastaneta pretežno z razgradnjo organskih ostankov. Pod njima se lahko pojavlja kambični horizont (B), ki je nastal pretežno iz preperine matične podlage. Zdrobljeno matično podlago, kakršna so grušči, prodi, morenski oračenci ipd, označujemo s črko C, čvrsto kamnino

Preglednica 1: Pregled talnih horizontov in podhorizontov (prirejeno po SUŠIN 1983):

Sim-bol	Opis horizontov in podhorizontov
Organski horizonti - vsebujejo nad 35 % organskih snovi:	
O	Organski horizont, ki praviloma leži nad mineralnim delom tal in je nastal v pretežno aerobnih razmerah. Lahko je sestavljen iz enega do treh organskih podhorizontov.
O _l	Organski podhorizont, ki ga sestavlja rastlinski opad (listje, iglice, vejice in drugi rastlinski ostanki, oznaka l izhaja iz ang. <i>litter</i> = opad).
O _f	Organski podhorizont iz delno razkrojenih (f = fermentiranih) rastlinskih ostankov, katerih poreklo se še razloči.
O _h	Organski podhorizont iz humificirane organske snovi.
T	Šotni horizont, iz slabo razkrojene organske snovi, ki se kopiči v anaerobnih in vlažnih razmerah.
Mineralni horizonti	
(A)	Slabo razvit horizont, v katerem raste večina korenin. V njem se začenjajo oblikovati strukturni skupki in se po barvi le malo loči od zdobljene matične podlage.
A	Humozni (humusnoakumulativni) površinski mineralni horizont. Praviloma leži pod O horizontom. Vsebuje dobro humificirane organske snovi koloidnega značaja, premešane z mineralnim delom v obliki organomoneralnega kompleksa.
A _h	S huminskimi snovmi temno obarvan mineralni talni horizont (h = humus).
A _a	Hidromorfna varianta horizonta A
Po mednarodni (FAO 1998) klasifikaciji razlikujemo naslednje tri humusne horizonte:	
A _{mo}	Molični humozni horizont (lat. <i>mollis</i> = rahel. Tako je poimenovan zaradi dobre strukture) mora imeti (po FAO 1998): 1. talno strukturo ustrezno čvrsto, tako da horizont ni niti masiven niti zelo trd, ko je suh. Pod masiven se upoštevajo tudi zelo velike prizme (s premeri nad 30 cm), če v njih ni drugotne strukture; 2. zdobljeni vzorci imajo po Munsellovem barvnem atlasu vrednost <i>chrome</i> manj kot 3,5, če so vlažni in vrednost <i>value</i> temnejšo (manjšo) od 3,5, če so vlažni in od 5,5, če so suhi. Če vsebujejo več kot 40 % fino razpršenega apnenca, se te meje v barvi spremenijo; če so vlažni, naj bi bila vrednost <i>value</i> 5 ali manj. Vrednost <i>value</i> (naj so vzorci suhi ali vlažni) mora biti najmanj za enoto temnejša od horizonta C, razen če so tla nastala iz temno obarvane matične podlage. V tem primeru se ta pogoj o razliki v barvnem odtenku opusti. Če horizont C ni prisoten, se barvna primerjava naredi s horizontom pod njim; 3. vsebnost organskega ogljika najmanj 0,6 % (oz. ≥ 1 % organske snovi) po celotni debelini premešanega horizonta. Vsebnost organskega ogljika mora biti najmanj 2,5 %, če vsebuje več od 40 % fino razpršenega apnenca in za 0,6 % več od C horizonta, če so opuščeni barvni kriteriji zaradi temno obarvane matične podlage; 4. utežno povprečje nasičenosti z bazami (v 1 M NH₄OAc) mora biti za celotno globino horizonta ≥ 50 %; 5. naslednje debeline: a. 10 cm ali več, če leži na trdi kamnini, ali na petrokalcijevem (cemetiran s kalcijevim karbonatom), petroduričnem (s silicijem) ali petrosadričnem (s sadro) horizontu; ali b. vsaj 20 cm in več kot tretjino debeline soluma tal, če je ta debel manj kot 75 cm; ali c. več kot 25 cm, če je solum debel več kot 75 cm.
A _{um}	Umbrični humozni horizont (lat. <i>umbra</i> = senca) ima nasičenost z izmenljivimi bazami manjšo od 50 %, v ostalih lastnostih (barvi, globini, vsebnosti organskega ogljika) je podoben moličnemu horizontu.
A _{oh}	Ohrični humozni horizont (gr. <i>ochros</i> = bled) je bolj svetle barve ali/in tanjši od moličnega in umbričnega A horizonta ali/in v suhem stanju trd in masiven.
(B)	Kambični horizont spremembe na mestu (lat. <i>cambiare</i> = sprememba) leži med O ali A in C ali R horizonti. Nastal je pretežno iz preperine matične podlage. Je rjavo rumen, rjav ali rdeč. Po FAO (1998) mora vsebovati najmanj 8 % gline in mora biti debel vsaj 15 cm.

(B) _v	Kambični horizont, ki je nastal iz preperine silikatnih ali silikatno-karbonatnih matičnih podlag (v izhaja iz nem. <i>Verwitterung</i> = preperevanje)
(B) _{rz}	Kambični horizont, ki je nastal pretežno iz netopljivega ostanka, ki nastane pri preperevanju trdih, zelo čistih apnencev in dolomitov (rz izhaja iz lat. <i>residuum</i> = ostanek).
E	Eluvialni horizont, ki se nahaja pod horizontom O ali A. Vsebuje manj gline, humusa, seskvioksidov zaradi izpiranja; običajno je svetlejši od sosednjih horizontov.
B	Iluvialni horizont se nahaja pod horizontom E. V primerjavi z njim vsebuje več vanj izpranih snovi (gline, humusa, seskvioksidov).
B _t	Argiluvnični horizont (lat. <i>argilla</i> = glina), v njem se je nakopičila glina. Vsebuje vsaj 20 % gline več kot horizont nad njim.
B _h	Humospodični (humusno-iluvialni) horizont je pod horizontom E in vsebuje izprane humusne snovi iz horizonta O ali E.
B _{fe}	Ferispodični (železo-iluvialni) horizont je pod horizontom E ali B _h in vsebuje nakopičene seskvioksidge (Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃), izprane iz horizonta E.
g	Horizont, ki nastane pod vplivom občasno stoječe vode na nepropustnem horizontu; je marmoriran, vsebuje rjaste in belosive pege. Sive barve so v razpokah in na površini agregatov, rjaste pege in konkrecije so v notranjosti agregatov.
G	Glejev horizont ima znake redukcijskih in oksidacijskih procesov zaradi stalnih ali občasnih anaerobnih razmer pod vplivom podtalnice; barva je modrikasta, zelenkasta, siva. Na površini agregatov so rjasti madeži.
G _o	Oksidirani del horizonta G, leži v območju nihanja višine podtalnice, tu prevladujejo rjasti madeži.
G _r	Reducirani del horizonta G, leži v območju trajne podtalnice. Tu prevladujejo barve modrikaste in zelenkaste sive cone.
P	Horizont, ki je nastal zaradi obdelave tal. Včasih je pomešanih več talnih horizontov.
C	Zdrobljena matična podlaga, ki ne kaže nobenih genetskih procesov, značilnih za druge horizonte tal.
R	Trda kamnina.

pa z R. V tleh se lahko pojavljajo tudi eluvialni horizonti E, iluvialni horizonti B, glejevi horizonti G, šotni horizonti T idr.

5 RAZVRŠČANJE TAL

Pedološka klasifikacija razvršča tla na osnovi njihovega nastanka, razvoja, zgradbe in značilnih lastnosti v oddelke, razrede, tipe, podtipe, različice in oblike.

V oddelek **avtomorfnih tal** naših gozdov (ta tla so nastala in se razvijala samo pod vplivom padavinske vode; prehajanje vode skozi njih je prosto, brez zastajanja) razvrščamo šest razredov tal: nerazvita, humusno akumulativna, kambična, izprana, antropogena in tehnoгена tla.

Nerazvita tla imajo inicialni humusni horizont (A) in (A)–C zgradbo profila. So zelo slabe rodovitnosti. V ta razred so uvrščeni trije talni tipi:

- kamnišče (litosol) - so skeletna, njihova globina ni večja od 20 cm, nato prehajajo v čvrsto skalo (oznaka R) ali slabo zdrobljeno matično osnovo (oznaka C);
- surova tla (regosol) - nastajajo na prhljih

preperinah mehkih kamnin (laporjev, glinastih skrilavcev, meljevcov, peščenjakov, flišev);

- koluvialno-deluvialna tla (koluvium) – se razvijejo na erozijskih nasipih iz nesortirane mešanice debelejšega skeleta in talnih delcev, ki so naneseni ob vznožjih pobočij.

Humusnoakumulativna tla imajo praviloma O – A – C, O – A – C – R, O – A – R, O – A – AC – C profile, v katerem prevladuje humusnoakumulacijski A horizont. V njem so ponavadi dobro humificirane organske snovi koloidne narave, pomešane z mineralnim delom v obliki organsko-mineralnega kompleksa. Na ekstremnih rastiščih se pojavljajo organogena tla, ki imajo le organski horizont O, ki vsebuje humusno plast iz slabo razkrojenih oblik humusa (surov humus, prhnina) in O – C – R, O – OC – R profile. Vanje uvrščamo dva talna tipa:

- humusno-karbonatna tla (rendzina) – se razvijejo na karbonatnih matičnih podlagah (tako na trdih kamninah, kot sta apnec in dolomit, kot na mehkih kamninah (laporju ipd.) in na nevezanih klasičnih usedlinah – karbonatnemrodu, moreni, grušču);

– humusno-silikatna tla (ranker) – se razvijejo na nekarbonatnih matičnih podlagah.

Kambična tla imajo $O - A - (B) - C$ do $O - (B) - R$ profile. Značilen zanje je mineralni kambični horizont (B), ki je nastal zaradi preperevanja matične podlage in je debelejši od horizonta A. V ta razred so uvrščeni štirje talni tipi:

– evtrična rjava tla (evtrični kambisol, rjava tla) – imajo kambični horizont (B)_v s stopnjo nasičenosti z bazami večjo od 50 %, ki je nastal pri preperevanju karbonatnih klastičnih usedlin ali drugih z bazami bogatih kamnin;

– distrična rjava tla (distrični kambisol, kislja rjava tla) – imajo kambični horizont (B)_v s stopnjo nasičenosti z bazami manjšo od 50 %, ki je nastal iz nekarbonatnih, z bazami revnih kamnin.

– rjava pokarbonatna tla (zastarelo ime: kalkokambisol) – imajo kambični horizont (B)_{tz} s stopnjo nasičenosti z bazami večjo od 50 %, ki je nastal zaradi kopičenja netopnih ostankov pri preperevanju apnenec in dolomitov in je rjave barve;

– jerovica (*terra rossa*) – ima kambični horizont (B)_{tz} rdeče barve.

Za **eluvialno-iluvialna tla** sta značilna eluvialni horizont E, ki zaradi izpiranja vsebuje manj gline, humusa, seskvioksidov in pod njim iluvialni horizont B, v katerem so nakopičene izprane snovi. Imajo $O - A - E - B - C - R$, $O - E - B - R$ do $O - A/E - B - C$ profile. V ta razred so uvrščeni trije talni tipi:

– izprana tla (luvisol, sprana tla) – pod horizontom E imajo argilivični horizont B_v, v katerega se je nakopičila izprana glina;

– podzol – ta tla imajo pod horizontom E podzolast horizont B. Železov podzol ima ferispodični horizont B_{fe}, v katerem so nakopičeni iz horizonta E izprani seskvioksidi. Humusno-železov podzol ima nad B_{fe} še humospodični podhorizont B_h, v katerem so nakopičene izprane humusne snovi;

– rjava podzolasta tla (zastarelo ime: brunipodzol) – ta tla imajo humospodični podhorizont B_h in ferispodični horizont B_{fe}, nad njima pa leži mešani horizont A/E ali pa se horizont E pojavlja le v obliki nepovezanih peg.

Za razliko od raščenih tal na naravno ohranjenih gozdnih rastiščih, ki imajo prvobitno naravno zaporedje horizontov v profilu, imajo **antropogena tla** zaradi človekovega obdelovanja (rigolanja, gnojena) v zgornjem delu profila plasti premešane in homogenizirane v en sam **antropogen horizont P**. Takšna so npr. tla z gozdom poraščenih opuščenih kmetijskih površin in obdelana tla drevesnih nasadov, drevesnic ipd.

Tehnogena tla nastajajo na substratih iz tehno-genih odpadkov, kakršne so deponije, ki so nastale z nasipavanjem pri zemeljskih delih (izkopi, planiranje) ali pa z odlaganjem materiala iz rudnikov (jalovina), iz termoelektrarn (elektrofiltrski pepel) ipd.

Hidromorfna tla so zaradi talne, površinske in/ali poplavne vode trajno dočasno mokra tla, ki imajo izražene znake prekomernega navlaževanja. Razvrščamo jih v pet razredov: v nerazvita hidromorfna tla, psevdoglejna, oglejena, šotna in antropogena hidromorfna tla:

– V nerazvita hidromorfna tla uvrščamo obrečna tla (fluvisol). So mlada, nastala so na recentnih rečnih nanosih. Nekatera so občasno poplavljenjena, pri drugih je nivo talne vode tudi več kot 2 m globok. Imajo $(A) - C - G_0$ do $A - C$ profile.

– V psevdoglejna tla uvrščamo psevdoglej. Zanje je značilna plast g, ki je marmorirana – vsebuje rjaste in sive pege, ki nastanejo od vplivom občasno stoječe vode na nepropustni plasti. Imajo $A - B_g - C$ do $A - E_g - B_g - C$ profile.

– Oglejena tla imajo glejni horizont G, ki ima znake oksidacijskih (podhorizont G₀) in redukcijskih (podhorizont G_r) procesov zaradi vplivov podtalnice. Imajo $A - G$ profile. Hipoglej nastane pod vplivom visoke podtalnice, epiglej je oglejen zaradi površinskih, predvsem poplavnih voda, ki zastajajo v tleh do globine enega metra, amfiglej nastane pod vplivom visoke podtalnice in poplavne vode.

– Šotna tla imajo več kot 30 cm debel šotni horizont T in $T - G$ do $T - C$ profile. Na šotnih tleh visokih barij rastejo barjanska smrekovja in ruševja.

– Antropogena hidromorfna tla imajo antropogen horizont P. Takšna so obdelana tla nasadov črne jelše, vrb, topolov, doba idr.

6 RAZŠIRJENOST TALNIH TIPOV IN PESTROST TALNIH RAZMER

O sestavi talne odeje v naših gozdovih, ki poraščajo skupno dober milijon hektarov oziroma več kot polovico površine Slovenije, lahko sklepamo na osnovi pedoloških kart različnih meril, s katerimi je naše ozemlje razmeroma dobro pokrito, pa tudi iz drugih virov. V Popisu gozdov Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS) so poleg podatkov o gozdnih rastiščih in sestojih navedeni tudi prevladujoči talni tipi v gozdnogospodarskih odsekih (preglednica 2). Po teh podatkih prevladujejo rendzine v skoraj polovici odsekov na malo manj kot 50 % gozdne površine. Več kot desetodstotne deleže imajo trije tipi kambičnih tal: rjava pokarbonatna, evtrična rjava in distrična rjava tla. Vsak od ostalih devet v odsekih dominantnih talnih tipov pa dosega manj kot odstotni delež v skupnem številu in površini odsekov. So pa praviloma v naših gozdovih talne razmere pestre in se že na majhnih površinah lahko med seboj prepletata dva ali več tipov tal.

Za Slovenijo je značilna velika pestrost tlotvornih dejavnikov, kot so podnebne razmere, kamninske

podlage, razgibani reliefi, ohranjeno do zaradi gospodarjenja močno spremenjeno gozdno rastje. Zato so tudi talne razmere v slovenskih gozdovih večinoma zelo pester. Tako se npr. na zakraseli apnenčasti podlagi lahko globina in vrsta tal korakoma spreminja, od plitvih in nerazvitih tal, ki komaj pokrijejo skale do globokih, ki so se razvile v žepih med skalami. Na mestih, kjer se stikajo ali med seboj mešajo karbonatne in nekarbonatne ter z bazami revne matične podlage, pa lahko že na majhnih razdaljah pride do občutnejših razlik v nekaterih kemičnih lastnostih tal. Tudi paleta talnih tipov, ki se pojavlja na našem razmeroma majhnem ozemlju, je široka in zanimiva. Posebnost primorskega Krasa je jerovica (*terra rossa*), ki je značilne rdeče barve. Za podzol je značilen izbeljen eluvialni horizont E in zelo kislja reakcija tal. Pri nas se pojavlja na manjših površinah in predvsem v visokogorju (Pokljuka, Jelovica, Pohorje) s hladnim in vlažnim podnebjem ter na z bazami revnih matičnih podlagah. V nižjih legah se pojavlja redkokje, predvsem pa na matičnih podlagah, ki vsebujejo veliko kremenja, kakršni so npr. kremenovi peski, roženci ipd.. Šotna tla so se razvila na visokogorskih barjih, kjer jih porašča barjansko smrekovje in ruševje. Na ljubljanskem barju jih večinoma poraščajo drugotni, zaradi človekovih vplivov močno spremenjeni gozdovi.

7 OPISI TALNIH TIPOV KAMNIŠČE

Opredelitev in razvrstitev:

Kamnišča (tudi *litosol*) so zelo plitva, nerazvita tla. Praviloma so sestavljena pretežno iz razdrobljenega

kamninskega skeleta (drobirja, kamenja, premera nad 2 mm), ki nastaja pretežno s fizikalnim preperevanjem trde matične podlage in v manjši meri iz organske snovi v različnih stopnjah razkroja. Po nekdanji jugoslovanski klasifikaciji (ČIRIČ 1984, ŠKORIČ 1986 idr.) se ta talni tip, ki po njihovi opredelitvi ni debelejši od 20 cm, razvršča v štiri podtippe, od katerih se v Sloveniji pojavljajo trije:

- kamnišča na apnencih in dolomitih (apnenčasto-dolomitno);
- na (ostalih) nevtralnih in bazičnih kamninah in
- na kisljih kamninah.

In na dve različici: gruščnato in prodnato.

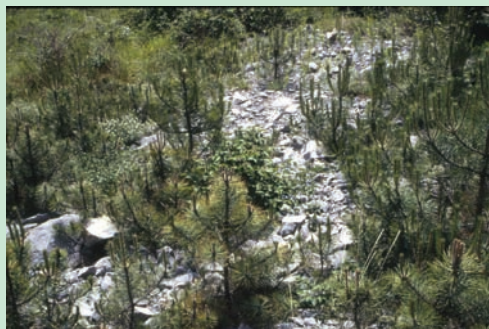
Sorodne sistematske enote in soznačnice:

V razred nerazvitih tal so poleg kamnišč uvrščena tudi surova tla in koluvialno-deluvialna tla. Surova tla (v jugoslovanski klasifikaciji imenovana tudi regosol, sirozem) nastajajo predvsem na mehkejših kamninah (laporjih, glinavcih, meljcvcih, peščenjakih, puhlici ipd.), ki ob preperevanju dajejo regolit drobnejše sestave. Pojavljajo se tudi na drobnih, sipki dolomitni pržini. Koluvialno-deluvialna tla nastajajo na debelejših erozijskih nanosih ob vznožjih pobočij, sestavljenih iz različno debelega materiala, od zelo drobnih talnih delcev do debelejšega kamenja.

Če taka zelo plitva tla na karbonatni matični podlagi že vsebujejo inicialno humusno plast, so po nekaterih virih (npr. PAVŠER 1968) uvrščena v protorendzine. Po avstrijski klasifikaciji (KILIAN 2002) so v protorendzine uvrščena tla na karbonatni in na sadrasti podlagi, ki že vsebujejo inicialni humusni horizont (označen z (A) ali z A_i), ki je skupaj z organskima podhorizontoma O_r (plast iz slabo raz-

Preglednica 2: Deleži talnih tipov v slovenskih gozdovih, izraženi s številom gozdnogospodarskih odsekov in njihovimi gozdnimi površinami (Popis gozdov ZGS 1994)

Tip tal	Šifra tal	Število odsekov	(%)	Površina odsekov (ha)	(%)
Neopredeljeno	00	998	1,16	17.416,94	1,61
Rendzina	01	41.544	48,17	536.256,60	49,54
Ranker	02	431	0,50	8.058,90	0,74
Rjava pokarbonatna tla	03	10.039	11,64	153.917,19	14,22
Jerovica (<i>terra rossa</i>)	04	141	0,16	1.662,84	0,15
Sprana tla	05	208	0,24	2.616,07	0,24
Evtrična rjava tla	06	15.446	17,91	179.306,45	16,57
Distrična rjava tla	07	14.485	16,80	154.009,23	14,23
Rjava opodzoljena tla	08	691	0,80	9.202,82	0,85
Podzol	09	141	0,16	1.538,87	0,14
Obrečna tla	10	742	0,86	5.682,21	0,52
Psevdoglej	11	810	0,94	9.092,21	0,84
Glej	12	560	0,65	3.508,14	0,32
Šotna tla	13	10	0,01	137,47	0,01
Skupaj		86.246	100,00	1.082.405,94	100,00



Slika 3: Črni bori zaraščajo kamnišče na Krasu (foto: M. Urbančič)



Slika 4: Kamnišče na rastišču združbe črnega gabra in puhastega hrasta (foto: Lado Kutnar)



Slika 5: Smreka je našla v skalnih razpokah dovolj hrane in opore za življenje (foto: Lado Kutnar)



Slika 6: Kolutialno-deluvialna tla na pobočnem grušču (foto: Lado Kutnar)



Slika 7: Rušje porašča kamnišča in plitve rendzine na dolomitu (foto: Lado Kutnar)



Slika 8: Na močno skalnatem rastišču združbe jelke in bukve se prepletajo kamnišča in rendzine na apnencu (foto: Lado Kutnar)

krojenih (fermentiranih) rastlinskih ostankov) in O_h (plast iz že humificirane organske snovi) debelejša od 5 cm, njihova skupna debelina pa manjša od 10 cm. V protorankerje so uvrščena tla enake zgradbe na nekarbonatni matični podlagi.

Talni tip »kamnišče« se po lastnostih in zgradbi v veliki meri ujema s talno enoto litični leptosol (*Lithic Leptosol*) v mednarodnih (FAO 1989, 1998) klasifikacijah tal. Njena debelina, merjena od površine tal do matične podlage, je po definiciji manjša od 10 cm.

Zgradba profila: O/C-R do O-(A)/C-CR

Značilnosti: Kamnišča vsebujejo malo organske snovi in rastlinskih hranil, so slabo biološko aktivna, slabo vododržna in zelo slabe rodovitnosti. Na njih lahko rastejo le zelo skromne in na sušo odporne rastline.

Najbolj so razširjena kamnišča na trdih apnencih in dolomitih. Na dolomitu (grintavcu), ki v večji meri fizikalno prepereva, pogosto vsebujejo veliko ostro-robega drobirja, na apnencu, za katerega je značilna površinska skalovitost in ki v večji meri prepereva kemično, pogosto vsebujejo toporobo kamenje različnih velikosti. Poleg kamninskega skeleta vsebujejo sestavine organogenega porekla. Lahko vsebujejo le opad in slabo razkrojene (fermentirane) rastlinske ostanke pod njim. Predvsem v razpokah med kamenjem in skalami je lahko organska snov tudi bolj humificirana.

Razširjenost: Večje površine zavzema v visokogorju (Alpe, Karavanke, Snežnik...) nad gozdno mejo, večje deleže, predvsem skupaj z različnimi rendzinami, pa v varovalnih gozdovih, kot so rušja (*Rhodotamno-Pinetum mugos*), bazofilni borovi gozdovi (*Genisto januenis-Pinetum*, *Fraxino orni-Pinetum nigrae*), smrekovi gozdovi na skalnatih podorih, meliščih, ledeniških grobljah, subalpskih vegetacijskih pasovih in v kraških vrtačah (*Adenostylo glabrae-Piceetum*, *Ribesio alpini-Piceetum*, *Asplenio-Piceetum*), jelovja na skalovju (*Neckero-Abietetum*), grmičasti gozdovi termofilnih listavcev (*Seslerio autumnalis-Ostryretum*, *Ostryo-Quercetum pubescentis*, *Ostryo carpinifoliae-Fraxinetum orni*). Na eroziji izpostavljenih mestih ali kjer je površinska kamnitost in skalnatost velika, se v sledovih pojavljajo tudi na rastiščih drugih gozdov, kot so alpska in subalpska bukovja (*Anemone trifoliae-Fagetum*, *Polysticho lonchitis-Fagetum*) ter bukovja na eroziji izpostavljenih strminah in grebenih (*Ostryo-Fagetum*, *Arunco-Fagetum*).

Primer:

Nerazvita tla v skalni razpoki previsne stene (prirejeno po DAKSKOBLER 2000).

Lokacija: sedlo Vrh Bače; n.v.: 1280 m, Lega: jugovzhodna; matična podlaga: dolomit z rožencem; rastlinska združba: *Campanulo carnice-Moehringietum villosae* (endemična združba skalnih razpok v južnih Julijskih Alpah).

Masa zračno suhega vzorca (vseboval je mineralne delce tal, koreninice, organske ostanke, skelet iz ostro-robega, ploščastega, sivga dolomitnega drobirja in kamenja velikosti do 17 mm): 13,34 g. Masa mineralnih delcev tal, manjših od 2 mm, je znašala 3,70 g.

Tla so bila sipka do lahko drobljiva, imela so prašnato do drobnozrnasto strukturo in sivkastorjavo barvo (z oznako 10 YR 5/2 po Munsellovem barvnem atlasu). V laboratoriju smo vzorcu tal brez skeleta določili reakcijo v deionizirani vodi (pH (H_2O)), vsebnost organskega ogljika (C_{org}), organske snovi in celokupnega dušika (N_{tot}) ter razmerje med organskim ogljikom in celokupnim dušikom (C_{org}/N_{tot}). Ugotovili smo vrednosti teh parametrov, ki so prikazani v preglednici 3.

Talni vzorec je imel nevtralno reakcijo, vseboval je skoraj 11 odstotkov organske snovi, ki pa je bila slabo razkrojena, kar potrjuje široko C/N razmerje.

RENDZINE

Opredelitev in razvrstitev:

V rendzine pri nas uvrščamo vsa humusno-akumulativna tla na karbonatnih matičnih podlagah. Na osnovi matične podlage ločimo (po PRAVILNIKU 1984) tri podtipе:

- rendzine na trdih karbonatnih kamninah (apnencih, dolomitih, dolomitiziranih apnencih, marmorjih);
- rendzine na mehkih karbonatnih kamninah (laporjih, karbonatnih fliših, konglomeratih, brečah, peščenjakih in drugih vezanih klastičnih karbonatnih usedlinah);
- rendzine na karbonatnem grušču, moreni, (starejšem) fluvio-glacialnem produ in drugih nevezanih klastičnih karbonatnih usedlinah.

Na osnovi humusnih oblik ločimo naslednje različice:

- sprsteninaste;

Preglednica 3: Kemične lastnosti vzorca kamnišča

Horizont	pH (H_2O)	C_{org}	organska snov	N_{tot}	C_{org}/N_{tot}
(A)/C	7,0	6,25 %	10,8 %	0,20 %	31,9

- prhninaste;
- organogene (s surovim humusom)

Humusne oblike določamo tlem na osnovi zgradbe in diagnostičnih lastnosti njihovih organskih in organsko-mineralnih plasti. V preglednici 4 so prikazane sedanje oznake (PRAVILNIK 1984, ŠKORIČ 1986, ČIRIČ 1984, PRUS 1992 idr.), stare oznake, ki so se uporabljale pri nas do okoli leta 1970 in avstrijske oznake (npr. KILLIAN 2002, ENGLISCH 2002) za organske podhorizonte in humusni A horizont.

Sprsteninaste rendzine imajo sprsteninasto obliko humusa (tudi: sprstenina, zreli humus, Mull).

Pri sprsteninasti obliki humusa se pojavljata do dva organska podhorizonta (O_1 , O_f). Zanj je diagnostičen A horizont, ki je mrvičaste do grudičaste strukture in debelejši od 2 cm. Običajno so prisotni deževniki. Če se pojavlja organski humusni podhorizont (O_h), je izredno tenak ali prekinjen.

Prhninaste rendzine imajo prhninasto obliko humusa (tudi: prhnina, polsurovi humus, Moder).

Za razliko od sprstenin imajo prhnine nepretrgano organsko plast, ki ga grade dobro razviti O_1 - O_f - O_h podhorizonti. Zanje je diagnostičen O_h podhorizont, ki je vedno najmanj tako debel kot O_1 in kot O_f podhorizont. Prehoda med plastema O_f in O_h ter med plastema O_h in A (če je humusni horizont prisoten) sta postopna. Aktivnost makrofavne (deževniki...) je zmanjšana, mezofavne (členonožci, pršice...) pa visoka. O_f in O_h podhorizonta sta zoogena ali zoomikogena. (STEPANČIČ 1972, STEPANČIČ / AŽNIK 1977, PRAVILNIK 1984).

Organogene rendzine imajo surovi humus (Mor).

Surovi humus je najmanj aktivna oblika humusa. V njem prevladuje razkroj, ki ga povzročajo glive. Organska plast ima tri podhorizonte (O_1 - O_f - O_h) in je praviloma debelejša od 5 cm. O_h podhorizont

ima praviloma manj kot polovico skupne debeline O_1 in O_f podhorizontov. Humusno-akumulativni A horizont (če je prisoten) kaže znake ponikanja humusa in podzolizacije (izjema so humusne oblike, ki so se razvile na kompaktni kamnini). Ni makrofavne, mezofavne je malo, aktivnost gliv je velika. Če imajo tla zgradbo O_1 - O_f - O_h - A - C in skupno debelino O_1 in O_f podhorizontov večjo od 15 cm, jih avstrijska klasifikacija imenuje tangel rendzina. To poimenovanje najdemo tudi pri nas (npr. STEPANČIČ 1972, PRAVILNIK 1984).

Razlikujemo naslednje oblike rendzin:

- tipične,
- rjave,
- karbonatne.

Rjave rendzine imajo inicialni kambični horizont (ki je tanjši od 15 cm in je nastal pretežno iz preperine matične podlage za razliko od zgornjega dela tal, ki je nastal pretežno iz organske snovi) ali/in A horizont, debelejši od kambičnega horizonta (B).

Pri karbonatnih rendzinah je A horizont v celoti ali vsaj v spodnjem delu karbonaten. Praviloma vsebujejo veliko drobnega karbonatnega skeleta iz peska, pržine ter imajo nevtralno do slabo alkalno reakcijo.

Na osnovi debeline mineralnega dela tal rendzine na trdih in mehkih karbonatnih kamninah delimo v oblička (PRAVILNIK 1984) na:

- plitva (pod 20 cm),
- srednje globoka (20 - 30 cm),
- globoka (debelina A in morebitnega (B) horizonta nad 30 cm).

Soznačnice in sorodne sistematske enote:

Po nekdanji jugoslovanski klasifikaciji (ČIRIČ 1984, ŠKORIČ 1986 idr.) so humusno akumulativna tla na trdih apnencih in dolomitih uvrščena v tip apnenčasto-dolomitna črnica (kalkomelanosol), v rendzine pa le humusno akumulativna tla na kar-

Preglednica 4: Oznake in opis terestričnih organskih in organsko-mineralnih talnih plasti

Sedanja oznaka	Stara oznaka	Avstrij. oznaka	Opis, sestava plasti
O_1	A ₀₀	L	Sestavlja jo opad - organska snov, po poreklu večinoma iz listov, iglic, vejic in lesnih ostankov, kar se večinoma še dobro razloči.
O_f	A ₀₁	F	Vsebuje delno razkrojene (fermentirane) rastlinske ostanke. Drobna organska substanca zavzema 10 % do 70 % prostornine.
O_h	A ₀₂	H	V njej je nakopičena že dobro razkrojena (humificirana) organska snov, pri kateri izvirna zgradba in poreklo ni več razvidno. Drobna organska substanca zavzema več kot 70 % prostornine.
A	A ₁	A	Humusno-akumulativni horizont

Op.: Po novejši definiciji (FAO 1998, idr.) se terestrični organski horizonti ločijo od organsko-mineralnih talnih horizontov v tem, da njihova masa vsebuje več kot 17 % organskega ogljika oziroma, (če uporabimo za preračunavanje množitelj 1.72) več kot 30 % organske snovi. Pri nas v glavnem velja za mejno vsebnost 20 % organskega ogljika oziroma 35 % organske snovi (npr. SUŠIN 1983, PRUS 1992).

bonatnem regolitu iz laporja, lapornega apnenca, lehnjaka, puhlice, karbonatnega peščenjaka ter saharoidnega dolomita.

Humusno akumulativna tla na karbonatni podlagi in z moličnim horizontom A_{mo} so v mednarodni (FAO 1989, 1998) razvrstitvi imenovana rendzični leptosoli (*Rendzic Leptosols*), če jih gradi ohrični humusni horizont A_{oh} pa spadajo v talno enoto evtrični leptosol (*Eutric Leptosols*). V primerjavi z moličnim (*mollis*, iz lat. *mollis* = rahel, dobre strukture) je ohrični (*ochric*, iz gr. *ochros* = bled) horizont svetleše barve ali tanjši ali ima manjšo vsebnost organskega ogljika.

Zgradba profila: tipična: O-A-AC-CR

Značilnosti:

Organogene rendzine se pojavljajo predvsem v zelo hladnih, humidnih razmerah, ki vladajo v visokogorju in v mraziščih, v katerih je razkroj organske snovi počasen. Podoba kot npr. šotna tla rastejo navzgor zaradi kopičenja surovega humusa. Zaradi izpiranja bazičnih kationov so lahko zelo kislja, so slabe rodovitnosti, praviloma jih porašča acidofilna in piceetalna vegetacija.

Tudi pri prhninastih rendzinah je razkroj organske snovi oviran zaradi ekstremnejših (hladno-vlažnih, toplo-sušnih, erozivnih) rastiščnih razmer, v katerih nastajajo. Zanje je značilen organski humusni O_h podhorizont mrvičaste (oz. prašnate) strukture in pretežno slabo kisle reakcije. Vendar so tudi v gozdovih s hladno-

vlažnim podnebjem prhninaste rendzine večinoma z bazami dobro nasičene in aktivnost talne makro- in mezofavne v njih je dovolj velika, da nastane horizont A_h s šibko mrvičasto-grudičasto strukturo. Večinoma so plitvejša, skeletna, odcedna, revna z rastlinskimi hranili in slabše rodovitnosti.

Najbolj razvite so sprsteninaste in rjave rendzine. Sprsteninaste rendzine so praviloma globlje, dobre rodovitnosti in imajo dobro mineralizirano obliko humusa. Rjave rendzine predstavljajo prehod rendzin v rjava (kambična) tla.

Razširjenost: Organogene rendzine najdemo v večji meri v smrekovih gozdovih v subalpskem vegetacijskem pasu ter v mraziščnih vrtačah, kontah (*Adenostylo glabrae-Piceetum*, *Ribeso alpini-Piceetum*, *Asplenio-Piceetum*) ter v ruševju (*Rhodotamno-Pinetum mugo*) in jelovju na skalovju (*Neckero-Abietetum*).

Prhninaste rendzine prevladujejo v varovalnih gozdovih, kot so grmičasti gozdovi termofilnih listavcev (*Seslerio autumnalis-Ostyretum*, *Ostryo-Quercetum pubescentis*, *Ostryo carpinifoliae-Fraxinetum ornii*), alpska in subalpska bukovja (*Anemone trifoliae-Fagetum*, *Polysticho lonchitis-Fagetum*) ter bukovja na eroziji izpostavljenih strminah in grebenih (*Ostryo-Fagetum*, *Arunco-Fagetum*).

Sprsteninaste in rjave rendzine se pojavljajo tako v združbi z manj razvitimi tlemi kot v združbi z bolj razvitimi rjavimi pokarbonatnimi ter izpranimi

Primer:

1. Opis talnega profila prhninaste rendzine na apnencu, ki se je razvila na rastišču gozda bukve in jelke s slečem (prirejeno po DAKSKOBLE/ URBANČIČ/ WRABER 2000).

Nahajališče: Smrekova Draga v Trnovskem gozdu, pobočje pod Smrekovim vrhom, fitocenološka popisna ploskev. N. v.: 1310 m Nagib: 30° Lega: severovzhodna

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke in kemične lastnosti plasti
O_i	22/23-25	Rahla plast pretežno bukovega in jelovega opada je debela okoli 2 do 3 cm.
$O_{i,f}$	21-22/23	Pod njo je 1 do 2 cm debela, zmerno stisnjena plast iz deloma fermentiranega opada. Mestoma se v njej že pojavljajo koreninice rastlin in bele nitaste hife gliv.
O_f	16-21	Mehka do sipka, kosmičasta do prašnata plast iz surovega humusa in prhnine je zelo gosto prekoreninjena in temno rjava (po Munsellovem barvnem atlasu ima vrednosti 10YR2-3/2-3). V njej se pojavlja posamezno kamenje. Je zelo močno kislja, vsebuje še 78 % organske snovi in precej, skoraj 2 % celokupnega dušika. Razmerja med njima so široka (C/N nad 23).
O_h/C	5-16	Je sipka, s prašnato strukturo, zelo do srednje močno prekoreninjena, zelo temno rjave (10YR2/2) barve. Apnenčasto kamenje velikosti do 4 dm zavzema 30 % do 50 % njene prostornine. Je močno kislja, vsebuje še okoli 70 % organske snovi in ima C/N razmerja okoli 22.
RC/ O_h	0-5	Je sipka, prašnata, slabše prekoreninjena, zelo temno rjava do črna (10YR2/2-1). Leži na skali, vsebuje 50 % do 80 % skeleta iz ploščatega do kvadratega, toporobega, sivega apnenčastega kamenja. Je slabo kislja, vsebuje 51 % organske snovi in ima C/N razmerja okoli 20.



Slika 9: Organogena rendzina na apnencu (foto: M. Urbančič)



Slika 10: Prhninasta rendzina na karbonatni moreni (foto: M. Urbančič)



Slika 11: Sprsteninasta rendzina na dolomitu (foto: M. Urbančič)



Slika 12: Združba črnega gabra in puhastega hrasta porašča rendzine z vključki kamnišča na apnencu (foto: Lado Kutnar)



Slika 13: Monokultura črnega bora s podstojnimi toploljubnimi listavci porašča rendzine z vključki kamnišča na apnencu (foto: Lado Kutnar)



Slika 14: Rjava rendzina na apnencu (foto: M. Urbančič)



Slika 15: Združba bukve in jesenske vilovine porašča rendzine in rjava pokarbovatna tla na apnencu (foto: Lado Kutnar)

Analitski podatki za prhninasto rendzino:

Simbol plasti	Globina (cm)	pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	CaCO ₃ (%)	C _{org.} (%)	Org. snov (%)	N _{tot} (%)	C _{org} /N _{tot} .
O _l	22/23-25	5,12	4,52	0,00	46,50	80,2	1,70	27,4
O _{l,f}	21-22/23	5,08	4,46	0,00	46,00	79,3	1,86	24,7
O _f	16-21	4,31	3,89	0,00	45,50	78,4	1,95	23,3
O _h /C	5-16	4,96	4,35	0,00	41,25	71,1	1,85	22,3
RC/O _h	0-5	6,01	5,70	0,86	29,50	50,9	1,50	19,7

pokarbonatnimi tlemi. Precejšnje površinske deleže zavzemajo na rastiščih zonalnih predgorskih, gorskih in visokogorskih bukovih in jelovo-bukovih gozdov (*Seslerio-Fagetum*, *Hacquetio-Fagetum*, *Lamio orvalae-Fagetum*, *Omphalodo-Fagetum*, *Homogyno sylvestris-Fagetum*, *Anemono trifoliae-Fagetum*, *Ranunculo platanifolii-Fagetum*, *Polysticho lonchitis-Fagetum*), nekaterih azonalnih bukovij (*Rhododendro hirsuti-Fagetum*, *Ostryo-Fagetum*, *Arunco-Fagetum*) ter v primorskih drugotnih črnboborovih gozdovih (*Seslerio-Pinetum nigrae*) idr.

