

## KLASIFIKACE KOLUVIZEMÍ VE SVĚTLE SOUČASNÝCH VÝZKUMŮ

### CLASSIFICATION OF COLLUVISOLS IN THE LIGHT OF CURRENT RESEARCH

Tereza Zádorová, Vít Penížek

*Katedra pedologie a ochrany půd, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha Suchdol, Česká republika*

**Corresponding author:** doc. RNDr. Tereza Zádorová, PhD., Department of Soil Science and Soil Protection, Faculty of Agrobiology, Food and Natural Resources, Czech University of Life Sciences in Prague, Kamýcká 129, 165 00 Praha Suchdol, Czech Republic, e-mail: zadorova@af.czu.cz; ORCID ID: 0000-0002-5541-2155

**Citacion:** Zádorová, T., Penížek, V. (2021). Classification of Colluvisols in the light of current research. In: *Pedosphere Research*, vol. 1, 2021, no. 1, pp. 55 – 65. NPPC – VÚPOP 2021. ISSN 2729–8728.

#### Abstrakt

Redistribuce půdní hmoty v erozně ovlivněných regionech vede k řadě změn ve vlastnostech půd i celkové struktury půdního pokryvu. Součástí této struktury jsou koluvizemě, sedimentární půdy vázané na typické reliéfní pozice. Přes jejich potenciální výskyt ve většině klimatických zón, jejich význam pro sekvestraci uhlíku či v geo-archeologických výzkumech, byly doposud velmi omezeně primárním objektem zájmu vědců. S tím souvisí i jejich ne zcela pevné zakotvení v národních i mezinárodních klasifikačních systémech. Studie předkládá možný přístup k identifikaci koluvizemí při půdním průzkumu a klasifikaci. Na základě syntézy rozdílných konceptů v definici a klasifikaci koluvizemí a popisu skutečných profilů byly rozlišeny termíny koluvizem a půda na koluviu, provedena typizace koluvizemí dle rozdílné stratigrafie a navržena diagnostická kritéria pro identifikaci a klasifikaci koluvizemí.

**Klíčová slova:** půdní eroze, půdní klasifikace, půdní profil, reliéf

#### Abstract

Redistribution of soil mass in erosion-affected regions leads to a number of changes in soil properties and the structure of the soil cover. This structure includes colluvial soils, sedimentary soils linked to typical relief positions. Despite their potential presence in most climatic zones, their importance for carbon sequestration or in geoarchaeological research, they have so far been of very limited primary interest to scientists. This is related to their ambiguous representation in national and international classification systems. This study presents a possible approach to the identification of colluvial soils in soil survey and classification. Based on the synthesis of different concepts in the definition and classification of colluvial soils and the description of actual profiles, the terms *Colluvisol* and *soil on colluvium* were distinguished, Colluvisol types were identified according to different stratigraphy and diagnostic criteria for Colluvisol identification and classification were proposed.

**Keywords:** soil erosion, soil classification, soil profile, relief

#### ÚVOD

Půdní eroze je jedním z nejvýznamnějších procesů podílejících se na výsledné podobě půdního pokryvu, a to zejména v podmínkách členitého reliéfu v zemědělsky využívané krajině. Erozní redistribucí

## Review

je ovlivněn charakter půd na různých měřítkových úrovních – od detailu charakterizovaného půdním profilem a jednotlivými půdními vlastnostmi přes lokální variabilitu erozních forem v rámci svahové katény až po širší krajinnou dimenzi. Koluvizemě, sedimentární půdy s rozmanitou morfologií s typickým výskytem v konkávních částech svahů, představují jeden z přímých projevů erozně-akumulačních procesů ve svahovém systému; zároveň jsou významným pedogeografickým prvkem v půdním pokryvu erozí ovlivněné krajiny.

Úzká vazba na přirozené i antropogenní faktory řídící dynamiku půdní eroze (klimatické oscilace, změny vegetačního pokryvu, intenzita a typ zemědělského využívání) činí z koluvizemí velmi cenný geoarchiv využívaný k rekonstrukci erozní historie krajiny a četným typům paleoekologických a geoarcheologických výzkumů (Kühn *et al.* 2017, Poreba *et al.* 2019, Scherer *et al.* 2021). Koluvizemě nejsou ve svém výskytu výrazněji geograficky limitovány, objevují se v podstatě ve všech typech prostředí, od tropických po velmi chladné (Zádorová & Penížek 2018, Paton 2009). Vykazují však významnou geomorfologickou vazbu, když zaujímají typické, tzv. koluviální pozice. Rozmanité podmínky, ve kterých koluvizemě vznikají, ovlivňují i samotný proces koluviace a výslednou podobu koluviálních profilů. Ta je v geologicky, klimaticky, pedologicky a historicky odlišných regionech silně variabilní, jak v samotné skladbě jednotlivých koluviálních vrstev a jejich vlastnostech, tak v ekologických a produkčních funkcích, které z nich vyplývají. Přes svůj význam v různých geovědních disciplínách i všudypřítomný výskyt nejsou koluvizemě zcela dostatečně zakotveny v půdní systematice a kartografii, respektive jednotlivé národní pedologické školy je chápou a definují rozdílnými způsoby, většinou vycházejícími z konkrétních terénních zkušeností v daném regionu (Zádorová & Penížek 2018).

