

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra pedologie a ochrany půd



Česká
zemědělská
univerzita
v Praze

ZÁKLADY PŮDNÍ KLASIFIKACE II.

Tereza Zádorová

Vít Penížek

2020

Autoři: RNDr. Tereza Zádorová, Ph.D.

doc. Ing. Vít Penížek, Ph.D.

Tato publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou

© RNDr. Tereza Zádorová, Ph.D.

ISBN 978-80-213-3060-3

OBSAH

1. ÚVOD.....	4
2. MEZINÁRODNÍ PŮDNÍ KLASIFIKACE.....	5
2.1 Mezinárodní označování půdních horizontů.....	5
2.1.1 Symboly pro označování půdních horizontů dle FAO	5
2.1.2 Přechodné horizonty	6
2.1.3 Podřazené vlastnosti hlavních horizontů a vrstev	7
2.1.4 Pravidla při užívání písmenných přípon	8
2.1.5 Diskontinuity v profilu.....	9
2.2 World Reference base for soil resources.....	9
2.2.1 Základní principy WRB 2014.....	10
2.2.2 Struktura WRB.....	11
2.2.3 Diagnostika půd	12
2.2.4 Stručná charakteristika Referenčních skupin půd.....	17
2.2.5 Půdní kryt v různých částech světa	54
2.3 Soil Taxonomy	57
2.3.1 Základní principy Soil Taxonomy	58
2.3.2 Diagnostika půd v Soil Taxonomy	59
2.3.3 Struktura Soil Taxonomy.....	63
2.3.4 Tvoření jmen.....	66
2.4 Korelace klasifikačních systémů.....	67
3. NÁRODNÍ PŮDNÍ KLASIFIKACE	73
3.1 Střední Evropa.....	73
3.2 Západní Evropa	75
3.3 Východní Evropa a Rusko.....	76
3.4 Klasifikace ostatních států.....	78
3.4.1 Čína.....	78
3.4.2 Japonsko.....	78
3.4.3 Austrálie a Nový Zéland	78
3.4.4 Kanada	79
3.4.5 Izrael	80

3.4.6	Jihoafrická republika.....	80
3.4.7	Brazílie.....	81
4.	KLASIFIKACE PALEOSOLŮ.....	82
4.1	Klasifikace paleosolů	82
4.2	Paleosoly u nás	83
5.	LIDOVÉ PŮDNÍ KLASIFIKACE A NÁZVY	85
5.1	Etnopedologie.....	85
5.2	Lidové názvy půd	86
5.2.1	Názvy pocházející z regionu východní Evropy a Ruska	86
5.2.2	Názvy pocházející z regionu západní a severní Evropy	86
5.2.3	Názvy pocházející ze severní Afriky a Blízkého východu	87
5.2.4	Ostatní názvy	87
5.2.5	Lidové názvy půd v ČR	87
6.	POUŽITÁ LITERATURA	89

1. ÚVOD

Půdní klasifikace ve světě procházela v minulém století rychlým vývojem. Řada států vytvářela a upravovala národní půdní klasifikace v závislosti na aktuálních potřebách výzkumu půd i dostupných metodách pro průzkum a hodnocení půdních vlastností. S rozvojem jednotlivých odvětví pedologie a možností přesného měření se původně spíše geneticky orientované klasifikace vyvíjely ke své současné podobě, kdy se hlavním nástrojem pro určování půdních tříd stává morfologie půd. Otázky mezinárodní ochrany půdního fondu a vytváření globálních půdních map ukázaly potřebu jednotného mezinárodního rámce pro hodnocení a klasifikaci půd, který bude sloužit jako platforma pro spolupráci odborníků, půdní průzkum a vytváření mezinárodních map a databází. Podobně jako národní systémy procházela i mezinárodní klasifikace vývojem, spojeným s řadou úprav v celkové struktuře systému i konceptech jednotlivých půdních tříd.