Viri:

- ČIRIČ, M., 1984. Pedologija. SOUR »Svetlost«. Sarajevo, 312 s.
- ENGLISCH, M., 2002. Manual for assessment of biometric data, soil sampling, site and soil description. Project SUSTMAN - introduction of broadleaf species for sustainable forest management. 5th framework programme Quality of life and management of living resources. Department of Forest Ecology, BFW Vienna (Dunaj), 46 s.
- FAO, 1989. Soil map of the world. - Revised legend. FAO, Unesco, ISRIC, Roma, Wageningen, 138 s.
- FAO, 1989. FAO/Unesco Soil Map of the world, Revised Legend. Reprinted as Technical Paper 20, ISRIC, Wageningen, 138 s.
- KILIAN, W., 2002. Schlüssel zur Bestimmung der Böden Österreichs. Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, 67, Dunaj, 96 s.
- MUNSELL, 1990. Munsell soil color charts. Newburgh, New York, 20 s.
- PAVŠER, M., 1968. Tla gozdov Pokljuke in Mežakle. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 111 s.
- PRAVILNIK, 1984. Pravilnik za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. SRS, št. 36/84. Obvezno navodilo za izvajanje pravilnika za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. - Republiška geodetska uprava, Ljubljana, 62 s.
- PRUS, T., 1992. Razvrščanje tal/ klasifikacija. V: Jazbec R. in sod.: Raziskujmo življenje v tleh. Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana, s. 38 - 44.
- PRUS, T., 2000. Klasifikacija tal. Študijsko gradivo, Center za pedologijo in varstvo okolja (CPVO), Odd. za agronomijo, Biotehniška fakulteta Ljubljana, Univerza v Ljubljani, <http://www.bf.uni-lj.si/cpvo/Novo/mainStudijskoGradivo.htm>, 22 s.
- ROBIČ, D. / ACCETTO, M., 2002. Pregled sintaksonomskega sistema gozdnega in obgozdnega rastlinja Slovenije.- Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete, Ljubljana, tipkopis, 18 s.
- STEPANČIČ, D., 1972. Morfološke in pedodinamske značilnosti rendzine na dolomitu. - Ljubljana, Biotehniška fakulteta, katedra za proučevanje tal in prehrano rastlin. 17 s.
- STEPANČIČ, D. / AŽNIK M., 1977. Rendzina v Sloveniji.- Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo, zv. 28, s. 9-19.
- SUŠIN, J., 1983. Nauk o tleh. Kmetijski tehniški slovar. Gradivo za Pedološki slovar. 1. knjiga, 1.zvezek. Vtodd za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, 36 s.
- ŠKORIČ, A., 1986. Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta, Zagreb, 172 s.

GDK: 114:(253)(045)

Atlas gozdnih tal Slovenije

Forest Soil Atlas of Slovenia

Mihej URBANČIČ*, Primož SIMONČIČ**

Izvleček:

Urbančič, M., Simončič, P.: Atlas gozdnih tal - 2. del. Gozdarski vestnik 63/2005, št. 3. V slovenščini, z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 13. Prevod v angleščino: avtorja. Lektura angleškega besedila Jana Oštir.

V drugem delu Atlasa je prikazana opredelitev, razvrstitev, zgradba in značilnosti rankerja, distričnih rjavih in evtričnih rjavih tal ter njihovo razširjenost v gozdovih. Namenjen je tako gozdarjem kot raziskovalcem in lastnikom gozdov, da bi bolje poznali lastnosti, pomen in razširjenost gozdnih tal.

Ključne besede: razvrstitev tal, lastnosti talnega tipa, ranker, kambična tla

Abstract:

Urbančič, M., Simončič, P.: Forest Soil Atlas of Slovenia - Part II. Gozdarski vestnik, Vol. 63/2005, No. 3. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 13. Translated into English by the authors. English language editing by Jana Oštir.

The first part of the Atlas gives the definition, classification, structure, characteristics and distribution in forests of rankers, dystric brown soils and eutric brown soils. The Atlas is designed for foresters, forest owners and researchers and will give them a better understanding of the properties, importance and widening of forest soils.

Key words: soil classification, characteristics of soil type, Rankers, Cambisols

RANKER

Opredelitev in razvrstitev:

V rankerje uvrščamo humusno-akumulativna tla na nekarbonatnih matičnih podlagah. Na osnovi stopnje nasičenosti humusno akumulativnega horizonta A z izmenljivimi bazami (vrednost V) ločimo dva podtipa:

- evtrični ranker ($V \geq 50\%$);
- distrični ranker ($V < 50\%$).

Na osnovi stika z matično podlago ločimo naslednje različice rankerja:

- litični (humusni horizont A leži na čvrsti kamnini);
- regolitni (A hor. postopno preide v zdrobljeno matično podlago);
- koluvalni (A horizont je debelejši od 40 cm in vsebuje nad 20 % skeleta);
- rjavi (pod A hor. ima inicialni kambični horizont (B));
- opodzoljeni (pod distričnim A hor. ima inicialni eluvialni horizont E).

Na osnovi globine tal ločimo (po PRAVILNIKU 1984) naslednja oblička:

- plitev (globina tal 10 - 20 cm)
- srednje globok (21 - 35 cm);
- globok (nad 35 cm).

Soznačnice in sorodne sistemske enote:

Ta tip tal je dobil ime v Avstriji (nem. Ranker = strmi nagib), ker se najpogosteje pojavlja na strminah in ostrih grebenih. Avstrijska klasifikacija jih razvršča na osnovi humusnih oblik (podobno kot mi rendzine) v podtipa: protoranker, moderanker, tangel-ranker, mullranker, mullartiger ranker (KILIAN 2002).

V nekdanji jugoslovanski klasifikaciji (ČIRIČ 1984, ŠKORIČ 1986 idr.) se imenujejo tudi "humusno-silikatna tla". rankerji nastajajo na najrazličnejših silikatnih substratih, od usedlin do metamorfni in magmatskih kamnin, ki pa smejo vsebovati največ do 0,5 % karbonatov (KILIAN 2002). Nekateri so z bazami zelo (npr. serpentin) do srednje bogati (npr. dioriti, andeziti, diabazi, amfiboliti), drugi jih vsebujejo manj (npr. graniti, granodioriti, daciti, gnajsi, keratofirji) ali zelo malo (npr. kremenovi peščenjaki, roženci ipd.)

Po mednarodni FAO-Unesco (FAO 1989, WRB 1998) razvrstitvi spadajo litični evtrični rankerji, ki jih gradi ohrični humusni horizont A_{oh} , v talno

*M. U., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

**dr. P. S., univ. dipl. inž. les., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana



Slika 1: Litični, distrični ranker na tonalitu (foto: M. Urbančič)



Slika 2: Regolitični, distrični ranker na kremenovih peščenjakih (foto: M. Urbančič)

enoto evtrični leptosol (*Eutric Leptosols*). Če imajo evtrični rankerji molični horizont A_{mo} , pa so uvrščeni v molični leptosol (*Mollic Leptosols*). Litični distrični rankerji, ki jih gradi ohrični humusni horizont A_{oh} , so uvrščeni v talno enoto distrični leptosol (*Dystric Leptosols*), če imajo umbrični horizont A_{um} , pa v umbrični leptosol (*Umbric Leptosols*).

Zgradba profila: litični ranker: O-A-R; regolitični ranker: O-A-AC-CR

Značilnosti:

Rankerji obsegajo zelo različne fizikalne in kemijske lastnosti in razvojne stopnje. Evtrični rankerji, ki se pojavljajo na z bazami bogatejših nekarbonatnih kamninah, imajo ugodnejše kemijske lastnosti. So nevtralni do slabo kisli, z

humusnimi oblikami (sprstenino), z visoko stopnjo nasičenosti z bazami in so s hranili razmeroma dobro preskrbljeni. Distrični rankerji, še posebno, če so se razvili na z bazami revnih matičnih podlagah z veliko kremenca in v visokogorju, so lahko zelo kisli, z zelo nizko stopnjo nasičenosti z bazami, z znaki podzoljevanja in s slabo mineraliziranimi oblikami humusa (prhnino, surovim humusom), revna s hranili ter slabe rodovitnosti. Litični rankerji, ki leže na trdi, neprepereli skali, so praviloma plitvejši od regolitičnih rankerjev, ki prekrivajo sloj zdobljene matične podlage, še globlji so nanešeni (koluvialni) rankerji na vznožjih pobočij.

Razširjenost:

Ker so z bazami bogatejše nekarbonatne kamnine pri nas manj razširjene, se evtrični rankerji

razmeroma redko pojavljajo. Precej bolj so razširjeni distrični rankerji. Večinoma se pojavljajo skupaj z distričnimi rjavimi tlemi na rastiščih kisloljubnih rastlinskih družb, kot je gozd rdečega bora in borovnice (*Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvestris*), gozd belega gabra in borovnice (*Vaccinio myrtilli-Carpinetum*), gozd smreke in smrečnega resnika (*Rhytidiadelpho lorei-Piceetum*), gozd smreke in trokrpega mahu (*Mastigobryo-Piceetum*), gozd jelke z belkasto bekico (*Luzulo albidiae-Abietetum*), z rebrenjačo (*Bechno-Abietetum*) in z okroglostno lakoto (*Galio rotundifolii-Abietetum*), kislí gradnovi gozdovi (*Deshampsio flexuosae-Quercetum petraeae*, *Luzulo albidiae-Quercetum*, *Melampyro vulgati-Quercetum*), acidofilni bukov gozd z rebrenjačo (*Blechno-Fagetum*), z belkasto bekico (*Luzulo albidiae-Fagetum*), s pravim kostanjem (*Castaneo-Fagetum*), z okroglasto škržolico (*Hieracio rotundati-Fagetum*) idr. Rankerji prevladujejo v ekstremnih rastiščnih razmerah, na boljših rastiščih pa zavzemajo le manjše površinske deleže ali se pojavljajo le v fragmentih.

Primera:

1. Opis talnega profila litičnega, distričnega rankerja na biotitnem granitu (prirejeno po KALAN 1983).



Slika 3: Rjavi, distrični ranker na kremenovih peščenjakih in konglomeratih (foto: M. Urbančič)

Nahajališče: Topla. Relief: strmo pobočje n. v.: 710 m. Nagib: 40°. Lega: zahodna. Kamnitost: 50 %.

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke in kemične lastnosti plasti
O _l		Posamezne smrekove iglice, stebelca borovnice
O _f	0/5 - 0	Fermentirani rastlinski ostanki. Plast pokriva ok. 70 % površine tal
A _h	0 - 9/16	Je drobno do debelogrudičaste strukture, lomljive in drobljive konsistence, srednje gosto prekoreninjena. Skelet iz robatega kamenja vel. do 0,5 cm zavzema 20 % prostornine. Vlažna je zelo temno rjave barve (10YR2/2).
R	pod 9/16	Kompaktna skala

Analitski podatki za litični, distrični ranker:

Reakcije talnih horizontov, določene v vodi (pH(H₂O)) in v kalcijevem kloridu (pH(CaCl₂)) in vsebnosti organske snovi (Org. s.), organskega ogljika (C_{org}) in celokupnega dušika (N_{tot}) v njih, razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom (C_{org}/N_{tot}) ter z AL metodo (ekstrakcija z amonijevim laktatom določene vsebnosti rastlinam dostopnih kalijevih (AL-K₂O) in fosforjevih (AL-P₂O₅) spojin v talnih vzorcih

Simbol plasti	Globina (cm)	pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	Org. snov (%)	C _{org} (%)	N _{tot} (%)	C _{org} /N _{tot}	AL-K ₂ O (mg/kg)	AL-P ₂ O ₅ (mg/kg)
O _f	0/5 - 0	4,9	4,3	64,67	37,51	0,97	39	350	170
A _h	0 - 9/16	5,1	4,5	13,45	7,80	0,31	25	230	80

Vsebnosti izmenljivih kalcijevih (Ca^{2+}), magnezijevih (Mg^{2+}), kalijevih (K^+), natrijevih (Na^+) in vodikovih (H^+) kationov, vsote izmenljivih bazičnih kationov (SumB), kationske izmenjalne kapacitete (KIK) - izražene v cmol^+/kg tal - in stopnje nasičenosti tal z izmenljivimi bazami ($(V = \text{Sum B}/\text{KIK}) \times 100$) - izražene v odstotkih - v talnih vzorcih:

Plast	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	H^+	SumB	KIK	V (%)
O_f	4,89	2,57	1,46	0,16	–	9,08	–	–
A_h	0,82	0,57	0,97	0,14	24,0	2,50	26,50	9,4

2. Opis talnega profila regolitnega, distričnega rankerja na andezitnem grohu (prirejeno po KALAN 1983).

Nahajališče: Smrekovec. Relief: valovito pobočje. N. v.: 1520 m Nagib: 30°. Lega: severna Kamnitost: 0 %

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke in kemične lastnosti plasti
O_l	1/6 - 0/4	Rahla, 1 do 2 cm debela plast smrekovih iglic
O_f	0/4 - 0	Fermentirani rastlinski ostanki. Plast pokriva ok. 50 % površine tal
O_hA_h	0 - 11/16	Zrnasta do drobno grudičasta (prevladujejo skupki premera 1–3 mm), gosto prekoreninjena, dobro propustna za vodo. Vlažna je zelo temno rjave barve (10YR2/2).
A_h	11/16 - 54	Srednjegrudičasta ($\varnothing$ 10 do 30 mm) do kepasta ($\varnothing > 30$ mm), vanjo segajo posamezne korenine, ima prosto do nekoliko zadržano drenažo. Vlažna je zelo temno rjave barve (10YR2/2).
A_h/C	54 - 69	Drobno do srednje grudičasta, posamezne korenine, prosta do nekoliko zadržana drenaža. Skelet iz zaobljenega kamnja vel. do 20 cm zavzema 40 % prostornine. Vlažna je zelo temno rjave barve (10YR2/2).
C	69 + 90	Horizont sestavlja preperelo kamenje in droben temno rjav pesek

Analitski podatki za regolitni, distrični ranker:

Simbol plasti	Globina (cm)	pH (H_2O)	pH (CaCl_2)	Org. snov (%)	C_{org} (%)	N_{tot} (%)	$\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$	AL- K_2O (mg/kg)	AL- P_2O_5 (mg/kg)
O_f	0/4 - 0	4,7	3,8	79,44	46,08	1,85	25	500	160
O_hA_h	0 - 11/16	4,9	4,0	33,10	19,20	0,98	20	70	60
A_h	11/16 - 54	5,1	4,7	24,82	14,40	0,83	18	50	sl
A_h/C	54 - 69	5,4	4,9	18,20	9,50	0,47	20	60	sl
C	69 + 90	5,6	5,1	13,24	6,91	0,32	22	80	sl

Plast	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	H^+	SumB	KIK	V (%)
O_f	2,66	10,22	1,69	–	–	14,57	–	–
O_hA_h	0,32	0,24	0,36	–	–	0,92	–	–
A_h	0,16	0,11	0,15	–	25,0	0,42	25,42	1,7
A_h/C	0,26	0,06	0,05	–	25,0	0,40	25,40	1,6
C	0,20	0,06	0,08	–	23,0	0,34	23,34	1,5

DISTRIČNA RJAVA TLA

Opredelelitev in razvrstitev:

Distrična rjava tla so razvrščena v razred kambičnih tal, za katere je diagnostičen mineralni kambični horizont (B), ki je nastal pretežno iz preperine matične podlage. Za distrična rjava tla je diagnostičen distrični kambični horizont, ki ima nizke stopnje nasičenosti z izmenljivimi bazičnimi kationi ($V < 50\%$), je precej kisel (vrednosti pH, merjene v vodi, so praviloma manjše od 5,5) in ga označujemo z (B)_v, oziroma v večini tujih in tudi v novejši domači literaturi brez oklepaja z B_v. Večinoma se razvijejo na nekarbonatnih, z bazami revnih matičnih podlagah, izjemoma se pojavljajo tudi na nekaterih mešanih (karbonatno-nekarbonatnih) substratih, kot so apnenci z roženci, mešane morene in rečni nanosi, s karbonati revni fliš idr.

Soznačnice in sorodne sistematske enote:

Za distrična rjava tla se ponekod (tudi v PRAVILNIKU 1984) uporablja ime "kisla rjava tla". Res so drugi tipi kambičnih tal (rjava pokarbonatna, evtrična rjava, jerovica) praviloma precej manj kisli od njih, toda imajo večinoma tudi kisló reakcijo (oz. pH vrednosti pod 7), zato se zaradi morebitnih nejasnosti tega imena izogibamo.

Po mednarodni FAO-Unesco (FAO 1989, WRB 1998) klasifikaciji tal uvrščamo distrična rjava tla z ohričnim humusno akumulativnim horizontom

A_{oh} v talno enoto distrični kambisoli (*Dystric Cambisols*), če imajo umbrični A_{um} ali molični humusni horizont A_{mo}, pa v talno enoto humusni kambisoli (*Humic Cambisols*). V ti dve talni enoti spadajo tudi druga distrična kambična tla (s stopnjo nasičenosti z izmenljivimi bazami pod 50 %), ki pa niso rjave barve, npr. distrična rdeča do vijoličasta tla na gröndenskih peščenjakih take barve.

Zgradba profila: tipična: O - A_{oh} - (B)_v - CR;

humusna: O - A_{um} - (B)_v - CR

Značilnosti:

V za mineralizacijo organske snovi neugodnih razmerah (zelo kisla tla, hladno podnebje z obilo padavin, antropogene monokulture iglavcev ipd.) je na distričnih rjavih tleh marsikje nastala debela organska plast in humusne oblike slabše rodovitnosti (prhnina, surov humus). Distrična rjava tla imajo pod organskim horizontom večinoma ohrični humusno akumulativni horizont A_{oh}. Predvsem v višjih nadmorskih višinah pa je precej razširjen debelejši umbrični humusni horizont A_{um}. Pod to humusno plastjo leži z bazami reven kambični (B)_v horizont. Njegova tekstura in skeletnost je v veliki meri odvisna od matične podlage. Večinoma je ilovnat in rumenorjave barve.

Razširjenost:

Distrična rjava tla so na nekarbonatnih in z bazami revnih matičnih podlagah najbolj razširjen tip tal.

Distrična rjava tla razvrščamo v naslednje nižje sistematske enote:

Podtip	- tipična (imajo ohrični humusni horizont A_{oh}) - humusna (imajo umbrični horizont A_{um}) - izprana (znaki koloidnih open v (B) hor.) - psevdoglejena (pojavljajo se znaki zastajanja vode) - oglejena (znaki vplivov podtalnice) - opodzoljena (pojavljajo se znaki E horizonta)
Različica	Po vrsti matične podlage (na brečah, peščenjakih, glinencih, prodih, peskih, glinah, rožencih, metamorfnih, magmatskih kamninah, fliših, morenah, puhlici idr.)
Oblika	Po globini soluma (po PRAVILNIKU 1984) na: - plitva (globina tal pod 50 cm) - srednje globoka (50 cm - 70 cm) - globoka (71 cm - 120 cm) - zelo globoka (globina tal nad 120 cm)
Obličje	- plitvo humozna (debelina A horiz. pod 25 cm) - srednje globoko humozna (debelina A horiz. 25 - 35 cm) - globoko humozna (debelina A horiz. nad 35 cm)
Drobljivost	- drobljiva - težko drobljiva - zelo težko drobljiva, plastična



Slika 4: Zelo globoka, plitvo humozna, tipična, distrična rjava tla na gnajsu (foto: M. Urbančič)

Prevladujejo na rastiščih številnih kisloljubnih rastlinskih gozdnih združb, tako v borovjih (*Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvestris*), gabrovjih (*Vaccinio myrtilli-Carpinetum*), smrekovjih (*Rhytidiadelpho lorei-Piceetum*, *Mastigobryo-Piceetum*), jelovjih (*Luzulo albidiae-Abietetum*, *Bechno-Abietetum*, *Galio rotundifolii-Abietetum*), gradnovih gozdovih (*Deshampsio flexuosae-Quercetum petraeae*, *Luzulo albidiae-Quercetum*, *Melampyro vulgati-Quercetum*), bukovjih (*Bechno-Fagetum*, *Luzulo albidiae-Fagetum*, *Castaneo-Fagetum*, *Hieracio rotundati-Fagetum*) idr.

Primer:

Opis talnega profila globokih, srednje globoko humoznih, distričnih rjavih tal na tonalitu, v visokogorskem pohorskem bukovju (prirejeno po URBANČIČ 2000).

Nahajališče: OE Maribor, KE Slovenska Bistrica, GGE Osankarica, odd./ ods. 4A, k. o. Kot, parc. št. 1487/22. Datum vzorčenja: 22. junij 2000. Relief: valovito gladko pobočje. N. v.: 1230 m. Nagib: 20°. Lega: VSV

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke in kemične lastnosti plasti
O _{lf}	2/5 - 0	Rahla do - v spodnjem delu - stisnjena in zmerno fermentirana plast pretežno bukovega opada iz listja, vejic, luskolistov, žira idr. je debela okoli 2 do 5 cm.
O _h A _h	0 - 2/3	Pod njo je 2 do 3 cm debela plast sipke konsistence, prašnate (sestavljena je iz organogenjskih delcev premerov pod 0,5 mm) do drobno zrnčaste (organomineralni skupki s Ø 0,5-1 mm) strukture. Je zelo gosto prekoreninjena. Mestoma se pojavljajo bele hife gliv. Je zelo temne sivkastorjave barve (po Munsellovem barvnem atlasu ima vrednosti 10YR 3/2). V njej se pojavlja posamezno kamenje. Je zelo močno kisl, vsebuje še 25,5 % organske snovi in precej, preko 8 % celokupnega dušika. Ima C/N razmerje okoli 18.
A _h	2/3 - 9/12	7 do 10 cm debela humusnoakumulacijska plast je lahko drobljiva, drobnozrnčaste Ø 0,5-1,0 mm strukture, zelo gosto prekoreninjena. Kamenje zavzema okoli 5 % prostornine. Je temno rjava (10YR 3/2-3), zelo močno kisl, vsebuje še okoli 12 % organske snovi in ima C/N razmerja okoli 14.
A _h (B) _v	9/12 - 22/27	Okoli 10 do 15 cm debela prehodna plast je lahko drobljiva, zrnčaste Ø 1,1-5,0 do grahaste Ø 5,1-10 strukture, peščenoilovnate teksture, srednje gosto prekoreninjena, temno rumenorjava (10YR 3/4). Tonalitno kamenje velikosti do 25 cm zavzema okoli 30 % njene prostornine. Je močno kisl, vsebuje še okoli 9 % organske snovi in ima C/N razmerja okoli 20. Postopno prehaja v kambični horizont.
(B) _{v1} /C	22/27 - 50	Je lahko drobljiva, zrnčasta do grahasta, peščenoilovnata, srednje gosto prekoreninjena temno rumenorjava (10YR 4/4). Kamenje zavzema okoli 40 % prostornine. Je močno kisl, vsebuje še okoli 3 % organske snovi in je slabo zasičen z izmenljivimi bazami (V = 21 %).
(B) _{v2} /C	50 - 90	Je lahko drobljiva, zrnčasta do grahasta, peščenoilovnata, slabo prekoreninjena, rumenorjava (10YR 5/5). Toporobo, ploščasto kamenje velikosti do 40 cm zavzema okoli 50 % prostornine. Je močno kisl, vsebuje še okoli 2,7 % organske snovi in ima zelo nizko stopnjo nasičenosti z bazami (V = 7,64 %).
C(B) _v	90 + 110	Je peščenoilovnata, rumenorjava (10YR 5/5). Skelet iz tonalitnega kamenja in peska zavzema preko 80 % njene prostornine.



Slika 5: Zelo globoka, plitvo humozna, tipična distrična rjava tla na nekabonatnem produ (foto: M. Urbančič)



Slika 6: Globoka, humusna distrična rjava tla na andezitnih grohjih (foto: M. Urbančič)

Analitski podatki za distrična rjava tla:

Reakcije talnih plasti, vsebnosti organskega ogljika, organske snovi, celokupnega dušika in razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom:

Simbol plasti	Globina (cm)	pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	C _{org.} g/kg tal	Org. snov (%)	N _{tot.} g/kg tal	C _{org} / N _{tot}
O _{lf}	2/5 - 0	4,75	4,36	375,0	64,7	14,6	25,6
O _h A _h	0 - 2/3	4,85	3,80	148,0	25,5	8,2	18,0
A _h	2/3 - 9/12	4,62	3,65	70,5	12,2	4,9	14,3
A _h (B) _v	9/12 - 22/27	4,63	3,90	55,0	9,5	2,7	20,0
(B) _{v1} /C	22/27 - 50	4,86	4,48	17,0	2,9	0,9	19,0
(B) _{v2} /C	50 - 90	4,83	4,56	15,5	2,7	0,7	20,8
C(B) _v	90 + 110	4,95	4,60	6,0	1,0	0,3	22,2

Vsebnosti izmenljivih kationov, vsote izmenljivih bazičnih (S_B) in kislih kationov (S_A) kationske izmenljive kapacitete (KIK), stopnje nasičenosti tal z izmenljivimi bazami (V):

Simbol plasti	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	S _B	Al ³⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	H ⁺	S _A	KIK	V
	cmol(+)/kg tal										%
A _h	0,20	1,24	0,30	1,74	3,67	0,31	0,09	2,04	6,12	7,86	22,12
A _h (B) _v	0,08	0,40	0,11	0,59	2,79	0,01	0,03	0,48	3,31	3,90	15,18
(B) _{v1} /C	0,02	0,12	0,03	0,17	0,57	0,01	0,03	0,00	0,61	0,78	21,35
(B) _{v2} /C	0,02	0,01	0,02	0,05	0,58	0,01	0,02	0,00	0,62	0,67	7,64
C(B) _v	0,03	0,00	0,04	0,07	0,65	0,09	0,02	0,00	0,77	0,84	8,52

Tekstura talnih plasti:

Simbol plasti	Grob melj %	Droben melj %	Melj skupaj %	Glina %	Pesek %	Teksturni razred
$A_h(B)_v$	11,4	9,2	20,5	14,7	64,8	peščena ilovica
$(B)_{v1}/C$	8,1	8,8	16,9	10,0	73,1	peščena ilovica
$(B)_{v2}/C$	0,5	22,4	22,9	7,7	69,4	peščena ilovica
$C(B)_v$	10,3	9,0	19,2	8,7	72,1	peščena ilovica

EVTRIČNA RJAVA TLA

Opredelitev in razvrstitev:

Za evtrična rjava tla je diagnostičen z izmenljivimi bazami visoko nasičen kambični horizont, ki ga označujemo z $(B)_v$ ali z B_v in se je razvil na različnih z bazičnimi kationi bogatih matičnih podlagah, razen na zelo čistih apnencih in dolomitih.

Soznačnice in sorodne sistematske enote:

Po mednarodni FAO-Unesco (FAO 1989, WRB 1998) klasifikaciji tal spadajo evtrična rjava (s stopnjo nasičenosti z izmenljivimi bazami nad 50 % in če niso karbonatna) v talno enoto evtrični kambisoli (*Eutric Cambisols*). Na močno karbonatnih matičnih podlagah (laporjih, karbonatnih fliših ipd.) se pojavljajo rjava tla s karbonatnim kambičnim horizontom. Če v talnih globinah od 20 do nad 50 cm vsebujejo

Evtrična rjava tla razvrščamo v naslednje nižje sistematske enote):

Podtip	Po vrsti matične podlage (po PRAVILNIKU 1984) na: 1. evtrična rjava tla na starejšem ilovnatem aluviju 2. na starejšem prodnatem aluviju 3. na mehkih karbonatnih kamninah (lapor, fliš, apnenčast peščenjak ipd.) 4. na pleistocenskih in terciarnih ilovicah 5. na bazičnih in nevtralnih kamninah
Različica	– tipična – koluvalna – izprana – oglejena – psevdooglejena
Oblika	– plitva (globina tal pod 45 cm) – srednje globoka (45 cm - 70 cm) – globoka (globina tal nad 70 cm)
	– globoko oglejena (G_o horiz. pod 70 cm do 100 cm) – zelo globoko oglejena (G_o horiz. pod 100 cm)
	– globoko psevdoooglejena (g horiz. pod 60 cm) – srednje globoko psevdoooglejena (g horiz. 40 cm - 60 cm)
Obličje	– plitvo humozna (debelina A horiz. < 25 cm) – srednje globoko humozna (debelina A horiz. 25 - 34 cm) – globoko humozna (debelina A horiz. ≥ 35 cm)
	– drobljiva – težko drobljiva – zelo težko drobljiva, plastična

več kot 2 % ekvivalenta kalcijevega karbonata, po mednarodni (FAO 1989, 1998) razvrstitvi spadajo v talno enoto kalcijevo-karbonatni (oz. kalkarični) kambisoli (*Calcaric Cambisols*).

Zgradba profila: tipična: O- A - (B)_v - CR

Značilnosti:

Evtrična rjava tla imajo večinoma molični A_{mo}, redkeje ohrični A_{oh} humusno akumulativni horizont, ki pokriva z bazami bogat, kambični (B)_v horizont. Njegova tekstura in skeletnost je v veliki meri odvisna od matične podlage. Večinoma je ilovnat in slabo kislo do nevtralne reakcije. So dobre rodovitnosti.

Razširjenost:

Evtrična rjava tla so se razvila na zelo različnih matičnih podlagah in ekoloških območjih. Največje površine zavzemajo na karbonatnih ledenodobnih nanosih iz proda in peska v dolinah naših večjih rek in njihovih pritokov. Tu prevladujejo rastišča nižinskih gozdov gradna in belega gabra (*Quercus-Carpinetum s.lat.*). Zaradi dobre rodovitnosti so na njih v večji meri poljedelske površine, obstoječa

gozdna vegetacija pa je v precejšnji meri antropogeno spremenjena. Najvišje lege evtrična rjava tla zavzemajo na karbonatnih morenah visokogorskih planot (Pokljake, Jelovice, Mežaklje idr.). Tu prevladujejo rastišča jelovo-bukovega gozda (*Homogyno sylvestris-Fagetum*), ki pa so v večji meri zasmrečena. V Primorju (Goriška Brda, Vipavsko, obala z zaledjem), v vzhodni Sloveniji (Slovenske gorice, Haloze, Goričko, Kozjansko, Bizeljsko) in drugje je precej razširjen podtip evtričnih rjavih tal na mehkih karbonatnih kamninah (laporjih, karbonatnih fliših, peščenjakih z apnenčastim vezivom). Tu v nižinah prevladujejo rastišča gozdov gradna in belega gabra (*Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae*, *Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum betuli*), v predgorskem vegetacijskem pasu pa bukovi gozdovi (*Ornithogalo pyrenaici-Fagetum*, *Vicio oroboidi-Fagetum*, *Seslerio autumnalis-Fagetum*). Tudi na teh pretežno vinogradniško-sadjarskih območjih so gozdovi v precejšnji meri antropogeno spremenjeni, prevladujejo sestoji toploljubnih listavcev (črnega gabra, malega jesena, cera, puhavca, robinije idr.).

Primer:

Opis talnega profila srednje globokih, plitvo humoznih, tipičnih, evtričnih rjavih tal na laporju v smrekovem sestoji s primesjo macesna (prirejeno po KALAN 1983):

Nahajališče: planina Bela peč. Relief: vrh grebena. N. v.: 1380 m. Nagib: 15°. Lega: zahodna. Kamnitost: 0 %

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke in kemične lastnosti plasti
O _l	2,3 - 2	Rahla plast smrekovega opada.
O _f	2 - 1	Delno razkrojeni rastlinski ostanki.
O _h	1 - 0	Drobljive konsistence, drobnozrnaste strukture, zelo gosto prekoreninjen, odceden, vlažen, zelo temno rjave barve (10YR2/2).
A _h	0 - 8	Drobljiv, drobno do srednje grudičaste s., meljasto ilovnate teksture, srednje gosto prekoreninjen, odceden, vlažen, temno rjav (10YR3/3).
(B) _{v1}	8 - 33	Drobljiv, drobno do debelo grudičaste s., meljasto glinasto ilovnat, srednje gosto prekoreninjen, odceden, vlažen, rumenkasto rjav (10YR5/4).
(B) _{v2}	33 - 53	Lomljiv in drobljiv, stisnjen, srednje grudičaste do kepaste (Ø > 30 mm) strukture, meljasto glinast, redko prekoreninjen, vsebuje posamezne kamne vel. do 2 dm, slabo odceden, vlažen, rjav (10YR5/3).
C	pod 53 (+85)	polpreperelo laporjevo kamenje, ki reagira s HCl



Slika 7: Kisloljubni bukov gozd z rebrenjačo porašča distrična rjava ta na permokarbonskih glinastih skrilavcih, peščenjakih in konglomeratih (foto: Lado Kutnar)



Slika 8: Grmičast primorski gozd toploljubnih listavcev porašča evtrična rjava tla na karbonatnem flišu (foto: M. Urbančič)

Reakcije talnih plasti, določene v vodi ($\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$) in v kalcijevem kloridu ($\text{pH}(\text{CaCl}_2)$) ter vsebnosti karbonatov (CaCO_3), organske snovi (Org. s.), celokupnega ogljika (C), celokupnega dušika (N) in razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom ($\text{C}_{\text{org}}/\text{N}$) v talnih vzorcih:

Plast	Globina (cm)	pH (H_2O)	pH (CaCl_2)	Org. snov (%)	C (%)	N (%)	$\text{C}_{\text{org}}/\text{N}$
O_f	2 - 1	5,6	4,9	77,25	44,82	1,46	31
O_h	1 - 0	5,4	4,7	64,38	37,35	1,26	30
A_h	0 - 8	5,4	4,8	18,92	10,98	0,63	17
$(\text{B})_{v1}$	8 - 33	5,7	5,2	5,15	2,98	0,21	14
$(\text{B})_{v2}$	33 - 53	6,0	5,5	2,57	1,49	0,15	10

Slika 9: Smrekov gozd s smrečnim resnikom porašča distrična rjava tla in podzole na moreni (foto: Lado Kutnar)



Slika 10: Plitva, plitvo humozna, tipična evtrična rjava tla na karbonatni moreni (foto: M. Urbančič)



Preskrbljenosti tal z rastlinam dostopnimi kalijevimi ($AL K_2O$) in fosforjevimi ($AL P_2O_5$) spojinami (v mg na kg tal) in tekstura kambičnega horizonta:

Plast	Globina (cm)	AL- K_2O (mg/kg)	AL- P_2O_5 (mg/kg)	Glina %	Drobni melj %	Grobi melj %	Pesek %	Teksturni razred
O _f	2 - 1	50	17	–	–	–	–	
O _h	1 - 0	35	11	–	–	–	–	
A _h	0 - 8	15	6	–	–	–	–	
(B) _{v1}	8 - 33	10	sledovi	44,6	46,9	3,3	5,2	meljasto glinasta ilovica
(B) _{v2}	33 - 53	12	sledovi	45,4	38,3	5,3	11,0	meljasta glina

Vsebnosti izmenljivih kalcijevih (Ca^{2+}), magnezijevih (Mg^{2+}), kalijevih (K^+), natrijevih (Na^+), in vodikovih (H^+) kationov, vsote izmenljivih bazičnih (SumB) kationov, kationske izmenjalne kapacitete (KIK) - izražene v cmol^+/kg tal - in stopnje nasičenosti tal z izmenljivimi bazami (V) - izražene v odstotkih – v talnih vzorcih profila:

Plast	Ca	Mg	K	Na	H	SumB	KIK	V
O_f	8,19	2,11	1,59	0,22	–	12,11	–	–
O_h	6,64	1,56	1,18	0,24	–	9,62	–	–
A_h	2,41	0,80	0,56	0,14	–	3,91	–	–
$(\text{B})_{v1}$	2,76	0,59	0,31	0,1,	25,0	3,76	28,76	13,1
$(\text{B})_{v2}$	13,45	1,06	0,36	0,18	11,0	15,05	26,05	57,8

Viri:

- ĆIRIĆ, M., 1984. Pedologija. SOUR "Svjetlost". Sarajevo, 312 s.
- FAO, 1989. FAO/Unesco Soil Map of the world, Revised Legend. Reprinted as Technical Paper 20, ISRIC, Wageningen, 138 s.
- KALAN, J., 1983. Pedološke razmere na območju Zgornje mežiške doline. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 57 s.
- KILIAN, W., 2002. Schlüssel zur Bestimmung der Böden Österreichs. Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, 67, Dunaj, 96 s.
- MUNSELL, 1990. Munsell soil color charts. Newburgh, New York, 20 s.
- PRAVILNIK, 1984. Pravilnik za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. Pravilnik je bil objavljen v uradnem listu SRS, št. 36/84. Obvezno navodilo za izvajanje pravilnika za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. - Republiška geodetska uprava, Ljubljana, 62 s.
- PRUS, T., 1992. Razvrščanje tal/ klasifikacija. V: Jazbec R. in sod.: Raziskujmo življenje v tleh. Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana, s. 38 - 44.
- PRUS, T., 2003. Klasifikacija tal. Študijsko gradivo, Center za pedologijo, Odd. za agronomijo, BF, Ljubljana, http://www/bf.uni-lj.si/cpvo/Novo/PDFs/KLASIFIKACIJA_TaA.pdf.
- ROBIČ, D. / ACCETTO, M., 2002. Pregled sintaksonomskega sistema gozdnega in obgozdnega rastlinja Slovenije.- Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete, Ljubljana, tipkopis, 18 s.
- SUŠIN, J., 1983. Nauk o tleh. - Kmetijski tehniški slovar. Gradivo za Pedološki slovar. 1. knjiga, 1. zvezek. Vtozd za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, 36 s.
- ŠKORIČ, A., 1986. Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta, Zagreb, 172 s.
- URBANČIČ, M., 2000. Lastnosti distričnih rjavih tal v bukovem semenskem sestoju L:151 na Pohorju. - V: Zbornik „Gozdno semenarstvo in drevesničarstvo: od sestoja do sadike“ IV. delavnice Javne gozdarske službe z dne 26 in 27. septembra 2000. Zavod za gozdove, Gozdarski inštitut Slovenije, Rogla, s. 24–26.
- WRB, 1998. Key to the reference soil groups of the World Reference Base (WRB) for soil resources. - ISSS-ISRIC-FAO, Roma, 106 s.

GDK: 114:(253)

Atlas gozdnih tal Slovenije – 3. del

Forest Soil Atlas of Slovenia – Part III.

Mihej URBANČIČ*, Primož SIMONČIČ**

Izvleček:

Urbančič, M., Simončič, P.: Atlas gozdnih tal - 3. del. Gozdarski vestnik 63/2005, št. 4. V slovenščini, z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 14. Prevod v angleščino: avtorja. Lektura angleškega besedila Jana Oštir.

V tretjem delu Atlasa je prikazana opredelitev, razvrstitev, zgradba in značilnosti rjavih pokarbnatnih tal, jerovice in izpranih tal ter njihovo razširjenost v gozdovih. Namenjen je tako gozdarjem kot raziskovalcem in lastnikom gozdov, da bi bolje poznali lastnosti, pomen in razširjenost gozdnih tal.

Ključne besede: razvrstitev tal, lastnosti talnega tipa, kambična tla, izprana tla

Abstract:

Urbančič, M., Simončič, P.: Forest Soil Atlas of Slovenia - Part III. Gozdarski vestnik, Vol. 63/2005, No. 4. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 14. Translated into English by the authors. English language editing by Jana Oštir.

The third part of the Atlas gives the definition, classification, structure, characteristics and distribution in forests of brown soils on limestones and dolomites, lessive soils and *terra rossa*. The Atlas is designed for foresters, forest owners and researchers and will give them a better understanding of the properties, importance and distribution of forest soils.