Přehledový článek navrhuje na podkladě shromážděných dat o morfologii a vlastnostech koluvizemí a diskuze jednotlivých národních přístupů možné způsoby zakotvení koluvizemí v rámci půdní systematiky, včetně identifikace diagnostických znaků a nižších taxonomických jednotek.

## VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

V otázkách vzniku, vývoje a obecně i charakterizace koluvizemí panuje v jednotlivých vědeckých oborech a národních školách poměrně značný nesoulad (Miller & Juilleret 2020). Tento fakt může být dán několika samostatnými problémy:

- i) koluvizemě nejsou tradičně identifikovanými půdami s historicky zavedenými koncepty,
- ii) nebyly dosud mapovány na regionální či národní úrovni, nebyly tedy ani součástí historických půdních průzkumů (Zádorová *et al.* 2015),
- iii) koluvizemě jsou sedimentárními půdami, které primárně nevznikají pedogenetickými, ale geomorfologickými procesy; jsou tedy vymezovány nejen v oboru pedologie, ale pracují s nimi další geovědní odvětví, především sedimentologie, geomorfologie, geoarcheologie, často v odlišných souvislostech (Goudie 2004, Leopold & Völkel 2007, Miller & Juilleret 2020).

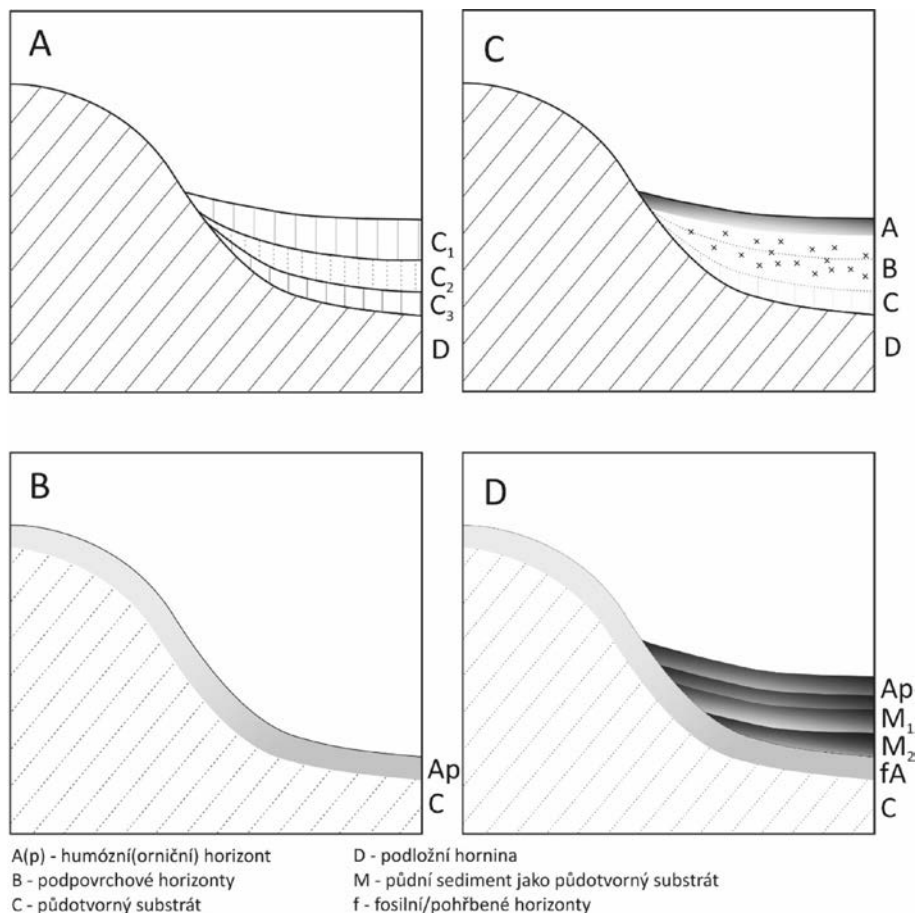
Hlavní rozdíly v chápání koluvizemí lze shrnout do tří bodů:

- i) *vznik koluvizemí* – tedy jaké procesy a v jaké míře vedou k formování koluvizemí. V širším pojetí se jedná o škálu gravitačních pochodů, včetně periglaciální soliflukce či ploužení (Lacerda 2007), v užším pojetí jsou koluvizemě formovány výhradně erozně-sedimentačními procesy (Leopold & Völkel, 2007);
- ii) podmíněnost přítomností a hospodařením člověka v krajině. V některých systémech nejsou koluvizemě chápány jako výhradně antropogenně podmíněné a jsou akceptovány i přirozené procesy jejich vzniku, v dalších je naopak základním prvkem jejich definice jednoznačná vazba na zemědělské využívání krajiny (Leopold & Völkel 2007, Kühn *et al.* 2017, Scherer *et al.* 2021);
- iii) *stupeň vývoje koluvizemí*, tedy zda se jedná o půdy v iniciálním stadiu vývoje bez signifikantních znaků pedogenetického vývoje či o půdy zralé, vznikající půdotvornými procesy ze sedimentárního materiálu (Switoniak 2015).