Druhá část publikace Základy klasifikace půd podává základní přehled o vývoji a současném stavu mezinárodních a národních klasifikačních systémů. Hlavní část je věnována popisu struktury a konceptů dvou půdních systematik, sloužících pro komunikaci a výzkum na mezinárodní úrovni: World Reference Base for Soil Resources a Soil Taxonomy. Dále jsou stručně popsány národní klasifikace zahraničních států. Závěrem jsou zmíněna okrajová témata klasifikace půd – klasifikace paleosolů a lidové půdní názvosloví.

2. MEZINÁRODNÍ PŮDNÍ KLASIFIKACE

2.1 Mezinárodní označování půdních horizontů

Mezinárodní klasifikace a mapy vznikající v průběhu 80. a 90. let minulého století [Legenda k Půdní mapě světa (FAO–UNESCO 1971–1981) a Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 1975, 1999)] využívaly pro popis půdního profilu mezinárodně uznávané směrnice **Guidelines for soil description**, vzniklé pod patronací organizace FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). Její aktuální vydání (FAO, 2006) zapracovává další publikace a příspěvky k vývoji půdních informačních systémů, jako World Reference Base for Soil Resources 2006 (WRB; IUSS Working Group WRB, 2006) či Keys to Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 2003). Guidelines for soil description poskytuje zásady a instrukce pro *kompletní popis půdního profilu* v terénu, tedy pro i) záznam lokalizace profilu, ii) popis faktorů vývoje profilu (terén, meteorologické charakteristiky, land use, matečná hornina, stáří povrchu), iii) popis půdního profilu (charakteristiky povrchu, přechody horizontů, zrnitost, skeletovitost, barva půdy, půdní organická hmota, novotvary, redoximorfnní znaky, znaky obsahu rozpustných i méně rozpustných solí a nesolných látek, fyzikální vlastnosti půdy, biologická aktivita, artefakty), iv) vzorkování půdy, v) označení půdních horizontů.

2.1.1 Symboly pro označování půdních horizontů dle FAO

Symboly horizontů sestávají z jednoho či dvou velkých písmen pro hlavní genetické horizonty a přípon tvořených malými písmeny vyjadřujícími další, podrobnější, odlišení. Pro hlavní horizonty a vrstvy půdního profilu jsou vyčleněny následující symboly: **H, O, A, E, B, C, R, I, L a W** (tabulka 1). Označení horizontu doplňují další znaky (malá písmena), která se řadí za symbol hlavního horizontu (Obr. 1). Většina hlavních horizontů je označena jedním symbolem, některé horizonty vyžadují označení dvěma symboly. Konkrétně lze rozlišit deset hlavních horizontů a sedm přechodných. Většina z hlavních horizontů označují tzv. **genetické horizonty**, které odrážejí kvalitativní zhodnocení změn probíhajících v půdním profilu. Genetické horizonty nejsou shodné s horizonty diagnostickými, ačkoliv si v profilu někdy odpovídají. Diagnostické horizonty jsou kvantitativně vymezené půdními znaky a užívané pro klasifikaci půd.

Tabulka 1 Označení a popis hlavních horizontů a vrstev podle FAO (2006)

Označení	Popis horizontů
H	Nerozložený nebo částečně rozložený organický materiál na povrchu půdy, po delší část roku saturovaných vodou
O	Organický materiál sestávající z nerozloženého nebo rozloženého opadu na povrchu minerálních i organických půd, které nejsou dlouhodobě saturovány vodou.
A	Minerální horizonty vznikající na povrchu půdy nebo pod horizontem O. Vykazují znaky akumulace humifikované organické hmoty důkladně promísené