Key words: soil classification, characteristics of soil type, cambisols, luvisols

RJAVA POKARBONATNA TLA

Opredelitev in razvrstitev:

Rjava pokarbonatna tla so skupaj z jerovico, z evtričnimi rjavimi in z distričnimi rjavimi tlemi razvrščena v razred kambičnih tal, za katere je diagnostičen mineralni kambični horizont B_{rz} oz. (B_{rz}) po starejšem načinu označevanja, ki je nastal pretežno iz preperine matične podlage.

Rjava pokarbonatna tla se pojavljajo na trdih, zelo čistih apnencih in dolomitih, ki dajejo manj kot 1 % netopnega ostanka, iz katerega nastane kambični horizont pretežno rumeno rjave do rdečkasto rjave barve, ki ga označujemo z B_{rz} .

Soznačnice in sorodne sistemske enote:

Po nekdanji jugoslovanski klasifikaciji (ČIRIČ

1984, ŠKORIČ 1986 idr.) se ta talni tip imenuje rjava tla na apnencih in dolomitih oz. kalkokambisol (lat. *calxis* = apnenec)

Po mednarodni FAO-Unesco (FAO 1989, WRB 1998) klasifikaciji tal spadajo rumeno rjava pokarbonatna tla (s stopnjo nasičenosti z izmenljivimi bazami nad 50 %) v talno enoto evtrični kambisoli (*Eutric Cambisols*), pokarbonatna tla s kambičnim horizontom močne rjave do rdeče rjave barve (po Munsellovem barvnem atlasu z vrednostjo *hue* 7,5YR in *chroma* večjo od 4 ali s *hue* večjo od 7,5YR) pa v talno enoto kromični kambisoli (*Chromic Cambisols*).

V starejših virih najdemo za ta tla tudi poimenovanje "terra fusca".

Razvrščamo jih v naslednje nižje sistemske enote:

Podtip	– tipična – esivirana (oz. izprana, z znaki izpiranja baz, glin in zakisovanja v zgornjem delu tal)
Različica	– plitva (globina tal < 35 cm, toda $B_{rz} \geq 15$ cm) – srednje globoka (35 cm - 50 cm) – globoka (nad 50 cm)
Oblika	– ilovnata (kambični horizont ima ilovnato do glinasto ilovnato teksturo) – glinasta

*M. U., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

**dr. P. S., univ. dipl. inž. les., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

Zgradba profila: tipična: O - A - B_{rz} - CR

Značilnosti:

Na rjavih pokarbonskih tleh prevladujejo sprsteninaste (mull) oblike humusa, humusno-akumulativni horizont A večinoma ni debelejši od 15 cm. Toda v ekstremnejših rastiščnih razmerah (mrzlišča, močno skalovita in kamnita, sušna rastišča ipd.) najdemo na njih tudi druge, sabše razkrojene oblike humusa. Kambični horizont B_{rz} je večinoma debel od 15 do 60 cm, ponekod, npr. v vrtačah, v razpokah zakrasele matične podlage in ob vznožjih pobočij, pa so ta tla lahko zelo globoka. Kambični horizont ima dobro izraženo poliedrično strukturo, ilovnato, glinasto-ilovnato do glinasto teksturo, zmerno kislo reakcijo, stopnjo nasičenosti z izmenljivimi bazami nad 50 % (največkrat v območju 60 - 80 %, največji delež v izmenjavi imajo praviloma kalcijevi kationi).

Rjava pokarbonska tla so večinoma dobre do visoke rodovitnosti. Praviloma so slabo oskrbljene z rastlinam dostopnimi fosforjevimi hranili.

Razširjenost:

Rjava pokarbonska tla so (za rendzinami, evtričnimi in distričnimi rjavimi tlemi) četrti najbolj razširjen tip tal v naših gozdovih in zavzemajo (po Popisu gozdov ZGS 1994) 14 % površinski delež. Na rastiščih s plitvejšimi tlemi se prepletajo predvsem z različnimi vrstami rendzin, na globljih tleh pa predvsem z izpranimi pokarbonskimi tlemi (luvisoli).

Najbolj so razširjena na rastiščih naših klimatogenih gozdov na apnencih in dolomitih, kot so nižinski gozdovi gradna in belega gabra (*Helleboro-Carpinetum*), predgorski bukovi gozdovi (*Seslerio-Fagetum*, *Hacquetio-Fagetum*), gorski bukovi (*Lamio orvalae-Fagetum*) in jelovo-bukovi (*Omphalodo-Fagetum*,

Nahajališče: pobočje Bele peči v Savinjskih Alpah N. v.: 1420 m Nagib: 25° Lega: južna

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke in kemične lastnosti plasti oziroma horizontov
O ₁	13/7-7/10	Do 4 cm debela, rahla plast iz svežega (jesenskega) opada bukovega listja, žira, vejic, ter smrekovih iglic, storžev je pokrivala okoli 80 % talne površine.
O _{1f}	7/10-6	1 do 3 cm debela, mehka, stisnjena plast fermentiranih rastlinskih ostankov, katerih poreklo se je še lahko razločilo.
O _h	6-5	1 cm debela, mehke do sipke konsistence, prašnate strukture (sestavljali so jo organogeni delci premerov pod 0,5 mm), zelo gosto prekoreninjena. Vsebovala je posamezno kamenje, bila je zelo temno rjave barve (10 YR 2/2), slabo kisla.
O _h A _h	5-0	5 cm debela, sipka do drobljiva, prašnata do zrnčasta, zelo gosto prekoreninjena. 10 % prostornine je zavzemal skelet iz apnenčastega kamenja premerov do 12 cm. Bila je zelo temno sivkasto rjava (10 YR 3/2).
A _{h1} /C	0-10	1 dm debela, drobljiva, zrnčasta (organomineralni skupki s Φ 1 do 3 mm), zelo gosto prekoreninjena. 15 do 30 % skeletnost (Φ do 25 cm), posamezni manjši, tanki, temnosivi deževniki, temno rjava (10 YR 3/2-3).
A _{h2} /C	10-25/30	15 do 20 cm debela, drobljiva, debelo-zrnčasta (Φ 3 - 5 mm), srednje gosto prekoreninjena. 40 % skeletnost, posamezni deževniki, temno rjava (10 YR 3/3), nevtralne reakcije, zelo visoko humozna, zmerno karbonatna, z veliko kationsko izmenjalno kapaciteto (KIK = 69 cmol ⁺ /kg tal), z zelo visoko stopnjo nasičenosti z izmenljivimi bazičnimi kationi (V = 99,9 %). Daleč največji (76 %) delež v izmenjavah so imeli kalcijevi kationi.
(B) _{rz} /C	30/25-45	15 do 20 cm debela, drobljiva, zrnčasta (mineralni skupki s Φ 1 do 3 mm), ilovnata, malo korenin, 50 % skeletnost (Φ do 45 cm), rumenkastorjava (10 YR 5/4), slabo alkalne reakcije, srednje humozna, zelo močno karbonatna, z majhno kationsko izmenjalno kapaciteto (KIK = 69 cmol ⁺ /kg tal), z zelo visoko stopnjo nasičenosti z izmenljivimi bazičnimi kationi (V = 99,5 %). Daleč največji (60 %) delež v izmenjavah so imeli kalcijevi kationi.
C(B) _{rz}	45+60/65	Prostore med toporobim, sivim, apnenčastim kamenjem, ki je zavzemal okoli 60 do 70 % prostornine plasti, je zapolnjevala preperina, ki je bila drobljiva, drobnozrnčasta, ilovnata, rumenkastorjava (10 YR 5/5). Vanjo so še segale posamezne korenine.

Homogyno sylvestris-Fagetum) ter visokogorski bukovi gozdovi (*Ranunculo platanifolii-Fagetum*, *Polysticho lonchitis-Fagetum*). Na rastiščih združb plemenitih listavcev (*Aceri-Fraxinetum*, *Ulmio-Aceretum*, *Tilio-Aceretum* idr.) je lahko v zgornjem delu talnega profila izrazitejši koluvialen vpliv.

Primer:

Opis talnega profila tipičnih, globokih, ilovnatih, rjavih pokarbonatnih tal na apnencu, s prhni-nasto-sprsteninasto (*Moder like Mull*) humusno obliko, ki so se razvila na rastišču visokogorskega bukovega gozda (*Ranunculo platanifolii-Fagetum*) - (prirejeno po URBANČIČ & ČAS 2001)

Analitski podatki za profil rjavih pokarbonatnih tal

Reakcije talnih plasti, določene v vodi ($\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$) in v kalcijevem kloridu ($\text{pH}(\text{CaCl}_2)$) ter vsebnosti karbonatov (CaCO_3), organske snovi (Org. s.), celokupnega ogljika (C), celokupnega dušika (N) in razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom ($\text{C}_{\text{org}}/\text{N}$) v talnih vzorcih

Plast	Globina (cm)	pH (H_2O)	pH (CaCl_2)	CaCO_3 (%)	Org. s. (%)	C (%)	N (%)	$\text{C}_{\text{org}}/\text{N}$
O_1	13/7-7/10	5,74	5,22		80,60	46,75	0,90	52
O_{1f}	7/10-6	6,12	5,66	0,00	70,86	41,10	1,29	32
O_h	6-5	6,05	5,74	0,00	44,22	25,65	1,21	22
$\text{O}_h \text{ A}_h$	5-0	6,04	5,76	0,00	37,32	21,65	1,08	20
A_{h1}/C	0-10	6,50	6,28	0,00	23,27	13,50	0,77	18
A_{h2}/C	10-25/30	7,23	6,94	5,84	15,39	9,63	0,62	14
(B) _{tz} /C	30/25-45	8,09	7,47	56,36	2,12	7,99	0,10	12
C(B) _{tz}	45+60/65	8,08	7,55	79,77	0,41	9,81	0,02	13

Preskrbljenosti tal z rastlinam dostopnim magnezijem (AL-Mg) ter kalijevimi (AL- K_2O) in fosforjevimi (AL- P_2O_5) spojinami (v g na kg tal) in tekstura kambičnega horizonta

Plast	Globina (cm)	AL- K_2O (mg/kg)	AL- P_2O_5 (mg/kg)	AL-Mg (mg/kg)	Glina %	Drobni melj %	Grobi melj %	Pesek %	Teksturni razred
O_1	13/7-7/10	136,1	27,1	65,0					
O_{1f}	7/10-6	55,7	24,1	61,0					
O_h	6-5	25,7	10,6	70,3					
$\text{O}_h \text{ A}_h$	5-0	16,0	7,6	77,0					
A_{h1}/C	0-10	3,8	2,8	83,2					
A_{h2}/C	10-25/30	1,9	1,8	81,2					
(B)/C	30/25-45	1,7	1,6	29,1	20,2	14,0	32,0	33,8	ilovica
C(B) _{tz}	45+60/65	1,9	1,6	21,0	9,6	20,1	26,7	43,5	ilovica

Vsebnosti izmenljivih kalcijevih (Ca^{2+}), magnezijevih (Mg^{2+}), kalijevih (K^+), aluminijevih (Al^{3+}), železovih (Fe^{2+}), manganovih (Mn^{2+}) in vodikovih (H^+) kationov, vsote izmenljivih bazičnih (SumB) in kislih (SumA) kationov, kationske izmenjalne kapacitete (KIK) - izražene v cmol^+/kg tal - in stopnje nasičenosti tal z izmenljivimi bazami (V) - izražene v odstotkih - v talnih vzorcih profila:

Plast	Ca	Mg	K	Al	Fe	Mn	H	SumB	SumA	KIK	V
$\text{O}_h \text{ A}_h$	58,9	14,7	0,4	0,1	0,0	0,5	0,0	74,0	0,6	74,5	99,3
A_{h1}/C	57,2	16,4	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	73,8	0,2	74,0	99,7
A_{h2}/C	52,7	16,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	69,0	0,1	69,1	99,9
(B) _{tz} /C	8,5	3,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	12,3	0,1	12,4	99,5
C(B) _{tz}	18,8	2,6	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	21,4	0,1	21,5	99,7



Slika 1: Srednje globoka, ilovnata, skeletna, prhninasta, plitvo humozna, tipična, rjava pokarbovatna tla na apnencu (foto: M. Urbančič)



Slika 2: Srednje globoka, ilovnata, plitvo humozna, tipična, rjava pokarbovatna tla na dolomitu (foto: M. Urbančič)



Slika 3: Tipična, zelo globoka, ilovnata, sprstelinasta, rjava pokarbovatna tla v vrtači (foto: M. Urbančič)



Slika 4: Visokogorski bukov gozd porašča rendzine in rjava pokarbovatna tla na apnencu (foto: Lado Kutnar)



Slika 5: Gorski gozd bukve in velecvetne mrtve koprive porašča rendzine in rjava pokarbonatna tla na apnencu in dolomitu (foto: M. Urbančič)



Slika 6: Dinarski gozd jelke in bukve porašča združbo rendzin, rjavih pokarbonatnih in izpranih pokarbonatnih tal na dolomitu (foto: M. Urbančič)

JEROVICA

Opredelitev in razvrstitev:

Jerovica (jerina) je razvrščena v razred kambičnih tal. Zanj je diagnostičen kambični horizont (B_{rz} oziroma B_{rz} rdeče barve, ki je nastal pretežno iz netopnega ostanka prepevanja apnencev in

dolomitov. Sušin (1965) jih je razvrstil v dva pod-tipa: ilovko, ki je večinoma evtrična in kremenico, ki vsebuje veliko roženčevega skeleta in je večinoma distrična. Ta podtip se pojavlja na t.i. Komenskih in Tomajskih apnencih, ki pogosto vsebujejo roženče. Na ta tla z roženčev preperino so vezana vinorodna področja terana (JURKOVŠEK et al 1996).

Razvrščamo jih v naslednje nižje sistematske enote (po PRAVILNIKU 1984):

Različica	– tipična – lesivirana (oz. izprana, z znaki oblikovanja E horizonta) – koluvialna
Oblika	– plitva (globina tal do 40 cm) – srednje globoka (40 cm - 70 cm) – globoka (nad 70 cm)
Obličje	– plitvo humozna (A hor. tanjši od 25 cm) – srednje humozna (A hor. 25 do 35 cm) – globoko humozna (A hor. nad 35 cm) Na osnovi konsistence (B) hor.: – drobjava – težko drobjava, plastična

Soznačnice in sorodne sistematske enote:

Po nekdanji jugoslovanski klasifikaciji (ĆIRIĆ 1984, ŠKORIĆ 1986 idr.) mora imeti talni tip rdečih kambičnih tal (*terra rossa*, crvenica) na apnencih in dolomitih kambični horizont (B)_{rz} izrazito rdeče barve (po Munsellovem barvnem atlasu z vrednostjo *hue* 2,5YR do 10 Y in *value* večjo od 3) in evtrične lastnosti.

Po mednarodni FAO-Unesco (FAO 1989, WRB 1998) klasifikaciji tal spadajo jerovice z evtričnimi lastnostmi (t.j. s stopnjo nasičenosti z izmenljivimi bazami nad 50 % vsaj v globinah od 20 do 50 cm) v talno enoto kromični kambisoli (*Chromic Cambisols*), jerovice z distričnimi lastnostmi pa v talno enoto distrični kambisoli (*Dystric Cambisols*).

Zgradba profila: tipična: O - A - (B)_{rz} - CR

Značilnosti:

Na jerovicah zaradi toplega podnebja, ki ugodno vpliva na mineralizacijo organske snovi, prevladujejo sprstennaste humusne oblike. Humusno-akumulativni horizont A je večinoma debel 10 do 15 cm. Kambični horizont (B)_{rz} oziroma B_{rz} je zaradi minerala hematita rdeče barve. Praviloma ima glinasto ilovnato do glinasto teksturo

in stabilne poliedrične strukturne agregate. So dobre rodovitnosti.

Razširjenost:

Pojavljajo se na kraškem območju južne in zahodne Slovenije. Največje površine zavzemajo na Krasu. Tu so domnevno recentnega porekla. Zaradi dobre rodovitnosti so še vedno v precejšnji meri v poljedelski rabi. Opuščene kmetijske površine so poraščene s termofilnimi grmišči, s hrastovimi gozdovi (puhavca, cera, gradna), z monokulturami alohtonega črnega bora idr. Na ilovki najdemo tudi ohranjene gozdove gradna in jesenske vilovine (*Sesleria autumnalis-Quercetum petraeae*), na kremenici pa gozdove gradna in domačega kostanja (*Quercus-castanetum*). Pogosto se prepletajo z rendzinami, z rdeče rjavimi pokarbonatnimi tlemi in z izpranimi tlemi. Zato najbrž najdemo npr. v slovenskem slovarju (SSKJ 1998) naslednji opis jerovice (jerine): „rodovitna rdeče rjava prst na krasu“. Na Dolenjskem in v Beli krajini so jerovice reliktnega porekla.

Primer:

Opis talnega profila globoke, globoko humozne, koluvialne jerovice (*terra rossa*), s sprstennasto humusno obliko (*Eumull*), na apnencu, v gozdu hrasta puhovca, lipovca in belega gabra (prirejeno po POČKAR 1992, opisovalec profila T. Prus).

Lokacija: Divči pri Komnu; N v.: 290 m; Nagib: 20°; Lega: severna; Relief: pobočje vrtače

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke in kemične lastnosti horizontov oziroma plasti
O ₁	2 - 0	Lipovo, hrastovo, jesenovo, gabrovo listje, ostanki zelišč
O _h /A	0 - 5	Barva: temno rjava (7.5YR3/2); Tekstura: ilovnata; Struktura: oreškast → izražena: dobro → obstojna: dobro; Konzistenca: rahel, drobljiv; Organska snov: zelo močno humozen; Prekoreninjenost: zelo goste; Skelet: posamezen; Vlaga: svež do vlažen.
A ₁	5 - 19	Barva: : temno rdečkasto rjava (5YR3/4); Tekstura: glinasto ilovnata; Struktura: drobno poliedričen → izražena: dobro → obstojna: dobro; Konzistenca: sr. gost, sr. drobljiv; Organska snov: humozen; Prekoreninjenost: goste; Skelet: 25 %, do 5 cm, temni apnenci in roženci; Vlaga: svež .
A ₂	19 - 49	Barva: 5YR3/4; Tekstura: glinasta do glinasto ilovnata; Struktura: drobno poliedričen → izražena: dobro → obstojna: dobro; Konzistenca: gost, sr. drobljiv, gnetljiv; Organska snov: srednje humozen; Prekoreninjenost: goste; Skelet: 25 - 30 %, roženci in temni apnenci; Vlaga: svež do vlažen.
(B) _{rz}	49 - 70	Barva: rdeča (2.5YR4/8); Tekstura: glinasta; Struktura: poliedričen → izražena: dobro → obstojna: dobro; Konzistenca: gost, težko drobljiv, gnetljiv; Organska snov: humozen; Prekoreninjenost: zelo goste; Skelet: 40 %; Vlaga: vlažen; Novotvorbe: drobne Mn in Fe konkrecije, glinaste prevleke.
C(B) _{rz}	70 - 80	Enak kot zgoraj, le več skeleta, beli apnenec; Skelet: 60 - 70 %.
CR	pod 80	Kamenje in skale

Reakcije talnih plasti, določene v kalijevem kloridu ($\text{pH}(\text{KCl})$), njihova tekstura, preskrbljenost z rastlinam dostopnimi fosforjevimi (P_2O_5) in kalijevimi (K_2O) spojinami ter vsebnosti organske snovi (O.s.), celokupnega ogljika (C), celokupnega dušika (N) in razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom (C/N) v talnih vzorcih

Hori-zont	pH (KCl)	Pesek %	Grobi melj	Fini melj	Glina %	Teksturni razred	P_2O_5 mg/kg	K_2O mg/kg	O. s. (%)	C (%)	N (%)	C/N
O_h/A	5,6	40,8	13,0	27,0	19,2	ilovica	76	476	31,0	17,9	0,81	22
A_1	4,3	22,6	7,0	34,1	36,3	glinasta ilovica		110	4,6	2,7	0,19	14
A_2	4,7	21,1	6,1	28,9	43,9	glina		101	3,7	2,1	0,14	15
$(\text{B})_{\text{tz}}$	4,5	8,3	6,0	13,8	71,9	glina		162	4,9	2,8	0,08	35

Vsebnosti in odstotni deleži izmenljivih kalcijevih (Ca^{2+}), magnezijevih (Mg^{2+}), kalijevih (K^+), natrijevih (Na^+), in vodikovih (H^+) kationov, vsote izmenljivih bazičnih kationov (SumB), kationske izmenjalne kapacitete (KIK) in stopnje nasičenosti tal z izmenljivimi bazami (V) – v talnih vzorcih profila:

Hori-zont	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	H^+	SumB	KIK	V	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	H^+
	cmol(+)/kg							%					
O_h/A	35,48	5,06	0,82	0,2	14,51	41,62	56,13	74,1	63,2	9,0	1,5	0,5	25,9
A_1	13,32	2,30	0,20	0,13	12,90	15,95	28,85	55,3	46,2	8,0	0,7	0,5	44,7
A_2	20,88	1,96	4,00	0,15	11,30	26,99	38,29	70,5	54,5	5,1	10,4	0,4	29,5

IZPRANA TLA

Opredelitev in razvrstitev:

Izprana tla (tudi: sprana, lesivirana, ilimerizirana tla, *luvisol*) so skupaj z rjavimi opodzoljenimi tlemi in s podzolom razvrščena v razred eluvialno-iluvialnih tal. Za talni tip izpranih tal sta diagnostična eluvialni E horizont, iz katerega so izprani predvsem bazični kationi ter glinasti delci in iluvialni, argiluvialni B_t horizont pod njim, v katerem se ta glina kopiči.

Sorodne sistematske enote in soznačnice:

Talni tip „izprana tla“, se po lastnostih in zgradbi v veliki meri ujema s talnimi enotami v mednarodnih (FAO 1989, WRB 1998) klasifikacijah tal, za katere je diagnostičen t.i. argični B horizont, ki vsebuje opazno več gline kot horizont

nad njim. Glavnino naših izpranih tal lahko uvrstimo v luvisole (*Luvisols* - ki imajo argični B horizont s kationsko izmenjalo kapaciteto (KIK) $24 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ gline ali več.

Zgradba profila: tipična: O - A - E - B_t - CR

Značilnosti:

Izprana tla so se praviloma razvila iz kambičnih tal (rjavih pokarbonatnih tal, jerovice, evtričnih rjavih in iz distričnih rjavih tal) zaradi procesov izpiranja gline in drugih snovi iz zgornje v spodnjo plast tal, ki so potekale predvsem pri zmerni kislosti (pH 4,5 do 6,5) in ilovnati teksturi tal. Zaradi njih eluvialni E horizont vsebuje manj gline, praviloma pa tudi izmenljivih baz ter je bolj blede barve in ima bolj kislo reakcijo od argiluvialnega B_t horizonta pod njim. Izprana tla na silikatnih in silikatno-karbonatnih kamninah



Slika 7: Plitvo humozna, globoka, koluvialna jervica (*terra rossa*) - ilovka - na Krasu (foto: M. Urbančič)



Slika 8: Izkop jerine - kremenice - za melioracije vinogradov na Krasu (foto: P. Simončič)



Slika 9: Reliktna jelovica na odkopni brežini ceste v Beli krajini (foto: M. Urbančič)



Slika 10: Izprana pokarbonatna tla na bituminoznih apnencih (foto: M. Urbančič)



Slika 11: Izprana pokarbonatna tla na dolomitih (foto: M. Urbančič)



Slika 12: Združba breze in orlove praproti porašča akrična izprana tla v Beli krajini (foto: L. Kutnar)

dosegajo globine okoli 70 cm, če so koluvialnega značaja, tudi več. Pod organskim O horizontom leži humusni A horizont, večinoma ohričnega tipa, ki je debel okoli 5 do 15 cm. Pod njim ležeči eluvialni E horizont je debel od okoli 10 do 30 cm in večinoma peščeno ilovnate do meljasto ilovnate teksture. B_l horizont je največkrat ilovnat do glinasto ilovnat, saj vsebuje okoli 1,5 do 2,5 kart več gline od E horizonta. Na splošno imajo ugodne fizikalne in vodnozračne lastnosti, so razmeroma globoka in za gozd dobre do visoke rodovitnosti. Izprana pokarbonatna tla (na apnencih in dolomitih) imajo lahko podoben razvoj in lastnosti kot izprana tla na silikatih. Predvsem na Dolenjskem in v Beli krajini se na apnencih in dolomitih pojavljajo t.i. akrična izprana tla (iz lat. *acris* = zelo kisel), ki imajo v spodnjem delu praviloma glinasto talno plast rjave, rdečerjave do rdeče barve, dobro izražene poliedrične strukture in evtričnih lastnosti. Domnevamo, da je horizont B reliktni, po poreklu iz avtohtonih ostankov

pokarbonatnih tal ali jerovice, ki je prekrita z eolsko nanešeno, pretežno rumeno rjavo, zelo kisló, meljasto ilovnato talno plastjo oziroma alohtonim E horizontom.

Razširjenost:

V večji meri se pojavljajo na položnih pobočjih, ravninah, starejših rečnih terasah in dolinah z globljimi tlemi, največkrat v združbi s kambičnimi tlemi. Značilna so za rastišča edafsko pogojenih gradnovo-bukovih gozdov (*Hedero-Fagetum*), večje površinske deleže zavzemajo na rastiščih nižinskih gozdov gradna in belega gabra (*Querceto-Carpinetum s. lat.*), predpanonskega bukovja (*Vicio oroboidi-Fagetum*), jelovja z okroglostno lakoto (*Galio-Abietetum*), predvsem na zaravninah, v ulekninah, na spodnjih delih položnih pobočij in v vrtačah se pojavljajo tudi na rastiščih predgorskih bukovih gozdov (*Seslerio-Fagetum*, *Hacquetio-Fagetum*), gorskih bukovih (*Lamio orvalae-Fagetum*) in jelovo-bukovih gozdov (*Omp-*

Razvrščamo jih v naslednje nižje sistematske enote:

Podtip	Po vrsti matične podlage (po PRAVILNIKU 1984) na: 1. Izprana tla na nekarbonatnih in malo karbonatnih matičnih podlagah 2. Izprana pokarbonatna tla (na apnencih in dolomitih)
Različica	Za 1. podtip (na silikatnih in silikatno-karbonatnih kamninah): – tipična – oglejena – psevdoglejena – koluvialna Za 2. podtip (izpranih pokarbonatnih tal): – evtrična (E hor. ima stopnjo nasičenosti z bazami nad 50 % oz. pH nad 5) – koluvialna evtrična – koluvialna distrična – distrična ali zmerno akrična (E horizont z vrednostmi pH 4,2 - 5) – močno akrična (E hor. s stopnjo nasičenosti z bazami pod 35 % oz. pH pod 4,2)
Oblika	Za oba podtipa: – plitva (globina tal do 450 cm) – srednje globoka (45 cm - 70 cm) – globoka (nad 70 cm)
Obličje	Za 1. podtip, na osnovi teksture v: – peščena – ilovnata – glinasta Na osnovi skeletnosti v: – z malo skeleta (zavzema pod 25 % prostornine) – srednje skeletna (25 - 50 %) – močno skeletna (nad 50 %) Za oba podtipa: Na osnovi debeline humusno akumulacijskega horizonta v: – plitvo humozna (A hor. tanjši od 25 cm) – srednje humozna (A hor. 25 do 35 cm) – globoko humozna (A hor. nad 35 cm) Na osnovi konsistence B hor.: – drobjava – težko drobljiva

halodo-Fagetum, *Homogyno sylvestris-Fagetum*), visokogorskih bukovih gozdov (*Ranunculo plantanifolii-Fagetum*, *Polysticho lonchitis-Fagetum*, *Cardamini savensi-Fagetum*), zmerno kisloljubnih bukovij (*Luzulo-Fagetum* s. lat.) in druge. Steljnike na akričnih izpranih tleh v Beli krajini značilno porašča drugotna združba breze in orlove praproti (*Pteridio-Betuletum*).

Primer:

Opis talnega profila srednje globokih, plitvo humoznih, zmerno akričnih, izpranih pokarbonatnih tal na apnencu, s sprsteninasto (*Eumull*) humusno obliko, ki so se razvila na rastišču primorskega gorskega bukovega gozda, oblika z belkasto bekico (*Lamio orvalae-Fagetum luzuletosum albidae*) - (prirejeno po URBANČIČ 1987)

Nahajališče: Batištovc pod Vremščico; Relief: zmerno valovito, pretežno gladko pobočje prehaja v zaravnico; N. v.: 690 m; Nagib: 5°; Lega: NE; Sestoj: čist, raznodoben, panjevski, bukov tanjši debeljak

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke in kemične lastnosti plasti
O _l	2/4 - 0	Pretežno rahla plast bukovega opada.
O _f A _h	0 - 1	Konzistenca: mehak, sipek, drobljiv; Struktura: kosmasta, prašnata; Vlaga: vlažen; Organska snov: zelo visoko humozen; Prekoreninjenost: zelo goste; Favna: opazna; Drenaža: prosta; Barva: temno sivkasto rjava (10 YR 3-4/2)
A _h	1 - 3/5	Konzistenca: sipek, drobljiv; Struktura: prašnata do zrnčasta; Vlaga: svež; Organska snov: zelo visoko humozen; Prekoreninjenost: zelo goste; Drenaža: prosta; Barva: rjava (10 YR 4/3-4)
A _h E	3/5 - 10	Konzistenca: sipek, drobljiv; Struktura: prašnata do oreškasta; Tekstura: meljasto ilovnat; Vlaga: suh do svež; Skelet: 5 %; Organska snov: zelo humozen; Prekoreninjenost: zelo goste; Drenaža: prosta; Barva: rumenkasto rjava (10 YR 5/6)
E	10 - 29/37	Konzistenca: drobljiv; Struktura: drobnnozrnčasta do oreškasta; Tekstura: meljasto ilovnat; Vlaga: suh do svež; Skelet: 20 %, premerov do 30 cm; Organska snov: srednje humozen; Prekoreninjenost: srednje goste; Drenaža: prosta; Barva: rumenkasto rjava (10 YR 5/8)
B _t	29/37 - 35/70	Konzistenca: drobljiv, lomljiv, plastičen; Struktura: poliedrična, tudi zrnčasta do kepasti; Tekstura: glinast; Vlaga: suh do svež; Skelet: 40 %; Organska snov: malo humozen; Prekoreninjenost: malo do posamezne korenine; Drenaža: delno zadržana; Barva: temno rdečkasto rjava (5 YR 3/3 - 4)
C	pod 35 do 70 cm	Ostrorobo in podolgovato kamenje iz sivega apnenca

Reakcije horizontov oziroma talnih plasti, določene v vodi in v kalijevem kloridu (pH(KCl)), njihova tekstura, preskrbljenost z rastlinam dostopnimi fosforjevimi (P₂O₅) in kalijevimi (K₂O) spojinami ter vsebnosti organske snovi (O.s.), celokupnega ogljika (C), celokupnega dušika (N) in razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom (C/N) v talnih vzorcih

Hori-zont	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Pesek %	Grobi melj	Fini melj	Glina %	Tekst. razred	P ₂ O ₅ mg/kg	K ₂ O mg/kg	O. s. (%)	C (%)	N (%)	C/N
O _f A _h	5,8	4,7						2	30	25,86	15,0	3,21	18
A _h	5,5	4,3						-	14	10,68	6,2	2,72	21
A _h E	5,5	4,5	15,1	16,6	41,6	26,7	mi	-	7	5,69	3,3	2,98	19
E	5,5	4,6	15,6	15,6	41,3	27,5	mi	-	5	3,45	2,0	3,19	18
B _t	6,5	5,4	18,1	12,8	26,7	42,4	g	-	10	2,07	1,2	3,86	15

Vsebnosti in odstotni deleži izmenljivih kalcijevih (Ca^{2+}), magnezijevih (Mg^{2+}), kalijevih (K^+), natrijevih (Na^+), in vodikovih (H^+) kationov, vsote izmenljivih bazičnih kationov (SumB), kationske izmenjalne kapacitete (KIK) in stopnje nasičenosti tal z izmenljivimi bazami (V) – v talnih vzorcih profila:

Hori- zont	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	H^+	SumB	KIK	V	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	H^+
	cmol(+)/kg							%					
$\text{O}_f \text{ A}_h$	17,75	1,94	0,48	0,08	26,5	20,25	46,75	43,31	38,0	4,1	1,0	0,2	56,7
A_h	4,57	0,65	0,23	0,08	26,0	5,53	31,53	17,54	14,5	2,1	0,7	0,3	82,5
$\text{A}_h \text{ E}$	1,43	0,26	0,18	0,04	22,0	1,91	23,91	7,99	6,0	1,1	0,8	0,2	92,0
E	1,37	0,24	0,08	0,04	20,0	1,73	21,73	7,96	6,3	1,1	0,4	0,2	92,0
B_t	18,57	0,47	0,23	0,17	12,5	19,44	31,94	60,86	58,1	1,5	0,7	0,5	39,1

Viri:

- ĆIRIĆ, M., 1984. Pedologija. SOUR "Svetlost". Sarajevo, 312 s.
- FAO, 1989. FAO/Unesco Soil Map of the world, Revised Legend. Reprinted as Technical Paper 20, ISRIC, Wageningen, 138 s.
- JURKOVŠEK, B./ TOMAN, M./ OGORELEC, B./ ŠRIBAR, L./ DROBNE, K./ POLJAK, M./ ŠRIBAR L. 1996. Formacijska geološka karta južnega dela Tržaško-komenske planote 1:50 000; kredne in paleogenske kamnine.- Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko. Ljubljana, 143 s.
- MUNSELL, 1990. Munsell soil color charts. Newburgh, New York, 20 s.
- POČKAR, B., 1992. Ekološki dejavniki in razvoj avtohtone vegetacije na Krasu. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 120 s.
- PRAVILNIK, 1984. Pravilnik za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. Pravilnik je bil objavljen v uradnem listu SRS, št. 36/84. Obvezno navodilo za izvajanje pravilnika za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. - Republiška geodetska uprava, Ljubljana, 62 s.
- PRUS, T., 1992. Razvrščanje tal/ klasifikacija. V: Jazbec R. in sod.: Raziskujemo življenje v tleh. Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana, s. 38 - 44.
- PRUS, T., 2003. Klasifikacija tal. Študijsko gradivo, Center za pedologijo, Odd. za agronomijo, BF, Ljubljana, [http://www/bf.uni-lj.si/cpvo/Novo/PDFs/ KLASIFIKACIJA TAal.pdf](http://www/bf.uni-lj.si/cpvo/Novo/PDFs/KLASIFIKACIJA%20Aal.pdf)
- ROBIČ, D. / ACCETTO, M., 2002. Pregled sintaksonomskega sistema gozdnega in obgozdnega rastlinja Slovenije.- Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete, Ljubljana, tipkopis, 18 s.
- SUŠIN, J., 1983. Nauk o tleh. - Kmetijski tehniški slovar. Gradivo za Pedološki slovar. 1. knjiga, 1. zvezek. Vtozd za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, 36 s.
- ŠKORIĆ, A., 1986. Postanak, razvoj i sistematika tla. - Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta, Zagreb, 172 s.
- URBANČIČ, M., 1987. Tla v primorskih bukovih gozdovih na obočju Vremščiце. - Pedološka ekspertiza. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo. Ljubljana, 52 s.
- URBANČIČ, M., ČAS, M., 2001. Tla habitatov divjega petelina v visokogorju Koroške. - Pedološka ekspertiza. Gozdarski inštitut Slovenije. Ljubljana, 19 s.
- WRB, 1998. Key to the reference soil groups of the World Reference Base (WRB) for soil resources. - ISSS-ISRIC-FAO, Roma, 106 s.

Abstract:

Urbančič, M., Simončič, P.: Forest Soil Atlas of Slovenia - Part II. Gozdarski vestnik, Vol. 63/2005, No. 3. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 13. Translated into English by the authors. English language editing by Jana Oštir.

The second part of the Atlas gives the definition, classification, structure, characteristics and distribution in forests of rankers, dystric brown soils and eutric brown soils. The Atlas is designed for foresters, forest owners and researchers and will give them a better understanding of the properties, importance and distribution of forest soils.

Key words: soil classification, characteristics of soil type, Rankers, Cambisols*

* Opravičilo: Pri angleškem prevodu izvlečka v Gozdarskem vestniku 3 je prišlo do neljube napake. Zato se prevajalki, ki je opravila delo korektno, za spodrsrljaj opravičujemo. Enako bralcem. Urednik

GDK: 114:(253)(045)

Atlas gozdnih tal Slovenije

Forest Soil Atlas of Slovenia

Mihej URBANČIČ*, Primož SIMONČIČ**

Izvelek:

Urbančič, M., Simončič, P.: Atlas gozdnih tal - 4. del. Gozdarski vestnik 63/2005, št. 5-6. V slovenščini, z izvečkom v angleščini, cit. lit. 20. Prevod v angleščino: avtorja. Lektura angleškega besedila Jana Oštir.

V četrtem delu Atlasa je prikazana opredelitev, razvrstitev, zgradba in značilnosti podzolov, rjavih opodzoljenih in obrečnih tal in ter njihovo razširjenost v gozdovih. Namenjen je tako gozdarjem kot raziskovalcem in lastnikom gozdov, da bi bolje poznali lastnosti, pomen in razširjenost gozdnih tal.

Gljučne besede: razvrstitev tal, lastnosti talnega tipa, podzoli, rjava opodzoljena tla, obrečna tla

Abstract:

Urbančič, M., Simončič, P.: Forest Soil Atlas of Slovenia - Part IV. Gozdarski vestnik, Vol. 63/2005, No. 5-6. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 20. Translated into English by the authors. English language editing by Jana Oštir.

The fourth part of the Atlas gives the definition, classification, structure, characteristics and distribution in forests of podzols, semipodzols and fluvisols. The Atlas is designed for foresters, forest owners and researchers and will give them a better understanding of the properties, importance and distribution of forest soils.

Key words: soil classification, characteristics of soil type, podzols, semipodzols, fluvisols

PODZOL

Opredelitev in razvrstitev:

Podzol (podzolasta tla) razvrščamo v razred eluvialno-iluvialnih tal. Po naši opredelitvi morajo imeti dobro izražen pepelnato sivi eluvialni E

horizont, pod njim pa temno rjavi humospodični (humusno-iluvialni) horizont B_h , ki vsebuje vanj izprane humusne snovi in/ali rjasto rjavi ferispodični (železo-iluvialni) horizont B_{fe} , ki vsebuje izprane in nakopičene seskvioksidi železa, aluminijska in mangana.

Razvrščamo jih v naslednje nižje sistematske enote:

Podtip	Na osnovi spodičnih horizontov v : – humusno železov podzol (vsebuje horizonta B_h in B_{fe}); – humusni podzol (vsebuje le horizont B_h); – železov podzol (vsebuje le horizont B_{fe}).
Različica	Na osnovi debeline E horizonta ločimo: – šibki podzol (z debelino E horizonta pod 10 cm); – zmerni podzol (z debelino E hor. 10 do 20 cm); – močan podzol (z debelino E hor. nad 20 cm).
Oblika	Po vrsti matične podlage v podzole na: – kremenovih peščenjakih; rožencih; „kislih“ metamorfnih kamninah (npr.; kvarcitih, filitih); „kislih“ magmatskih kamninah (npr. granitih, tonalitih, granodioritih, dacitih, gnajsih, kremenovih keratofirjih); morenah; peskih.

*M. U., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

**dr. P. S., univ. dipl. inž. les., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

Soznačnice in sorodne sistematske enote:

Naš talni tip se po lastnostih več ali manj sklada z mednarodno (FAO 1989, WRB 1998) višjo talno grupo (*reference (major) soil group*) "podzoli" (*Podzols*), vendar je razčlenjena v nižje talne enote po nekoliko drugačnih načelih, kot jih uporabljamo mi.