Zádorová & Penížek (2018) navrhuje základní vymezení dvou typů koluviálních půd: koluvizem a půdu na koluvii (Obr. 1). Oba typy vznikají ze sedimentárního materiálu, ovšem dynamika ve vývoji svahu

je odlišná. *Koluvizem* je vymezena jako „recentní, nevyvinutá půda vznikající akumulací materiálu tvořícího půdní profil, bez znaků pokročilé post-depoziční pedogeneze kromě vytváření běžných horizontů akumulace humusu“. Vyvíjí se tedy v nestabilním svahovém prostředí, kde depozice materiálu vede k přirůstání profilu a dominuje nad případným vývojem *in-situ* pedogenetických znaků. Autoři chápou koluvizem jako půdu z velké části antropogenně podmíněnou (zemědělská činnost, odlesnění a další), připouští ovšem i přirozené impulsy jejího vývoje (klimatické výkyvy, změny ve vegetaci vlivem požárů, cyklonů či biologické činnosti), a to především v oblastech mimo temporální zóny.

*Půdu na koluviu* pak definují jako „půdu vytvářející se různými půdotvornými procesy z koluviálního sedimentu“. Jedná se o případ, kdy došlo z různých příčin ke stabilizaci svahu (zalesnění, zatravnění) a minimalizaci redistribuce materiálu. V půdě se pedogenetickými procesy odpovídajícími lokálním podmínkám postupně vytváří diagnostické půdní znaky, které umožňují profil zařadit k jiným (vyvinutějším) půdním typům.



Obrázek 1 Schéma vývoje dvou typů koluviálních půd. Půda na koluviu (nahore) vzniká v koluviálních sedimentech *in-situ* pedogenezí, koluvizem (dole) postupným aktivním přirůstáním koluviálního materiálu bez výraznějších pedogenetických znaků

## MORFOLOGIE KOLUVIZEMÍ

Materiál tvořící koluvizemě nevzniká *in-situ* přeměnou půdotvorného substrátu, ale sedimentací půdního, případně horninového materiálu. Podoba koluviálního profilu je tak mimořádně závislá na typu a charakteru zdrojového materiálu a stratigrafii erodovaných půd. Vzhledem k výskytu koluvizemí v různých typech prostředí se setkáváme s velmi různorodou škálou profilů, a to ve smyslu jejich mocnosti,

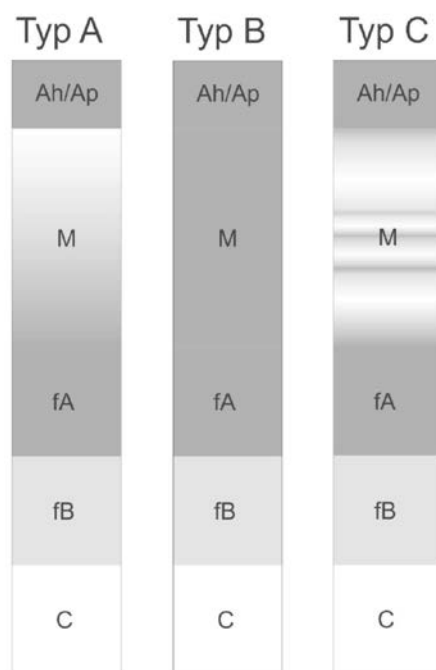
## Review

vrstevnatosti, skeletovitosti, zrnitosti či obsahu organického uhlíku, karbonátů a dalších látek. Výslednou stratigrafii profilu ovlivňuje dále i typ a intenzita transportního procesu a koluviace. V tomto případě můžeme rozlišit dva typy přirůstání profilu, z nichž jeden může v lokalitě zcela převládat či dochází k jejich střídání v závislosti na aktuálních podmínkách: i) akumulace vrstev mocných často až několik desítek centimetrů v důsledku masivního odtoku (povrchového i soustředěného) po intenzivních srážkách, ii) pomalá častá sedimentace v tenkých, několikamilimetrových vrstvách (Poreba *et al.* 2011).

Typizace koluvizemí je, vzhledem k jejich rozmanitosti, poměrně náročná. Na základě studia stratigrafie řady profilů popsanych v různých prostředích popisují Zádorová & Penížek (2018) některé obecnější trendy v jejich charakteru a vydělují tři typy koluvizemí s ohledem na jejich formování a základní znaky profilu (Obr. 2).

V oblastech s intenzivní dlouhodobou erozí, silně narušující profily exponovaných půd, vznikají především v úpatních částech svahů často velmi mocné koluvizemě, do jisté míry zrcadlí horizonty zdrojových půd (**typ A**). Nad pohřbenou původní půdou se vyskytují vrstvy odrážející ranou sedimentaci humózních vrstev a směrem k povrchu převažující ukládání méně humózního až minerálního materiálu, pocházejícího z B a C horizontů erodovaných půd. Původně humózní půdy jsou tak často ve své vrchní části poměrně chudé na organický materiál a některými vlastnostmi odpovídají spíše půdám v erodovaných částech svahu. Němeček *et al.* (1990) hovoří o tzv. retrográdním vývoji půd. Typicky se tyto koluvizemě vyskytují na erodibilních půdách (půdy ze spraší a příbuzných substrátů) ve starosídelních oblastech s dlouhou historií osídlení a využívání půdy.