Označení	Popis horizontů
	s minerální složkou nebo vlastnosti vyplývající z kultivace, pastvy nebo podobných typů narušení epipedonu.
E	Horizonty vykazující ztrátu silikátového jílu, Fe, Al a jejich kombinaci, a nárůst podílu písku a prachu. Obvykle světlejší barvy než níže ležící horizont B. E horizont je odlišen od níže ležícího B horizontu nejčastěji barvou s vyšší hodnotou value a/nebo nižším chroma a/nebo lehčí zrnitostí.
B	Horizonty vznikající pod A, E H nebo O horizonty. Hlavním znakem je přeměna původní horninové struktury, a to spolu s alespoň jedním z následujících znaků: iluviální koncentrace jílu, Fe, Al, humusu, karbonátů, sádry, SiO ₂ nebo jejich kombinace; znaky vyluhování karbonátů, residuální koncentrace seskvioxidů, povlaky seskvioxidů způsobující nápadně nižší value, vyšší chroma nebo červenější hue než u výše a níže ležících horizontů, a to bez nápadné iluviace Fe; přeměny vedoucí ke vzniku silikátového jílu a/nebo k uvolňování oxidů, a následné formování půdní struktury.
C	Horizonty nebo vrstvy, vyjma pevného podloží, které jsou minimálně ovlivněny pedogenezí a nevykazují znaky žádného z výše popsaných horizontů. C horizont může být modifikován i bez probíhající pedogeneze, např. prorůstajícími kořeny.
R	Vrstvy tvořené nezvětralým podložím ležícím níže vlastního sola; mohou obsahovat málo četné trhliny, kořenění je minimální.
I	Ledové čočky a klíny
L	Sedimenty uložené pod vodou tvořené organickými a anorganickými materiály (limnický materiál)
W	Vrstvy vody v profilu či voda zaplavující půdu

2.1.2 Přechodné horizonty

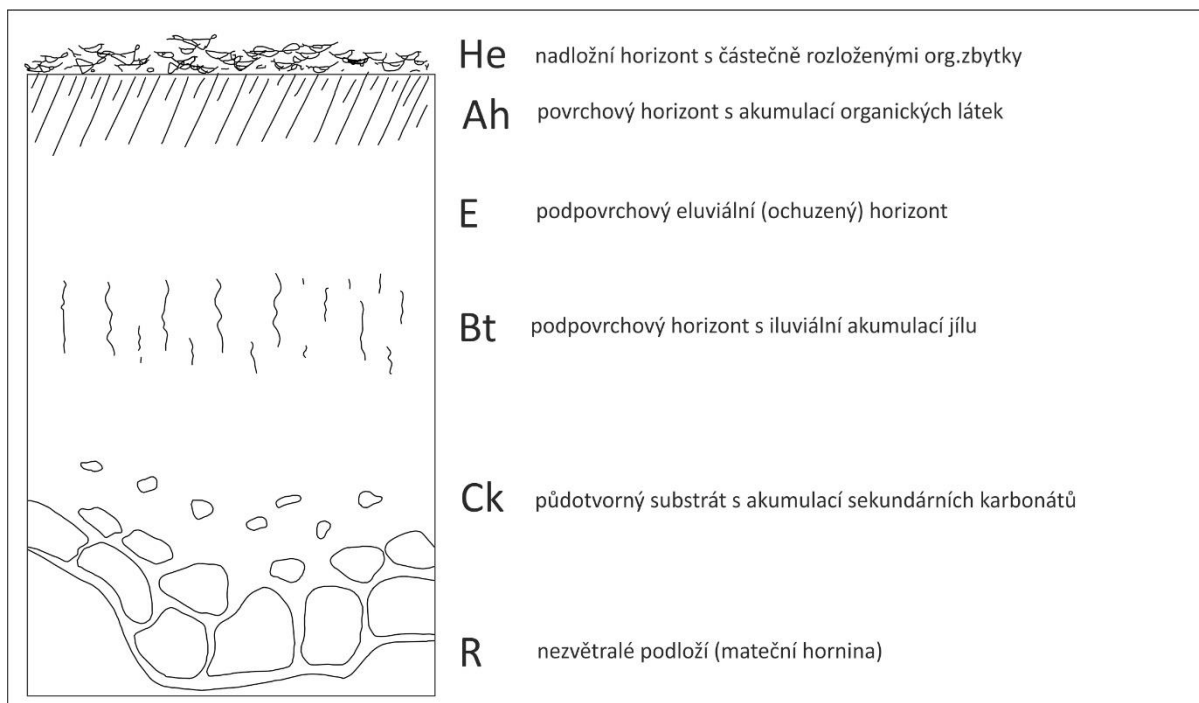
Směrnice rozlišuje dva typy přechodných horizontů: horizonty s jasně oddělenými vlastnostmi dvou horizontů a horizonty bez této výrazné separace. Pro horizonty s dominujícími vlastnostmi jednoho hlavního horizontu, ale současně mající méně výrazné znaky horizontu jiného, se užívají dva symboly (např. AB, EB, BE, BC). Symbol dominantního horizontu je udáván jako první. Například horizont se symbolem AB vykazuje vlastnosti jak výše ležícího A horizontu, tak níže ležícího B horizontu, ale převládají vlastnosti horizontu A. Přechodný horizont může být identifikován, i pokud jeden z jeho mateřských horizontů v profilu chybí (např. AB nebo BA horizont přímo nad substrátem, BC horizont i v případě, že v podloží se nenachází C horizont). CR lze použít pro zvětralé podloží, které lze proniknout rýčem, ale kořeny v něm pronikají jen po trhlínách. Horizonty s jasně oddělitelnými partiemi s vlastnostmi dvou odlišných horizontů se označují rovněž symboly těchto horizontů, ale oddělenými symbolem, „/“, např. E/B, B/E, B/C atd. Nejčastěji jsou části s vlastnostmi jednoho horizontu obklopeny částmi s vlastnostmi horizontu druhého.