Zgradba profila:

humusno železov: O - E - B_h - B_{fe} - CR;

humusni: O - E - B_h - CR;

železov: O - E - B_{fe} - CR;

Značilnosti:

Podzoli se pojavljajo predvsem v hladnih in vlažnih podnebnih razmerah, z obilico padavin in na z bazami revnih, razdrobljenih matičnih podlagah, ki praviloma vsebujejo veliko kremenca. Na njih zaradi ovirane mineralizacije organske snovi prevladujejo prhninaste humusne oblike in surovi humus. Njihov organski O horizont večinoma ostro prehaja v eluvialni E horizont, le izjemoma se med njima pojavlja tudi humusni A horizont. Debelina E horizonta je odvisna od jakosti podzoljenja (izpiranja humusnih snovi in seskvioksidov, zakisovanja idr.). Mestoma, čeprav zelo redkokje, naletimo na podzoljena tla, ki imajo E horizont debel celo do enega metra. Običajno je pepelnato sive barve in vsebuje izbeljena zrnca kremenca. Pod njim leži en do dva spodična B

horizonta. Praviloma so zelo kisla (z vrednostmi pH pod 5) in imajo nizke stopnje nasičenosti z izmenljivimi bazami (pod 35 %), so revna s hranili ter slabše rodovitnosti.

Razširjenost:

V Sloveniji so podzoli (po PRUS 2003) tipična gozdna tla in so zelo redki. Manjša območja podzola so ponekod ogrožena zaradi gradnje gozdnih prometnic ali smučarskih prog. Zaradi njihove redkosti bi jih bilo potrebno zavarovati po načelih, veljavnih za naravno dediščino.

Podzoli redkokje sami zavzemajo večje sklenjene površine. Večinoma se pojavljajo v združbi z distričnimi rjavimi tlemi in/ali z rjavimi opodzoljenimi tlemi, mestoma se jim pridružijo tudi distrični rankerji. Nastali so predvsem v gorskem svetu, le izjemoma tudi v nižjih legah. Najdemo jih v najbolj kisloljubnih gozdovih kot so smrekovja s smrečnim resnikom (*Rhytidiadelpho lorei-Piceetum*) in s trikrpim mahom (*Mastigobryo-Piceetum*), jelovja z belkasto bekico (*Luzulo albidiae-Abietetum*) in s trikrpim mahom (*Bazzanio-Abietetum*), bukovje z rebrenjačo (*Bechno-Fagetum*) idr.

Primer:

Opis mesta izkopa in morfoloških lastnosti tal na profilu šibkega, humusno železovega podzola z evtričnim podtaljem na mešani moreni (povzeto po KRAIGHNER in sod. 2000)

Talni tip: humusno-železov podzol z evtričnim podtaljem	Datum: 24.nov.1994
Vegetacijski tip: visokogorski smrekov gozd / <i>Rhytidiadelpho lorei-Piceetum</i> (M. WRABER 1953 n. nud.) ZUPANČIČ (1976) 1981	Oznaka profila: Pri Šijcu
Lokaliteta: 4. kvadrant raziskovalne ploskve vel. 100 m x 100 m, osnovane v v g.e. Pokljuka, odd. 39c in 40c	Opisovalec tal: Mihej Urbančič
Opis objekta: čist, starejši smrekov debeljak z normalnim do vrzelastim sklepom krošenj; v vrzelih so smrekova mladja, gošče	Fitocenološki popis: Lado Kutnar
Matična podlaga: mešana (apnčasto-silikatna) morena	Nagib (°): 0-10
Relief: zmerno valovita zaravnica pod grebenom	Leg: južna
Splošne značilnosti tal: v zg. delu podzoljena, v sp. delu sprana	Nadm. viš. (m): 1200

Horizont:	O ₁	O _{f,h}	A _h O _h	E ₁	B _h	B _{f,h}
Globina (cm):	3-1/2 cm	1/2 cm-0	0-3/5 cm	3/5-7/15 cm	7/15-18/20	18/20-25/30
Prehod (meja):	1 do 2 cm debel, rahel do stisnjen smrekov opad (iglice, vejice, posamezni storži, veje), vlažen	1 do 2 cm debela, rahla do mehka plast iz fermentiranih rastl. ostankov, surovega humusa. Je gosto prekoreninjena, vlažna	oster, raven	oster, valovit	jasen, valovit	postopen
Konsistenca:			nepovezana	drobljiv,zbit	lahko droblj.	lahko droblj
Struktura:			prašnata/drobno-zrnasta	debelozrnasta	zrnasta	zrnasta
Tekstura:			-	ilovnata	ilovnata	ilovnata
Vlaga:			vlažen	vlažen	vlažen	vlažen
Skelet:			posamezno kamenje	5-10 %,kamenje Φ do 2 cm	zavzema ok. 7 % volumna	5 %, kamenje Φ do 3 cm
Organ. snov:			prhlina	izprana	prhlina	prhlina
Novotvorbe:			-	-	nakopičen humus	seskvioksidi
Korenine:			zelo gosto prekor.	redko prekor.	sred. gosto prekor.	sred. gosto prekor.
Favna:			ni opažena			
Drenaža:			prosta	dobra	prosta	prosta
Barva:			zelo temno rjava	sivkasto rjava 10YR4-5/2-3	temno rjava 10YR3/4	rdečkasto rjava 5YR3/4

Horizont:	B _v	E ₂	B _t	B _v B _t	B _v C
Globina (cm):	25/30-40 cm	40-60 cm	60-80 cm	80-120 cm	120+160 cm
Prehod (meja):	postopen	postopen	neizrazit	neizrazit	neizrazit
Konsistenca:	lahko droblj.	drobljiv	drobljiv	plastičen	zelo plastičen
Struktura:	zrnasta/poliedrična	zrnasta/poliedrična	debelozrnasta	kepada	masivna
Tekstura:	glinasto ilovnata	glinasto ilovnata	glinasto ilovnata	meljasto glinasto ilovnata	peščeno glinasto ilovnata
Vlaga:	vlažen	vlažen /svež	svež	svež/vlažen	vlažen/moker
Skelet:	5 %	5 %,Φ do 6 cm	5-10 %	15 %,Φ do 15 cm	40-70 %
Novotvorbe:		spiranje gline?	kopičenje gline?		
Korenine:	redko prekor.	posamezne korenine			
Drenaža:	dobra	dobra	dobra	nek. zadržana	nekoliko zad.
Barva:	temno rjava 7.5YR4/2	rjava 10YR4/3-4	rjava 10YR4/4	rjava 10YR5-4/4	rjava 10YR5/4



Slika 1: Šibki, humusno železov podzol na mešani moreni (foto: M. Urbančič)



Slika 2: Rjava opodzoljena tla (v levem delu profila) preidejo v zmerni železov podzol. Tla so nastala na moreni, ki prekriva svetlo sivo, karbonatno jezersko kreda, vidno v spodnjem levem delu profila (foto: Tomaž Kralj)



Slika 3: Organski O horizon iz smrekovega opada in prhnine ostro prehaja v sivi eluvialni E horizon močnega železovega podzola (foto: M. Urbančič)



Slika 4: Smrekov gozd s smrečnim resnikom porašča združbo podzolov in distričnih rjavih tal s vključki rjavih opodzoljenih tal, ki se je razvila na moreni (foto: Lado Kutnar)



Slika 5: Izkopavanje profila železovih rjavih opodzoljenih tal v smrekovju s smrečnim resnikom na moreni (foto: Matej Rupel)

Kemijske lastnosti kvantitativnih (odvzetih z valjasto sondo Ø 7 cm iz vnaprej določenih globin 0–5 cm, 5–10 cm, 10–15 cm, 20–30 cm, 30–40 cm in z znano prostornino) in kvalitativnih (odvzetih iz genetskih horizontov) vzorcev tal profila šibkega, humusno železovega podzola: reakcija tal (pH), vsebnosti organske snovi, celokupnega ogljika (C) in dušika (N), razmerje organski ogljik - celokupni dušik (C_{org}/N), vsebnosti kalcijevega karbonata ($CaCO_3$) in celokupnega žvepla (S)

poskusna ploskev Pri Šijcu									
plast horizont	globina cm	pH		organska	C g/kg	N g/kg	C _{org} /N	CaCO ₃ g/kg	S mg/kg
		H ₂ O	CaCl ₂	snov g/kg					
1. Kvantitativni vzorci									
Ol	3,5-1,5	4,04	3,55	810,3	470	8,6	54,7	-	1.140
Of,h	1,5-0	3,71	3,20	706,8	410	13,5	30,4	-	1.750
M5	0-5	3,57	3,05	234,5	136	7,5	18,1	-	970
M10	5-10	3,92	3,17	58,6	34	2,2	15,5	-	360
M15	10-15	4,02	3,37	37,1	22	1,4	15,4	-	300
M20	15-20	4,27	3,44	35,3	21	1,6	12,8	-	360
M30	20-30	4,35	3,73	29,3	17	1,3	13,1	-	380
M40	30-40	4,73	4,06	19,0	11	1,0	11,0	-	350
2. Kvalitativni vzorci profila									
Ol	3-1,5	4,33	3,89	715,5	415	7,5	55,3	-	1.040
Of,h	1,5-0	3,79	3,28	534,4	310	12,5	24,8	-	1.440
AhOh	0-4	3,64	3,20	328,4	191	7,5	25,4	-	1.180
E1	4-12	4,09	3,38	25,0	15	1,3	11,2	-	240
Bh	12-19	4,08	3,49	81,0	47	2,0	23,5	-	460
Bfh	19-27,5	4,36	3,77	56,0	33	1,4	23,2	-	470
(B)v	27,5-40	4,69	4,04	38,8	23	1,4	16,1	-	350
E2	40-60	4,91	4,37	25,9	15	1,1	13,6	-	380
Bt	60-80	4,73	4,05	6,9	4	0,6	6,7	-	310
B(B)	80-120	7,55	7,22	0,3	6	0,5	0,4	48,3	260
(B)vC	>160	7,67	7,24	3,8	4	0,6	3,7	15,0	290

Kemijske lastnosti vzorcev tal profila šibkega, humusno železovega podzola: izmenljivi kationi, vsota bazičnih kationov, vsota kislih kationov, kationska izmenjalna kapaciteta (KIK), stopnja nasičenosti z bazami (V)

poskusna ploskev Pri Šijcu												
plast horizont	globina cm	izmenljivi kationi							bazični kationi	kisli kationi	KIK	V
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	H ⁺				
		cmol(+)/kg										
		1. Poprečni kvantitativni vzorci										
M5	0-5	3,05	1,25	0,47	6,46	1,83	0,06	17,36	4,77	8,35	30,48	15,65
M10	5-10	0,42	0,20	0,20	8,05	2,51	0,01	8,60	0,82	10,57	19,99	4,10
M15	10-15	0,98	0,15	0,10	9,45	3,06	0,02	5,64	1,23	12,53	19,40	6,34
M20	15-20	1,08	0,21	0,10	11,64	1,36	0,07	3,45	1,39	13,07	17,91	7,76
M30	20-30	0,68	0,18	0,13	11,58	0,04	0,15	2,04	0,99	11,77	14,80	6,69
M40	30-40	0,94	0,29	0,14	5,77	0,02	0,00	0,75	1,37	5,79	7,91	17,32
		2. Kvalitativni vzorci profila										
AhOh	0-4	9,11	1,66	0,76	3,44	1,65	0,17	16,95	11,53	5,26	33,74	34,17
E1	4-12	0,20	0,05	0,06	4,35	1,23	0,00	3,94	0,31	5,58	9,83	3,15
Bh	12-19	1,68	0,24	0,12	11,85	3,16	0,02	5,94	2,04	15,03	23,01	8,87
Bfh	19-27,5	1,03	0,17	0,14	10,12	1,49	0,05	1,92	1,34	11,66	14,92	8,98
Bv	27,5-40	0,37	0,09	0,15	7,77	0,54	0,20	1,09	0,61	8,51	10,21	5,97
E2	40-60	0,60	0,14	0,09	2,62	0,08	0,08	0,51	0,83	2,78	4,12	20,15
Bt	60-80	0,54	0,13	0,20	5,32	0,08	0,09	0,87	0,87	5,49	7,23	12,03
BvBt	80-120	15,58	0,17	0,27	0,00	0,00	0,04	0,00	16,02	0,04	16,06	99,75
BvC	120-160	10,81	0,12	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	11,14	0,00	11,14	100

Tekstura talnih vzorcev na poskusni ploskvi Šijec na Pokljuki

poskusna ploskev Pri Šijcu					
plast horizont	Globina cm	glina %	melj %	pesek %	teksturni razred
1. Kvalitativni vzorci					
M15	10-15	36,3	40,8	22,9	glinasta ilovica
M20	15-20	34,2	43,2	22,6	glinasta ilovica
M30	20-30	38,8	38,6	22,6	glinasta ilovica
M40	30-40	32,7	32,6	34,7	glinasta ilovica
2. Vzorci profila					
E1	4-12	19,9	36,9	43,2	ilovica
Bh	12-19	27,0	36,5	36,5	ilovica
Bfh	19-27,5	23,3	35,0	41,7	ilovica
Bv	27,5-40	33,6	22,8	43,6	glinasta ilovica
E2	40-60	29,9	33,2	36,9	glinasta ilovica
Bt	60-80	39,2	35,8	25,0	glinasta ilovica
BtBv	80-120	39,2	51,8	9,0	meljasto glinasta ilovica
BvC	120 + 160	23,2	24,9	51,9	peščeno glinasta ilovica

RJAVA OPODZOLJENA TLA

Opredelitev in razvrstitev:

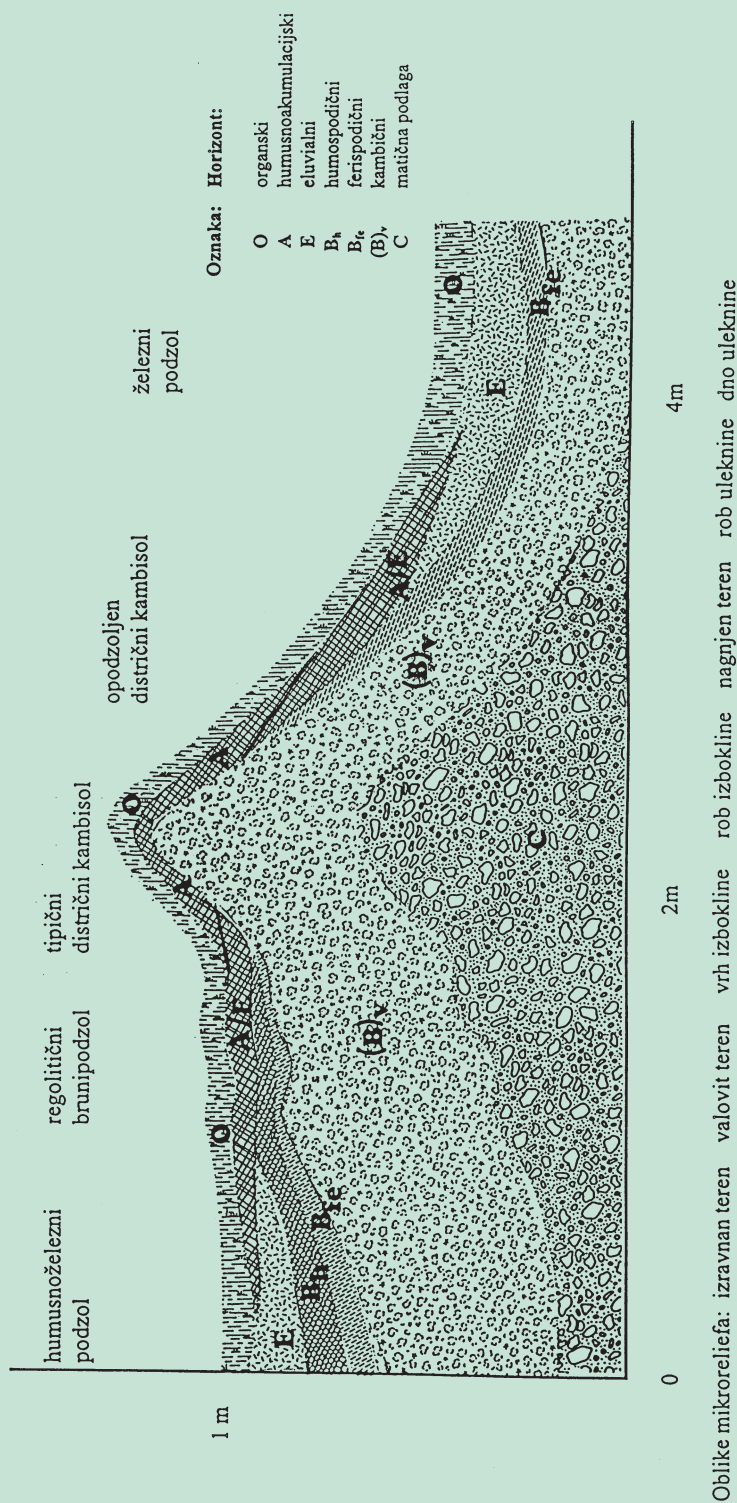
Rjava opodzoljena tla (tudi: rjava podzolasta tla, rjavi brunipodzol, podzol) razvrščamo v razred eluvialno-iluvialnih tal, čeprav nimajo dobro izraženega eluvialnega E horizonta. Lahko pa se pod A/E horizontom na talnem profilu pojavljajo tudi

sive pege, lise in tanki, prekinjeni pasovi inicialnega E horizonta. Za talni tip rjavih opodzoljenih tal so diagnostični humusni A/E horizont, v katerem potekajo procesi izpiranja ter pod njim ležeč vsaj eden od obeh spodičnih B horizontov: ali humusno-iluvialni B_h horizont, ki vsebuje izprane humusne snovi ali železo-iluvialni B_{fe} horizont, ki vsebuje izprane in nakopičene seskvioksidi ali oba.

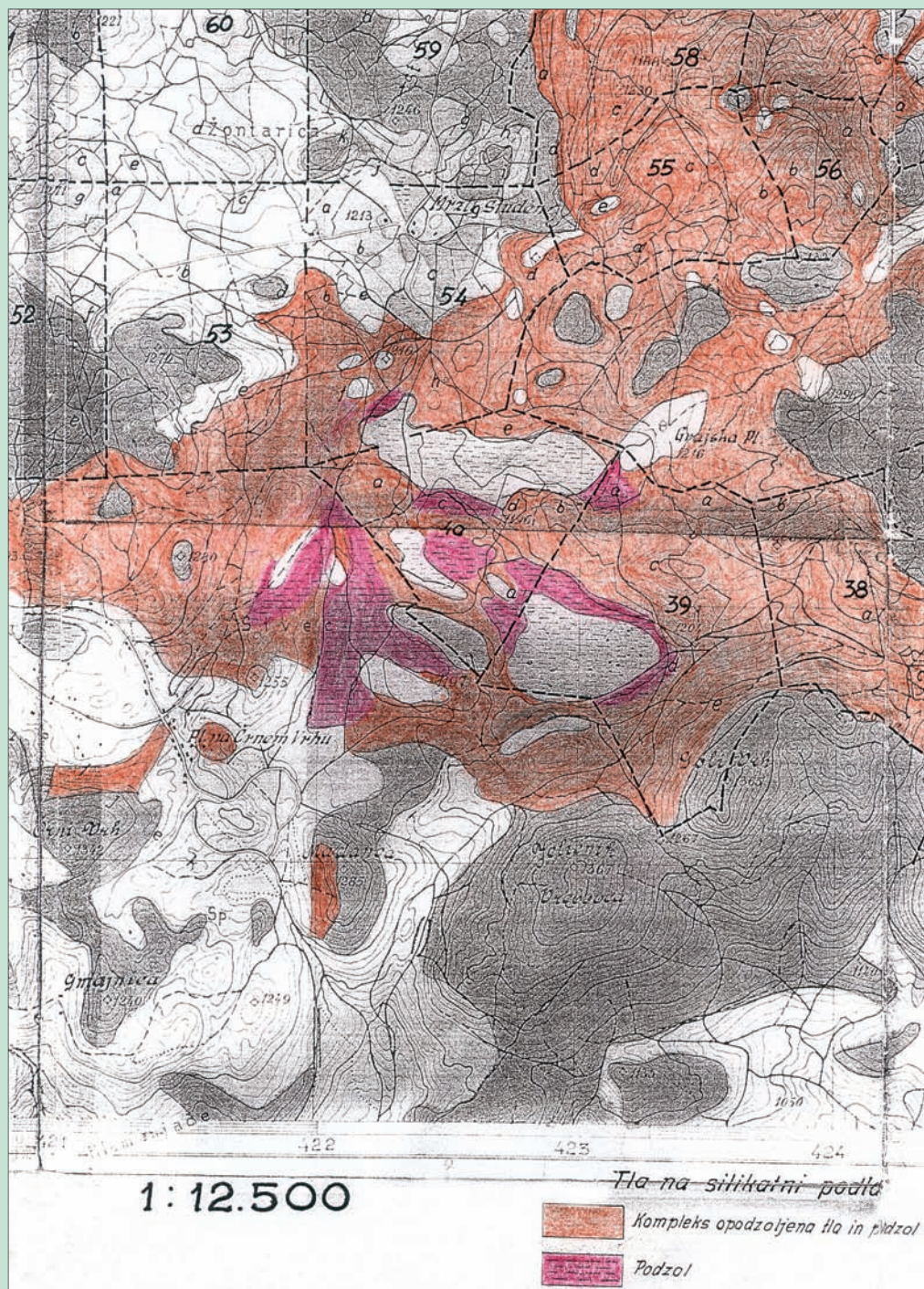
Razvrščamo jih v naslednje nižje sistematske enote:

Podtip	Na osnovi spodičnih horizontov v : – humusno železova (vsebujejo horizonta B_h in B_{fe}); – humusna rjava opodzoljena tla (vsebujejo le horizont B_h); – železova rjava opodzoljena tla (vsebujejo le horizont B_{fe}).
Različica	Po vrsti matične podlage v rjava opodzoljena tla na: – kremenovih peščenjakih; rožencih; „kislih“ metamorfnih kamninah; „kislih“ magmatskih kamninah; morenah; peskih
Oblika	Na osnovi stika z matično podlago ločimo: – litični (B horizont leži na čvrsti kamnini); – regolitični (B hor. leži na zdobljeni ali sipki matični podlagi).
Obličje	Na osnovi teksture tal na: – peščena, – ilovnata. Na osnovi skeletnosti v: – z malo skeleta (skelet zavzema pod 25 % prostornine tal) – srednje skeletna (25 - 50 %) – močno skeletna (nad 50 %)

TALNE RAZMERE IN OBLIKE MIKRORELIEFA NA MEŠANI MORENI



Slika 6: Idealizirani prikaz talnih razmer in oblik mikroreliefia na pretežno nekarbonatni moreni Pokljuke (povzeto po KRAIGHIER in sod. 2000)



Slika 7: Izsek iz gozdarske pedološke karte Pokljuke s kartografskima talnima enotama »kompleks opodzoljena tla in podzoli« in »podzoli« (prirejeno po TREGUBOV in sod., kartiranje je opravila Marija Kodrič)

Soznačnice in sorodne sistematske enote:

V avstrijski razvrstitvi tal (KILIAN 2002) jih imenujejo „Semipodsol“. Po opredelitvi nekdanje jugoslovanske klasifikacije (ČIRIČ 1984, ŠKORIČ 1986 idr.) so morala rjava opodzoljena tla imeti poleg A/E horizonta tudi oba spodična horizonta (B_h in (pod njim) B_{fe}).

Humusno železova rjava opodzoljena tla večinoma lahko razvrstimo v mednarodno (FAO 1989, WRB 1998) talno enoto haplični podzoli (*Haplic Podzols*) ki je (poenostavljeno povedano) opredeljena s tem, da ima tako B_h , kot B_{fe} horizont. Humusna rjava opodzoljena tla uvrščamo v talno enoto karbični podzoli (*Carbic Podzols*), ki ima od spodičnih le humusno-iluvialni B_h horizont, lahko pa imajo tudi E horizont, če je ta pretrgan ali tanjši od 2 cm, železova rjava opodzoljena tla pa v železove podzole (*Ferric Podzols*), ki imajo od spodičnih le železo-iluvialni B_{fe} horizont.

Zgradba profila: regolitična humusno železova rjava opodzoljena tla: O - A/E - B_h - B_{fe} - C;
regolitična humusna rjava opodzoljena tla:
O - A/E - B_h - CR;
litična železova rjava opodzoljena tla:
O - A/E - B_{fe} - R.

Značilnosti:

Rjava opodzoljena tla so se večinoma razvila na z bazami revnih matičnih podlagah z veliko kremenca in v hladnem, vlažnem (gorskem) podnebju. Praviloma so zelo kisla, s zelo nizko stopnjo nasičenosti z bazami (pod 35 %), s slabo mineraliziranimi oblikami humusa (prhnino, surovim humusom), revna s hranili ter slabše rodovitnosti.

Razširjenost:

Za humusno železova rjava opodzoljena tla se zahteva zgradba profila, ki se v naših gozdovih le malokje pojavlja. Bolj sta razširjena humusni in železov podtip teh tal, njim soroden podtip opodzoljenih distričnih rjavih tal (z znaki inicialnega E horizonta, toda brez razvitih spodičnih B horizontov) ter podzoli (z dobro razvitim E horizontom), čeprav tudi te vrste tal zavzemajo v naših gozdovih dokaj majhne površinske deleže. Rjava opodzoljena tla se pojavljajo predvsem malopovršinsko in v fragmentih v združbi z distričnimi rjavimi tlemi in/ali s podzoli, ki jih poraščajo izrazito kisloljubne rastlinske združbe (bila so opažena na terenu ali omenjena pri opisih rastišč asociacij *Rhytidadelpho lorei-Piceetum*, *Bechno-Abietetum*,

Vaccinio vitis idaeae-Pinetum sylvestris, *Bechno-Fagetum*, *Hieracio rotundati-Fagetum*, *Thelypterio limbospermae-Quercetum roboris* idr.).

OBREČNA TLA**Opredelitev in razvrstitev:**

Obrečna tla (fluvisol) obsegajo tla, ki so nastala na recentnih (holocenskih) nanosih rek in drugih (manjših) vodotokov ter jezer in morja. Te usedline lahko vsebujejo nanešeno glino, melj, pesek ali prod ali so sestavljene iz različnih kombinacij teh (npr. med seboj pomešanih) sestavin. Nerazvita obrečna tla imajo na nasutini, pod morebitnim O horizontom, le nerazviti (A) oziroma A_i horizont, v katerem se obarvanost zaradi humusa čisto niti ne opazi in ki se lahko tudi samo mestoma pojavlja. Razvita obrečna tla pa imajo na aluvialni matični podlagi že dobro razvit humusno akumulativni A horizont. Obrečna tla so razvrščena v oddelek hidromorfni tal, saj je večji del teh tal pod vplivi občasnih poplav ali visoke podtalnice in ima zato izražene znake prekomernega navlaževanja. Vendar je precejšnji del obrečnih tal - vsaj v fiziološki globini - brez teh vlažnostnih vplivov (npr. zaradi hidromloracij) in ima zato trdinski (terestrični) značaj in/ali čisto tudi antropogenizirani značaj.

Soznačnice in sorodne sistematske enote:

Po nekdanji jugoslovanski klasifikaciji (ČIRIČ 1984, ŠKORIČ 1986 idr.) se ta razred tal imenuje aluvialna (tudi: fluvijalna, fluvialna) tla. Dobro se sklada z mednarodno (FAO 1989, WRB 1998) višjo talno grupo „fluvisoli“ (*Fluvisols*), vendar je ta razčlenjena v nižje talne enote po nekoliko drugačnih načelih, kot jih uporabljamo mi.

Zgradba profila:

- nerazvita obrečna tla: O - (A) - C;
- oglejena razvita obrečna tla: O - A - C - G.

Značilnosti:

Poleg inicialnega (A) ali humusnega A horizonta je rastlinam rastni substrat tudi sedimentna matična podlaga, če jo sestavljajo dovolj drobni delci, vendar so zaradi mladosti njenega nastanka pedogenetski procesi v njej še slabo izraženi. Tako lahko obrečna tla dosegajo precejšnje fiziološko aktivne globine, če jih ne omejujejo npr. plasti prod ali podtalnica. Matični substrat označujemo s C, oziroma z rimskimi številkami, če ga sestavljajo med seboj ločljive plasti. Tako npr. nerazvita obrečna tla s tremi, po teksturi različnimi

Razred obrečnih tal razvrščamo v naslednje nižje sistematske enote:

Tip	– nerazvita obrečna tla (imajo slabo razvit, inicialni horizont (A)) – razvita obrečna tla (imajo dobro razvit humozni horizont A)
Podtip	– karbonatna (vsebujejo karbonate vsaj do globine 40 cm) – evtrična (pH nad 5) – distrična
Različica	Na osnovi fiziološko aktivne globine (po PRAVILNIKU 1984) na: – zelo plitva (fiziološka globina je pod 20 cm) – plitva (globina 20 - 35 cm) – srednje globoka (35 cm - 50 cm) – zmerno globoka (50 cm - 70 cm) – globoka (70 cm - 120 cm) – zelo globoka (nad 120 cm)
Oblika	– neoglejena – zelo globoko oglejena (G_o horizont pod 100 cm) – globoko oglejena (G_o se pojavlja v globinah od 70 do 100 cm) – zmerno oglejena (G_o 50 - 70 cm) – srednje močno oglejena (G_o 30 - 50 cm) – močno oglejena (G_o nad 30 cm)
Obličja	– plitvo humozna (debelina A horiz. pod 25 cm) – srednje globoko humozna (debelina A horiz. 25 - 35 cm) – globoko humozna (debelina A horiz. nad 35 cm)
	– drobljiva – težko drobljiva, gosta
	Oziroma na osnovi teksture (ĆIRIĆ 1984, ŠKORIĆ 1986 idr.) v: – peščena – ilovnata – glinasta
	Na osnovi skeletnosti v: – z malo skeleta (zavzema pod 25 % prostornine) – srednje skeletna (25 - 50 %) – močno skeletna (nad 50 %)

plastmi usedlin prikažemo takole: O - (A) - I - II - III. Na splošno v zgorjih delih vodotokov prevladujejo fluvialne usedline iz debelejših sestavin (proda, peska), v spodnjih pa iz drobnejših (melja, ilovice, glin). Zaradi spreminjanja nosilnih sil vodotokov skozi čas pa je za holocenske nanose značilno, da se jim v obliki pasov, jezikov, leč in vključkov spreminja tekstura tako v horizontalni kot v vertikalni smeri. Ker pa je geološka pod-

laga večine vodozbirnih območij dokaj pestra, mestoma najdemo primere, da se obrečnim tlem, npr. zaradi premešanosti karbonatnih in nekarbonatnih usedlin, korakoma spreminjajo tudi kemične lastnosti. Nerazvita obrečna tla so večinoma plitva, pod vplivi poplav, vodne erozije in/ali visoke podtalnice ter slabe rodovitnosti. Razvita obrečna tla pa so, če so globoka in imajo ugodno teksturo, lahko zelo rodovitna.



Slika 8: Evtrična, srednje globoka, močno oglejena, ilovnata, plitvo humozna, srednje skeletna, razvita obrečna tla v gozdu črne jelše in podaljšane šaša (foto: M. Urbančič)



Slika 9: Obrečno rastje vrb in topolov (foto: M. Urbančič)

Slika 10: Evtrična, globoka, neoglejena, ilovnata, plitvo humozna, malo skeletna /v fiziološko aktivnem delu, ki leži na prodnati plasti), razvita obrečna tla v gozdu doba in belega gabra (foto: M. Urbančič)



Slika 11: Hidromelioracija Ledave (foto: M. Urbančič)

Primer:

Opis talnega profila karbonatnih, srednje globokih, srednje močno oglejenih, globoko humoznih, (peščeno) ilovnatih, malo do srednje skeletnih, razvitih obrečnih tal oz. (po ČIRIČ 1984) humofluvisola (prirejeno po SMOLE & URBANČIČ 1990)

Datum opisa: 19. 9. 1988; Nahajališče: Posavec, ob izlivu Peračice v Savo; N. v.: 399 m; Nagib: 0°; Lega: ravno; Relief: ravnica; Matična podlaga: aluvialni nanos karbonatnega proda, peska in melja; Opis objekta: vrzelast tanjši debeljak rdečega bora s posamično primesjo smreke in z bujnim grmovnim in zeliščnim slojem. Mestoma so še manjše travniške površine; Vegetacijski tip: log rdečega bora in smreke (*Pinus sylvestris* - *Picea abies* stadij); Vegetacija na talnem profilu: *Euphorbia amygdaloides*, *Euphorbia cyparssias*, *Centaurea* sp., razne trave...; Pokrovnost zeliščnega sloja: 100 %

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke in kemične lastnosti plasti
O ₁	0/2 - 0	Opad iglavcev in listavcev pokriva okoli 20 % površine tal
A _{h1}	0 - 2/3	Sipke do lahko drobljive konsistence, prašnate strukture (s sprimki), svež, 5 % njene prostornine je zavzemal apnenčast premerov do 1 cm, zelo gosto prekoreninjena, proste drenaže, zelo temne sivo rjave barve (10 YR 3/1-2), ostro prehaja v:
A _{h2}	2/3 - 10	drobljiva, zrnčasta do kepasta, peščeno ilovnata, vlažna, 10 % skeleta s Φ do 5 cm, zelo gosto prekoreninjena, proste drenaže, temno rjava (10 YR 3/3), jasno prehaja v:
A _{h3}	10 - 25	drobljiva, zrnčasta do kepasta, peščeno ilovnata, vlažna, 10 % skeleta s Φ do 6 cm, srednje gosto prekoreninjena, proste drenaže, temno sivkasto rjava (10 YR 4/2), postopno prehaja v:
A _h C	25 - 40	Lahko drobljiva, zrnčasta, peščeno ilovnata, mokra, 20 - 30 % skeleta, korenin je malo, proste drenaže, rjava (10 YR 4/3), postopno prehaja v:
CG _o	pod 40	Karbonaten prod premerov do 8 cm, s primesjo temno do svetlosivega peska in mivke, v kateri se pojavljajo rjaste pege.

Analitski podatki za profil obrečnih tal

Reakcije talnih plasti, določene v vodi (pH(H₂O)) in v kalijevem kloridu (pH(KCl)) ter vsebnosti karbonatov (CaCO₃), organske snovi (Org. s.), celokupnega dušika (N) in razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom (C_{org}/N) v talnih vzorcih

Plast	Globina (cm)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	CaCO ₃ (%)	Org. s. (%)	N (%)	C _{org} /N
O ₁	0/2 - 0	5,85	4,97	0	67,2	1,51	26
A _{h1}	0 - 2/3	7,52	7,08	26,9	15,5	0,61	15
A _{h2}	2/3 - 10	8,05	7,46	30,9	7,7	0,32	14
A _{h3}	10 - 25	8,02	7,43	28,1	6,0	0,17	21
A _h C	25 - 40	8,05	7,48	24,1	5,2	0,11	27

Preskrbljenosti tal z rastlinam dostopnim magnezijem (ALMg) ter kalijevimi (AL K₂O) in fosforjevimi (AL P₂O₅) spojinami (v g na kg tal) in tekstura kambičnega horizonta

Plast	AL-K ₂ O (mg/kg)	AL-P ₂ O ₅ (mg/kg)	AL-Mg (mg/kg)	Glina %	Drobni melj %	Grobi melj %	Pesek %	Teksturni razred
O ₁	500	110	-					
A _{h1}	260	30	410					
A _{h2}	100	10	370	0,4	1,8	38,6	59,2	peščena ilovica
A _{h3}	80	10	260	0,2	6,8	34,8	58,2	peščena ilovica
A _h C	60	sledovi	270	1,0	5,7	36,6	56,7	peščena ilovica

Vsebnosti izmenljivih kalcijevih (Ca²⁺), magnezijevih (Mg²⁺), kalijevih (K⁺), natrijevih (Na⁺) in vodikovih (H⁺) kationov, vsote izmenljivih bazičnih (SumB) in kationske izmenjalne kapacitete (KIK), izražene v cmol⁺/ kg tal, stopnje nasičenosti tal z izmenljivimi bazami (V), izražene v odstotkih ter odstotni deleži izmenljivih kationov v izmenjavah za talne vzorce profila:

Plast	Ca	Mg	K	Na	H	SumB	KIK	V	%Ca	%Mg	%K	%Na	%H
A _{h1}	14,36	6,27	0,36	0,13	0	21,12	21,12	100	68,0	29,7	1,7	0,6	0
A _{h2}	12,09	2,33	0,10	0,13	2,0	14,65	16,65	88,0	72,6	14,0	0,6	0,8	12,0
A _{h3}	12,36	1,30	0,05	0,13	1,5	13,84	14,34	96,5	86,2	9,7	0,3	0,9	5,5
A _h C	12,43	1,29	0,05	0,13	0	13,90	13,90	100	89,4	9,3	0,4	0,9	0

Razširjenost:

Obrečna tla (fluvisol) zavzemajo v naših gozdovih (po Popisu gozdov ZGS 1994) okoli 0,5 odstoten delež, izražen s številom gozdnogospodarskih odsekov in z njihovimi gozdnimi površinami. Nerazvita obrečna tla vzdolž vodnih tokov poraščajo poplavljana vrbovja z mestoma prisotnim črnim topolom (*Salici-Populetum s. lat.*), logi črne jelše (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae*) in drugo skromno, pionirsko rastje, ki prenese občasne poplave. Od vodotokov običajno bolj oddaljena, rodovitnejša razvita obrečna tla pa - v kolikor niso v poljedelski rabi - zavzemajo rastišča gozdnih združb črne jelše (*Alnetum glutinosae s. lat.*), doba in belega gabra (*Robori-Carpinetum s. lat.*), združbe doba in bresta (*Quercu roboris-Ulmetum laevis*) idr.

VIRI:

- ČIRIČ, M., 1984. Pedologija. SOUR "Svetlost". Sarajevo, 312 s.
- FAO, 1989. FAO/Unesco Soil Map of the world, Revised Legend. Reprinted as Technical Paper 20, ISRIC, Wageningen, 138 s.
- KILIAN, W., 2002. Schlüssel zur Bestimmung der Böden Österreichs. Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, 67, Dunaj, 96 s.
- KOŠIR, Ž., 1994. Ekološke in fitocenološke razmere v gorskem in hribovitem jugozahodnem obrobju Panonije. Zveza gozdarskih društev Slovenije, Ljubljana, 149 s.
- KRAIGHER, H., SMOLEJ, I., ČATER, M., URBANČIČ, M., SIMONČIČ, P., KUTNAR, L., 2000. Rizosfera : raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre gozdnega drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih fazah gozda. Strokovna in znanstvena dela, 118. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 280 s.

- MARINČEK, L., 1970. Bukov gozd z rebrenjačo.- Zbornik BF v Ljubljani, IGLG, vol.8, s. 93-130.
- MARINČEK, L., ČARNI, A., 2002. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije. ZRC SAZU, Biološki inštitut Jovana Hadžija, Ljubljana, 79 s.
- MUNSELL, 1990. Munsell soil color charts. Newburgh, New York, 20 s.
- PRAVILNIK, 1984. Pravilnik za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. Pravilnik je bil objavljen v uradnem listu SRS, št. 36/84. Obvezno navodilo za izvajanje pravilnika za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. - Republiška geodetska uprava, Ljubljana, 62 s.
- PRUS, T., 1992. Razvrščanje tal/ klasifikacija. V: Jazbec R. in sod.: Raziskujemo življenje v tleh. Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana, s. 38 - 44.
- PRUS, T., 2003. Klasifikacija tal. Študijsko gradivo, Center za pedologijo, Odd. za agronomijo, BF, Ljubljana, [http://www/bf.uni-lj.si/cpvo/Novo/PDFs/KLASIFIKACIJA TAal.pdf](http://www/bf.uni-lj.si/cpvo/Novo/PDFs/KLASIFIKACIJA%20Aal.pdf)
- ROBIČ, D., ACCETTO, M., 2002. Pregled sintaksonomskega sistema gozdnega in obgozdnega rastlinja Slovenije.- Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete, Ljubljana, tipkopis, 18 s.
- SMOLE, I., 1988. Katalog gozdnih združb Slovenije.- IGLG, Ljubljana, 154 s.
- SMOLE, I., URBANČIČ, M., 1990. Gozdne združbe in rastiščnogojitveni tipi v gozdnogospodarski enoti Radovljica - levi breg Save. Fitocenološki elaborat s fitocenološkimi kartami M 1:10000. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 231 s.
- SUŠIN, J., 1983. Nauk o tleh. - Kmetijski tehniški slovar. Gradivo za Pedološki slovar. 1. knjiga, 1. zvezek. Vtodd za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, 36 s.
- ŠKORIČ, A., 1986. Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta, Zagreb, 172 s.
- TREGUBOV, V., MANOHIN, V., WRABER, M., KODRIČ, M., ČOKL, M., CIVIDINI, R., ČUK, C., CIGLAR, M., 1958. Kompleksna raziskovanja smrekovih sestojev na Pokljuki. Elaborat. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 151 s.
- WRB, 1998. Key to the reference soil groups of the World Reference Base (WRB) for soil resources. - ISSS-ISRIC-FAO, Roma, 106 s.
- ZORN, M., 1975. Gozdnovegetacijska karta Slovenije. Opis gozdnih združb.- Biro za gozdarsko načrtovanje, Ljubljana, 150 s.
- ZUPANČIČ, M., 1999. Smrekovi gozdovi Slovenije.- SAZU, Razred za naravoslovne vede, IV, dela 36

GDK: 114:(253)(045)

Atlas gozdnih tal Slovenije – 5. del*Forest Soil Atlas of Slovenia – Part V.*

Mihej URBANČIČ*, Primož SIMONČIČ**

Izvilleček:

Urbančič, M., Simončič, P.: Atlas gozdnih tal - 5. del. Gozdarski vestnik 63/2005, št. 7-8. V slovenščini, z izvillečkom v angleščini, cit. lit. 23. Prevod v angleščino: avtorja. Lektura angleškega besedila Jana Oštir.