### Idealizované typické půdní profily koluvizemí



Obrázek 2 Typizace koluvizemí podle typu sedimentace a charakteru sedimentovaného materiálu

Koluvizem **typu B** je charakterizována různě mocnými koluviálními profily tvořenými převážně materiálem transportovaným z humózních profilů erodovaných půd. Reprezentuje tedy méně intenzivní formu koluviace v prostředí, kde nedošlo k výraznějšímu vyčerpání humózních horizontů zdrojových půd (méně intenzivní eroze či kratší erozní historie). Tento typ ale nacházíme i v lokalitách s výskytem koluvizemě typu A, pouze v odlišných svahových partiích s ukládáním jiného typu materiálu (například boční úpady). Je to právě tento humózní typ koluvizemě, který se nejčastěji ob-

jevuje na různých taxonomických úrovních v řadě národních klasifikací (např. Němeček *et al.* 2011, Kabala *et al.* 2020).

Koluvizem **typu C** představuje koluviální profily, u kterých dochází vlivem sedimentace minerálního materiálu (doplňovaným často i humózním materiálem z A horizontů) k pohřbení původního profilu. Většinou se jedná o koncentrovaným odtokem rychle navrstvené půdní sedimenty, často vedoucí k výrazné stratifikaci půdního profilu; vznikají ovšem též při pozvolné sedimentaci s výrazným tříděním materiálu při transportu. Tento typ je častý především v oblastech budovaných zpevněnými i nezpevněnými písčité zvětrávajícími horninami nebo na pozemcích modelovaných rýhovou či stržovou erozí (Poreba *et al.* 2011, Switoniak 2015). Bližší popis konkrétních modelových profilů a souvisejících vlastností je uveden ve studii Zádorové & Penížka (2018).

Je třeba si uvědomit, že se jedná pouze o modelové případy stratigrafie koluvizemí; při terénním průzkumu se setkáváme s řadou koluviálních profilů vykazujících společné znaky výše uvedených typů. Pouze soustavná terénní práce a shromažďování dat o morfologii koluvizemí z různých prostředí povede k jasnějšímu ukotvení těchto půd v pedologických oborech.

## KLASIFIKACE KOLUVIZEMÍ

Přítomnost koluvizemí v půdním krytu je na vyšších taxonomických úrovních reflektována pouze v omezeném množství národních a mezinárodních klasifikačních systémů. I zde se v diagnostice koluvizemí do jisté míry propisuje nejednotnost v základním konceptu těchto půd. Kritéria užívaná k diagnostice koluviálních půd se v jednotlivých systémech neliší pouze kvantitativně (mocnost koluviální vrstvy, obsah organického uhlíku...), jako je tomu často u tradičních půdních typů, ale i v základním pohledu na půdotvorné procesy a faktory vedoucí k jejich vzniku, pozici reliéfu či vliv člověka na jejich formování.

Jednotlivé národní klasifikace akcentují rozdílné charakteristiky koluvizemí:

### *Koluvizemě jako hlubokohumózní půdy*

Koluvizemě jsou chápány jako hluboké půdy s mocným A horizontem. Tento aspekt se uplatňuje například v polské klasifikaci (Kabala *et al.* 2019), kde jsou koluviální půdy součástí vyšší kategorie černozemních půd. Hlubokohumózní charakter koluviálních půd je zdůrazněn rovněž v německé (Ad-hoc-AG Boden 2005), české (Němeček *et al.* 2011) a rumunské klasifikaci (Florea & Munteanu 2012), či v americké Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 1999).

### *Koluvizemě jako sedimentární půdy*

V klasifikaci je jako zásadní třídící kritérium chápán sedimentární původ koluvizemí, které jsou definovány jako půdy vznikající periodickou sedimentací, charakterizované vrstevnatostí či nepravidelným rozložením organického uhlíku a dalších látek. Tento přístup je aplikován například v aktuální české klasifikaci (Němeček *et al.* 2011), kde jsou koluvizemě řazeny spolu s fluviálními půdami do referenční třídy Fluvisolů. Podobný koncept byl přijat i v aktuální maďarské klasifikaci (Michéli *et al.* 2020), kde jsou koluviální a fluviální půdy zařazeny do kategorie sedimentárních půd.

### *Koluvizemě jako antropogenní půdy*

Antropogenní původ je zásadní pro řazení koluvizemí do vyšších taxonomických jednotek především v německé (Ad-hoc-AG Boden 2005) a rakouské klasifikaci (Nestroy *et al.* 2011). V obou případech jsou koluviální půdy (Kolluvisole) kategorizovány jako nižší jednotky antropogenních půd. Obecně je německý koncept koluvizemí a koluvií úzce vázán na antropogenní erozi (včetně například větrné; Leopold & Volkel 2007, Kleber 2006). Antropogenní původ koluviálních půd zdůrazňuje rovněž mezinárodní systém World Reference Base for Soil Resources (WRB, IUSS Working Group 2014), který jako jedno z možných kritérií uvádí příměs artefaktů v profilu těchto půd.

### *Koluvium jako hlavní třídící kritérium*

Koluviální půdy nejsou v tomto případě definovány specifickými vlastnostmi, ale formováním na koluviálním materiálu různého původu a vlastností, často se tedy jedná o půdy, které výše definujeme jako *půdy na koluviu*. Tento koncept je uplatňován ve francouzské (AFES 2008) a rumunské klasifikaci (Florea

Review

& Munteanu 2012), částečně rovněž v konceptu ‘*colluvic material*’ ve WRB (IUSS Working Group 2014).