2.1.3 Podřazené vlastnosti hlavních horizontů a vrstev

Označení dalších vlastností a znaků vyskytujících se v hlavních horizontech jsou založena na charakteristikách profilu zjistitelných v terénu a používají se při popisu profilu. Označení je tvořeno pomocí malých písmen přidávajících se jako přípony za symbol hlavního horizontu. Seznam jednotlivých symbolů je uveden v tabulce 2.

Tabulka 2 Přípony označující vlastnosti hlavních horizontů (FAO, 2006)

Přípona	Popis	Užití v horizontech
a	silně rozložené organické látky	H, O
b	pohřbené genetické horizonty	minerální h.
c	konkrece nebo noduly	minerální h.
c	koprogenní materiál	L
d	tuhá vrstva (překážka pro pronikání kořenů)	minerální h.
d	křemelina	L
e	částečně rozložené OL	H, O
f	zmrzlá půda	mino I a R
g	stagnické podmínky	bez omezení
h	akumulace OL	minerální h.
i	skluzné plochy	minerální h.
i	mírně rozložené organické látky	H, O
j	akumulace jarositu	bez omezení
k	akumulace sekundárních karbonátů	bez omezení
l	kapilární vztlínání (glejový proces)	bez omezení
m	silná cementace nebo ztvrdnutí	minerální h.
m	slín	L
n	pedogenní akumulace výměnného Na	bez omezení
o	reziduální akumulace seskvioxidů	bez omezení
p	orba nebo antropogenní disturbance	bez omezení, E, B, C jako Ap
q	akumulace pedogenního SiO ₂	bez omezení
r	silná redukce	bez omezení
s	iluvialní akumulace seskvioxidů	B
t	iluvialní akumulace silikátového jílu	B a C
u	urbánní a další antropogenní materiály	H, O, A, E, B, C
v	výskyt plinthitu	bez omezení
w	vývoj struktury a barvy	B
x	znaky fragipanu	bez omezení
y	pedogenní akumulace sádrovce	bez omezení
z	pedogenní akumulace solí rozpustnějších než sádrovec	bez omezení
@	znaky kryoturbace	bez omezení



Obr. 1 Příklad označení horizontů půdního profilu dle FAO.