V petem delu Atlasa je prikazana opredelitev, razvrstitev, zgradba in značilnosti psevdoglejnih, oglejenih, šotnih in antropogenih tal ter njihova razširjenost v gozdovih. Namenjen je tako gozdarjem kot raziskovalcem in lastnikom gozdov, da bi bolje poznali lastnosti, pomen in razširjenost gozdnih tal.

Ključne besede: razvrstitev tal, lastnosti talnega tipa, psevdoglej, glej, šotna tla, antropogena tla

Abstract:

Urbančič, M., Simončič, P.: Forest Soil Atlas of Slovenia - Part V. Gozdarski vestnik, Vol. 63/2005, No. 7-8. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 23. Translated into English by the authors. English language editing by Jana Oštir.

The fifth part of the Atlas gives the definition, classification, structure, characteristics and distribution in forests of pseudogleys, gleysols, peat histosols and anthropogenetic soils. The Atlas is designed for foresters, forest owners and researchers and will give them a better understanding of the properties, importance and distribution of forest soils.

Key words: soil classification, characteristics of soil type, Planosols, Gleysols, Histosols, Anthrosols

PSEVDOGLEJNA TLA**Opredelitev in razvrstitev:**

V razred psevdoglejnih tal razvrščamo le en tip tal: psevdoglej

Psevdoglej je tip hidromorfni tal, za katerega je značilno občasno zastajanje po poreklu (praviloma) padavinske vode v zgornjem delu tal zaradi za vodo slabo propustnih do nepropustnih talnih plasti. V plasteh z občasno stoječo vodo se menjavajo mokra, anaerobna stanja tal s prevladujočimi redukcijskimi procesi in sušnejša, aerobna stanja tal s prevladujočimi oksidacijskimi procesi. Zaradi njih nastanejo v teh plasteh značilne med seboj pomešane sivkaste in rjaste pege, lise in madeži ter temno rjave konkrecije. Te marmorirane oziroma marogaste plasti, ki opredeljujejo psevdoglej in v katerih ni razločne delitve na oksidacijski in redukcijski horizont, označujemo z malo črko g.

Soznačnice in sorodne sistemske enote:

V avstrijski razvrstitvi tal (KILLIAN 2002) razred psevdoglejnih tal imenujejo „Pseudogley“. Horizont z občasno zastajajočo vodo označujejo s črko P, za vodo nepropustnega pa s črko S. Razlikujejo pet tipov tal: tipični psevdoglej, ki se pojavlja na ravninskem svetu in ima zaporno plast S večinoma

globlje od 40 cm (Typischer Pseudogley, osnovna zgradba profila: A-P-S-(C), A-B(g)-P-S), stagnoglej, v katerem mokra in vlažna faza prevladujeta in se znaki psevdoglejevanja raztezajo do zgornje meje mineralnega dela tal (Stagnogley; AP-P-S), pobočni psevdoglej (Hangpseudogley; A-P-S, A(g)-P-S, A(g)-S), kapilarni psevdoglej, ki je brez za vodo nepropustne plasti (Haftnässe-Pseudogley; A-P-(B)-C), reliktni psevdoglej (Relikt-pseudogley; A-(E_{rel})-P_{rel}-S_{rel}-(C)).

Čirič (1984) epiglejna tla, v katerih nad nepropustno plastjo voda stalno zastaja, razvršča v talni tip stagnoglej (ki pa ni istovetna z avstrijsko opredelitvijo). Trajno mokro, razbarvano plast, v kateri vladajo anaerobne razmere in iz katere se Fe in Mn, reducirana v topne oblike, lahko v celoti izpereta in naložita v vrhnjem delu nepropustne plasti, da dobi rjasto barvo, označuje z g/G (z g zaradi površinske vode, ki je vir mokrote, z G zaradi njenega trajnega zastajanja). Stagnoglej kot talni tip v smislu avstrijske klasifikacije najdemo tudi v naši pedološki literaturi (npr. v PAVŠER 1968), Stritar (1990) pa ga opisuje kot tla, ki

*M. U., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

**dr. P. S., univ. dipl. inž. les., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

Talni tip psevdoglej razvrščamo v naslednje nižje sistematske enote:

Podtip	– ravninski oziroma (po PRAVILNIKU 1984) terasni psevdoglej – pobočni psevdoglej
Različica	Na osnovi globine psevdoglejnega horizonta g, pod katerim je nepropustna plast (po PRAVILNIKU 1984) na: – zelo plitev (globina g hor. je manjša od 30 cm) – plitev (globina g hor. 30 - 40 cm) – srednje globok (globina g hor. 40 cm - 60 cm) – globok (globina g hor. je večja od 60 cm)
Oblika	– evtričen (ima stopnjo nasičenosti z bazami nad 50 % oz. pH nad 5) – distričen (V < 50 %, pH < 5)
Obličja	– tipični psevdoglej – kapilarni (brez večjih por in izrazito nepropustne talne plasti) – oglejeni (v sp. delu je pod vplivom podtalnice)
	– plitvo humozen (debelina A horiz. pod 25 cm) – srednje globoko humozen (debelina A horiz. 25 - 35 cm) – globoko humozen (debelina A horiz. nad 35 cm)
	– g hor. je drobljiv – g hor. je zbit, s konkrecijami

imajo zgornji del profila podoben profilu psevdoglejnih tal, medtem ko spodnji del profila ima že G horizont, ki je značilen za oglejena tla. Mi to vrsto tal uvrščamo v oglejeno obličje psevdogleja oziroma (če je vzrok oglejenosti zgornjega dela tal v poplavlni vodi) v amfiglej.

Razred psevdoglejnih tal se delno sklada z mednarodno (FAO 1989, WRB 1998) višjo talno grupo "planosoli" (*Planosols*), ki je opredeljena s tem, da ima eluvialni E horizont z znaki zastajanja vode (t.i. *stagnic properties*) in za vodo slabo propusten horizont pod njim, ki pa ne sme biti spodični ali nitrični B horizont, s talno enoto stagnični fazonem (*Stagnic Phaeozems*), ki ima zelo teman molični A horizont, evtrične lastnosti in znake zastajanja vode ter talne enote z znaki psevdoooglevanja in z "agričnim" B_t horizontom. (To so: *Stagnic Podzoluvisols*, *Stagnic Alisols*, *Stagnic Luvisols*, *Stagnic Lixisols*).

Zgradba profila: zelo plitev psevdoglej: O - Ag - g - C; psevdoglej, ki je nastal iz kambičnih tal: O - A - g - B_{v/rz} - CR; psevdoglej, ki je nastal iz izpranih tal: O - A - Eg - Bg - B_t - C; psevdoglej s surovim humusom O-g-B-C ipd.

Značilnosti:

Na trajanje suhe in mokre faze in s tem na dinamiko in jakost psevdoglejnih procesov v

tleh vplivajo predvsem trije dejavniki: značilnost krajevnega podnebja, oblika reliefa in lega nepropustnega talnega horizonta. Na ravninskem reliefu je trajanje in jakost teh vlažnostnih stanj v tleh močno odvisna od podnebnih razmer (količine in razporeditev padavin, temperaturne razmere in z njimi povezano izhlapevanje vode itd.). Na strmejših pobočjih se voda iznad nepropustnega dela tal hitreje premika kot na položnejših. Iz zgornjih delov pobočij se ta voda bočno pretaka v spodnje dele in v podnožje pobočij, zato je v zgornjih delih pobočij mokra faza praviloma krajša. Globlje ko leži nepropustna plast, v debelejšo talno plast nad njo se lahko razporedi zastajajoča voda in manj so zato prekomerno namočeni najvišji deli tal. Neugodni vodno zračni režim omejuje psevdoglejem rodovitnost. Dalj ko trajajo mokra obdobja, bolj je omejen razvoj korenin, bolj so onemogočeni aerobni talni organizmi in slabša je biološka aktivnost v tleh. Psevdoglejna tla so se razvila na laporjih, glinastih skrilavcih, aluvialnih in fluvio-glacialnih glinastih in glinasto ilovnatih nanosih ter na drugih podobnih matičnih podlagah. Distrični psevdogleji imajo v primerjavi z evtričnimi praviloma za rodovitnost tal slabše kemijske lastnosti: so močno kisli, slabo zasičeni z izmenljivimi bazami, imajo nizke kationske izmenjalne kapacitete in večinoma tudi slabše

oblike humusa. Prevladujejo psevdogleji, ki imajo v zgornjem delu, kjer voda zastaja, lažjo (npr. meljasto, ilovnato), v spodnji nepropustni plasti pa težjo (predvsem glinasto) teksturo. Najdemo pa tudi t.i. kapilarne psevdogleje, ki so slabo propustni, praviloma brez večjih por in z znaki psevdoglejevanja v pretežnem ali celotnem talnem profilu. Na splošno so psevdogleji srednje do slabo rodovitni.

Razširjenost:

Psevdogleji zavzemajo v naših gozdovih (po Popisu gozdov ZGS 1994) približno enoodstoten delež, izražen s številom gozdnogospodarskih odsekov in z njihovimi gozdnimi površinami. Združba ravninskih (terasnih) psevdoglejenih tal skupaj z združbo oglejenih tal sestavlja (po STRITAR 1990) pedosekvenco tal na (pretežno

nanešenih) glinah in ilovicah. Ravninski psevdogleji z dolgimi mokrimi fazami se velikopovršinsko pojavljajo v črnih jelševjih (*Alnetum glutinosae s. lat.*), bolj ugodne vodno zračne lastnosti imajo ravninski psevdogleji v gozdovih doba in belega gabra (*Robori-Carpinetum s. lat.*). Pobočne psevdogleje najdemo predvsem na glinastih in glinasto ilovnatih preperinah, ki so nastale na laporjih, fliših, glinastih skrilavcih, apnencih, dolomitih idr. V večji meri se pojavljajo v gabrovjih (*Ornitogalo pyrenaici-Carpinetum betuli*, *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli*, *Pruno padi-Carpinetum betuli*), v drugotnih gozdovih gradna in navadnega črnilca (*Melampyro vulgati-Quercetum petraea*), smreke in vijugaste masnice (*Avenello flexuosae-Piceetum*), malopovršinsko, v inkluzijah, pa še v številnih drugih gozdovih.

Primer:

Opis talnega profila srednje globokega, evtričnega, plitvo humoznega, kapilarnega pobočnega psevdogleja, ki je izrazito brez nepropustne plasti (prirejeno po KALAN 1983).

Nahajališče: Fekovo, nad dolino Koprivne; N. v.: 1090 m; Nagib: 5°

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke in kemične lastnosti plasti
O ₁		Plast opada je sestavljena iz posameznih odmrlih rastlinskih ostankov in smrekovih iglic
A _h	0 - 11	Zgoščena, lomljiva, kepaste strukture, brez skeleta, sprsteninasta (le na površini je zelo tanka plast prhnine), zelo gosto prekoreninjena, biološko dobro aktivna, s številnimi srednje velikimi deževniki, slabo odcedna, vlažna, zelo temno sive barve (10YR3-4/1), postopno prehaja v g horizont.
g	11 - 55	Zgoščen, plastičen do lomljiv, glinasto ilovnat do glinast, kepast (grudičasti agregati so večinoma večji od 30 mm), brez skeleta, zelo redko prekoreninjen, marmoriran, s številnimi drobnimi, mazavimi konkrecijami, slabo odceden, vlažen, sivkasto rjav (10YR5/1+ 5/3), postopno prehaja v C horizont.
C	pod 55	Prepereli glinasti skrilavci

Analitski podatki za profil pobočnega psevdogleja

Reakcije talnih plasti, določene v vodi (pH(H₂O)) in v kalijevem kloridu (pH(KCl)) ter vsebnosti karbonatov (CaCO₃), organske snovi (Org. s.), celokupnega ogjika (C), celokupnega dušika (N) in razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom (C_{org}/N) v talnih vzorcih

Plast	Globina (cm)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	CaCO ₃ (%)	Org. s. (%)	C (%)	N (%)	C _{org} /N
A _h	0 - 11	6,3	5,7	-	18,43	10,69	0,59	18
g ₁	11 - 30	6,6	5,7	-	2,51	1,45	0,14	10
g ₂	30 - 55	6,7	6,1	4,4	1,67	0,97	0,11	9

Preskrbljenosti tal z rastlinam dostopnimi kalijevimi ($\text{AL K}_2\text{O}$) in fosforjevimi ($\text{AL P}_2\text{O}_5$) spojinami (v g na kg tal) in njihova tekstura

Plast	AL- K_2O (mg/kg)	AL- P_2O_5 (mg/kg)	Glina %	Drobni melj %	Grobi melj %	Pesek %	Teksturni razred
A _h	100	90	-	-	-	-	-
g ₁	100	v sledovih	37,9	23,7	9,3	29,1	glinasta ilovica
g ₂	100	v sledovih	41,4	21,7	10,2	26,7	glina

Vsebnosti izmenljivih kalcijevih (Ca^{2+}), magnezijevih (Mg^{2+}), kalijevih (K^+), natrijevih (Na^+) in vodikovih (H^+) kationov, vsote izmenljivih bazičnih kationov (SumB) in kationske izmenjalne kapacitete (KIK), izražene v cmol^+/kg tal, stopnje nasičenosti tal z izmenljivimi bazami (V), izražene v odstotkih ter odstotni deleži izmenljivih kationov v izmenjavah za talne vzorce profila:

Plast	Ca	Mg	K	Na	H	SumB	KIK	V	%Ca	%Mg	%K	%Na	%H
A _h	24,1	2,1	0,3		14,0	26,5	40,5	65,4	59,5	5,2	0,7		34,6
g ₁	13,5	1,4	0,2		5,5	15,1	20,6	73,3	65,5	6,8	1,0		26,7
g ₂	13,1	1,4	0,4		4,0	14,9	18,9	78,8	69,3	7,4	2,1		21,1



Slika 1: Profil psevdogleja na laporju v dobju Kakovskega gozda je zelo hitro zalila zastojna voda (foto: M. Urbančič)



Slika 2: Marmoriranost talne plasti prikazuje, do kam občasno sega podtalnica (foto: M. Urbančič)



Slika 3: Profil močnega hipogleja v jelševju (foto: M. Urbančič)



Slika 4: Profil amfigleja v dobovju Krakovskega gozda (foto: M. Urbančič)



Slika 5: Združba doba in evropske gomoljčnice (*Pseudostellario-Quercetum*) v Krakovskem pragozdu (foto: M. Urbančič)



Slika 6: Prašičjereja v dobravi (foto: M. Urbančič)

OGLEJENA TLA

Opredelitev in razvrstitev:

Oglejena tla so opredeljena z glejevim G horizontom, ki ima znake redukcijskih in oksidacijskih procesov zaradi stalnih in/ali občasnih anareobnih razmer pod vplivom podtalnice in/ali poplavne vode.

V razred oglejenih tal (oz. gleja) razvrščamo pet tipov tal: semiglej, hipoglej, epiglej, amfiglej in šotni glej.

Kambična in izprana tla, ki so oglejena v spodnjem delu profila, vendar pod globino 70 cm, praviloma razvrščamo v oglejeno različico ali podtip. Po poreklu enako vrsto tal, ki je zaradi občasnega zadrževanja zelo nihajoče podtalnice močnejše oglejena (nad globino 70 cm, lahko tudi do površine tal), območje trajne podtalnice pa je globlje od enega metra, razvrščamo v talni tip pologlejenih tal oz. v *semiglej*. Tla na aluvialnih nanosih, ki smo jih že obravnavali v 4. delu Atlasa, pa na osnovi take oglejenosti razvrščamo v oblike zmerno do močno oglejenih obrečnih tal.

Za *hipoglej* je značilna trajna prekomerna namočenost (večinoma le spodnjega dela) tal zaradi podtalnice. Reduciran del glejevega horizonta G (oz. podhorizont G_r), ki leži v območju trajne podtalnice in je pretežno modrikaste, sivo modre, zelenkasto sive do sive barve, se (po opredelitvi) pojavlja v globinah nad 1 m. Nad G_r podhorizontom se praviloma pojavlja oksidiran del glejevega horizonta (podhorizont G_o), ki leži v območju nihanja višine podtalnice in v katerem prevladujejo rjasti madeži. Često med

njima ločimo še prehodno plast $G_{o,r}$ v kateri se podtalnica dolgo zadržuje in ima premešane značilnosti obeh podhorizontov.

Epiglej je tip tal, oglejen zaradi zastajanja poplavne vode v talnem profilu. Večinoma je močnejše oglejen v gornjem delu tal in ima hidromorfno varianto humusnoakumulativnega horizonta A_a .

Amfiglej je tip tal, zamočvirjen zaradi vplivov podtalnice in poplavne vode. Zato je praviloma močno oglejen v spodnjem (zaradi podtalnice) in v površinskem delu (zaradi zastajanja poplavne vode), v vmesnem delu pa je oglejenost manj intenzivna.

Oglejena tla, ki imajo v gornjem delu najmanj 10 do največ 30 cm debelo plast šote, razvrščamo v talni tip *šotni glej*. Večinoma imajo hipoglejne značilnosti.

Soznačnice in sorodne sistematske enote:

Razred glejnih tal se v opredelitvah dobro sklada z razredom glejev (*Gleye*) v avstrijski razvrstitvi tal (KILIAN 2002) in z mednarodno (FAO 1989, WRB 1998) višjo talno grupo „glejsoli“ (*Gleysols*).

Zgradba profila:

semiglej: O - A - (E) - B - G_o , O - A - G_o ;

hipoglej: O - A - G_o - G_r ;

epiglej: O - A_a - (G/E) - G - B,

amfiglej: O - A - G_o - G_r - (B) - G_o - G_r ;

šotni glej: O - T - G.

Značilnosti:

Poglejena tla (semiglej) so prekomerno mokra le zaradi občasnega zadrževanja podtalnice. Ob ugodnih razmerah in lastnostih (npr. kratko trajanje mokre faze, šibka oglejenost, evtričnost, globoka humoznost, ugodna (ilovnata) tekstura ipd.) so lahko prav dobre

Glej razvrščamo v naslednje nižje sistematske enote:

Podtip	Glej razvrščamo (po PRAVILNIKU 1984) v: – evtričen ($V < 50 \%$, $pH < 5$) – distričen ($V < 50 \%$, $pH < 5$)
Različica	Hipoglej razvrščamo (po PRAVILNIKU 1984) v: – šibki hipoglej (G_o se pojavlja v globinah od 50 do 70 cm) – zmerno močan (G_o 35 - 50 cm) – srednje močan (G_o 35 - 50 cm) – močan (G_r 25 - 50 cm) – zelo močan (G_r v globinah, manjših od 25 cm)
Oblika	Glej razvrščamo (po PRAVILNIKU 1984) v: – plitvo humozen (debelina A horiz. pod 25 cm) – srednje globoko humozen (debelina A horiz. 25 - 35 cm) – globoko humozen (debelina A horiz. nad 35 cm)

rodovitnosti in jih često porašča dobje.

Tudi šibki hipogleji so lahko dobre rodovitnosti. Močni hipogleji pa so zaradi dolgotrajne površinske zamočvirjenosti in visokega nivoja trajne podtalnice praviloma tako slabe rodovitnosti, da jih lahko porašča le tem razmeram prilagojeno črno jelševje, vrbovje ipd.

Če je epiglej poplavljen le kratek čas (praviloma spomladi in v jeseni), občasna prevelika mokrota ne vpliva mnogo na njegovo rodovitnost, če pa je poplavljen večino vegetacijske dobe, je lahko zelo slabe rodovitnosti.

Amfiglejna tla, zamočvirjena zaradi vplivov podtalnice in poplavne vode, imajo praviloma zelo neugodne vodno zračne in druge fizikalne lastnosti in so zelo slabe rodovitnosti, tako da jih porašča le jelševje in vrbe.

Šotni glej predstavlja prehod med mineranim glejem in šotnimi tlemi. Večinoma jih najdemo na robovih šotnih barij, kjer jih porašča npr. barjansko

smrekovje, rušje idr.

Razširjenost:

Oglejena tla najdemo predvsem v ravninskem in depresijskem svetu ob vodotokih. Večje površine zavzemajo ob Ledavi, Ščavnici, Pesnici, Polskavi, Ložnici, Sotli, na območju Ljubljanskega barja, Cerkniškega jezera in drugje. V njih vladajo močvirne, mokre do zmerno vlažne vodne razmere, kar je odvisno od oblike mikroliefja in drugih orografskih dejavnikov, režima podtalne in poplavne vode, fizikalnih lastnosti tal, podnebnih značilnosti idr. Porasča jih pestro gozdno rastje. To so logi in gozdovi vrb s topoli, črne jelše, ostroplodnega jesena in dolgopeceljatega brešta, doba in veza, doba in belega gabra idr. Največje sklenjeno gozdno območje z gleji je Krakovski gozd, kjer prevladujeta združbi doba z evropsko gomoljčnico ter belega gabra z evropsko gomoljčnico (*Pseudostellario-Quercetum roboris*, *Pseudostellario-Carpinetum betuli*).

Primer:

Opis talnega profila plitvo humoznega, močnega, evtričnega hipogleja (prirejeno po KALAN 1983).

Nahajališče: Črni log; N. v.: 160 m; Nagib: ravno; Relief: korito stare struge Ledave; Matična podlaga: rečne naplavine iz proda, peska in ilovice, ki ponekod prehaja v glino; Kamenitost: 0; Opis objekta: nasad črne jelše in jesena. Tla poraščajo različne vrste šašev (*Carex sp.*).

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke lastnosti plasti
O _l		Posamezno listje črne jelše ter odmrli ostanki zelišč
A _h	0 - 4	Drobljiv, drobno grudičast, zelo humozen, temno rjav, gosto prekoreninjen, biološko aktiven, z deževniki, odceden, jasno prehaja v oksidiran del glejevega horizonta.
G _o	4 - 33	Zgoščen, težko lomljiv v kepe, meljasto glinast, z rjastimi madeži na sivi podlagi, redko prekoreninjen, biološko malo aktiven, z redkimi deževniki, zelo slabo odceden, neizrazito prehaja v reducirani del glejevega horizonta.
G _r	33 - 65	Zgoščen, težko lomljiv v kepe, meljasto glinast, siv z zelo redkimi rjastimi pegami, s posameznimi koreninami, zelo slabo odceden, postopno prehaja v matično podlago.
C/G _r	pod 65 cm	Siv pesek

Analitski podatki za profil evtričnega hipogleja

Reakcije talnih plasti, določene v kalijevem kloridu (pH(KCl)), vsebnosti organske snovi (Org. s.) in celokupnega dušika (N), razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom (C_{org}/N) stopnje nasičenosti tal z izmenljivimi bazami (V), vsebnosti glin in njihova tekstura

Plast	Globina (cm)	pH (KCl)	Org. s. (%)	N (%)	C _{org} /N	V (%)	Glina %	Teksturni razred
A _h	0 - 4	4,5	11,89	0,55	13	60,5		
G _o	4 - 33	4,0	6,89	0,29	14	55,7	41,5	meljasta glina
G _r	33 - 65	4,1	2,06	0,11	11	68,7	46,4	meljasta glina



Slika 7: Visoko barje Šijec na Pokljuki (foto: Matej Rupel)



Slika 8: Barjansko smrekovje pri Osankarici na Pohorju (foto: Lado Kutnar)



Slika 9: Rekultisol Ljubljanske deponije komunalnih odpadkov "Barje" porašča trinajstletni topolov nasad (foto: Gregor Božič)



Slika 10: Počasna rast smrek na šotnem barju (foto: M. Urbančič)



Slika 11: Izvali drevja so na šotnem barju pogosti (foto: Matej Štalcer)



Slika 12: Profil šotnih tal na polžarici Ljubljanskega barja (foto: Lado Kutnar)



Slika 13: Ropanje šote iz Jurčevega šotišča, enkratnega ostanka visokega barja na Ljubljanskem barju (foto: Lado Kutnar)



Slika 14: Na rekultisolu opuščene deponije komunalnih odpadkov pri Duplici je osnovan parkovni nasad številnih drevesnih vrst (foto: M. Urbančič)

ŠOTNA TLA

Opredelitev in razvrstitev:

Šotna tla so predeljena s tem, da imajo več kot 30 cm debelo plast šote. Ta organski horizont T, ki vsebuje več kot 30 % organske snovi, nastaja s kopičenjem v razmerah prekomerne vlažnosti slabo razkrojenih do nerazkrojenih, ošotenelih rastlinskih ostankov. Na osnovi prevladujočih vzrokov za njihov nastanek ločimo (po PRUS 2003) tri tipe šotnih tal: šotna tla nizkega barja, šotna tla visokega barja in prehodna šotna tla.

Šotna tla nizkega barja

Njihov nastanek je vezan na konkavne reliefne oblike, v katerih voda stalno zastaja. Šotni horizonti so nastali pretežno iz ostankov šašev (*Carex spp.*), muncev (*Eriophorum spp.*), barskih trav (npr. trsta, modre stožke idr.), rogoza, ločja ter lesnatih rastlin (številnih grmovnih vrst, črne jelše, vrb idr.) in predvsem zaradi vplivov talne ali/in poplavne vode.

Šotna tla visokega barja oz. ombrogena šotna tla.

Šotna tla tega tipa nastanejo predvsem kot posledica intenzivne rasti in odmiranja mahov iz rodu *Sphagnum* ter kopičenja njihovih ostankov v razmerah hladnega in humidnega podnebja. Med pretežno mahovnimi ostanki so tudi ostanki lesnatih rastlin, v veliki meri iglavcev (smreke, rušja, rdečega bora). Njihov edini vir preskrbe z

vodo in s hranili so praviloma padavine in v njih raztopljene snovi.

Šotna tla prehodnega barja.

Ta so nastala kot kombinacija obeh predhodno opisanih tipov.

Soznačnice in sorodne sistematske enote:

Čirić (1984) imenuje šotna tla nizkih barij „bar(jan)ska nizko šotišče“ oz. „*planohistosol*“ ombrogena šotna tla „mahovo (dvignjeno) šotišče“ oz. „*acrohistosol*“, prehodna šotna tla pa „prehodno šotišče“ oz. „*plano-acrohistosol*“.

Razred šotnih tal je zajet v mednarodni (FAO 1989, WRB 1998) višji talni grupi „histosoli“ (*Histosols*). V avstrijski razvrstitvi tal (KILIAN 2002) je zajet v razredu šotnih in mineralnih barij (*Moor und Anmoor*).

V geografiji se beseda „mah“ uporablja tudi za visoko barje, v naravoslovju in v ljudski govorici pa za barje na splošno.

Zgradba profila: šotna tla s šotnim horizontom na glejevem horizontu: (O) - T - G; šotna tla s šotnim horizontom na zdrobljeni matični podlagi (npr. moreni): (O) - T - C; šotna tla s šotnim horizontom na polžarici (gyttji): (O) - (A) - T - Gy; ipd.

Značilnosti:

Na osnovi hidrologije lahko ločimo (po KLOSS & SIENKIEWICZ 1995, KUTNAR 2000) štiri osnove tipe barij: ombrogena (vodni režim je vezan le na

Šotna tla razvrščamo v naslednje nižje sistematske enote:

Podtip	Na osnovi debeline šotnega horizonta T v: – plitva (T hor. je debel 30 - 50 cm) – srednje globoka (T hor. je debel 50 cm - 100 cm) – globoka šotna tla (debeline T hor. > 1 m)
Različica	Na osnovi stopnje razkroja organskih ostankov v: – slabo humificirana (razkrojeno je manj kot tretjina mase, prevladuje fibrična oz. histična šotna plast T _n) – srednje humificirana (prevladuje hemična šotna plast T _{he}) – močno humificirana (razkrojeno je več kot tretjina mase, prevladuje saprična šotna plast T _s)
Oblika	Na osnovi oskrbljenosti s hranili (oz. stopnje nasičenosti z bazami) v: – oligotrofna oz. distrofna (zelo slabo preskrbljena s hranili) – mezotrofna šotna tla – eutrofna (zelo dobro preskrbljena s hranili oz. visoko nasičena z bazami)

atmosfersko vodo), topogena (preskrba z vlago in hranili s pobočno vodo z majhnim pretokom, akumucija drenažne vode), soligena (preskrba s talno vodo ali površinsko tekočo vodo) in fluvigena barja (preskrba s sezonskim poplavljanjem površin).

Nizka barja imajo razmeroma ravno površino, ki je praviloma v vplivnem območju podtalne ali/in poplavne vode. Zaradi teh vplivov imajo njihova šotna tla lahko zelo različne lastnosti. So lahko zadovoljivo do bogato oskrbljena s hranili, zelo kislá do alkalna, distrična do evtrična, šotni horizonti pa so zelo različno debeli ter različno humificirani in mineralizirani. Šotna plast lahko leži na glejnem horizontu ali/in na z organskimi snovmi bogatem blatu, kakršna sta šotni glen (gyttja) in gnijoča gez (oz. gnilež, sapropel).

Visoka (ombrogena) barja imajo večinoma gomilasto obliko, ker je njihova šotna plast praviloma najdebelejša v njihovem osrednjem delu. Šotna tla visokih barij so ekstremno oligotrofna oz. ombrotrofna. So zelo revno preskrbljena s hranili, zelo kislá, z zelo nizko vsebnostjo izmenljivih baz. Njihov šotni horizont je praviloma - vsaj v večjem delu barja - v zgornjem delu iz šibko razgrajenih ostankov šotnih mahov svetlo rumene barve (t.i. bela šota), ki je izven vpliva

podtalnice in ga namakajo le padavine. V spodnjem delu ga sestavljajo močnejše razkrojene šotne plasti temne barve (t. i. črna šota). Lahko leži na matični podlagi (npr. na moreni), na ostankih avtomorfnih tal (npr. podzolu), na glejevem horizontu idr.

Razširjenost:

Največje nižinsko barje s šoto je Ljubljansko barje. Nekdaj je bilo najjužnejše evropsko nižinsko visoko barje. Toda od nekdanih ok. 11000 ha šotnih površin, kjer je bila ponekod šota debela tudi do 8 m, se je na Barju ohranilo le še nekaj fragmentov z visokobarjanskimi šotnimi tlemi (skupno ok. 100 ha površin), ki jih poraščajo gozdički rdečega bora, breze, doba idr. Tak fragment je npr. Goriški mah pri Preserju, kjer od skupno 360 cm debele šotne pasti zgornjih 150 cm sestavljajo ombrotrofne rastlinske vrste (tudi *Sphagnum spp.*). Danes je zaradi osuševanja, rezanja šote, kmetijskih dejavnosti in drugih človekovih vplivov Ljubljansko barje toliko spremenjeno, da ga večinoma (npr. PRUS 2003, ČIRIČ 1984) uvrščajo v topogeno barje. Plasti šote, kolikor jih je še ostalo, ležijo na galertnih, karbonatnih glinastih in meljastih usedlinah (oz. jezerski kredi, gyttji), ki so po številnih polžjih hišicah dobile ime

Primer:

Opis talnega profila srednje globokih, srednje humificiranih, oligotrofnih šotnih tal (prirejeno po BOŽIČ & URBANČIČ 2001)

Nahajališče: rob visokega barja Šijec na Pokljuki; N. v.: 1200 m; Nagib: 0° Lega: ravno; Relief: valovit nanorelief; Matična podlaga: morena; Opis objekta: vrzelast, grmičast smrekov gozd zelo počasne rasti; Vegetacijski tip: barjansko smrekovje (*Sphagno girgensohnii-Piceetum*).

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke in kemične lastnosti plasti
O _{lf}	90 - 80	Okoli 1 dm debela, mehka, gobasta, vlažna do mokra plast iz fermentiranih ostankov šotnih mahov, brusnic, smrekovega opada idr., srednje do slabo prekoreninjena;
T ₁	80 - 50	Srednje močno razkrojena šota, mokra je pretežno zelo temne sivkasto rjave barve (10YR3/2). Vanjo sega malo korenin;
T ₂	50 - 20	Mehka, kompaktna, slabo razkrojena šota, v njej se še razločno vidi poreklo rastlinskih ostankov. Mokra je pretežno temne rdečkasto rjave barve (5YR3/2). Vanjo še segajo posamezne korenine.
T ₃	20 - 0	Mehka, kašasta, slabo razkrojena šota. Je mokra, črna (5YR2/1-2);
G _y	0 + 20	Zelo mehka, želatinasta, mokra, ilovnato glinasta, zelo temno rjava (10YR2/2-1) šotna gyttja.

Analitski podatki za profil šotnih tal

Reakcije talnih plasti, določene v vodi ($\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$) in v kalcijevem kloridu ($\text{pH}(\text{CaCl}_2)$), vsebnosti karbonatov (CaCO_3), organske snovi (Org. s.), celokupnega ogljika (C_{tot}), celokupnega dušika (N) ter razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom (C_{org}/N) v talnih vzorcih

Plast	Globina (cm)	pH (H_2O)	pH (CaCl_2)	CaCO_3 (g/kg)	Org. s. (g/kg)	C_{tot} (g/kg)	N (g/kg)	C_{org}/N
O_{lf}	90 - 80	3,70	2,68	0	503,4	292,0	7,6	38
T_1	80 - 50	3,85	3,18	0	479,6	278,2	11,1	25
T_2	50 - 20	3,64	2,88	0	588,9	341,6	10,0	34
T_3	20 - 0	3,73	2,92	0	797,8	462,8	14,5	32
G_y	0 + 20	3,75	3,00	0	579,4	336,1	14,2	24

Vsebnosti izmenljivih kalcijevih (Ca^{2+}), magnezijevih (Mg^{2+}), kalijevih (K^+), aluminijevih (Al^{3+}), železovih (Fe^{2+}), manganovih (Mn^{2+}) in vodikovih (H^+) kationov, vsote izmenljivih bazičnih (SumB) in kislih (SumA) kationov, kationske izmenjalne kapacitete (KIK), izražene v cmol^+/kg tal in stopnje nasičenosti tal z izmenljivimi bazami (V), izražene v odstotkih, za talni vzorec gytte:

Plast	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Al^{3+}	Fe^{3+}	Mn^{2+}	H^+	SumB	SumA	KIK	V
G_y	10,96	1,11	0,09	5,06	0,00	0,06	21,35	12,16	5,12	38,63	31,48

„polžarica“. Karbonati v podtalnici vplivajo tudi na šotne horizonte, tako da so kisli le tam, kjer je šota še dovolj debela.

Številna, toda površinsko razmeroma majhna visoka barja (in večina prehodnih šotnih barij) so se razvila v gorskem svetu Pokljuke, Jelovice, Karavank, Pohorja. Porašča jih ombrotrofna in

mrzliščna združba mahovnice in šotnih mahov (*Oxycocco-Sphagnetes*), predvsem na njihovih robovih, kjer so rastiščne razmere bolj ugodne, najdemo tudi barjanska smrekovja (*Sphagno girgensohnii-Piceetum s. lat.*) in/ali barjanska ruševja (*Sphagno-Pinetum mugo s. lat.*).

ANTROPOGENA TLA

Opredelitev in razvrstitev:

Tla, tudi gozdna, so marsikje na različne načine spremenjena zaradi človekovih vplivov. Razlikujemo antropogenizirana in antropogena tla. Antropogenizirana so tista tla, ki so zaradi človekovih posegov spremenjena le v gornjem delu do globine 35 (ali 50) cm, tako da imajo antropogeno spremenjen predvsem humusno akumulativni horizont, ki ga označujemo z A_p in prvotno vrsto tal lahko še prepoznamo. Taka so travniška, pašniška, plitveje obdelana njivska tla, tla z gozdnim rastlinstvom že zaraščenih ali

zaraščajočih se kmetijskih zemljišč, tla gozdnih drevesnic, pa tudi zaradi (škodljivih) odložen iz zraka ali voda degradirana, od človeka povzročenih požarov poškodovana, zaradi paše ali transporta stlačena gozdna tla idr. Antropogena tla pa imajo zaradi človekove dejavnosti močno ali popolnoma spremenjen ali na novo nastali antropogeni P horizont, debelejši od 35 (ali 50) cm. Razlikujemo naslednje tipe avtomorfnih antropogenih tal: rigolana tla (rigosol), ki so globoko obdelana (nad 50 cm) in sta (so) v P horizontu premešana dva ali več horizontov. To so tla globoko oranih njiv, vinogradov (vitisol) ter intenzivnih plantaž sadnega in drugega

drevja; vrtna tla (hortisol), ki imajo praviloma s humusom in hranili bogato oskrbljen P horizont, debelejši od 35 cm; tla deponij (deposol), ki so nastala na odlagališčih različnih odpadnih snovi, kot so jalovine, komunalni odpadki smeti, pepeli, gradbeni odpadki ipd. Deposole, ki so nastali iz odpadnih snovi, nanešenih z odpadnimi ali poplavnimi ali namakalnimi vodami, lahko uvrstimo v flotisol. Če so nastali iz zračnih tehnogenih nanosov, pa v aerosole (ali v aeropercipitat). Če pa so deponije rekultivirane npr. s tehnogenim nanosom plasti tal ali zaradi (biološke) samorekultivacije v naravnim podobna tla zaradi (samoniklega ali vnešenega) rastja, ta tla uvrščamo v rekultisole. Tla naseljenih območij lahko uvrstimo (po ANTONOVIĆ 1982) v urbasole. V hidromorfna antropogena tla razvrščamo: globoko obdelana, rigolana šotna tla (npr. na Ljubljanskem barju); hidromeliorirana tla, pri katerih se je zaradi človekovega osuševanja ali namakanja močno spremenil vodni režim in druge lastnosti tal; tla riževih polj, ki so v svetu zelo razširjena, idr.

Soznačnice in sorodne sistematske enote:

Razred antropogenih tal je večinoma zajet v mednarodni (WRB 1998) višji talni grupi „antrosoli“ (*Anthrosols*). Antrosoli morajo imeti vsaj 50 cm debel antropogen horizont. Razlikujemo: s hranili bogat, terični (*terric*), ki je nastal zaradi vnašanja gnoj, komposta, organskega blata; iragrični (*irragric*), ki je nastal pod vplivom namakanja; s humusom bogat, rušnat, plagični (*plaggic*); vrtni, hortični (*hortic*); preoran oglejeni, antrakvični (*anthraquic*) in obdelan močvirski, hidragični (*hydragric*) horizont. WRB klasifikacija tal omogoča tudi razvrščanje drugih vrst antropogenih in antropogeniziranih tal. Tako lahko npr. zaradi človekovih vplivov spremenjena surova tla uvrstimo, če vsebujejo zaradi človeka spremenjene (antropogeomorfne) talne snovi, v antropično, če vsebujejo več kot 35 prostorninskih % organskih odpadkov, v garbično in če vsebujejo več kot 35 prostorninskih % gradbenega krša in podobne odpadke, v urbično talno enoto (*lower level soil unit*) regosola (*Anthropic, Garbic, Urbic Regosols*). Antropogenizirana evtrična rjava tla, ki vsebujejo gradbene odpadke, lahko uvrstimo v talni podtip (*soil subunit*) *Urbi-Eutric Cambisols*, ipd.