*Koluvizem jako funkce reliéfu*

Pozice v reliéfu je zmiňována ve většině klasifikací, protože je zásadním faktorem pro identifikaci koluviálních půd při terénním průzkumu. Nejčastějšími terénními situacemi jsou úpatí svahů, boční suché úpady (*dellen*), konkávní prvky střední části svahů, místa s náhlým snížením sklonu svahu a za terénními překážkami (současnými i již zaniklými), rozhraní úpatí svahu a nivy. Výjimkou je pojetí v německé klasifikaci, kdy se jako místa koluviální depozice uvažují i vrcholové partie svahů se sedimentací eolického materiálu (Ad-hoc-AG Boden 2005).

V mezinárodně používaných klasifikačních systémech, tedy WRB (IUSS Working Group 2014) a americké Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 1999), nejsou koluvizemě zařazeny mezi vyšší taxonomické třídy.

Ve WRB (IUSS Working Group 2014) je koncept koluviálních půd zahrnut v identifikaci diagnostického materiálu ‘*colluvic material*’. Ten představuje jak půdotvorný substrát, tak půdní sediment. Využívá se tedy pro půdy typu koluvizem (mladé půdy s aktivní sedimentací) i pro vyvinutější půdy na koluviu (tedy s patrným svahovým materiálem v profilu). V definici materiálu jsou zahrnuty specifická pozice ve svahu či znaky transportu materiálu po svahu, nižší objemová hmotnost ve srovnání s podložním materiálem a minimální mocnost koluviální vrstvy 20 cm. V případě Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 1999) se k vyjádření akumulace sedimentárního materiálu v horizontu A používá adjektivum ‘*cumulic*’ v názvu některých podskupin (*subgroups*). Kritéria pro užití názvu ‘*cumulic*’ se u každé podskupiny mění, většinou se však jedná o přítomnost diagnostického humusového horizontu (*mollic* či *umbric*) s vyšší mocností (40–60 cm dle podskupiny), která svědčí o procesu akumulace půdního materiálu.

Koluvizemě, případně širší skupina koluviálních půd, jsou na vysoké taxonomické úrovni vymezeny v řadě národních systémů, především v regionu střední a západní Evropy (Česko, Německo, Rakousko, Polsko, Francie). Tento fakt lze přisuzovat souhrně několika faktorů. Jedná se o regiony s dlouhou historií zemědělského využívání krajiny, včetně raného odlesnění a intenzivního obhospodařování půdy, s rozsáhlými starosídelními regiony budovanými na spraši a příbuzných substrátech s dominancí prachových částic, které podmiňují vysokou erodibilitu půd a intenzivní proces koluviace. Takto vznikající hluboké koluvizemě jsou pak cenným archivem pro širokou škálu paleo-environmentálních výzkumů; to ve výsledku vede k odkrývání četných koluviálních profilů a uvědomění si jejich významu nejen z hlediska ekologického, ale i jako důležité součásti půdního pokryvu, kterou je třeba zachytit i na úrovni půdní klasifikace. Na druhé straně se ovšem tímto způsobem naše povědomí o charakteru koluvizemí poněkud vychyluje: většina dostupných profilů pochází z obdobných přírodních prostředí. V případě států s odlišnými přírodními podmínkami a historií osídlení nejsou procesy svahové redistribuce materiálu a s nimi související vznik koluviálních půd otázkou zásadního vědeckého zájmu; koluviální půdy tedy nejsou v rámci klasifikace vymezeny či jsou zohledněny pouze na nižších taxonomických úrovních.

V Tab. 1 je uveden přehled začlenění a konceptů koluviálních půd v národních a mezinárodních klasifikačních systémech (podle Zádorová & Penížek 2018).

Tabulka 1

Přehled začlenění a konceptů koluviálních půd v mezinárodních a národních (abecedně) klasifikačních systémech (podle Zádorová & Penížek 2018)

Klasifikace – stát	Název koluviální půdy	Taxonomický stupeň	Nadřazený taxonomický stupeň	Koncept koluviální půdy	Mocnost koluviálního horizontu
WRB (IUSS Working Group 2014)	Colluvic	kvalifikátor (2)	–	akumulace koluviálního materiálu (půdní vrstva i substrát)	20 cm
USA (Soil Survey Staff 1999)	Cumulic	podskupina (3)	–	akumulace humusového materiálu, antropogenně podmíněné	40–60 cm
Austrálie (Isbell 2021)	Colluvic	velká skupina půd (3)	Clastic Rudosols	formované svahovými procesy	–
Česko (Němeček <i>et al.</i> 2011)	Koluvizem	půdní typ (2)	Fluvisoly	akumulace humusového materiálu, antropogenně podmíněné	50 cm
Francie (AFES 2008)	Colluviosol	Referenční skupina (1)	×	koluvium jako půdotvorný substrát	50 cm
Izrael (Dan & Koyumdjisky 1979)	Colluvial-alluvial soils	velká skupina půd (1)	×	koluvium jako půdotvorný substrát	
Kanada (Soil Classification Working Group 1999)	Cumulic	podskupina (3)	–	svahové pohyby	
Maďarsko (Micheli <i>et al.</i> 2019)	Sediment soils	půdní typ (1)	×	erozní depozice, stratifikace začíná ve svrchních 50 cm	–
Německo (Ad-hoc-AG Boden 2005)	Kolluvisol	půdní typ (3)	Antropogenní půdy ( <i>Terrestrische anthropogene Böden</i> )	půdní sediment, obsah humusu odpovídá A horizontu, antropogenní půda	40 cm