2.1.4 Pravidla při užívání písmenných přípon

Řada hlavních horizontů značených jedním velkým písmenem bude mít při zápisu půdního profilu nejméně jednu příponu. Více než tři přípony jsou ovšem používány minimálně. Při používání přípon je třeba postupovat podle následujících pravidel:

- přípony následují ihned po symbolu hlavního horizontu
- pokud je třeba užít více přípon, pak následující symboly jsou psány jako první: **r, s, t, u** a **w**. Symbol **t** má přednost před všemi ostatními symboly (např. Btr, Btu). Ve všech ostatních kombinacích jsou přípony řazeny abecedně.
- pokud je třeba užít více přípon, a horizont není pohřbený, pak následující symboly jsou psány jako poslední: **c, f, g, m, v** a **x**.
- v případě, že se jedná o pohřbený horizont, je přípona **b** uváděna jako poslední.
- B horizont s výraznou akumulací jílu a zároveň vykazující znaky vývoje struktury a/nebo barvy, je značen jako Bt (**t** má přednost před **w, s, h**). **B horizont** s glejovými znaky nebo akumulací karbonátů, sodíku, SiO₂, sádrovce a dalších solí nebo residuální akumulací seskvioxidů, je označen příslušným znakem (**g, k, n, q, y, z** nebo **o**). Pokud je v tomto horizontu přítomen také iluviovaný jíl, **t** předchází ostatním symbolům (např. Bto, Btg).
- Přípony **h, s** a **w** nejsou obvykle užívány se symboly **g, k, n, q, y, z** nebo **o**.
- Přípony **a** a **e** jsou užívány pouze v kombinaci s H nebo O.
- Přípony **c, d, i** a **m** mají dva různé významy, a to v závislosti na typu hlavního horizontu, ke kterému jsou připojeny.
- Mimo výše uvedených příkladů jsou přípony řazeny abecedně.

2.1.5 Diskontinuity v profilu

V minerálních půdách jsou při označování **diskontinuit** v profilu užívány arabské číslice před písmenným označením horizontu (A, E, B, C a R). Diskontinuitou je míněna výrazná změna v zrnitosti nebo mineralogii značící **rozdílný materiál**, ze kterého je horizont vytvořen a/nebo výrazný rozdíl ve stáří vrstvy (mimo případy, kdy je stáří značeno písmenem b). Stratifikace běžná v aluviálních půdách není značena jako diskontinuita. V případě, že je půda celá vytvořena z jednoho materiálu, číselná předpona je z označení vynechána. Svrchní materiál v profilu, pod kterým následují další odlišné materiály, není označen číslem. Číslování začíná až od druhé kontrastní vrstvy, která je značena 2. Dále pokračuje postupné číslování. V případě, že se v jednom materiálu vyvíjí více horizontů, jsou značeny stejným číslem: Ap–E–Bt1–2Bt2–2Bt3–2BC. Pokud se pod solem nachází vrstva R a je předpokládáno, že půda vznikla na residuu této vrstvy, číselná předpona se neužívá. Pokud je vrstva R odlišná od materiálu, ze kterého profil vzniká, číselné předpony se užívá: A–Bt–C–2R nebo A–Bt–2R.

Pohřbené horizonty (b) představují samostatný problém. Pohřbený horizont představuje vrstvu odlišnou od vrstev nad ním ležících. Přesto některé pohřbené horizonty vznikaly v litologicky shodném materiálu jako vrstvy nad ním. V tomto případě číselné předpony neužíváme. Pokud nejsou substráty litologicky shodné, je diskontinuita značena číselnou předponou a označení b pro pohřbený horizont se užívá též: Ap–Bt1–Bt2–BC–C–2ABb–2Btb1–Btb2–2C.