Zgradba profila: antropogenizirana tla: (O) - Ap - (E) - B - CR; antropogena tla: P - C; ipd.

Značilnosti:

Antropogenizirana so npr. travniška, pašniška, plitveje obdelana njivska tla, tla z gozdnim rastlinstvom že zaraščenih ali zaraščajočih se kmetijskih zemljišč, tla gozdnih drevesnic, pa tudi zaradi (škodljivih) odložen iz zraka ali voda spremenjena, od človeka povzročenih požarov poškodovana, zaradi paše ali transporta stlačena gozdna tla idr. V gozdu so problem predvsem od človeka neposredno ali posredno povzročene degradacije in podobne spremembe tal zaradi erozije, zakisovanja, vnosov težkih kovin in drugih onesnažil v vodi in zraku, spiranja hranil, procesov eutrofikacije, zbivanja tal, itn. Antropogena tla večinoma leže izven gozda. Rigosoli in hortisoli so zaradi obdelovanja, gnojenja in drugih agrotehničnih ukrepov večinoma rodovitnejša od prvotnih tal. Deponije praviloma razvrednotijo okolje, v katerem leže, lahko pa nanj tudi drugače škodljivo vplivajo (onesnažujejo vodo, zrak ipd.).

Razširjenost:

Eno od najbolj škodljivih in obsežnih človekovih vplivov je onesnaževanje gozdov in njihovih tal. Viri onesnaževanja naših gozdov so urbana okolja, industrijski centri, energetske objekti, promet, intenzivno kmetijstvo, gospodinjstva in mala kurišča, t.i. daljinski prenos onesnaženega zraka prek meja države, idr. Večja t. i. „klasična lokalna onesnaževanja“ so predvsem v okolici termoeenergetskih objektov (npr. TE Šoštanj, TE Trbovlje) in industrijskih centrov kot so Celje, Maribor, Ljubljana, Mežica, Trst idr. V gozdovih leže številna divja odlagališča najrazličnejših odpadkov, na osnovi katerih je fitocenolog Igor Dakskobler (1986) opisal vrstno zelo bogato gozdno združbo (*Konzervo-Cunjetum polivinilietosum*), ki je v progresiji.

Primeri:

Opis talnega profila antropogeniziranih, srednje globokih, močno humificiranih, eutrofnih šotnih tal nizkega barja (prirejeno po URBANČIĆ 1990)

Nahajališče: Rakova jelša na Ljubljanskem barju; N. v.: 285 m; Nagib: 0-5° Lega: južna; Relief: valovit nanorelief s plitvimi kotanjami. Teren je nekoliko nagnjen proti Ljubljani; Matična podlaga: polžarica; Opis objekta: topolov nasad. Prvotno so rasla na teh hidromelioriranih zemljiščih jelševja in barjanski travniki, ki so dajali krmo slabe kvalitete.

Simbol plasti	Globina (cm)	Morfološke in kemične lastnosti plasti
A _p	0 - 20	Obdelan in pognojen humusno akumulativni horizont je bil drobljiv, drobno zrnast, suh do svež, sprstelinast, šotnega porekla, močno prekoreninjen, zelo temne sivkasto rjave barve (10YR3/2), zelo slabo kisel, dobro oskrbljen s hranili, visoko nasičen z izmenljivimi bazami.
AT _s	20 - 60	Je bila vlažna, iz močno razkrojene šote s primesjo glinaste ilovice, plastična, lepljiva, srednje močno prekoreninjena, zelo temno rjava (10YR2/2),
T _s G _y	60 - 90	Iz močno razkrojene šote in šotne gttje, mokra, mehka, brezstrukturna, temno siva (10YR4/1). Vanjo še segajo posamezne korenine preslic;
G _y	90 + 110	Zdrizasta, temno siva (10YR4/1), karbonatna šotna gytja

Analitski podatki za profil antropogeniziranih šotnih tal

Reakcije talnih plasti, določene v vodi (pH(H₂O)) in v 1M kalijevem kloridu (pH(KCl)), vsebnosti karbonatov (CaCO₃), organske snovi (Org. s.), celokupnega ogljika (C_{tot}), celokupnega dušika (N), razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom (C/N) ter po AL metodi določene količine rastlinam dostopnih kalijevih (K₂O) in fosforjevih (P₂O₅) snovi v talnih vzorcih

Plast	Globina (cm)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Ca-CO ₃ (%)	Org. s. (%)	N (%)	C/N	K ₂ O (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)
A _p	0 - 20	7,6	6,8	-	25,68	1,18	13	10	10
AT _s	20 - 60	7,2	6,5	-	29,68	1,16	15	12	3
T _s G _y	60 - 90	7,4	6,6	-	33,10	1,32	15	13	3
G _y	90 + 110	7,5	6,8	5,81	29,90	1,39	12	10	2

Vsebnosti izmenljivih kalcijevih (Ca²⁺), magnezijevih (Mg²⁺), kalijevih (K⁺), natrijevih (Na⁺) in vodikovih (H⁺) kationov, vsote izmenljivih bazičnih kationov (SumB) in kationske izmenjalne kapacitete (KIK), izražene v cmol⁺/kg tal, stopnje nasičenosti tal z izmenljivimi bazami (V), izražene v odstotkih ter odstotni deleži izmenljivih kationov v izmenjavah za talne vzorce profila:

Plast	Ca	Mg	K	Na	H	SumB	KIK	V	%Ca	%Mg	%K	%Na	%H
A _p	35,22	0,87	0,18	0,3	9,5	36,57	46,07	79,4	76,4	1,8	0,4	0,6	20,6
AT _s	43,07	7,71	0,20	0,3	7,0	51,28	58,28	88,0	73,9	13,2	0,3	0,5	12,0
T _s G _y	50,04	8,54	0,12	0,3	7,0	59,06	66,06	89,4	75,7	12,9	0,2	0,5	10,6

Povprečne, najmanjše in največje vsebnosti kovin v gozdnih tleh ter iglicah in listju gozdnega drevja na triinštiridesetih gozdarskih raziskovalnih ploskvah slovenske bioindikacijske 16 x 16 km mreže, vzorčenih leta 1994-95 ter območja, v katerih je zajetih 50 % vseh vrednosti na opazovalnih ploskvah. Prekoračene opozorilne in kritične (!) imisijske mejne vrednosti za ocenjevanje onesnaženosti tal so označene z odebeljenimi številkami (prirejeno po KALAN 1997).

GOZDNA TLA FOREST SOIL								
Kovina <i>Metal</i>	Organski sloj <i>Organic layer</i>				Mineralni sloj <i>Mineral layer</i>			
	Povpr. <i>Average</i>	Min. <i>Min</i>	Maks. <i>Max</i>	Območje <i>Range</i>	Povpr. <i>Average</i>	Min. <i>Min</i>	Maks. <i>Max</i>	Območje <i>Range</i>
Al (mg/kg)	8575	1345	30013	4035-11540	24176	4835	55176	16410-31523
Fe (mg/kg)	15402	1906	40145	7875-20177	51805	8141	108791	38990-61947
Mn (mg/kg)	1357	196	7249	541-1745	868	85	1966	398-1154
Cr (mg/kg)	17	<1	84	9-22	57	14	436!	26-59
Zn (mg/kg)	86	16	77	57-104	97	34	339	68-110
Pb (mg/kg)	66	11	611!	27-79	45	7	228	27-46
Cd (mg/kg)	1,4	0,3	4,1	0,5-1,9	1,2	<0,1	12,3!	0,2-1,6
GOZDNO DREVJE FOREST TREES								
Kovina <i>Metal</i>	Iglavci <i>Conifers</i>				Listavci <i>Broadleaves</i>			
	Povpr. <i>Average</i>	Min. <i>Min</i>	Maks. <i>Max</i>	Območje <i>Range</i>	Povpr. <i>Average</i>	Min. <i>Min</i>	Maks. <i>Max</i>	Območje <i>Range</i>
Al (mg/kg)	71	18	453	29-86	140	25	382	31-309
Fe (mg/kg)	42	21	73	35-47	90	55	117	74-116
Mn (mg/kg)	912	121	2218	397-1308	1443	400	2563	579-2368
Zn (mg/kg)	42	21	135	33-45	53	18	206	22-39
Pb (mg/kg)	1,1	0,3	6,9	0,7-1,2	1,1	0,5	2,7	06-1,5
Cd (mg/kg)	0,3	<0,1	1,1	0,1-0,5	0,1	<0,10	0,3	0,1-0,2

VIRI:

- ACCETTO, M., 1974. Združbi gabra in evropske gomoljčnice (*Pseudostellario-Carpinetum*) ter doba in evropske gomoljčnice (*Pseudostellario-Quercetum*) v Krakovskem gozdu. *Gozd. vestn.*, 1974, let. 32, št. 10, Ljubljana, s. 357-369.
- ACCETTO, M., 1995. *Pseudostellario-Quercetum roboris leucojetosum aestivi* subass. nova v Krakovskem gozdu = *Pseudostellario-Quercetum roboris leucojetosum aesti* subass. nova in Krakovski gozd. *Biol. vestn.*, 1995, letn. 40, št. 3/4, Ljubljana, s. 59-69.
- ANTONOVIC, M., G., 1982. Klasifikacija oštečenih zemljišta. *Zemljište i biljka*, Vol. 31, No. 3, Beograd, s. 365-375
- BOŽIČ, G., URBANČIČ, M., 2001. Influences of the soils on the morphological characteristics of an autochthonous Norway spruce on the Pokljuka plateau = Utjecaj tla na morfološka svojstva autohtone smreke poključke visoravni. *Glas. šumske pokuse*, 2001, vol. 38, Zagreb, s. 137-147
- ČIRIČ, M., 1984. Pedologija. SOUR "Svjetlost". Sarajevo, 312 s.
- DAKSKOBLER, I., 1986. Nova združba v slovenskem gozdnem prostoru (Konzervo-Cunjetum poliviniletosum). *Gozd. vestn.*, 1986, 44, št. 10, Ljubljana, s. 373-374.
- FAO, 1989. FAO/Unesco Soil Map of the world, Revised Legend. Reprinted as Technical Paper 20, ISRIC, Wageningen, 138 s.
- KALAN, J., 1983. Pedološke razmere na območju Zgornje mežiške doline. Elaborat. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 57 s.
- KALAN, P., 1997. Vsebnost kovin v gozdnih tleh ter iglicah in listju gozdnega drevja na ploskvah 16 X

- 16 KM mreže v Sloveniji = The metal content in forest soil, forest tree needles and leaves on plots in the 16 X 16 KM Slovenian forest network. V: ROBEK, Robert (ur.). *Proučevanje propadanja gozdov v Sloveniji v obdobju 1985-1995*, (Zbornik gozdarstva in lesarstva, Tematska številka, 52). Gozdarski inštitut: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 1997, Ljubljana, s. 351-364
- KILIAN, W., 2002. Schlüssel zur Bestimmung der Böden Österreichs. Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, 67, Dunaj, 96 s.
- KLOSS, M., SIENKIEWICZ, J., 1995. Hydrological mire types in the Polish lowlands and their vegetation. *Gunneria*, 70, Trondheim, s. 139-148
- KUTNAR, L., 2000. Vpliv okoljskih dejavnikov na biotsko raznovrstnost poključskih barjanskih smrekovij : doktorska disertacija = *The influence of environmental conditions on the biodiversity of the Poključka mire spruce community : dissertation thesis*. Ljubljana, 245 s.
- MARTINČIČ, A., 1987. Fragmenti visokega barja na Ljubljanskem barju. *Scopolia*, 1987, no. 14, Ljubljana, s. 1-53
- MUNSELL, 1990. Munsell soil color charts. Newburgh, New York, 20 s.
- PAVŠER, M., 1968. Tla gozdov Poključke in Mežakle. Elaborat. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 111 s.
- PRAVILNIK, 1984. Pravilnik za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. Pravilnik je bil objavljen v uradnem listu SRS, št. 36/84. Obvezno navodilo za izvajanje pravilnika za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. - Republiška geodetska uprava, Ljubljana, 62 s.
- PRUS, T., 1992. Razvrščanje tal/ klasifikacija. V: Jazbec R. in sod.: Raziskujmo življenje v tleh. Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana, s. 38 - 44.
- PRUS, T., 2003. Klasifikacija tal. Študijsko gradivo, Center za pedologijo, Odd. za agronomijo, BF, Ljubljana, [http://www/bf.uni-lj.si/cpvo/Novo/PDFs/KLASIFIKACIJA TAa.pdf](http://www/bf.uni-lj.si/cpvo/Novo/PDFs/KLASIFIKACIJA%20TaA.pdf)
- ROBIČ, D., ACCETTO, M., 2002. Pregled sintaksonomskega sistema gozdnega in obgozdnega rastlinja Slovenije.- Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete, Ljubljana, tipkopis, 18 s.
- STRITAR, A., 1990. Krajina, krajinski sistemi. Raba in varstvo tal v Sloveniji. Partizanska knjiga. Znanstveni tisk, Ljubljana, 173 s.
- ŠKORIČ, A., 1986. Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta, Zagreb, 172 s.
- URBANČIČ, M., 1990. Lastnosti tal na raziskovalni ploskvi za proučevanje plevelov in herbicidov v topolovem nasadu „Rakova jelša“. Pedološka ekspertiza. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 11 s.
- WRB, 1998. Key to the reference soil groups of the World Reference Base (WRB) for soil resources. - ISSS-ISRIC-FAO, Roma, 106 s. Lastnosti tal na raziskovalni ploskvi za proučevanje plevelov in herbicidov v topolovem nasadu „Rakova jelša“

GDK: 114:(253)

Atlas gozdnih tal Slovenije – 6. del

Forest Soil Atlas of Slovenia - Part VI

Lado KUTNAR*, Mihej URBANČIČ*, Primož SIMONČIČ*

Izvleček:

Kutnar, L., Urbančič, M., Simončič, P.: Atlas gozdnih tal - 6. del. Gozdarski vestnik 63/2005, št. 9. V slovenščini, z izvirnim v angleščini, cit. lit. 5. Prevod v angleščino: avtorji. Lektura angleškega besedila Jana Oštir.

V šestem delu Atlasa je prikazan ključ za določevanje talnih tipov slovenske razvrstitve gozdnih tal. Obravnavane so rastline kot nakazovalci talnih in drugih rastiščnih razmer. Z demonstracijskimi rastlinskimi vrstami sta prikazani Ellenbergova fitoindikacijska metoda in Koširjeva metoda vrednotenja rastiščnih dejavnikov z rastlinskimi nakazovalci. Atlas je namenjen tako gozdarjem kot raziskovalcem in lastnikom gozdov, da bi bolje poznali lastnosti, pomen in razširjenost gozdnih tal.

Ključne besede: razvrstitev tal, ključ talnih tipov, rastlinski nakazovalec, fitoindikacijska metoda

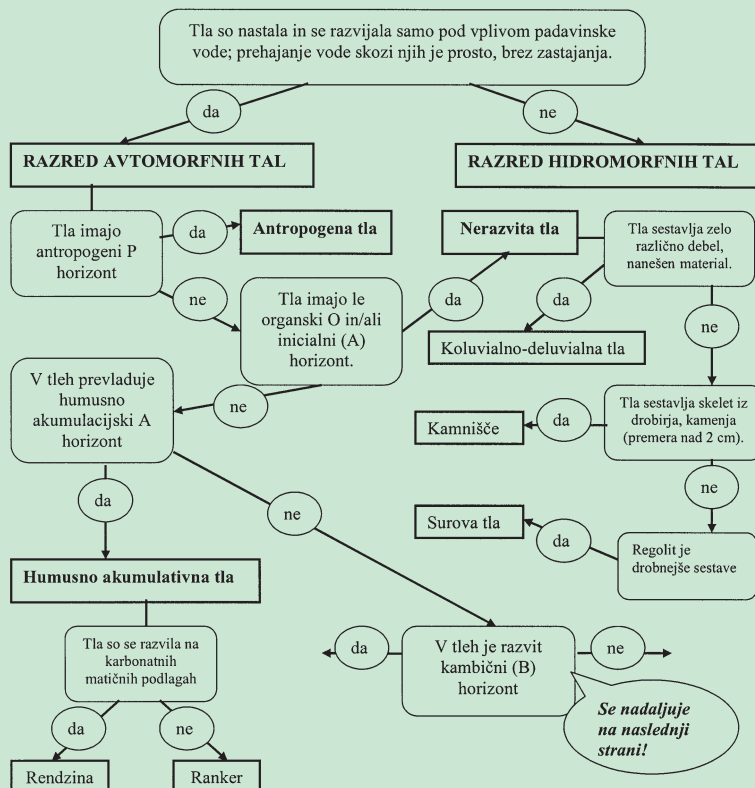
Abstract:

Kutnar, L., Urbančič, M., Simončič, P.: Forest Soil Atlas of Slovenia - Part VI. Gozdarski vestnik, Vol. 63/2005, No. 9. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 5. Translated into English by the authors. English language editing by Jana Oštir.

The sixth part of the Atlas gives the key for soil type definition relating to the Slovenian forest soil classification. Plants as indicators of soil and other site conditions are discussed. The Ellenberg phytosociological method and the Košir method of site factors evaluation with plant indicators are shown with the use of demonstration plants. The Atlas is designed for foresters, forest owners and researchers and will give them a better understanding of the properties, importance and distribution of forest soils.

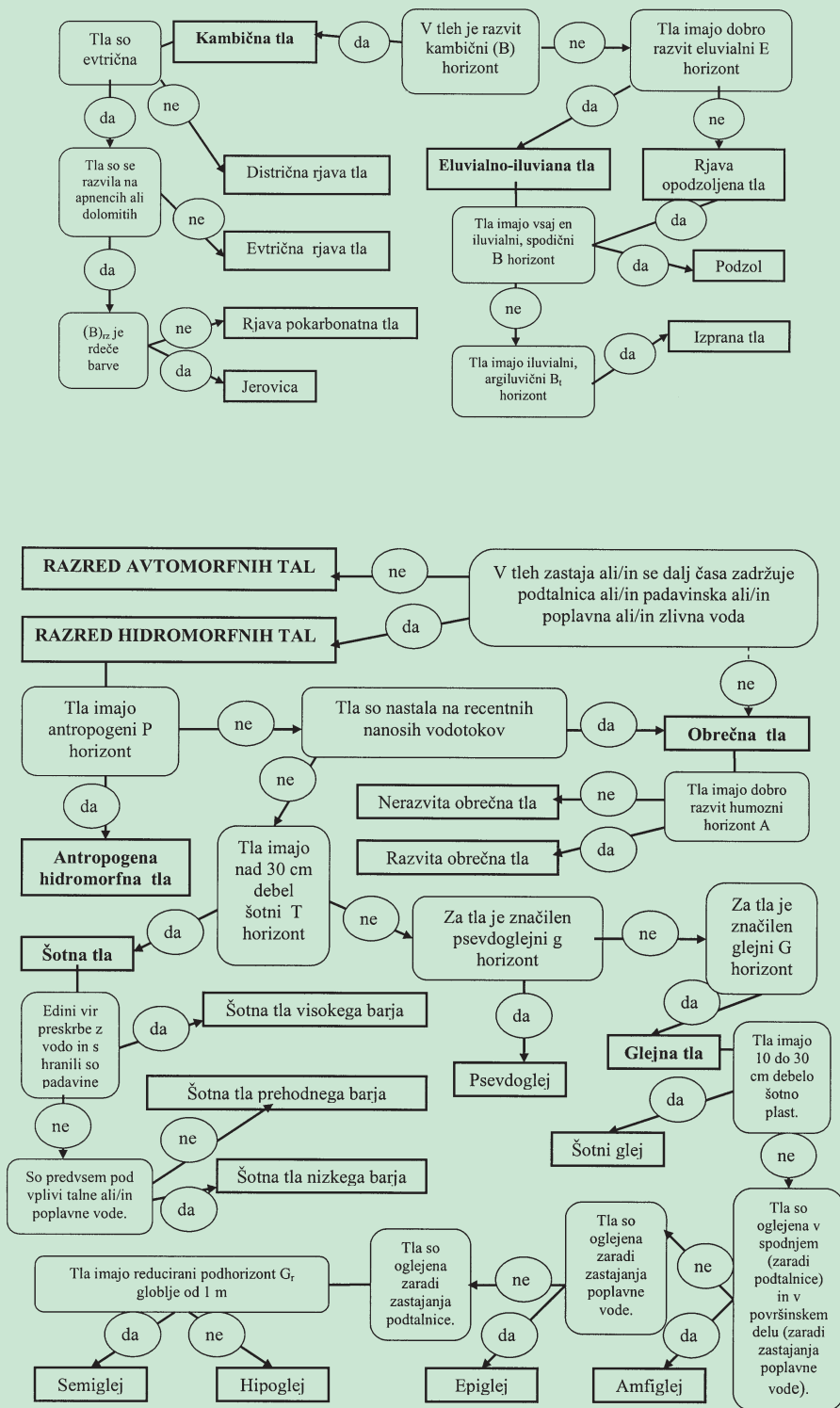
Key words: soil classification, key to soil types, plant as indicator, phytosociological method

8 KLJUČ ZA DOLOČEVANJE TALNIH TIPOV SLOVENSKE RAZVRSTITVE GOZDNIH



*Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

Nadaljevanje s prejšnje strani



9 RASTLINE KOT NAKAZOVALCI TALNIH IN DRUGIH RASTIŠČNIH RAZMER

Ob delu gozdarja v gozdu lahko že dobro opazovanje in poznavanje rastlinskih vrst daje pomembne informacije o rastiščnih razmerah in delovanju celotnega gozdnega ekosistema. Gozdna tla se med seboj razlikujejo po kemijskih in fizikalnih lastnostih. Hkrati pa se med seboj razlikujejo tudi po tem, kakšne rastline in rastlinske združbe jih poraščajo. Med lastnostmi tal in rastjem obstajajo bolj ali manj tesne povezave.

Pojavljanje rastlin na določenem mestu je lahko dober nakazovalec lastnosti tal ali značilnosti rastišča na sploh. Rastline, ki posredno s svojim pojavljanjem na določenem mestu kažejo na določene lastnosti okolja, imenujemo indikatorji (rastlinski bioindikatorji, fitoindikatorji, rastlinski nakazovalci). S pomočjo bioindikatorjev lahko razmeroma hitro in enostavno ocenimo stanje v okolju, ne da bi instrumentalno merili dejavnike okolja. Večjo informacijsko vrednost imajo rastline z ožjo ekološko nišo, ki se pojavljajo na ožjem območju določenega dejavnika (npr. v zelo sušnih, zelo vlažnih razmerah, na izrazito kislih, s hranili revnih tleh). Vrste, ki rastejo izključno ali pretežno na rastiščih s tlemi svojevrstnih morfoloških, fizikalnih, kemičnih, bioloških, vodno - zračnih in drugih lastnosti, imenujemo vezane rastline. Takim vrstam lahko pripišemo večjo nakazovalno vlogo glede na določen dejavnik oz. rastišče.

Rastline pritalne plasti gozda (zelišča, grmi) so praviloma boljši indikator razmer in sprememb v določenem ekosistemu kot vrste drevesne plasti, saj reagirajo relativno hitro na spremenjene okoljske dejavnike (s spremembami v vrstni sestavi ali deležu posameznih vrst).

Na pojavljanje rastlinskih vrst poleg abiotičnih dejavnikov rastišča (matične podlage, tal, podnebja, reliefa in časa) vplivajo tudi zapleteni medsebojni odnosi med rastlinami in z drugimi organizmi. Zaradi tega nam bolj zanesljivo informacijo o stanju okolja (npr. o lastnostih rastišč in tal) daje celotna skupina rastlin (tudi drugih organizmov), ki se hkrati pojavljajo na določenem mestu. Celotne populacije in rastlinske združbe (ali združbe organizmov) praviloma veliko bolje odražajo vse dejavnike okolja kot posamezne vrste, saj se rastiščni dejavniki v njih odsevajo kot integrirana celota. Skupina vrst veliko bolje nakazuje dejavnike okolja (rastiščne razmere) kot prevladujoča ali katera koli druga posamezna rastlinska vrsta. Če najdemo skupaj več rastlinskih vrst s podobnimi indikacijskimi lastnostmi, lahko z veliko gotovostjo sklepamo o rastiščnih razmerah v gozdu.

Rastlinska komponenta gozdnega ekosistema, ki jo označujemo kot rastlinsko združbo ali fitocenozo, praviloma predstavlja večino biomase tega ekosistema. Zaradi tega je gozdna fitocenosa pomemben vir informacij o dogajanjih v gozdu, še posebej o dejavniki, ki so vplivali na njen nastanek in/ali njen razvoj.

Vegetacijska sestava nosi pomembne informacije o gozdnih tleh in procesih v gozdnih biocenozah (ekosistemih). Na osnovi vegetacije sklepamo na določeno vrsto rastišča in prevladujoče okoljske dejavnike. Pri tem so nam v pomoč različne metode vrednotenja gozdnih fitocenoz in njihovih rastišč, ki temeljijo na ocenah ekološkega značaja rastlinskih vrst.

Osnovo za tovrstne metode predstavlja ekološko vrednotenje vsake posamezne vrste, ki naseljuje določeno rastišče. Rezultat vrednotenja je v rangih oz. številkah izražen odziv (vedenje, reagiranje) rastline glede na različne dejavnike okolja. S temi vrednostmi je označena ekološka niša posamezne vrste glede na obravnavane okoljske dejavnike. Števila, ki izražajo ekološko naravnost vsake posamezne rastline, so t. i. ekološke indikacijske (indikativne, nakazovalne) vrednosti.

Prvi, ki je opredelil odzivanje rastlin na relativni skali, je bil Iversen. Leta 1936 je določil indikacijske vrednosti rastlin glede na slanost (ELLENBERG et al. 1991).

Z indikacijskimi vrednostmi rastlin se je kasneje v evropskem prostoru ukvarjalo mnogo avtorjev: npr. Ambros (Češkoslovaška), Ellenberg s sodelavci (Nemčija), Ehrendorfer (Avstrija), Karrer (Avstrija), Landolt (Švica), Soó (Madžarska), Zólyomi s sodelavci (Madžarska). Pri nas je indikacijske vrednosti rastlin ocenjeval Živko Košir (1992).

Avtorji fitoindikacijskih metod ocenjujejo odzivnost rastlin na rastiščne dejavnike s števili oz. lestvicami, ki izražajo njihovo večjo ali manjšo navezanost na določene razmere (svetloba, toplota, vlažnost, količina snovi in drugi).

Indikacijske (indikativne) vrednosti rastlin predstavljajo kratke oznake ekološkega odzivanja vrst. To je opredelitev rastišča posamezne rastline ob upoštevanju vpliva konkurentov. Ker se v arealu razširjenosti določene vrste pojavljajo različni konkurenti, se v tem območju spreminja tudi njeno odzivanje na rastiščne razmere (ELLENBERG et al. 1991).

Vendar pa imajo fitoindikacijske metode ali metode ekološkega vrednotenja gozdnih fitocenoz in dejavnikov njihovih rastišč (npr. tal) tudi svoje pomanjkljivosti (KUTNAR 1997). Vse tovrstne metode so geografsko omejene, kar izhaja iz dejstva, da se fitoindikacijska vloga posamezne



Slika 1: Goli lepen (*Adenostyles glabra*) se pojavlja na rendzinah in rjavih pokarbonatnih tleh v visokogorskih in subalpskih gozdovih (foto: L. Kutnar)



Slika 2: Navadna smrdljivka oz. svinjska laknica (*Aposeris foetida*) je nezahtevna rastlina, ki se pojavlja v zelo različnih gozdovih. Ker se obilno pojavlja na zaraščenih pašniških površinah, je bila izbrana za značilnico drugotnega smrekovja (*Aposerido-Piceetum*) (foto: L. Kutnar)



Slika 3: Navadni kopitnik (*Asarum europaeum*) raste pretežno na dobro rodovitnih, evtričnih tleh, ki so se razvila na karbonatnih kamninah (foto: L. Kutnar)



Slika 4: Rebrenjača (*Blechnum spicant*) je značilnica za zelo kisloljubne bukove gozdove (*Blechno-Fagetum*) na svežih, distričnih tleh (foto: L. Kutnar)



Slika 5: Velecvetni čober (*Calamintha grandiflora*) se pojavlja od gorskega do subalpskega pasu na svežih, s humusom bogatih, evtričnih tleh (foto: L. Kutnar)



Slika 6: Navadno kalužnico (*Caltha palustris*) najdemo na bregovih vodotokov in na zamočvirjenih tleh (foto: L. Kutnar)



Slika 7: Deveterolistna konopnica (*Cardamine enneaphyllos*) raste predvsem v gorskem svetu, na svežih, humoznih, evtričnih tleh s karbonatno matično podlago (foto: L. Kutnar)



Slika 8: Damasonijevo (belo) naglavko (*Cephalanthera damasonium*) najdemo na slabše razvitih, sušnejših tleh na apnencu (foto: L. Kutnar)

rastline razlikuje znotraj območja (areala) njene razširjenosti. Poleg tega pa iste rastline v okviru istega geografskega območja lahko naseljujejo različne substrate (matične podlage), kar je lahko povezano tudi z drugačnimi dejavniki okolja (orografske in topografske značilnosti, tla, mikro in mezoklima) in s tem tudi z drugačno rastlinsko kombinacijo.

Zaradi tega se moramo pri uporabi teh metod dobro seznaniti, v katerem geografskem območju so nastale oz. za kakšno območje je zanesljivost večja. Poleg tega moramo vedeti, pod kakšnimi pogoji so metode dovolj zanesljive oz. ali so kakšne druge omejitve pri uporabi fitoindikacijskih metod. Pri tem se moramo dobro seznaniti tudi, na kakšen način so definirane indikacijske (nakazovalne) vrednosti rastlin (npr. ali lestvice jasno odražajo gradient vrednosti naraščanje določenega dejavnika, ali je lestvica indikacijskih vrednosti kako drugače zasnovana).

FITOINDIKACIJSKE METODE IN EKOLOŠKA OZNAKA RASTLINSKIH VRST

V tem poglavju sta predstavljeni dve različni metodi ekološkega vrednotenja vrst. Prva, ki je vseplošno najbolj poznana in največkrat uporabljena fitoindikacijska metoda v svetu, je Ellenbergova metoda (ELLENBERG et al. 1991). Nastala je v zahodnem delu Srednje Evrope.

Ellenbergova metoda ocenjevanja indikatorskih vrednosti rastlin glede na posamezni dejavnik daje vpogled v vedenje (reagirane na posamezne dejavnike okolja) rastlinskih vrst (*das Verhalten der Arten*) in tudi v povprečne ekološke razmere v združbi. Povprečne razmere v združbi predstavlja povprečje fitoindikacijskih vrednosti za vse rastline glede na določen dejavnik.

Koširjeva metoda (KOŠIR 1992) je nastala na osnovi dolgoletnih izkušenj avtorja pri prouče-

vanja gozdne vegetacije in rastišč v Sloveniji. Že leta 1975 je Košir predhodno predstavil metodo vrednotenja rastišč gozdnih združb po značaju vegetacije (gozdne združbe) v povezavi z drugimi dejavniki (substrat, orografija, kompleks klimatskih dejavnikov, talne razmere). Koširjevi metodi (1975, 1992) sta bolj gozdarsko aplikativno usmerjeni, saj vrednotita rastiščne dejavnike tako za oceno ekoloških razmer v združbi kot za oceno kvalitete rastišč.

Ellenbergova metoda (ELLENBERG et al. 1991) zajema 2.726 vrst praprotnic in semenk (brez vrst rodu *Rubus*). V vrednotenje so vključene rastlinske vrste tako gozdnih kot negozdnih fitocenoz, vključno z vegetacijo agrarnih kultur, vodnih in halogenih fitocenoz ipd. V posebnem poglavju je opredeljenih kar 216 vrst robid (*Rubus* sp.). Poleg tega pa je ocenjeno ekološko odzivanje številnih mahov iz 279 rodov in lišajev iz 148 rodov.

Metoda obravnava ekološke zahteve posameznih rastlin. Rastlinske vrste so po Ellenbergu opredeljene glede na naslednje ekološke dejavnike: svetlobne razmere (L), toplotne razmere (T), kontinentalnost (K), vlažnostne razmere (F), reakcijo tal (R), dušik v tleh (N), slanost tal (S) in odpornost na težke kovine (B,b). Poleg tega je opredeljena tudi življenjska oblika rastline (Leb.) in obstojnost listov (B) ter fitosociološka pripadnost rastline (Soz. Verh.). Ellenberg (ELLENBERG et al. 1991) opredeljuje rastline tudi glede na pogostnost in njihovo ogroženost (Häufigk.).

Ekološka reakcija rastlinskih vrst je ovrednotena v devetstopenjski lestvici. Stopnja 1 pomeni najmanjšo in stopnja 9 največjo mero določenega dejavnika. Lestvica za talno vlago je podaljšana na 12 stopenj (dodatne 3 stopnje za vodne rastline).

V predstaviteni preglednici so zajeti naslednji ekološki dejavniki:

1) SVETLOBNE RAZMERE (L = *Lichtzahl*) (v odnosu na relativno intenziteto svetlobe v poletnem času)

Indikacijska rednost	Svetlobne razmere
1	vrste povsem senčnih leg (pogosto sprejemajo manj kot 1 %, redko več kot 30 % polne dnevne svetlobe)
2	rastline med 1 in 3
3	senčne vrste
4	rastline med 3 in 5
5	polsenčne vrste (sprejemajo več kot 10 %, toda le izjemoma v polni dnevni svetlobi)
6	rastline med 5 in 7
7	polsvetlobne vrste
8	rastline med 7 in 9
9	vrste svetlobnih razmer (redko manj kot 50 % polne dnevne svetlobe)

2) TOPLOTNE RAZMERE (T = *Temperaturzahl*) (glede na vegetacijske cone in višinske pasove)

Indikacijska vrednost	Toplotne razmere
1	samo v mrzli klimi (borealni, arktični ali alpski pas)
2	rastline med 1 in 3
3	večinoma v hladni klimi (montanski ali subalpski pas)
4	rastline med 3 in 5
5	rastline zmerno toplega območja (večinoma v submontanskem pasu Sr. Evrope)
6	rastline med 5 in 7
7	večinoma v topli klimi (več ali manj redko v severnem delu Sr. Evrope)
8	rastline med 7 in 9
9	samo v zelo topli klimi (mediteranske vrste)

3) KONTINENTALNOST (K = *Kontinentalitätszahl*)

(v skladu s stopnjami kontinentalnosti s posebnim poudarkom na temperaturnem minimumu in maksimumu)

Indikacijska vrednost	Kontinentalnost
1	euoceanske vrste (dotika Sr. Evrope le na skrajnem zahodu)
2	oceanske vrste
3	med 2 in 4
4	suboceanske vrste (večinoma v celotni Sr. Evropi)
5	med 4 in 5
6	subkontinentalne vrste (večinoma v vzhodnem delu Sr. Evrope)
7	med 6 in 8
8	kontinentalne vrste (dotika le vzhodni del Sr. Evrope)
9	eukontinentalne vrste (le na posameznih mestih Sr. Evrope)

4) VLAŽNOST (F = *Feuchtzahl*) (pojavljanje v odnosu na vlažnost tal ali nivo vode)

Indikacijska vrednost	Vlažnostne razmere
1	na ekstremno suhih tleh (npr. na golih skalah)
2	med 1 in 3
3	na suhih tleh
4	med 3 in 5
5	na svežih tleh
6	med 5 in 7
7	na vlažnih tleh, ki se ne osušijo
8	med 7 in 9
9	na mokrih tleh (pogosto slabo zračna tla)
10	na občasno poplavljenih tleh
11	vodne rastline, ki imajo liste večinoma v kontaktu z atmosferskim zrakom
12	podvodne rastline, ki so večino časa v celoti pod vodo

5) REAKCIJA TAL (R = *Reaktionszahl*) (pojavljanje v odnosu na kislost tal)

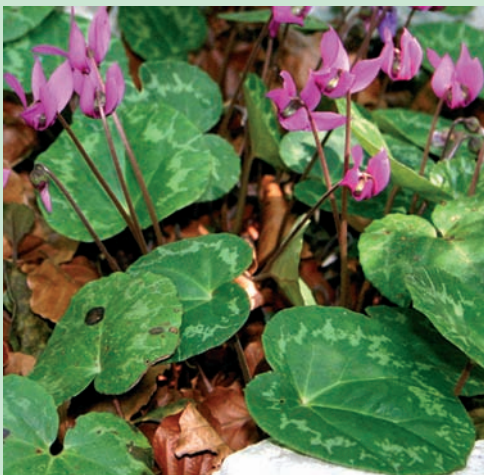
Indikacijska vrednost	Reakcija tal
1	samo na zelo kislih tleh
2	med 1 in 3
3	večinoma na kislih tleh
4	med 3 in 5
5	večinoma na slabo kislih tleh
6	med 5 in 7
7	večinoma na nevtralnih tleh, vendar tudi na kislih in alkalnih tleh
8	med 7 in 9
9	samo na nevtralnih ali alkalnih tleh

6) DUŠIK V TLEH (N = *Stickstoffzahl*) (pojavljanje v odnosu na preskrbo tal z dušikom)

Indikacijska vrednost	Preskrbljenost z dušikom
1	samo na tleh z zelo malo mineralnega dušika
2	med 1 in 3
3	večinoma na tleh z malo dušika
4	med 3 in 5
5	v tleh s povprečno vsebnostjo dušika
6	med 5 in 7
7	večinoma na tleh bogatih z mineralnim dušikom
8	indikator za dušik
9	samo v tleh bogatih z mineralnim dušikom (indikatorji onesaženja)



Slika 9: Navadni ruj (*Cotinus coggygria*) je značilna vrsta grmišč in svetlih gozdov skalnatega Krasa (foto: L. Kutnar)



Slika 10: Navadna ciklama (*Cyclamen purpurascens*) porašča sveža, humozna, evtrična tla, ki so se razvila na dolomitu in tudi na drugih karbonatnih kamninah (foto: L. Kutnar)



Slika 11: Navadna glistovnica (*Dryopteris filix-mas*) raste v vlagoljubnih gozdovih na tleh pretežno koluvalnega značaja (foto: L. Kutnar)



Slika 12: Močvirski tulipan ali močvirska logarica (*Fritillaria meleagris*) je zavarovana vrsta, ki živi na vlažnih do močvirnih rastiščih (foto: L. Kutnar)



Slika 13: Navadno tevje (*Hacquetia epipactis*) je značilnica predgorskih bukovih gozdov (*Hacquetio-Fagetum*), ki poraščajo predvsem rendzine in rjava pokarbonatna tla na dolomitih in tudi apnencih (foto: L. Kutnar)



Slika 14: Navadni jetrnik (*Hepatica nobilis*) porašča predvsem sveža, dobro rodovitna, humozna, evtrična tla na apnencu (foto: L. Kutnar)



Slika 15: Brezklaso lisičje (*Huperzia selago*) porašča predvsem humozna, distrična tla v iglastih gozdovih (foto: L. Kutnar)



Slika 16: Velecvetna mrtva kopriva (*Lamium orvala*) je značilnica gorskih bukovih gozdov (*Lamio-Fagetum*), ki poraščajo predvsem rendzine in rjava pokarbonatna tla na apnencih in dolomitih (foto: L. Kutnar)

Preglednica 1: Indikacijske vrednosti po Ellenbergu et al. (1991) za demonstracijske rastlinske vrste

	SVETLOBA	TOPLOTA	KONTINENTALNOST	VLAŽNOST	REAKCIJA TAL	DUŠIK V TLEH
navadni kopitnik (<i>Asarum europaeum</i>)	3	6	5	5	7	6
rebrenjača (<i>Blechnum spicant</i>)	3	x	2	6	2	3
jesenska vresa (<i>Calluna vulgaris</i>)	8	x	3	x	1	1
navadna kalužnica (<i>Caltha palustris</i>)	7	x	x	9	x	x
deveterolistna konopnica (<i>Cardamine (Dentaria) enneaphyllos</i>)	4	4	4	5	7	7
damasonijeva naglavka (<i>Cephalanthera damasonium</i>)	3	6	2	4	7	4
navadna ciklama (<i>Cyclamen purpurascens</i>)	4	6	4	5	9	5
navadna glistovnica (<i>Dryopteris filix-mas</i>)	3	x	3	5	5	6
močvirski tulipan (<i>Fritillaria meleagris</i>)	8	7	4	8	7	5
navadno tevje (<i>Hacquetia epipactis</i>)	?	?	?	?	?	?
velecvetna mrtva kopriva (<i>Lamium orvala</i>)	?	?	?	?	?	?
trpežna srebrenka (<i>Lunaria rediviva</i>)	4	5	4	6	7	8
spomladanska torilnica (<i>Omphalodes verna</i>)	4	6	4	5	7	6
lasasti kapičar (<i>Polytrichum formosum</i>)	4	2	5	6	2	?
črni bezeg (<i>Sambucus nigra</i>)	7	5	3	5	x	9
velika kopriva (<i>Urtica dioica</i>)	x	x	x	6	7	8
brusnica (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	5	x	5	4	2	1

? – rastlina ni bila ovrednotena;

x – rastlina se pojavlja v zelo različnih razmerah glede na določen dejavnik (rastlina ni indikator specifičnih razmer, je indiferentna glede na določeni dejavnik, npr. se pojavlja na sušnih in vlažnih tleh)

Izbrane (demonstracijske) vrste uvrščajo Ellenberg s sodelavci (1991) večinoma med senčne do polsenčne vrste. Po njihovi oceni se v izrazito svetlobnih razmerah pojavljata le jesenska vresa in močvirski tulipan.