Review

Klasifikace – stát	Název koluviální půdy	Taxonomický stupeň	Nadřazený taxonomický stupeň	Koncept koluviální půdy	Mocnost koluviálního horizontu
<b>Polsko</b> ( <i>Kabala et al. 2019</i> )	Gleby deluwialne czarnoziemne Gleby deluwialne wlasciwe	půdní typ (2)	Černoziemní půdy ( <i>Gleby czarnoziemne</i> ) Slabě vyvinuté půdy ( <i>Gleby slabo ukszaltowane</i> )	akumulace humusového koluviálního materiálu akumulace koluviálního materiálu, antropogenně podmíněné	50 cm 50 cm
<b>Rakousko</b> ( <i>Nestroy et al. 2011</i> )	Kolluvisol	půdní typ (3)	Koluvia a antropogenní půdy ( <i>Kolluvien und Anthrosole</i> )	akumulace humózního materiálu	40 cm
<b>Rumunsko</b> ( <i>Florea &amp; Munteanu 2012</i> )	Colluvic Cumulic	půdní subtyp půdní subtyp	–	koluvium jako půdotvorný substrát humózní, erozně transportovaný půdní materiál	
<b>Rusko</b> ( <i>Schishov et al. 2004</i> )	několik půdních typů Stratozemí	půdní typ (3)	Stratozem	periodická akumulace sedimentů pohřbívajících původní půdu	40 cm
<b>Slovensko</b> ( <i>Sobocká (ed.) 2000</i> )	–	akumulované formy půdních typů (5)	–		–
<b>Velká Británie</b> ( <i>Avery 1980</i> )	Colluvial –	podskupina (3)	–	koluvium jako půdotvorný substrát	40 cm

Na základě syntézy studia znaků a vlastností koluviálních profilů a jednotlivých přístupů jejich klasifikace je možno navrhnout základní diagnostická kritéria pro identifikaci koluvizemí v rámci klasifikačních systémů a při půdním průzkumu a mapování. Kritéria jsou navržena pro koluvizemě ve smyslu nevyvinutých recentních půd vznikajících postupnou aktivní sedimentací koluviálního materiálu a bez znaků pokročilejšího vývoje, které by je řadily k jiným půdním typům. Koluviální materiál je lokálního původu, pochází ze svrchních i hlouběji ležících horizontů erodovaných půd, jejichž charakter si z velké části zachovává. Níže koluviálního materiálu často identifikujeme pohřbený půdní profil. Kritéria nezohledňují: i) původ koluvizemě – přípustné jsou antropogenní a přirozené faktory redistribuce materiálu na svahu, ii) typ transportního procesu – uvažuje se povrchový i koncentrovaný odtok, transport orbou, iii) charakter sedimentovaného materiálu – zahrnut je půdní materiál bez i s příměsí klastů, minerální či humózní. Rychlé svahové pohyby typu sesuvů, bahnotoků či řízení nejsou uvažovány jako procesy vedoucí k sedimentaci materiálu v koluvizemích.

Diagnostická kritéria reflektují specifickou polohu v reliéfu a sedimentární charakter těchto půd. Rozdělení typů koluvizem je zohledněno v definici jednotlivých subtypů.



Koluvizemě jsou půdy, které:

1. se vyskytují na svazích, úpatích svahů, v konkávních pozicích a za překážkami; a
2. mají ve svém profilu sedimentární materiál o mocnosti  $\geq 50$  cm, u kterého platí, že:
  - a. jeho horní hranice začíná na povrchu půdy a
  - b. není fluvialního nebo lakustrinního původu

Tato kritéria zohledňují následující skutečnosti:

1. Koluvizemě se vyskytují pouze v uvedených terénních pozicích, což je odlišuje od ostatních slabě vyvinutých půd (fluvizemí či regozemí);
2. Koluvizemě jsou součástí aktuálního půdního krytu a vznikají aktivní sedimentací (sedimentární materiál tedy začíná od povrchu půdy). Mocnost koluvialní vrstvy byla stanovena na 50 cm z následujících důvodů: i) mocnost odpovídající dvojnásobku běžné hloubky orby, která značí dominantní pozici koluviace při formování půdy; ii) v kontextu jednotlivých klasifikačních systémů se jedná o jeden z nejčastěji stanovovaných limitů (využíván je i v aktuální české klasifikaci).

Stávající znalosti o podobě rozdílných profilů koluvizemí a typu koluvialního materiálu dále umožňují vymezení několika specifických subtypů těchto půd:

*Koluvizem humózní* – materiál odpovídající organo-minerálnímu horizontu (koluvizem typu B) ve všech vrstvách koluvialního materiálu. Koluvizem je tvořena převážně humózním materiálem pocházejícím z humusových horizontů erodovaných půd. Konkrétní kvantitativní limit, který by stanovil minimální koncentraci půdního organického uhlíku v tomto materiálu, není s ohledem na různá prostředí a zdrojové půdy stanoven.