2.2 World Reference base for soil resources

World Reference Base for Soil Resources (dále WRB) je *mezinárodně uznávaným klasifikačním systémem půd* a zároveň referenční bází pro harmonizaci národních klasifikačních systémů. Její současná podoba se vyvíjí od počátku 80. let, kdy byla v návaznosti na iniciativy organizací FAO, UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) a IUSS (International Society of Soil Science) ustavena skupina odborníků s cílem vyvinout jednotnou mezinárodní klasifikaci půd (International Reference base, od r. 1992 pak World Reference Base), sloužící ke vzájemné komunikaci, výzkumu a mapování půd na vědecké i aplikované úrovni. Jako základ této systematiky sloužila Legenda k Půdní mapě světa z roku 1974 (Soil map of the World, FAO-UNESCO 1971–1981), respektive její revidovaná verze z roku 1988 (Revised Legend, FAO 1988). První verze WRB byla představena v roce 1998 (FAO 1998) na 16. Světovém kongresu o půdě v Montpellier. Názvosloví používané ve WRB bylo doporučeno IUSS pro pojmenovávání a klasifikaci půd. Řada států využila WRB ke klasifikaci půd na národní úrovni či na jejím podkladě upravila stávající národní taxonomii. Po rozsáhlém testování a revizi bylo v roce 2006 publikováno druhé vydání WRB, následně revidované v roce 2007 (IUSS Working group 2007). V roce 2014 bylo vydáno třetí, dosud poslední, vydání WRB, upravené v roce 2015 (IUSS Working group 2015). Kromě klasifikace půdních profilů slouží WRB i pro vytváření legend půdních map malých a středních měřítek.

2.2.1 Základní principy WRB 2014

- Klasifikace půd je založena na půdních znacích definovaných v rámci **diagnostických horizontů, vlastností a materiálů** (dále diagnostické znaky), které jsou v co největší možné míře zjistitelné a měřitelné v terénu.
- Výběr diagnostických znaků vychází z jejich vztahu k jednotlivým půdotvorným procesům. Půdotvorné procesy jako takové by neměly být používány jako rozlišovací kritérium při klasifikaci půd.
- Diagnostické znaky jsou v co největší možné míře vybírány tak, aby měly význam pro využívání půdy.
- Klimatické parametry nejsou při klasifikaci půd používány, nejsou tedy součástí definic jednotlivých diagnostických znaků. Využívány by ale měly být při interpretaci výsledků klasifikace, v kombinaci s půdními vlastnostmi.
- WRB je všeobecný, komplexní klasifikační systém umožňující přizpůsobení národního systému. Skládá se ze dvou kategorických úrovní: *Referenční báze*, která je omezena na nejvyšší klasifikační úroveň a čítá 32 **Referenčních půdních tříd** (Reference Soil Group, dále RSG), a *WRB klasifikačního systému*, sestávajícího z kombinace souborů jedinečně definovaných **kvalifikátorů** (qualifiers), které jsou připojovány před (principal qualifier) a za (supplementary qualifier) název RSG. Tento přístup umožňuje velmi přesnou klasifikaci konkrétního půdního profilu. V nejvyšší klasifikační úrovni jsou jednotlivé třídy odlišeny zejména vzhledem k hlavnímu půdotvornému procesu, který určuje podobu charakteristických půdních znaků. Výjimkou jsou případy mimořádně výrazného půdního substrátu, který svým významem převyšuje půdotvorný proces. Na nižší úrovni jsou půdy rozčleněny na základě sekundárních půdotvorných procesů, které výrazně ovlivňují primární půdní znaky. Dále mohou být zohledněny vlastnosti s vlivem na využití půdy.
- Referenční báze nemá nahrazovat národní klasifikační systémy, ale má sloužit jako *podklad pro komunikaci na mezinárodní úrovni*, při vytváření globálních půdních databází a pro inventarizaci a monitoring světových půdních zdrojů. Lokální rozmanitost půd na národní úrovni může být zachycena nižšími kategoriemi WRB. Tato nižší kategorie také zdůrazňuje půdní vlastnosti důležité při využívání půd.
- Definice a popis půdních jednotek na nižší úrovni zahrnují variabilitu půdních vlastností ve vertikálním i laterálním směru; zohledňují tedy *vazby s terénem a krajinou*.
- Objektem klasifikace je jakýkoliv materiál do hloubky *dvou metrů* od zemského povrchu, který je v kontaktu s atmosférou, s výjimkou živých organismů, oblastí se souvislou ledovou pokrývkou a vodních ploch hlubších než 2 m. V laterálním směru musí objekt reprezentovat znaky všech horizontů a jakoukoliv potenciální variabilitu v profilu. Minimální horizontální plocha se pohybuje v rozpětí od 1 do 10 m² v závislosti na variabilitě půdního pokryvu.