Večina izbranih vrst se pojavlja v zelo različnih toplotnih razmerah (so zanje indiferentne). V bolj topli klimi se najpogosteje pojavlja močvirski

tulipan. Relativno mrzlo klimo pa nakazuje mah lasasti kapičar.

Med izbranimi rastlinami prevladujejo suboceanske vrste, ki jih običajno najdemo v celotni Srednji Evropi.

Večina izbranih vrst nakazuje povprečne vlažnostne razmere. Na izrazito mokrih tleh se pojavlja navadna kalužnica in v povpre-

čju malo manj mokrih tleh močvirski tulipan.

Indikatorji zelo kislih tal so jesenska vresa, rebrenjača, brusnica in lasasti kapičar. Karbonatna tla s pretežno nevtralnimi reakcijami pa nakazuje navadna ciklama.

Najbolj izraziti indikatorji velike vsebnosti dušika v tleh so črni bezeg, velika kopriva in trpežna srebrenka. Na praviloma z rastlinam dostopnim dušikom revnih tleh pa se pojavljata jesenska vresa in brusnica.

Metoda vrednotenja rastiščnih dejavnikov in relativne kvalitete rastišča po Koširju (1992) zajema 486 praprotnic in semenk ter 52 mahovnih vrst. Metoda oz. seznam rastlin je bil kasneje še dopolnjen in sedaj vključuje 761 rastlinskih vrst od tega 94 mahov in lišajev. V oceno so vključene pretežno rastlinske vrste naših najbolj razširjenih gozdnih združb.

Številne rastline so ocenjene ločeno po različnih rastlinskih kombinacijah, glede na različne matične substrate, tako da imamo na voljo precej večje število valorizacij (ovrednotenji) rastlinskih vrst (trenutno je vključenih kar 1.668 valorizacij rastlin s po šestimi ocenami za izbrane dejavnike).

Kvaliteta rastišča rastlinske vrste ni ocenjena po povprečnih rastiščnih razmerah v fitocenozi, temveč po razmerah v sinuzijah, kjer se optimalno uveljavljajo. Ker so podobne sinuzije lahko skupne več različnim fitocenozam, se tudi indikatorski pomen rastlinske vrste razširja na širši krog fitocenoze in gozdnih združb. Po drugi strani pa se ista rastlinska vrsta lahko pojavlja v različnih ekoloških razmerah tj. v različnih gozdnih združbah oz. v sestavi različnih rastlinskih kombinacij. Ker so valorizacijski koeficienti za rastlinsko vrsto ocenjeni po dejanskih rastiščnih dejavnikih, se lahko ekološka oznaka za isto rastlino na različnih rastiščih (npr. zaradi različnega matičnega substrata) precej razlikujejo.

Valorizacija gozdnih rastišč temelji na povezavi indikatorskega pomena rastlinskih vrst in kvalitete rastišč, ki jih naseljujejo. Za neposredno delo z gozdom moramo poznati za vsak gozdni sestoj ali gozdno fitocenozo njihove (njene) potenciale in značilnosti, ki so pomembne za ohranjanje stabilnosti in optimalno izkoriščanje njenega rastiščnega potenciala.

S pomočjo metode vrednotenja po Koširju (1992) obravnavamo realno vegetacijo. Celotna rastlinska kombinacija fitocenoze se pri vrednotenju uveljavi z upoštevanjem individualnega

indikatorskega pomena rastline in njenega deleža (njene pokrovnosti in številčnosti) v fitocenozi.

Pri valorizaciji fitocenoze dobimo odgovor o:

- izrazitosti posameznih dejavnikov v fitocenozi (iz deleža rastlinskih vrst po ekološkem pomenu) - s frekvenčno krivuljo, ki opredeljuje ekološko (ne)homogenost fitocenoze,
- ekološki spekter združbe po ekoloških skupinah rastlinskih vrst,
- pripadnost rastlinskih vrst fitocenološkemu sistemu in
- relativno boniteteto rastišča (z rastiščnim koeficientom R_k je ocenjena (lesno) proizvodna sposobnost rastišča).

Da bi dosegel povezavo med indikatorskim pomenom rastlinskih vrst in kvaliteto rastišč, je Košir (1992) vrednosti ekoloških dejavnikov razvrstil v kvalitetne stopnje in te z valorizacijskimi koeficienti ($V_{k_1}, V_{k_2}, \dots, V_{k_n}$) povezal v relativne odnose od najboljših proti najslabšim rastiščem oz. s stališča ekološke stabilnosti rastišča od optimalnih proti ekstremnim rastiščem. Z določitvijo kvalitetnih stopenj za ekološke parametre je opredelil številne možne kombinacije, ki nakazujejo kvaliteto rastišča rastlinskih vrst in preko njihove značilne rastlinske kombinacije na kvaliteto rastišč fitocenoze. Vsem tem kombinacijam med dejavniki in njihovimi kvalitetskimi stopnjami je skupno, da boljša kvalitetna stopnja v okviru vsakega dejavnika pomeni boljše rastiščne razmere v pogledu njegove proizvodne sposobnosti in obratno, slabša stopnja pomeni slabše rastišče.

Seštevek vseh šestih rastiščnih dejavnikov (petrografski substrat, kislost tal in oblika humusa, globina tal, skeletnost oz. kamenitost, stopnja vlažnosti rastišča, lokalne klimatske značilnosti) nam daje relativno kvaliteto rastišča (R_k) za posamezno rastlinsko vrsto. Za potrebe vrednotenja relativne bonitete rastišča fitocenoze se preko rastiščnega koeficienta rastlinske vrste (R_k) (tj. po indikativnem pomenu rastlinske vrste) povezujejo v obliki tehtanega povprečja v rastiščni koeficient (R_k) fitocenoze.

Zaradi obsežnosti obdelave valorizacijskih koeficientov je bila izdelana tudi računalniška aplikacija, ki omogoča lažjo, optimalnejšo uporabo te metode.

Razčlenitev ekoloških dejavnikov po kvalitetnih razredih po Koširju (1992) je naslednja:

(Glej stran 386)



Slika 17: Beli mah (*Leucobryum glaucum*) je vezan na zelo kislila, distrična tla kisloljubnih listnatih in iglastih gozdov ter resav (foto: L. Kutnar)



Slika 18: Brinolistni liščaj (*Lycopodium annotinum*) najdemo predvsem v kisloljubnih gorskih in visokogorskih gozdovih (foto: L. Kutnar)



Slika 19: Spomladanska torilnica (*Omphalodes verna*) je značilnica dinarskih jelovo-bukovih gozdov (*Omphalodofagetum*) (foto: L. Kutnar)

RASTIŠČNI KOEFICIENT RASTLINSKE VRSTE

Z rastiščnim koeficientom izrazimo relativno kvaliteto rastišča vsake rastlinske vrste. Rastiščni koeficient je seštevek valorizacijskih koeficientov vseh šestih rastiščnih dejavnikov. Seštevki se gibljejo od 6 do 66 (za mahove 4 do 46). Rastline rastišč



Slika 20: Lasasti kapičar (*Polytrichum formosum*) praviloma raste v obliki blazinic na vlažnih, distričnih tleh (foto: L. Kutnar)



Slika 21: Šotni mahovi (*Sphagnum* sp.) rastejo na različnih barjih in v vlažnejših gozdovih (foto: L. Kutnar)

z največjo proizvodno sposobnostjo (rastiščni koeficient 17) imajo seštevek od 6 - 8 (mahovi in lišaji od 4 - 6). Tako rastiščni koeficient pada do 0. Tej vrednosti pa ustreza seštevek od 60 - 66 (mahovi in lišaji od 43 - 46).

Rastiščni koeficient celotne fitocenozе je tehtana srednja vrednost rastiščnih koeficientov za posamezne rastline, pri čemer je utež koefici-

ent pokrovne vrednosti posameznih rastlinskih vrst. Koeficient pokrovne vrednosti po van der Maarel-u predstavlja modifikacijo pokrovne vrednosti, ki jo običajno ocenjujmo po metodi Braun-Blanqueta.

Največ valorizacijskih koeficientov izbranih vrst kaže na nevtrarno-alkalna tla (valorizacijska vrednost 5). Nakazovalke izrazito kislih tal (pH je lahko celo pod 3,5) so po Koširjevi oceni (1992) rebrenjača, jesenska vresa in brusnica.

Večina izbranih vrst najpogosteje raste na srednje globokih tleh (30 - 60 cm). Na zelo plitvih tleh (pod 15 cm) se običajno pojavlja trpežna srebrenka. Trpežna srebrenka je tudi rastlina skeletnih, peščenih tal z več kot 75 % deležem skeleta. Ta vrsta običajno nakazuje veliko skeletnost tal na različnih matičnih podlagah (K ali S). Velik delež skeleta v tleh običajno nakazuje tudi navadna kalužnica in navadni kopitnik (S). Zelo globoka tla (nad 100 cm) z zelo malo skeleta (pod 1 %) običajno porašča rebrenjača (K, NS) in jesenska vresa (K).

Na zelo mokrih rastiščih se pojavlja navadna kalužnica. Nekoliko manj mokra tla običajno porašča močvirski tulipan. Velika večina izbranih vrst porašča zmerno sveža do sveža tla. Zmerno suha rastišča pa pogosteje naseljujejo (po KOŠIR 1992) damasonijeva naglavka, brusnica, jesenska vresa (S) in lasasti kapičar (S).



Slika 22: Brusnica (*Vaccinium vitis-idaea*) je zimzeleni grmič, ki porašča zelo kisl, distrična tla (foto: L. Kutnar)

1) PETROGRAFSKI SUBSTRAT

Kvalit. stop.	Kamnina oz. preperina	Valoriz. koef. (V ₁)
I	<i>bogati in nevtralni silikati</i> (delež lahko preperljivih mineralov je večji od 7%)	1
II	<i>mešani substrati</i> , aluviji, deluvialne ilovice silikatnega zaledja ipd.	5
III	<i>kisli silikati</i> (delež preperljivih mineralov je od 3 - 7%)	7
IV	<i>apnenci</i> , laporni apnenci in apneni laporji (nad 50% CaCO ₃) in dolomitizirane oblike teh kamnin	9
V	<i>dolomiti</i> , dolomitni peski in <i>kisli sterilni silikati</i> z deležem zemljoalkalij, ki je pod 3 %	11
VI	<i>organska podlaga</i> (šota, lubje, odmrli lesni ostanki, štori,...)	13

2) KISLOST TAL IN OBLIKA HUMUSA

Kvalit. stop.	Kislost in oblika humusa	Valoriz. koef. (V ₂)
I	<i>zmerno kisl</i> a (pH ok. 5), sprsteni-nasta prhnina do boljša prhnina	1
II	<i>slabo kisl</i> a (pH pod 6), sprstenina (slabša)	3
III	<i>nevtralno-alkalna</i> (pH = 6,5 ali več), sprstenina	5
IV	<i>kislo</i> (pH nad 4,5), prhnina slabše biološko neugodne oblike; prašnata prhnina (v nižjih legah) ali s surovim humusom (v višjih legah)	9
V	<i>zelo kisl</i> o do <i>kislo</i> (pH pod 3,5), surov humus	13

3) GLOBINA TAL - SOLUM

Kvalit. stop.	Globina tal - solum	Valoriz. koef. (V ₃)
I	nad 100 cm - zelo globoka	1
II	60 - 100 cm - globoka	3
III	30 - 60 cm - srednje globoka	5
IV	15 - 30 cm - plitva	7
V	pod 15 cm - zelo plitva	9

4) SKELETNOST OZ. KAMENITOST

Kvalit. stop.	Delež skeleta v tleh (prostorski)	Valoriz. koef. (V ₄)
I	zelo slabo kamenito oz. peščeno (pod 1%)	1
II	slabo skeletno oz. peščeno (1 - 10%)	3
III	srednje kamenito oz. peščeno (10 - 30%)	5
IV	močno kamenito oz. peščeno (30 - 50%)	7
V	zelo močno kamenito oz. peščeno (50 - 75%)	9
VI	skeletna tla, pesek (nad 75%)	11

5) STOPNJA VLAŽNOSTI RASTIŠČA

Kvalit. stop.	Vlažnostne razmere	Ekološka skup.	Valoriz. koef. (V ₅)
VIII	<u>zelo suho</u> - suho (toplo)	Ia	13
V	<u>zmerno suho</u> (toplo)	Ib	7
II	zmerno sveže - <u>sveže</u>	II	3
I	zmerno sveže - zmerno <u>vlažno</u>	III	1
IV	pobočno <u>zelo vlažno</u>	IV	5
VI	menjajoče zelo vlažno in <u>zmerno mokro</u>	V	9
VII	mokro	VI	11

6) LOKALNO KLIMATSKE ZNAČILNOSTI

Kvalit. stop.	Lokalno klimatske značilnosti	Valoriz. koef. (V ₆)
I	višja zračna vlaga, umerjeno toplo, pogostejša megla v poletni vegetacijski periodi; ravnina do spodnje gorske stopnje:	1
	- hladne lege	3
	- tople lege	
II	sredogorje do montanske stopnje:	5
	- hladne vlažne lege, jarki ipd.	7
	- tople ali sušne in drenažne lege, grebenske lege	
III	hladne klima višjih nadmorskih višin (altimontanska, subalpinska stopnja, mrazišča)	9

Preglednica 2: Valorizacijski koeficienti po Koširju (1992) za demonstracijske rastlinske vrste

	OZNAKA SUBSTRATA	PETROGRAFSKI SUBSTRAT	KISILOST TAL	GLOBINA TAL	SKELETNOST TAL	VLAŽNOST RASTIŠČA	LOKAL. KLIMATSKE ZNAČILNOSTI	SKUPNA VSOTA KOEFICI- ENTOV	RASTIŠČNI KOEFICIENT
navadni kopitnik (<i>Asarum europaeum</i>)	K	9	5	5	7	3	3	32	9
	NS	1	5	3	9	1	1	20	13
	S	7	5	5	11	3	5	36	7
rebrenjača (<i>Blechnum spicant</i>)	K	9	13	1	1	1	1	26	11
	NS	1	13	1	1	1	1	18	13
	S	7	13	5	7	1	1	34	8
jesenska vresa (<i>Calluna vulgaris</i>)	K	9	13	1	1	3	3	30	9
	S	7	13	7	7	7	7	48	3
navadna kalužnica (<i>Caltha palustris</i>)	K-S	5	5	7	11	11	1	40	6
deveterolistna konopnica (<i>Cardamine (Dentaria) enneaphyllos</i>)	K	9	5	5	9	3	5	36	7
	NS	1	5	3	9	3	5	26	11
damasonijeva naglavka (<i>Cephalanthera damasonium</i>)	K	9	5	5	7	7	7	40	6
navadna ciklama (<i>Cyclamen purpurascens</i>)	D	11	5	5	7	3	5	36	7
	NS	1	5	7	9	3	5	30	9
navadna glistovnica (<i>Dryopteris filix-mas</i>)	K	9	1	5	5	3	5	28	10
	NS	1	1	5	7	3	5	22	12
	S	7	1	5	7	3	5	28	10
močvirski tulipan (<i>Fritillaria meleagris</i>) *	K-S	5	5	3	3	9	1	26	11
navadno tevje (<i>Hacquetia epipactis</i>)	D	11	3	5	5	3	3	30	9
	K9	9	3	7	9	3	9	40	6
	NS	1	3	5	9	3	3	24	11
velecvetna mrtva kopriva (<i>Lamium orvala</i>)	K	9	5	5	9	5	5	38	7
	NS	1	5	3	9	5	3	26	11
trpežna srebrenka (<i>Lunaria rediviva</i>)	K	9	5	9	11	5	5	44	5
	S	7	5	7	11	5	5	40	6
spomladanska torilnica (<i>Omphalodes verna</i>)	K	9	3	3	1	3	5	24	11
lasasti kapičar (<i>Polytrichum formosum</i>)	K	9	1	0	0	3	7	20	10
	S	7	1	0	0	7	7	22	10
črni bezeg (<i>Sambucus nigra</i>)	K	9	5	5	7	5	5	36	7
	NS	1	5	1	7	5	5	24	11
velika kopriva (<i>Urtica dioica</i>)	K	9	5	5	7	1	5	32	9
brusnica (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	O	13	13	5	9	7	9	56	1
	S	7	13	5	7	7	9	48	3

* – Vrsta ni bila ovrednotena pred objavo metode v l. 1992, ovrednotena in vnesena v banko podatkov je bila ob pripravi tega prispevka.

Oznaka substrata: NS – silikatne kamnine z velikim deležem lahko preperljivih silikatov; S – silikatne kamnine z manjšim deležem lahko preperljivih silikatov; K-S – mešani substrati, naplavine; K – karbonatna podlaga; K9 – karbonatna podlaga v visokogorski stopnji; D – dolomit; O – organska podlaga.

Za večino izbranih vrst je značilno pojavljanje v hladnih, vlažnih legah v sredogorju.

Po Koširjevi oceni največjo proizvodno sposobnost rastišča med izbranimi vrstami nakazujejo navadni kopitnik (NS), rebrenjača (NS) in navadna glistovnica (NS). Najmanjše rastiščne koeficiente pa je ocenil za brusnico in jesensko vreso (S).

Ellenbergova (1991) in Koširjeva (1992) metoda sta deloma primerljivi v pogledu izbora ekoloških dejavnikov (npr. vlažnost, reakcija tal) za vrednotenje indikacijskega pomena rastlinskih vrst. Pod določenimi pogoji dajeta metodi primerljive rezultate in se lahko v veliki meri tudi dopolnjujeta.

VIRI:

- ELLENBERGER, H. / WEBER, E. H. / DÜLL / WITRH, V. / WERNER, W. / PAULISSEN, D., 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scripta Geobotanica, 18, Erich Goltze Kg, Göttingen, 248 s.
- KOŠIR, Ž., 1975. Gozdarstvo : vrednotenje gozdnega

prostora po varovalnem in lesno-proizvodnem pomenu na osnovi naravnih razmer.- Zavod SR Slovenije za družbeno planiranje, Področje za prostorsko planiranje, Ljubljana, 133 s.

KOŠIR, Ž., 1992. Vrednotenje proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč in ekološkega značaja fitocenoz. - Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, Ljubljana, 58 s.

KUTNAR, L., 1997. Primerjava vrednotenja lastnosti gozdnih fitocenoz in njihovih rastišč na primeru Landolta (1977), Ellenberga et al. (1991) in Koširja (1992). - Magistrsko delo, BF Oddelek za biologijo, Ljubljana, 125 s.

LANDOLT, E., 1977. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. - Geobotanischen Institut der Eidg. Techn. Hochschule, 64 Heft, Zürich, 208 s.

Zahvala

Zahvaljujemo se višjemu predavatelju mag. Tomažu Prusu za recenzije vseh dosedanjih šestih delov Atlasa gozdnih tal in dr. Živku Koširju za pomembna vsebinska dopolnila prispevka.

GDK: 114:(253)

Atlas gozdnih tal Slovenije – 7. del

Forest Soil Atlas of Slovenia – Part VII

Tomaž PRUS¹, Primož SIMONČIČ², Mihej URBANČIČ³

Izvleček:

Prus, T., Urbančič, M., Simončič, P.: Atlas gozdnih tal - 7. del. Gozdarski vestnik 63/2005, št. 10. V slovenščini, z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 35. Prevod v angleščino: avtorji. Lektura angleškega besedila: Jana Oštir.

V zadnjem (sedmem) delu Atlasa so na kratko opisane pomembnejše kemijske lastnosti tal. Prikazani so nekateri razredi za vrednotenje opisanih talnih parametrov. Obravnavane so značilnosti pedološke karte Slovenije merila 1: 25000. Pedološka karta je dokument, s katerim prenašamo znanje o tleh med raziskovalci, strokami ter med stroko in družbo. Pedološka karta je v razmerah povečanega znanja, tehnoloških možnosti in zahtev po podatkih prerasla v talni informacijski sistem, ki deluje na modelno-operativni ravni na Biotehniški fakulteti, Centru za pedologijo in varstvo okolja. Kljub temu, da so v številnih evropskih državah podobni sistemi del državno administrativnih služb, pa v Republiki Sloveniji ni ministrstva, ki bi sistematsko skrbelo za njegovo vzdrževanje.

Ključne besede: kemijske lastnosti tal, parametrski razred, pedološka karta, talni informacijski sistem

Abstract:

Prus, T., Simončič, P., Urbančič, M.: Forest Soil Atlas of Slovenia - Part VII. Gozdarski vestnik, Vol. 63/2005, No. 10. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 35. Translated into English by the authors. English language editing by Jana Oštir.

The last (seventh) part of the Atlas gives a short description of some of the more important chemical properties of soils. Certain classes used for the evaluation of the described soil parameters are shown. The characteristics of the Soil map of Slovenia, at scale 1: 25000, are treated. A soil map is a document designed for transfer of knowledge among researchers, professions and between the profession and the community. Due to the development of knowledge, technological feasibilities and data demand such a soil map developed into a soil information system, which operates on a model and research level at the Biotechnical Faculty, within the Centre for soil and environmental science. In spite of the fact that in numerous European countries similar systems are a part of the state administration services, none of the ministries of the Republic of Slovenia systematically cover the maintenance of the system.

Key words: soil chemical properties, parametric class, soil map, soil information system

10 KEMIJSKE LASTNOSTI TAL

Analizni podatki o kemičnih lastnostih tal (in/ali rastlinskih asimilacijskih tkiv) so praviloma podlaga za oceno rodovitnosti tal oziroma njihove primernosti za rast in razvoj gozdnega drevja in drugega rastja in/ali za druge namene (npr.: njihovo razvrščanje, stopnje degradacije tal, ugotavljanje onesnaženosti idr.). Pri njihovem vrednotenju uporabljamo (različne) razrede primernosti in/ali vsebnosti, pri tem pa se zavedamo in skušamo upoštevati, da je npr. dostopnost mineralnih hranil odvisna tudi od drugih, večinoma nemerjenih kemičnih, fizikalnih in bioloških lastnosti tal ter njihovih interakcij. Od deleža gline in organske snovi v tleh je npr. odvisna razpoložljivost hranil v obliki kationov (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , NH_4^{+}), medtem ko Fe, Al in Ca oksidi vplivajo na dostopnost relativno

imobilnih anionov (PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , idr.). Topnost večine mikrohranil v tleh pa je odvisna od reakcije tal in vsebnosti organske snovi.

REAKCIJE TAL

Reakcija tal vpliva na številne lastnosti tal in pojave v tleh, kot so biološka aktivnost, humifikacija organskih snovi, dostopnost posameznih hranil in podobno. Reakcije tal so opredeljene s

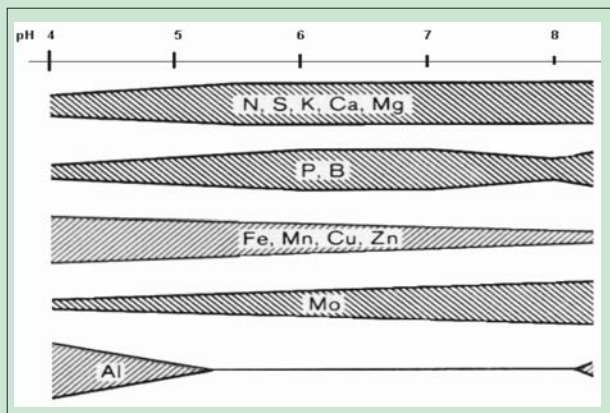
¹ mag. T. P., univ. dipl. inž. gozd., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

² dr. P. S., univ. dipl. inž. les., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

³ M. U., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

Preglednica 1: Razredi reakcij tal po Pravilniku (1984)

Reakcija tal je:	zelo kisla	srednje kisla	slabo kisla	nevtralna	alkalna
Pri vrednostih pH:	$\leq 4,5$	4,6 - 5,5	5,6 - 6,5	6,6 - 7,2	7,3 - 8,0



Graf 1: Dostopnosti hranil glede na pH vrednost tal (prilagojeno po FINCK 1991)

koncentracijo hidronijevih ionov (H_3O^+) v talni raztopini, ki jo izražamo s pH vrednostmi. Na sliki 1 so prikazane dostopnosti hranil za večino rastlin pri različnih pH vrednostih tal. Optimalna pH vrednost tal se razlikuje glede na teksturo tal in potrebe rastlinske vrste (za bukev veljajo za optimalne vrednosti pH od 5 do 6, za jesen, javor, lipo, jelšo, topol vrednosti pH med 5,5 in 6,5, za smreko med 4,5 in 5,5 itd).

Če so tla lažja in imajo več humusa, je optimalna reakcija tal praviloma nižja. Vrednosti pH (H_2O) so merjene v vodni suspenziji tal, v kateri določamo aktivno kislost tal (ta zajema samo koncentracijo vodikovih ionov v talni raztopini). Potencialna kislost poleg vodikovih ionov v talni suspenziji zajema tudi ione, ki so adsorptivno vezani na talne koloide.

Preglednica 2: Območja vrednosti kationskih izmenjalnih kapacitet za različne vrste talnih koloidov

Sorptivni del tal	Kationska izmenjalna kapaciteta (mmol/100 g tal)
humus	100 - 300
vermikulit	80 - 150
montmorillonit	60 - 100
illit	25 - 40
kaolinit	3 - 15
seskvioksidi	0 - 3

Zato so vrednosti pH pri potencialni kislosti praviloma nižje kot pri aktivni kislosti. Izmenljivo potencialno kislost tal izmerimo s pomočjo raztopin nevtralnih soli, npr. z 0,01 M raztopino kalcijevega klorida ($CaCl_2$).

SORPTIVNA SPOSOBNOST TAL

Na razpoložljivost hranil v tleh rastlinam vpliva tudi sorptivna sposobnost tal, t.j. vezava kationov in anionov na površino talnih organskih (humusne snovi) in mineralnih (gline, Al, Fe, Mn hidroksidi in oksidi) koloidov, ker se sorbirani ioni lahko ponovno sprostijo

oziroma zamenjajo (substituira) z drugimi ioni. Talni koloidi so večinoma negativno naelektreni in zato sposobni, da vežejo in izmenjujejo katione v talni raztopini. V pedološkem laboratoriju se tlem določajo vsebnosti izmenljivih t.i. bazičnih (kalcijevih, magnezijevih, kalijevih, natrijevih) kationov in vsebnosti izmenljivih t.i. kislih (vodikovih, aluminijevih, železovih, manganovih) kationov. Vsota vseh izmenljivih (bazičnih in kislih) kationov predstavlja vrednost kationske izmenjalne kapacitete tal (ki jo označujemo s kratico KIK; ali CEC = *cation exchange capacity*, ali vrednost T). V odstotkih izraženo razmerje med vsoto izmenljivih bazičnih kationov in vrednostjo kationske izmenjalne kapacitete imenujemo stopnja nasičenosti tal z izmenljivimi bazami (to vrednost označujemo z V, ali BS, ali BSat = *exchangeable base saturation*). Tla, ki imajo stopnjo nasičenosti z izmenljivimi bazami (vsaj v globini 20 do 50 cm pod površjem) manjšo od 50 %, razvrščamo v s hranili praviloma revna, **distrična** tla. Tla, ki imajo (vsaj v tej globini) to stopnjo večjo od 50 % in niso karbonatna, pa razvrščamo v s hranili praviloma bogatejša, **evtrična** tla.

Posledica sorptivnih lasnosti tal sta puferska in filterska sposobnost tal, KIK in V pa sta dobra indikatorja rodovitnosti in stopnje razvoja tal.

PUFERSKA SPOSOBNOST TAL

Z uravnoteženo proizvodnjo in porabo protonov so v gozdu dani ugodni pogoji za rast rastlin. Če se v tleh zaradi različnih procesov začnejo razmere spreminjati (npr. zaradi kopičenja opada v monokulturah, vnosov onesnažil v gozd idr.) se začne spreminjati tudi zmeraj dinamično ravnotežno stanje. Spremembe v tleh sledijo Le Chatelierovemu načelu najmanjšega odpora, ko s spreminjanjem zunanjih pogojev vsiljujemo spremembe v sistem, ki je v ravnotežju. Ravnotežje se premakne v tisto smer, ki spremembo izravnava (BINKLEY s sod. 1989). V primeru povečanja koncentracije H^+ in ostalih ionov v talni raztopini se ti ioni lahko vežejo na koloidne delce tal. Kateri ioni se bodo vezali in kateri bodo izrinjeni s površine koloidnih delcev tal, pa je odvisno od njihove koncentracije v talni raztopini, oksidacijskega števila, velikosti hidratacijskega ovoja, vrste tal (ČIRIČ 1984, ULRICH 1986, STRITAR 1991). Koncentracija H^+ ionov, predvsem v krajših obdobjih, vpliva na procese, ki uravnavajo koncentracijo ionov v talnih raztopinah, v daljših časovnih obdobjih pa je koncentracija H^+ ionov odvisna od skupne vsebnosti ionov, ki so v tleh (BINKLEY s sod. 1989). Po Binkleyu je razumevanje H^+ ciklusa in izračun bilance kroženja, vnosa in iznosa H^+ ionov v gozdnem ekosistemu nujno potrebno, če želimo oceniti učinke potencialnih sprememb v talni reakciji, ki jo lahko povzročijo različni vzroki. B. Ulrich je glede na pH vrednost opisal pet pufer-nih območij gozdnih tal: karbonatno, silikatno, izmenjalno, aluminijevo in železovo (ULRICH 1983). V karbonatnem izravnalnem območju (pH 8 – 6.2) se kisline nevtralizirajo s $CaCO_3$, nastali $Ca(HCO_3)_2$ se z odcedno vodo izpira s tal. V silikatnem izravnalnem območju (pH 6.2 – 5.0)

se kisline nevtralizirajo s sprostitvijo alkalnih in zemeljskoalkalnih ionov (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) iz primarnih silikatov. V izmenjalnem izravnalnem območju (pH 5.0 – 4.2) se kisline nevtralizirajo s sproščenimi aluminijevimi ioni iz mineralov glin in drugih primarnih silikatov. V aluminijevem izravnalnem območju (pH 4.2 – 3.8) se kisline nevtralizirajo s sprostitvijo Al^{3+} ionov iz mineralov glin in iz aluminijevih hidroksi kationov. V tem območju se proces nitrifikacije zmanjša ali prekine, acidofilnim rastlinam se poškodujejo korenine. Toksično delovanje aluminija ni toliko odvisno od njegove koncentracije kot od pH vrednosti talne raztopine, oblike aluminija (Al^{3+} , $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_2^+$ itn.) in razmerja Ca / Al . Povečana koncentracija aluminija v talni raztopini vpliva na slabši sprejem kalcija prek koreninskih laskov in mikorize (SHORTLE / SMITH 1988).

HUMUS V TLEH

V organskih horizontih tal so biokemični in kemični procesi večinoma najbolj intenzivni in imajo često odločilen vpliv na stopnjo in smer ostalih talnih procesov. Razkroj odmrle organske snovi (opada listov, iglic, vejic, storžev, mrtvega lesa padlih debel, odlomljenih vej, odmrlih organizmov, korenin itd.) poteka kot posledica delovanja večinoma drobnih tanih organizmov (edafona). Pri tem se del odmrle organske snovi mineralizira (v CO_2 , NH_4^+ , NO_2^- , PO_4^{3-} in druge rudninske snovi), del pa se predeluje v procesu humifikacije v bolj obstojno organsko snov - humus, ki je rjave do črne barve in ga sestavljajo fulvo in huminske kisline ter humin.

Od vsebnosti organske snovi in oblike humusa so odvisne tako kemične kot fizikalne in biološke lastnosti tal. Podatke o odstotnih deležih (nežive) organske snovi v vzorcih tal (lahko) ocenjujemo po razredih vsebnosti

Preglednica 3: Meje razredov za vrednotenje reakcij tal (pH), vsebnosti organskega ogljika (C_{org}), celokupnega dušika (N_{tot}), njunih razmerij (C_{org}/N_{tot}), vsebnosti celokupnega fosforja (P) in razmerij med organskim ogljikom in celokupnim fosforjem (C/P), določene organskim (O) in mineralnim (M) talnim vzorcem (po FSEP-6, 1996). 1. razred zajema najmanjše, 5. pa največje vrednosti obravnavanih parametrov.

Vzorec:	O + M	O	M	O	M	O + M	O + M	O + M
Parameter:	pH	C_{org}	C_{org}	N_{tot}	N_{tot}	C_{org}/N_{tot}	P	C/P
Razred	(H_2O)	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg		mg/kg	
1	≤3.2	≤ 200	≤10	≤ 8	≤0.2	≤ 16	≤500	≤200
2	3.3-4.0	201 – 300	11-20	9 - 12	0.3-0.5	17 - 24	501-750	201-400
3	4.1-5.0	301 – 400	21-40	13 - 16	0.6-1.0	25 - 30	751-1000	401-600
4	5.1-6.0	401 – 500	41-80	17 - 20	1.1-5.0	31 - 40	1001-1500	601-800
5	>6.0	> 500	>80	> 20	>5.0	> 40	>1500	>800



Slika 1 : Žlebasta sonda in sveder z ušesom za preiskave in vzorčenja tal (foto: M. Urbančič)



Slika 2: Odvzem talnega vzorca z razklopno valjasto sondo (foto: M. Urbančič)



Slika 3: Določevanje karbonatnosti kamnine ali tal s solno kislino in reakcije (pH vrednosti) tal z indikatorskimi lističi na terenu (foto: M. Urbančič)

organskega ogljika, prikazanih v preglednici 3 ali po vsebnosti organske snovi, ki je praviloma izračunana po enačbi: $\text{org. snov} = C_{\text{org}} \times 1,724$.

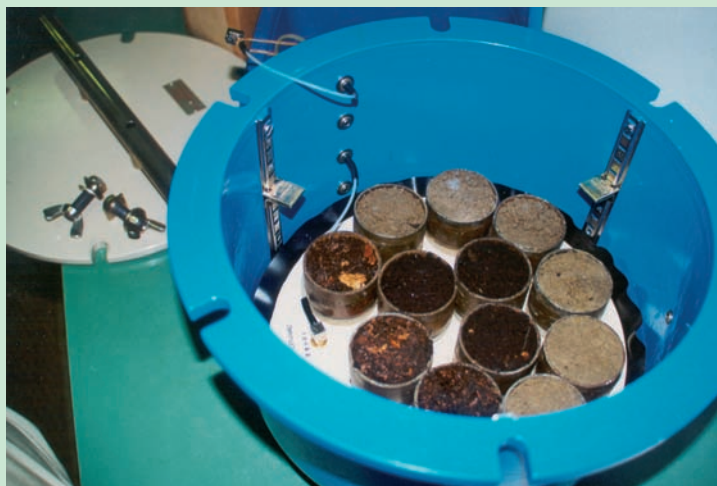
Iz razmerij med organskim ogljikom in skupnim dušikom ($C_{\text{org}}/N_{\text{tot}}$) sklepamo o razkrojenosti organske snovi in o humusni obliki v analiziranih tleh. Najbolj ugodna je sprsteninasta humusna oblika. Sprstenina povezuje delce tal v strukturne skupke, s čimer se izboljšujeta zračnost in vodoprepustnost tal. Ima veliko adsorpcijsko sposobnost za vezanje

vode in hranil, ki pa so rastlinam kljub temu lahko dostopne. Zato tlem izboljšuje vodno kapaciteto in je pomemben trajen vir hranil za rastline. Za humus v obliki sprstenine so značilna $C_{\text{org}}/N_{\text{tot}}$ razmerja med 10 in 15. Pri slabše razkrojenih humusnih oblikah so ta razmerja širša in imajo večinoma te vrednosti večje od 15. Če je v obliki prhninaste sprstenine, ima vrednosti $C_{\text{org}}/N_{\text{tot}}$ od 15 do 19, prhnine od 20 do 25, surovega humusa nad 25 in šote nad 30.

Slika 4: Odvzem talnih vzorcev s Kopeckyjevim valji (foto: M. Urbančič)



Slika 5: Talni vzorci na keramični plošči Richardovega tlačnega eksikatorja (foto: M. Urbančič)



Slika 6: Richardovi aparaturi za določevanje vodno-zračnih lastnosti tal (foto: M. Urbančič)



Preglednica 4 Meje razredov za vrednotenje vsebnosti karbonatov (CaCO_3), celokupnega kalija (K), celokupnega kalcija (Ca), celokupnega magnezija (Mg) in celokupnega žvepla (S_{tot}) ter njegovih razmerij z organskim ogljikom ($C_{\text{org}} / S_{\text{tot}}$) določene organskim (O) in mineralnim (M) talnim vzorcem (FSEP-6, 1996)

Vzorec:	M	M	M	M	O	O
Parameter:	CaCO_3	Ca	K	Mg	S_{tot}	$C_{\text{org}} / S_{\text{tot}}$
Razred	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
1	0	≤ 2000	≤ 500	≤ 1000	$\leq 0,5$	≤ 100
2	1-20	2001-5000	501-1000	1001-2500	0,6 – 1,0	101 - 150
3	21-200	5001-10000	1001-2000	2501-5000	1,1- 2,0	151 - 250
4	201-500	10001-25000	2001-4000	5001-10000	2,1 – 2,5	251 - 300
5	>500	>25000	>4000	>10000	> 2,5	> 300

Preglednica 5: Meje razredov za vrednotenje vsebnosti celokupnega natrija (Na), celokupnega mangana (Mn), celokupnega aluminija in celokupnega železa (Al, Fe), vsote izmenljivih bazičnih kationov (SB) in izmenljivih kislih kationov (SK), kationske izmenjalne kapacitete (KIK) in stopnje nasičenosti z bazami (V), določene mineralnim talnim vzorcem (FSEP-6, 1996)

Parameter:	Na	Mn	Al, Fe	SB	SK	KIK	V
Razred	mg/kg	mg/kg	mg/kg	cmol(+)/kg	cmol(+)/kg	cmol(+)/kg	%
1	≤ 50	≤ 100	≤ 2000	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 5.0	≤ 5
2	51-100	101-500	2001-4000	0.6-2.0	0.6-2.0	5.1-10.0	6-20
3	100-200	501-1500	4001-8000	2.1-5.0	2.1-5.0	10.1-20.0	21-50
4	201-500	1501-3000	8001-16000	5.1-20.0	5.1-20.0	20.1-50.0	51-95
5	>500	>3000	>16000	>20.0	>20.0	>50.0	>95

RASTLINSKA HRANILA

Več kot 95 % biomase sestavljajo ogljik, kisik in vodik. Ostanek predstavljajo ostali bistveni elementi: dušik, fosfor, žveplo, kalij, kalcij in magnezij, ter elementi, ki so prisotni v manjših količinah: mangan, železo, klor, baker, cink pa tudi bor in molibden (BINKLEY 1986).