*Koluvizem stratifikovaná* – je výrazně stratifikovaná ve  $\geq 25$  % svého objemu níže ornice. Koluvizem je výrazně stratifikovaná ve smyslu změny textury, skeletovitosti, barvy (dané obsahem organických látek či rozdílnou barvou zdrojového materiálu). Odpovídá střídajícímu se ukládání jemnozrnného humózního materiálu při méně intenzivních srážkách a minerálního substrátu v případě koncentrovaného odtoku při intenzivních srážkách (koluvizem typu C).

*Koluvizem inverzní* – má alespoň jednu vrstvu, ve které je o  $\geq 25$  % vyšší obsah organického uhlíku než v některé z nad ní ležících vrstev. Materiál je charakterizován postupným ubýváním či kolísáním obsahu organického uhlíku směrem k povrchu půdy. Při povrchu dochází k akumulaci převážně minerálního materiálu pocházejícího z B a C horizontů erodovaných půd v erozně silně ovlivněných oblastech, níže se vyskytuje vrstva tvořená humózním materiálem pocházejícím z A horizontů erodovaných půd; odpovídá koluvizemí typu A.

Dále navrhuje subtypy blíže popisující charakter materiálu, případně slabě až středně vyvinuté znaky pedogenetických procesů v profilu, značící přechody k půdním typům s pokročilejší pedogenezí.

*Koluvizem arenická* – materiál zrnitosti *písek* a *hlinitý písek* v  $\geq 70$  % objemu koluvialního materiálu (podle texturního trojúhelníku USDA; Soil Science Division Staff 2017);

*Koluvizem pelická* – materiál zrnitosti *jíl* v  $\geq 70$  % objemu koluvialního materiálu (podle texturního trojúhelníku USDA; Soil Science Division Staff 2017);

*Koluvizem karbonátová* – s obsahem  $\text{CaCO}_3 \geq 3$  % od povrchu půdy do hloubky  $\geq 50$  cm;

*Koluvizem luvická* – s výskytem slabě až středně vyvinutých luvických znaků v koluvialním materiálu, texturní diferenciaci nedosahuje kritérií pro Luvisoly;

*Koluvizem kambická* – s výskytem slabě až středně vyvinutých znaků hnědnutí (výraznější chroma a value než okolní vrstvy, slabě až středně vyvinuté pedy) v koluvialním materiálu;

*Koluvizem oglejená* – s výskytem středně výrazných redoximorfních znaků do 60 cm od povrchu půdy.

## ZÁVĚR

Koluvizemě jsou významnou součástí půdního pokryvu především v zemědělsky využívaných oblastech se vlněným, erozně modelovaným reliéfem. Nebyly dosud relevantně mapovány a jejich začlenění do klasifikačních systémů je provázeno nesouladem v konceptech jednotlivých definic. Autoři navrhují charakterizovat koluvizem jako recentní nevyvinutou půdu vznikající aktivní sedimentací. Toto pojetí ji

## Review

tedy odlišuje od vyvinutějších půd vznikajících odlišnými pedogenetickými procesy v koluviálním materiálu. Diagnostická kritéria zohledňují specifickou pozici koluvizemě v reliéfu a minimální mocnost koluviálního materiálu v profilu. Jednotlivé typy koluvizemí, odpovídající různé intenzitě a typu transportu materiálu, různé délce koluviálního procesu i typu transportovaného materiálu, jsou zahrnuty na subtypové úrovni.

K dalšímu zpřesnění kritérií je nutné výrazné rozšíření databáze reálných profilů koluvizemí z různých regionů s odlišnými podmínkami (geologickými, klimatickými či historickými); stále totiž existuje poměrně málo informací o různých typech koluviálních profilů, a to zejména z oblastí mimo mírný pás.

## PODĚKOVÁNÍ

*Studie byla podpořena Grantovou agenturou České republiky (projekt č. 21 – 11879S).*