Tla nudijo rastlinam hrano. Rastlinska hranila so elementi, ki so potrebni za rast rastlin. Esencialna hranila so tista, brez katerih rastlina ne more obstati: C, O, H, N, P, K, Ca, S, Mg, Fe, B, Mn, Zn, Cu, Mo, Co. Rastlinska hranila delimo na mikro in

makro hranila glede na količine, ki so potrebne za rast rastlin. Dušik (N), fosfor (P), kalij (K), kalcij (Ca), magnezij (Mg) in žveplo (S) uvrščamo med makrohranila, ker jih rastline potrebujejo v velikih količinah, železo (Fe), mangan (Mn), baker (Cu), cink (Zn), bor (B) molibden (Mo) in klor (Cl) pa med mikrohranila. V preglednici 6 prikazane vsebnosti makro hranil v tleh, v rastlinah na splošno in optimalne vsebnosti hranil v iglicah smreke oz. listju bukve so povzete po različnih virih (GUSSONE 1964, SIMONČIČ 1997, STEFAN et al. 1997, LARCHER 1995).

Preglednica 6: Elementarna sestava rastlin (SARIČ 1983)

Skupina	Odstotek teže (%)	Element
I	10^1	O, H
II	10^0	C
III	10^{-1}	P, Si, K, Ca, N
IV	10^{-2}	S, Mg, Fe, Na, Cl, Al
V	10^{-3}	Mn, B, Sr
VI	10^{-5}	Cu, Ti, Zn, Li, Ba, Br,
VII	10^{-5}	F, Rb, Sn, Ni
VIII	10^{-6}	
IX	10^{-12}	As, Mo, Co, J, Ge, Ph, Hg, Ag, Au, Ra

Preglednica 7: Povprečne vsebnosti makro hranil v tleh, območja vsebnosti v rastlinah in optimalne vsebnosti hranil v iglicah smreke ter listju buke, izražene v mg g^{-1} suhe snovi (s.s.)

Hranilo	Povprečne vsebnosti v tleh ¹ (g kg^{-1} s.s.)	Območje vsebnosti za rastline ¹ (g kg^{-1} s.s.)	Optimalna prehranjenost za smreko ² (mg g^{-1} s.s.)	Optimalna prehranjenost za bukev ² (mg g^{-1} s.s.)
Dušik	2,8	12–75	12–17	18–25
Fosfor	0,8	0,1–10	1,0–2,0	1,0–1,7
Kalij	14,8	1–70	3,5–9,0	5,0–10,0
Kalcij	15,8	0,4–15	1,5–6,0	4,0–8,0
Magnezij	5,8	0,7–9	0,6–1,5	1,0–1,5
Žveplo	0,7	0,6–9	~1,1	~1,3

Legenda : vrednosti so povzete po Larcher 1995¹ in po Ingestadu, Hüttelu, Bonneauju, Stefan et al. v Simončič 1997²

Preglednica 8: Povprečne vsebnosti dušika (N) v posameznih delih gozdov iglavcev in listavcev (CARLYLE 1986)

Porazdelitev N v posameznih delih gozdnih ekosistemov	Iglavci		Listavci	
	Npovp. (kg/ha)	območje (kg/ha)	Npovp. (kg/ha)	območje (kg/ha)
iglice, listi	120	51 - 228	84	53 - 121
veje	100	18 - 242	165	20 - 666
deblo	176	47 - 584	208	120 - 386
skupaj - nad tlemi	396	153 - 729	497	240 - 1071
korenine	101	12 - 422	169	57 - 434
skupaj - drevje	470	165 - 900	688	389 - 1260
opad, org. plastj tal	613	85 - 2260	399	44 - 1100
tla do globine koreninjenja	4117	1753 - 7100	6142	1380 - 13800

Dobra rast in razvoj rastlin sta zelo odvisni od ustrezno visoke in dovolj skladne preskrbljenosti tal z rastlinam dostopnimi dušičnimi, kalijevimi, fosforjevimi in magnezijevimi snovmi.

Gozdovi lahko vsebujejo velike količine **dušika** (N), ki je večinoma (90 %) organsko vezan, rastline pa lahko sprejemajo dušik večinoma le v anorganski obliki. O preskrbljenosti tal z dušikom večinoma sklepamo na osnovi rezultatov analiz vsebnosti skupnega dušika v vzorcih. Ti podatki sicer ne dajejo točne podobe preskrbljenosti, saj je dušik običajno v tleh večinoma v organski obliki in ga je razmeroma malo v rastlinam dostopnih neorganskih oblikah. Rastlinam dostopne oblike dušika predstavljajo večinoma manj kot 2 % celokupnega dušika v tleh. Dostopnost dušika iz organske snovi v tleh je odvisna od procesa mineralizacije dušika v anorganske oblike amonija in nitrata. Ta stanja dušika se lahko med letom spreminjajo. Vendar praviloma večji odstotek dušika pomeni tudi boljšo preskrbljenost s tem hranilom. Npr. pri drevesničarski proizvodnji veljajo za primerna tla, ki vsebujejo od 3 do 8 % organske snovi, razmerje $C_{\text{org}}/N_{\text{tot}}$ pa naj ob ustrezni preskrbljenosti z dušikom (> 2,2 %) ne bi bilo višje od 26.

Preglednica 9: Razredi preskrbljenosti ilovnatih tal z rastlinam dostopnim fosforjem (P) in kalijem (K), ugotovljenima po CAL metodi ter z rastlinam dostopnim magnezijem (Mg), talnim vzorcem določenim s Schachtschnabel-ovo metodo

Tla so s hranilom preskrbljena:	Rastlinam dostopna hranila v tleh		
	K (mg/kg)	P (mg/kg)	Mg (mg/kg)
slabo	< 50	< 12	< 40
srednje	50 – 100	12 – 35	40 – 80
dobro	> 100	> 35	> 80

Na osnovi laboratorijskega določanja vsebnosti rastlinam dostopnih **kalijevih** in **fosforjevih** spojin ter **magnezija** v talnih vzorcih sklepamo o preskrbljenosti tal s temi hranili (preglednica 9).

Žveplo (S) je osnovno rastlinsko hranilo, ki pa se npr. zaradi onesnaženosti zraka z SO_2 lahko prekomerno kopiči v rastlinskih listih in iglicah, kar se, ko odpadejo in se vgradi v tla, lahko odrazi v večji vsebnosti žvepla v tleh.



Slika 7: Elementni analizator ogljika, dušika in žvepla Leco CNS-2000 (foto: Daniel Žlindra)



Slika 8: Atomski absorpcijski spektrometer za določevanje vsebnosti hranil in težkih kovin v tleh (foto: Daniel Žlindra)

Slika 9: Kalcimeter za laboratorijsko določevanje karbonatov v tleh (foto: Daniel Žlindra)



Slika 10: Spektrofotometer za določevanje vsebnosti rastlinam dostopnega in celokupnega fosforja v tleh (foto: Daniel Žlindra)

VSEBNOST TEŽKIH KOVIN

Mobilnost težkih kovin v tleh in njihova dostopnost rastlinam je povezana z reakcijo tal, vsebnostjo organske snovi ter kationsko izmenjalno kapaciteto. Praviloma so težke kovine rastlinam dostopnejše pri nižjih pH vrednostih (graf 1) in kationskih izmenjalnih kapacitetah tal. Privzemanje težkih kovin pri drevju poteka predvsem preko korenin. Sprejem preko listja in iglic pa je praviloma majhen.

Pri težkih kovinah glede na veljavno uredbo (Uradni list RS 68/96; Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, **Council Directive** 86/278/EEC) ocenjujemo, ali presegajo mejno, opozorilno oz. kritično vrednost v tleh.

Mejna imisijska vrednost je gostota posamezne kovine v tleh, ki pomeni takšno obremenitev tal, da se zagotavljajo življenjske razmere za rastline in živali, in pri kateri se ne poslabšuje kakovost podtalnice ter rodovitnost tal. Pri tej vrednosti so učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolje še sprejemljivi.

Opozorilna imisijska vrednost je gostota posamezne kovine v tleh, ki pomeni pri določenih vrstah rabe tal verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali na okolje.

Kritična imisijska vrednost je gostota posamezne kovine v tleh, pri kateri zaradi škodljivih učinkov ali vplivov na človeka in okolje onesnažena tla niso primerna za pridelavo rastlin, namenjenih prehrani ljudi ali živali ter za zadrževanje ali filtriranje vode.

Preglednica 10: Mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti za Cd, Pb, Zn in Cr v tleh (Ur. list RS, št. 68/96, str. 5773) ter mejne imisijske vrednosti po EEC (1986)

Kovina	Mejna vrednost (mg/kg suhih tal)	Opozorilna vrednost (mg/kg suhih tal)	Kritična vrednost (mg/kg suhih tal)	Council Directive 86/278/EEC (mg/kg suhih tal)
Cd - kadmij	1	2	12	1-3
Cr - krom	100	150	380	-----
Cu - baker	60	100	300	50-140
Ni - nikelj	50	70	210	30-75
Pb - svinec	85	100	530	50-300
Zn - cink	200	300	720	150-300

11 PEDOLOŠKA KARTA IN DIGITALNI INFORMACIJSKI SISTEM TAL SLOVENIJE

Tla so vitalen naravni habitat, ki uravnava naše okolje in reagira na obremenitve, ki jim jih nalagamo. Čeprav jih večina prezre, tla opravljajo številne pomembne naloge v okolju, ki so ključne za našo blaginjo (AKČA 2005). Tla nam omogočajo pridelovati hrano, krmo in industrijske surovine. So naraven filter saj se v njih razgrajujejo številna onesnažila. Tla zadržujejo in prerazporejajo viške vode s površja v podtalnico, zadržujejo in oddajajo pa tudi toploto. V njih potekajo naravni procesi reciklacije odmrlih rastlinskih in živalskih ostankov in s tem zagotavljajo hranila za nove življenjske cikle. So habitat številnih organizmov. Varujejo zakopano arheološko oziroma zgodovinsko dediščino pred poškodbami. Poleg tega zagotavljajo tudi možnost temeljenja ob gradnji različnih in številnih objektov.

Ob tem, ko se v javnosti že zavedamo pomena čiste vode in zraka, se proces vsesplošnega zavedanja pomena tal šele pričinja. Številni v zadnjem času prisotni okoljsko – civilizacijski problemi vključujejo vsaj posredno tudi neustrezno ravnanje s tlemi. Premalo se v tem trenutku še zavedamo, da so številne kulture v preteklosti propadle, ker so uničile razpoložljive vire tal.

Tla se med seboj močno razlikujejo tako glede prostorske razprostranjenosti kakor tudi njihovih lastnosti. Praviloma geografska lega določa vsaj nekatere talne lastnosti, saj so dejavniki okolja kot so klima, relief in rastlinska odeja zelo vplivni v širšem geografskem okolju. Za manjši prostor kot je Slovenija pa se je pokazalo, da na različnost tal najmočnejše vpliva matična podlaga, šele nato pa vsi ostali dejavniki. Zelo pomemben dejavnik v našem okolju so vodne razmere. Glede njih se tla močno razlikujejo, saj daljše zadrževanje vode v nekaterih delih talnega profila vidno označuje talne horizonte. Čas je z vidika človeka zelo specifičen dejavnik.

V vsesplošni naglici pozabljamo, da nastanek tal poteka zelo počasi. Nekaj človeških generacij v tem procesu ne pomeni veliko. Obratno pa lahko človek zelo hitro spremeni, poslabša ali celo uniči tla ali vsaj posamezne talne lastnosti. Ustrezno gospodarjenje s tlemi je tako nujno, če želimo tla uporabljati v kateri koli v začetku omenjeni vlogi. Predvsem pa bi morali gospodariti s tlemi po načelih, ki so v gozdarski stroki dobro znana, to je v čim večji meri ohranjati prvine sonaravnosti in zagotavljati trajnost rabe oziroma naloge.

Osnova za tak pristop je dobro poznavanje tal, kar vključuje tudi poznavanje prostorske razprostranjenosti posameznih vrst tal. Ime tal (vrsta tal, talni tip, talna sistematska enota, pedosistematska enota) je namreč nosilec splošne informacije o morfoloških, fizikalnih, kemičnih in biotskih lastnostih tal. Pedološka karta je torej dokument s katerim prenašamo znanje o tleh med raziskovalci, strokami ter med stroko in družbo. Ne pove pa nam nič o njihovem eventualnem onesnaženju ali trenutni rabi. Te informacije praviloma zbiramo in prikazujemo ločeno.

Prostorsko razprostranjenost tal (vrste tal) ali talne odeje prikazujemo s pedološko karto. Taka karta vsebuje geografsko/topografsko osnovo preko katere je v različnih barvah prikazana razprostranjenost tal. Podrobnosti tako topografske osnove kakor tudi prikaza tal so odvisne od njenega merila. Karte večjih meril 1:5.000 in 1:10.000 so podrobnejše, karte malih meril pa so primernejše za prikaz večjega ozemlja. Kot kompromis pri izdelavi pedološke karte Slovenije, je bilo izbrano merilo 1:25.000.

Pri tem je potrebno upoštevati, da je začetni del kartiranja potekal v okviru jugoslovanskega projekta v merilu 1:50.000. Ti listi so bili kasneje rekartirani, toda v določenih ozirih še vedno ohranjajo značilnosti osnovnega merila.

NASTAJANJE PEDOLOŠKE KARTE SLOVENIJE

V časovnem zaporedju lahko nastajanje pedološke karte Slovenije razdelimo v tri obdobja. Prvo med leti 1963 in letom 1981, drugo med letom 1981 do 1987 oziroma 1990 ter tretje po letu 1990.

Sistematično delo na izdelavi pedološke karte je v Sloveniji pričelo leta 1963. Do leta 1981 se je uporabljalo merilo 1:50.000, po letu 1981 pa merilo 1:25.000. Najprej so bile tiskane sekcije na stari topografski osnovi (po Parizu) v merilu 1:50.000: Ljubljana 3 leta 1966, leta 1969 pa Maribor 4, Rogatec 2, Ptuj 1, Celje 2, Cerknica 2, Cerknica 4. Razrez listov se ne ujema z razdelitvijo sekcij TTN 25. Kartografske enote prikazujejo eno samo, to je prevladujočo, pedosistematsko enoto. Legenda je danes zastarela. Komentarji teh kart so bili izdelani kot tipkopisi in so težje dostopni, medtem ko so karte še dostopne v arhivih Centra za pedologijo in varstvo okolja. Te karte lahko danes služijo le kot arhivsko gradivo.

V letih 1984 do 1986 so bile tiskane v merilu 1:50.000, na osnovni topografski karti TTN 50 Geodetska uprava Republike Slovenije, sekcije Murska Sobota, Ljubljana in Ptuj. Glede na starejše karte je format dvojen, vsako karto sestavlja 8 listov v razrezu TTN 25. Te karte imajo tudi komentar natisnjen v obliki knjižice. Kartografske enote so podane kot posamezne sistematske enote ali kot združbe dveh razvojno zaporednih pedosistematskih enot z ustrežajočim deležem površinske razprostranjenosti znotraj kartografske enote. Legenda je v narejena po jugoslovanski klasifikaciji tal (ŠKORIČ, FILIPOVSKI, ČIRIČ 1973) in je vsaj deloma usklajena s legendo Pedološke karte sveta (FAO 1974). Vse so na voljo na Biotehniški fakulteti, Centru za pedologijo in varstvo okolja. Karte so omejeno uporabne ob ustrezni strokovni interpretaciji.

Preglednica 11: Potek in glavne lastnosti pedološke karte Slovenije

Pedološka karta značilnosti	1. generacija	2. generacija	3. generacija
čas dostopnosti	1966-1969	1984-1986	po letu 1999
sistem izdelave	analogna	analogna	digitalna
pokritost Slovenije z listi 1:25.000	delna – 28 listov	delna – 24 listov	celotna – 200 listov
merilo	1:50.000	1:50.000	1:25.000
lastnosti tal	v prilogi (tipkopis)	v knjižici	kot atributi
talni profili	v prilogi, nepopolni	v knjižici	v datoteki

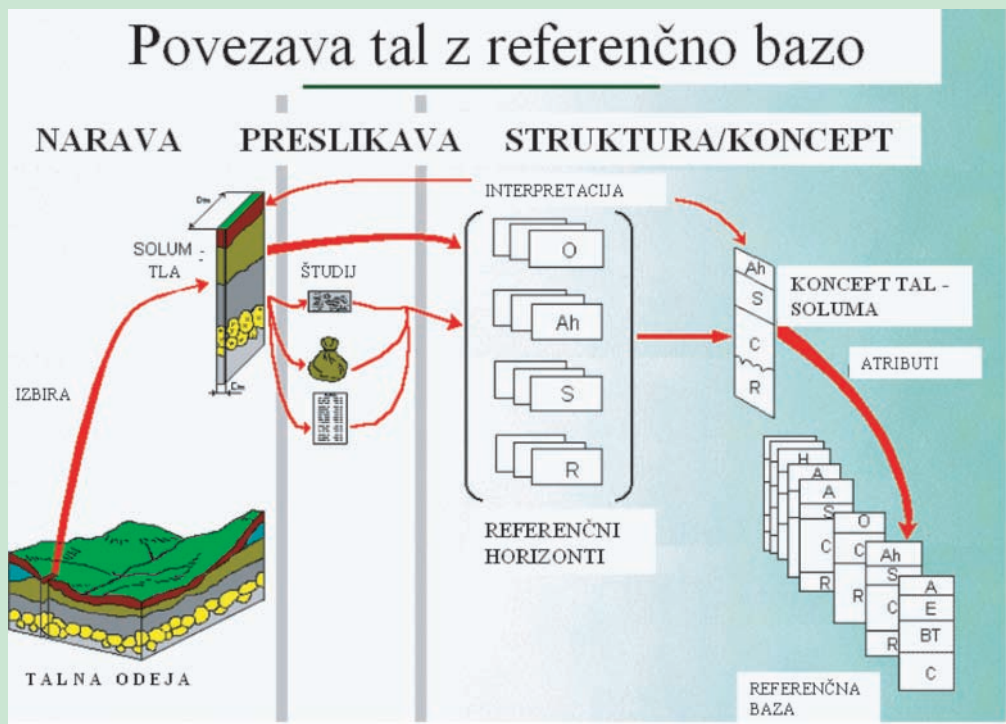
DIGITALNA PEDOLOŠKA KARTA

Konec leta 1987 so bili opravljeni prvi poskusi digitalne obdelave pedološke karte, v letu 1990 pa je stekla postopna digitalizacija pedološke karte v merilu 1:25.000. V začetku leta 1999 je bila izdelana digitalna karto za celotno Slovenijo in posredovana Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Digitalna pedološka karta je v bistvu podoben izdelek kot analogna papirna, vendar ima v primerjavi z njo številne prednosti v grafičnem prikazovanju kot so izrezi, spajanje, menjanje topografskih podlag ipd. ne gre torej samo za novo obliko in sodobno tehnologijo, ampak pomeni digitalizacija z poljubnim številom izrisov tudi manjši strošek kot tiskanje. Kot je že bilo omenjeno, so tiskane karte v razmeroma veliki količini obležale v arhivu, medtem ko sodobne tehnologije omogočajo hiter dostop do

podatkov preko elektronskih medijev.. Predvsem pa digitalna karta omogoča izdelavo sistema referenčne baze podatkov o tleh (ARROUAYS 1998). Tak sistem namreč vsebuje tudi sloj talnih profilov, to je geografsko opredeljenih točk, na katerih so bili izkopani talni profili. Podatki talnih profilov, kot so opisi in rezultati laboratorijskih analiz, so zbrani v posebni datoteki in predstavljajo osnovo za tvorjenje talnih atributov.

Digitalna pedološka karta je tako omogočila nadaljnji razvoj v smeri talnega informacijskega sistema. Ta je zasnovan na principu geografskih informacijskih sistemov in omogoča urejeno hranjenje, vzdrževanje in dopolnjevanje podatkov o tleh (glej graf 2), hkrati pa tudi različne prostorske analize, tako na osnovi samih podatkov o tleh kakor tudi v kombinaciji z drugimi prostorskimi podatki npr. o reliefu, klimi, rastlinski odeji ipd.



Graf 2: Koncept referenčne baze podatkov o tleh. (Po ARROUAYS 1998 priredil Prus T.)

ZGRADBA TALNEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA

Talni informacijski sistem, v Sloveniji ga kratko označujemo kot TIS, sestavlja več slojev. Osnova je sloj digitalne pedološke karte, ki jo sestavljajo poligoni talnih kartografskih enot. Dopolnjuje ga točkovni sloj lokacij talnih profilov. Tretji sloj pa predstavlja točke vzorčenja za ugotavljanje možne onesnaženosti tal.

Digitalna pedološka karta je bila narejena z namenom čim bolj poenostaviti njeno dostopnost in uporabnost. Vseeno pa mora uporabnik poznati njeno zgradbo oziroma način prikazovanja talnih enot. Digitalizirane (vektorizirane) meje kartografskih enot tvorijo zaprte poligone. Vsak predstavlja kartografsko enoto, ki jo imenujemo talna kartografska ali pedokartografska enota (PKE). Nekatere so homogene, kar pomeni, da so sestavljene iz ene pedosistematske enote (PSE), večina pa je sestavljena po natančno določenem pravilu. Te vsebujejo do tri (glavne) pedosistematske enote, ki so opredeljene le po deležu prostorske razprostranjenosti znotraj poligona. Tako 50% pomeni, da enota pokriva polovico površine poligona, vendar ta površina ni vrisana v karti in tudi ni nujno da se znotraj PKE

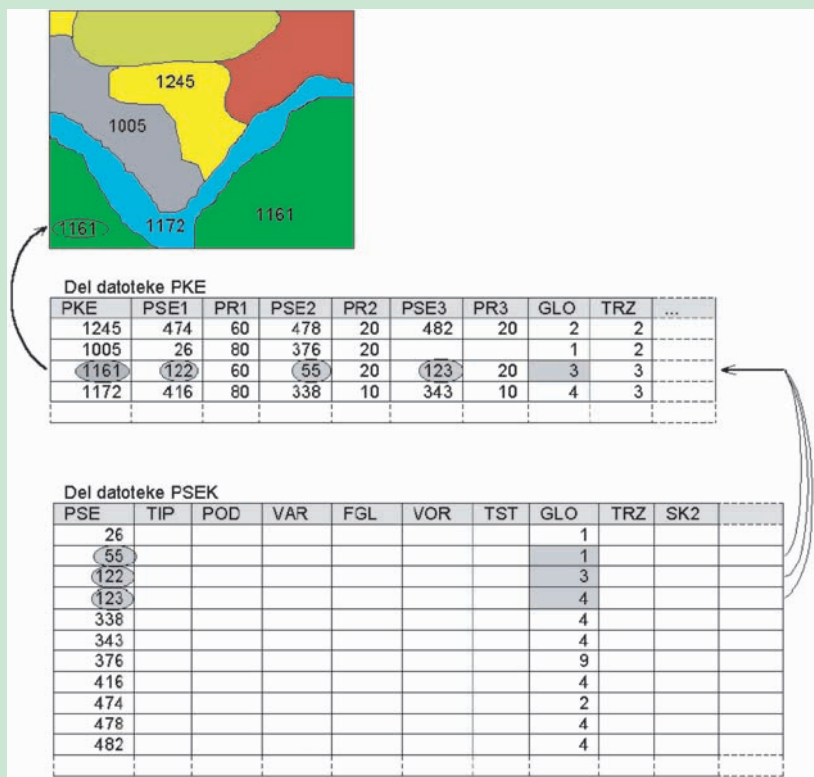
nahaja v enem kosu. Pedokartografska enota lahko vsebuje še eno dodatno pedosistematsko enoto, ki jo imenujemo inkluzija. To je pedosistematska enota, katere delež ne dosega 10% in zato ni všteta v skupno površino. Delež glavnih pedosistematskih enot v celoti zajema 100%.

Pedosistematske enote se ujemajo z osnovnimi enotami klasifikacijskega sistema, to je tipom tal ali nižjo sistematsko enoto (URBANČIČ / SIMONČIČ 2005). Taka razmeroma zapletena zgradba pedokartografske enote je posledica merila karte. Poligoni številnih pedosistematskih enot so namreč v merilu 1:25.000 premajhni, da bi jih lahko prikazali. Primer take mozaične prepletenosti več talnih tipov je npr. prehajanje rendzine v rjava pokarbonatna tla ali celo izprana tla, kar je razmeroma pogost pojav v kočevskih in notranjskih gozdovih.

Pedokartografske enote so označene s štirimestno številko. Označba z njimi je nastala kot zaporedna številka naključno izbranega poligona ob digitalizaciji in nima simbolnega oziroma kodnega pomena.

Kakor je razvidno iz grafa 3, pripadajo torej sloju digitalne pedološke karte ali pedokartografskih enot tri atributne datoteke: datoteka pedokartografskih enot, pedosistematskih enot. Iz povezave

Graf 3: Shema digitalne pedološke karte (VRŠČAJ 2002). Zapis podatkov npr. kartografske enote 1161 v pripadajočo tabelo. V zgornji tabeli/datoteki se nahajajo podatki o sestavi kartografske enote. Spodnja tabela predstavlja zbirko podatkov o posameznih pedosistematskih enotah.



med tabelami/datotekami je razvidno da se atribut kartografske enote določa iz atributov pedosistemskih enot. Tako se npr. globina tal,

ki velja za kartografsko enoto računa iz globin posameznih pedosistemskih enot. Pogosto uporabljamo tehtano aritmetično sredino, mogoča pa je uporaba tudi drugih algoritmov.

Sloj talnih profilov prostorsko opredeljuje točke na katerih so bili izkopani talni profili. To so navpični prerezi skozi tla od površja do matične podlage. Izkopani so glede na različnost tal na najbolj značilnih mestih. Razporeditev v prostoru je razpršena. V talnem profilu so opisani horizonti, ter vzeti vzorci za laboratorijske analize. V atributnih podatkovnih datotekah ločeno hranimo podatke o lokaciji profilov, opise profilov po posameznih horizontih ter analitske podatke talnega profila, prav tako po posameznih horizontih. Datoteke vsebujejo podatke o okrog 1800 talnih profilov razporejenih po celotni Sloveniji.

Sloj podatkov o onesnaženju tal je podoben točkovni sloj kot sloj talnih profilov. Lokacije vzorčnih mest so izbrane v različnih mrežah, običajno izbranih na osnovi koordinatne mreže topografskih kart. Uporablja se mreža 1x1, 2x2 in 4x4 km. Vzorčenje tal poteka po predpisani prostorski razporeditvi delnih vzorcev v radiu 100m ter ne po horizontih pač pa po standardiziranih globinah 0-5 cm, 5-20 cm in 20 do 30 cm. Točke vzorčenja pokrivajo le kmetijska zemljišča, saj je ugotavljanje onesnaženosti tal in vegetacije v gozdnem prostoru pokrito z drugim projektom. V bazi so shranjeni tudi podatki onesnaženja testne rastline to je ozkolistni trpotec (*Plantago lanceolata* L.), poleg tega pa še občasno odvzetih vzorcev gojenih rastlin. V pripadajočih atributnih datotekah so poleg podatkov o mestu vzorčenja zbrani analitski rezultati določenih organskih in anorganskih onesnažil predvsem iz skupin pesticidov in težkih kovin v talnih in rastlinskih vzorcih.

Talni informacijski sistem vsebuje tudi šifrante in spremne datoteke oziroma datoteke metapodatkov. Te vsebujejo podatke o organizaciji, načinu pridobivanja in drugih lastnostih podatkov.

UPORABA PEDOLOŠKE KARTE

Sistem smo razvijali, dopolnjevali in preizkušali ob številnih projektih. Med prvimi so bile z uporabo TIS izvedene analize prostora oziroma tal, po metodi presoje vplivov na okolje, za izgradnjo nekaterih avtocestnih odsekov. V ta namen je bil

uporabljen nabor podatkov iz atributne tabele za izračun pridelovalnega potenciala tal. Ta je bil izražen točkah v po Pravilniku za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel (PRAVILNIK 1984). V dosedanjem strokovnem delu se je namreč pokazalo, da je za strokovnjake drugih področij in širšo javnost potrebno klasifikacijske enote in njihove lastnosti potrebno podajati na njim bolj razumljiv način. Tako je bil opredeljen vpliv kot nesprejemljivo hud, če je poseg zajel tla s pridelovalnim potencialom več kot 70 točk. Hud vpliv je na tla s pridelovalnim potencialom 56-70, zmeren vpliv 43-do 56 točk, zanemarljiv vpliv 30 do 43. Zaradi metodologije, ki zahteva tudi kategorijo ni vpliva je bila ta postavljena za tla s pridelovalnim potencialom pod 30 točk, kar pa z vidika tal ni ustrezno. Tla tudi z najmanjšim pridelovalnim potencialom opravljajo namreč v okolju še številne druge naloge.

Rezultati presoj so bili podani v digitalni obliki (PRUS et. al, 1997, PRUS et. al, 2000, VRŠČAJ et. al. 2005). Eden od zanimivejših projektov se je nanašal na ocenjevanje pojava suše v nekaterih preteklih letih. Na pojav suše močno vplivajo tudi tal oziroma njihova sposobnost za zadrževanje vode. Ta je odvisna od številnih osnovnih lastnosti tal oziroma talnih horizontov. Kapaciteto tal za zadrževanje vode smo določevali preko metode »Pedotransfer Rules« iz teksture tal, količine organske snovi, skeleta in globine talnih horizontov, saj TIS zaenkrat še ne vsebuje merjenih podatkov vodno-fizikalnih lastnosti tal. V primeru, da ni na razpolago specifične informacije, si pomagamo z oceno iz obstoječih podatkov. Ker ta temelji na ekspertnem mnenju uporabljamo izraz »rule« pravilo in ne (matematična) funkcija (AKČA 2005). Rezultati so bili podani kot digitalna baza in karta (MOP 2001).

Talni informacijski sistem smo uporabili tudi ob ugotavljanje (ne)onesnaženosti tal v Sloveniji. Raziskave s predlogom programa ukrepov nujnih sanacij so trajale več let in še vedno potekajo. Vzorčenje tal je zasnovano sistematično po koordinatni mreži na točkah presečišč kilometrske mreže v Gaus-Kruegerjevi projekciji. V kilometrski mreži je to 19.992 točk, zato je bila ta zmanjšana na 2x2 oziroma na 4x4 km. Slednja naj bi veljala za vse zemljiščih nad 600 m in na vseh gozdnih zemljiščih Republike Slovenije. TIS služi v tem primeru kot organiziran način zbiranja in hranjenja podatkov. Na ta način je bilo evidentiranih več območij z večjim onesnaženjem tal kot so območje Celja,

Jesenic in Mežice.

VZDRŽEVANJE IN DOSTOPNOST TALNEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA

Razvoj talnega informacijskega sistema ni bil sistemsko financiran. Zanj smo se odločili iz praktičnih raziskovalnih in razvojnih potreb ter ga financirali preko številnih manjših projektov, ki so vključevali oziroma sloneli na rezultatih prostorskih analiz. Čeprav so tudi tla vključena v zakonodajo o varstvu okolja pa za razliko od voda in zraka v Sloveniji ni osrednje institucije, ki bi skrbela za varovanje tega pomembnega naravnega vira. Tako ni organiziranega sistematičnega spremljanja stanja tal. Še več, Ministrstvu za okolje in prostor ter kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano nista zagotovili vzdrževanja in izpopolnjevanja talnega informacijskega sistema. Kljub temu so podatki digitalne pedološke karte dostopni bodisi ob plačilu tehničnih stroškov ter stroškov prepisa ali izpisa, v partnerskih projektih in za potrebe pedagoškega dela predvsem na Biotehniški fakulteti.

VIRI :

- AKÇA, E., JONES, A. (ur.), MONTANARELLA, L. (ur.), JONES, R. J. A. (ur.). Soil atlas of Europe. Luxembourg: European Communities, European Commission European Soil Bureau Network, cop. 2005. 128 str., ilustr., zvd.
- ARROUAYS, D., BAIZE, D., (ur.), GIRARD, M.C. (ur.). A sound reference base for soils. Paris: Institut national de la recherche agronomique. 1998. 320 str.
- BINKLEY, D./ DRISCOLL, C.T./ ALLEN, H.L./ SCHOENEBERGER, P./ MCAVOY, D. 1989. Acidic Deposition and Forest Soils. New York, Springer-Verlag, 149 s.
- CARLYLE, J.C., 1986. Nitrogen cycling in forest ecosystems. *Forestry Abstracts* 47: s. 307– 336.
- ČIRIČ, M., 1984. Pedologija. I izdanje. Sarajevo, SOUR Svetlost, 311 s.
- EEC, 1986. Council Regulation (EEC) N° 3528/ 86 of 17 November 1986 on the protection of the Community's forests against atmospheric pollution.- 1986, Official Journal of the European Communities N° L 326, s. 2 - 4.
- FAO. Soil map of the world. Volume 1. Legend. FAO, Paris, 1974. 59 str.
- FINCK, A., 1991. Pflanzen ernährung in stichworten. Ferdinand Hirt, Berlin, 200 s.
- FSEP-6, 1996. Data Processing. Data integrity check. Forest soil condition report. National report summaries on forest soil condition results. Soil analysis methods. ICP Forests. Sixth Meeting of the Forest Soil Experts Panel, 1-2 April 1996. Brussels, 39 s.
- GUSSONE, H. A., 1964. Faustzahlen für Düngung im Walde. BLV Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München, 98 s.
- LARCHER, 1995. Physiological Plant Ecology – Ecophysiology and stress physiology of functional groups. Berlin, Springer Verlag, 506 s.
- MOP. Strokovne podlage za ugotavljanje suše v letu 2000. MOP 2001.
- Pravilnik, 1984: Pravilnik za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. Pravilnik je bil objavljen v uradnem listu SRS, št. 36/84. Obvezno navodilo za izvajanje pravilnika za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. - Republiška geodetska uprava, Ljubljana, 62 s.
- PRUS, T., LOBNIK, F. Od pedosekvenec do talnega informacijskega sistema. V: PRUS, Tomaž (ur.). Vrednotenje zemljišč kot podpora prostorskemu planiranju : zbornik referatov s strokovnega posveta, 16. september 1999. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja, 1999, str. [1-5].
- PRUS, T., VRŠČAJ, B., LOBNIK, F. Soil vulnerability and land use planning in Slovenia. V: Soil vulnerability and sensitivity : proceedings of the international congress, Florence, 18-21 October 1999, (Bollettino della Societa Italiana della Scienza del Suolo, Vol. 49, No. 1-2). [Roma]: European Soil Bureau, 2000, str. 89-103.
- PRUS, T., VRŠČAJ, B. Application of soil information system in the national project of irrigation in Slovenia. V: HARTS, Jan Jaap (ur.), ARRAGON, Johan Van (ur.). EGIS/MARI '94 : conference proceedings. Utrecht: EGIS Foundation, 1994, vol. 2, str. 1457-1463, ilustr.
- PRUS, T., VRŠČAJ, B. Use of soil information system in the environmental impact assessment of highway construction in Slovenia. V: HODGSON, Stuart (ur.). Geographical information '97 : from research to application through cooperation. Amsterdam [etc.]: IOS Press; Tokyo: Ohmsha, cop. 1997, vol. 1, str. 385-393, karte.
- SARIĆ, M., 1983. Fiziologija biljaka. Naučna knjiga Beograd. 570 s.
- SIMONČIČ, P., 1997. Preskrbljenost gozdnega drevja z mineralnimi hranili na 16 x 16 km mreži. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, 1997, s. 251-278.

- SIMONČIČ, P., URBANČIČ, M. Uravnavanje rodovitnosti tal in mineralne prehranjenosti sadik v gozdnih drevesnicah. *Gozd. vestn.*, november 2000, letn. 58, št. 9, str. 384-388.
- STEFAN, K. / FÜRST, A. / HACKER, R./ BARTELS, U., 1997. Forest Foliar Condition in Europe. EC-UN/ECE-FBVA, Brussels, 207 s.
- STRITAR, D., 1991. Rendzina v Sloveniji. - Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo, zv. 28, s. 9-19.
- SUŠIN, J., 1983. Kmetijski tehniški slovar. Nauk o tleh. Univerza v Ljubljani, BF, Odd. za agronomijo, 36 s.
- ŠKORIČ, A., FILIPOVSKI, G., ČIRIČ, M. Klasifikacija tala Jugoslavije. Zagreb: Zavod za pedologiju Poljoprivrednog i Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. 1973. 63 str.
- UL., 1996. Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, 1996. Uradni list RS, št. 68/96
- ULRICH, B. 1983. Stabilität von Waldökosystemen unter dem Einfluss des "sauren Regens". *Allgem. Forst Zeitschr.*, s. 670-677.
- ULRICH, B., 1986. Stoffhaushalt von wald-ökosystemen bioelement-haushalt. Göttingen, Institut für Bodenkunde und Waldernährung der Universität Göttingen, 343 s.
- URBANČIČ, M., 1991. Rodovitnost tal v naših gozdnih drevesnicah. *Gozd. vestn.*, 1991, letn. 49, str. 123-132.
- URBANČIČ, M., SIMONČIČ, P. Atlas gozdnih tal Slovenije. *Gozd. vestn.*, 2005, letn. 63, št. 2, ilustr., 2005, letn. 63, št. 3, str. 13-24, ilustr., 2005, letn. 63, št. 4, str. 25-36, ilustr., 2005, letn. 63, št. 5/6, str. 37-52, ilustr., 2005, letn. 63, št. 7/8, str. 53-68, ilustr.
- VRŠČAJ, B., PRUS, T., LOBNIK, F. Soil information and soil data use in Slovenia. V: JONES, R. J. A. (ur.), HOUŠKOVÁ, B. (ur.), BULLOCK, P. (ur.), MONTANARELLA, L. (ur.). Soil resources of Europe, (European Soil Bureau Research Report, No. 9, EUR 20559 EN). 2nd ed. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2005, str. 331-344, ilustr.
- VRŠČAJ, B., PRUS, T., LOBNIK, F. The soil information system (SIS/TIS) in Slovenia. V: ŽEPIČ, F. (ur.), JAGODIČ, A. (ur.). International Conference on GIS for Earth Science Applications, Slovenia, Ljubljana, 17 - 21 May 1998. Ljubljana: Institute for Geology, Geotechnics and Geophysics, 1998, str. 207-214, ilustr.
- VRŠČAJ, B., PRUS, T., ZUPAN, M., LOBNIK, F. Application of selected soil data in land use planning in Slovenia. V: RACZ, Zoltan (ur.). Gospodarjenje i zaštita tla za buduće generacije : sažeci : summaries. Zagreb: Hrvatsko tloznanstveno društvo: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2001, str. 39-40.
- VRŠČAJ, B., PRUS, T. Soil information system (SIS/TIS) in Slovenia. V: HARTS, Jan Jaap (ur.), ARRAGON, Johan Van (ur.). EGIS/MARI '94 : conference proceedings. Utrecht: EGIS Foundation, 1994, vol. 1, str. 382-386.
- VRŠČAJ, B., TIČ, I. Talni informacijski sistem Slovenije. Priročnik za uporabo podatkov tal. Center za pedologijo in varstvo okolja, Ljubljana 2002. 72 str., ilustr.
- VRŠČAJ, B., ZUPAN, M., PRUS, T., MIHELIČ, R., LOBNIK, F. Talni informacijski sistem Slovenije. V: ROŠ, M. (ur.). Strokovni seminar Vodni dnevi 2000, Portorož, 2. in 3. oktober 2000. Zbornik referatov. Ljubljana: Slovensko društvo za zaščito voda, 2001, str. 46-61.