## LITERATURA

- Ad-hoc-AG Boden (2005). *Bodenkundliche Kartieranleitung*. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover. Available on: [https://eprints.dbges.de/360/1/DBGVer%C3%B6ffAGBoden\\_2009\\_EF.pdf](https://eprints.dbges.de/360/1/DBGVer%C3%B6ffAGBoden_2009_EF.pdf).
- AFES (2008). *Référentiel pédologique*. Denis Baize, Michel-Claude Girard (coordinateurs), Éditions Quæ, 2009, ISBN 978-2-7592-0186-0, Paris.
- Avery, B. W. (1980) *Soil Classification for England and Wales (Higher Categories)*. Soil Survey Technical Monograph no 14, Harpenden.
- Dan, J. and Koyumdjisky, H. (eds.) (1979). *The Classification of Israel Soils*. Committee on Soil Classification in Israel, Special publication no 137, Institute of Soils and Water ARO, Bet Dagan.
- Florea, N., Munteanu, I. (2012). *Romanian Soil Taxonomy System (SRTS)*. Sitech, Craiova.
- Goudie, A.S. (2004). *Encyclopedia of Geomorphology*. Routledge, London.
- Isbell, R.F. (2021). *The Australian Soil Classification*. 3<sup>rd</sup> edition. Australian Soil and Land Survey Handbooks Series No 4. CSIRO Land & Water, Canberra.
- IUSS Working Group WRB (2014). *World Reference Base for Soil Resources 2014*. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps, Update 2015. FAO, Rome. Available on: <https://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>.
- Kabala, C., Charzynski, P., Chodorowski, J., Drewnik, M., Glina, B., Greinert, A., Hulisz, P., Jankowski, M., Jonczak, J., Labaz, B., Lachacz, A., Marzec, M., Mendyk, Ł., Musiał, P., Musielok, Ł., Smreczak, B., Sowiński, P., Świtoniak, M., Uzarowicz, Ł., Waroszewski, J. (2019). Polish Soil Classification, 6<sup>th</sup> edition – principles, classification scheme and correlations. *Soil Science Annual* 70, 71–97.
- Kleber, A. (2006) “Kolluvium” does not equal “colluvium”. *Zeitschrift für Geomorphologie* N. F. Band 50, pp. 541–542. DOI: 10.1127/zfg/50/2006/541.
- Kühn, P., Lehndorff, E., Fuchs, M. (2017). Late glacial to Holocene pedogenesis and formation of colluvial deposits in a loess landscape of Central Europe (Wetterau, Germany). *Catena*, 154, 118–135. DOI: 10.1016/j.catena.2017.02.015.
- Lacerda, W.A. (2007). Landslide initiation in saprolite and colluvium in southern Brazil: field and laboratory observations. *Geomorphology*, 87, 104–119.
- Leopold, M., Völkel, J. (2007). Colluvium: definition, differentiation, and possible suitability for reconstructing Holocene climate data. *Quaternary International*, 162–163, 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2006.10.030>.
- Micheli, E., Csorba, A., Szegi, T., Dobos, E., Fuchs, M. (2019). The soil types of the modernized, diagnostic based Hungarian Soil Classification System and their correlation with the World reference base for soil resources. *Hungarian Geographical Bulletin*, 68, 109–117. DOI: <https://doi.org/10.15201/hungeo-bull.68.2.1>.
- Miller, B.A., Juilleret, J. (2020). The colluvium and alluvium problem: Historical review and current sta-

- te of definitions. *Earth-Science Reviews*, 209, 103316. Available on: <https://doi.org/10.1016/j.earsci-rev.2020.103316>.
- Němeček, J., Kutílek, M., Smolíková, L. (1990). *Pedologie a paleopedologie*. Academia, Praha. ISBN 8020001530.
- Němeček, J., Mühlhanslová, M., Macků, J., Vokoun, J., Vavříček, D., Novák, P. (2011). *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. 2. uprav. vyd. Česká zemědělská univerzita Praha. ISBN 978-80-213-2155-7.
- Nestroy, O., Aust, G., Blum, W.E.H., Englisch, M., Hager, H., Herzberger, E. *et al.* (2011). Systematische Gliederung der Böden Österreichs. Österreichische Bodensystematik 2000 in der revidierten Fassung von 2011. Mitteilungen der Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft, 79, 1–98.
- Paton, T.R., Humphreys, G.S., Mitchell, P.B. (1995). *Soils: a New Global View*. University College London Press, London.
- Poreba, G., Snieszko, Z., Moska, P. (2011). Some aspects of age assessment of Holocene loess colluvium: OSL and <sup>137</sup>Cs dating of sediment from Biała agricultural area, South Poland. *Quaternary International*, 240, 44–51.
- Scherer, S., Höpfer, B., Deckers, K., Fischer, E., Fuchs, M., Kandeler, E., Lechterbeck, J., Lehdorff, E., Lomax, J., Marhan, S., Marinova, E., Meister, J., Poll, Ch., Rahimova, H., Rösch, M., Wroth, K., Zastrow, J., Knopf, T., Scholten, T., Kühn, P. (2021). Middle Bronze Age land use practices in the northwestern Alpine foreland – a multi-proxy study of colluvial deposits, archaeological features and peat bogs. *Soil* 7, 269–304.
- Shishov, L. L., Tonkonogov, V. D., Lebedeva, I. I. and Gerasimova, M. I. (2004). *Classification and Diagnostics of Soils of Russia*. Oykumena, Smolensk.
- Sobocká, J. (ed) (2000). *Morfogenetický klasifikační systém pôd Slovenska*. Bazálna referenčná taxonómia. Výskumný ústav pôdoznectva a ochrany pôdy, Bratislava.
- Soil Classification Working Group (1998). *The Canadian System of Soil Classification*, 3<sup>rd</sup> edition, Agriculture and Agri-Food Canada Publication 1646. Supply and Services Canada, Ottawa.
- Soil Survey Staff 1999. *Soil Taxonomy*. Agricultural Handbook, No 436, 2<sup>nd</sup> edn. USDA–Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Soil Science Division Staff (2017). Soil survey manual. USDA Handbook 18. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Switoniak, M. (2015). Issues relating to classification of colluvial soils in young morainic areas (Chełmno and Brodnica Lake District, northern Poland). *Soil Science Annual*, 66, 57–66. DOI: 10.1515/ssa-2015-0020.
- Zádorová, T., Penížek, V. (2018). Formation, morphology and classification of colluvial soils: a review. *European Journal of Soil Science* 69, 577–591. <https://doi.org/10.1111/ejss.12673>.
- Zádorová, T., Penížek, V., Vašát, R., Žížala, D., Chuman, T., Vaněk, A. (2015). Colluvial soils as a soil organic carbon pool in different soil regions. *Geoderma* 253–254, 122–13. DOI: 10.1016/j.geoderma.2015.04.012.

Received: November 29, 2021

Accepted: December 17, 2021

Published online: January 2022