2.2.2 Struktura WRB

Na rozdíl od taxonomických systémů rozlišuje WRB pouze dva hierarchické stupně: Referenční skupiny půd a kvalifikátory.

Úroveň 1: 32 Referenčních skupin půd (RSG)

Na nejvyšší úrovni probíhá klasifikace podle tzv. *Klíče k Referenčním skupinám půd* (Key to RSGs).

Úroveň 2: Kvalifikátory

Kvalifikátory je možné dělit do několika skupin: typicky přidružené, přechodové a ostatní. *Typicky přidružené kvalifikátory* jsou přiřazeny pouze konkrétní RSG. Jako příklad můžeme uvést kvalifikátory vážící se k RSG Anthrosols, označující typické způsoby hospodaření (např. Hydrargic pro půdy rýžovišť nebo Plaggic pro plagenové půdy vzniklé navrstvením chlévské mrvy). *Přechodové kvalifikátory* indikují diagnostická kritéria významná pro jinou RSG, např. Luvic či Cambic u RSG Chernozems. *Ostatní kvalifikátory* nejsou typické pro jednu konkrétní RSG ani neoznačují přechod k jiné RSG. Tato skupina vyjadřuje určitou vlastnost, např. barvu, zrnitost a další chemické a fyzikální charakteristiky půdy (např. Arenic, Dystric, Calcaric, Colluvic). Kvalifikátory jsou používány dvěma způsoby:

Hlavní kvalifikátory (principal qualifiers) jsou zásadní pro další charakteristiku dané RSG. Jsou řazeny ve specifickém pořadí podle důležitosti. Při samotné klasifikaci je řadíme před jméno RSG zprava doleva, to znamená, že kvalifikátor nacházející se v seznamu nejvýše, je řazen nejbližší před jméno RSG. Názvy jsou uváděny bez závorek a čárek (např. Albic Stagnic Luvisol).

Doplňkové kvalifikátory (supplementary qualifiers) udávají další informace o dané RSG. Jsou řazeny abecedně. Při pojmenování půdy je řadíme za jméno RSG v závorkách, oddělené čárkami [např. Albic Stagnic Luvisol (Cutanic, Ochric)].

Pro přesnější určení kvalifikátoru je dále možné používat tzv. **specifikátory** (specifiers) označující např. hloubku výskytu znaku v profilu (Epi-, Endo-, Bathy-...), intenzitu znaku (Proto-, Hyper-...) a další [např. Albic Stagnic Luvisol (Cutanic, Endoclayic, Epiloamic, Ochric)].

Tabulka 7 uvádí přehled pořadí jednotlivých RSG při klasifikaci a jejich základních charakteristik. RSG jsou logicky řazeny na základě společných hlavních charakteristik.

Tabulka 7 Pořadí a stručná charakteristika RSG ve WRB 2014

Charakteristika půdy		Název RSG
1.	<i>Půdy s mocnou organickou vrstvou</i>	Histosols
2.	<i>Půdy s výrazným antropogenním ovlivněním</i>	
	- dlouhodobě intenzivně zemědělsky využívané	Anthrosols
	- s výrazným obsahem artefaktů	Technosols
3.	<i>Půdy s limitovaným kořeněním</i>	
	- s výskytem permafrostu	Cryosols
	- mělké nebo silně skeletovité půdy	Leptosols
	- s vysokým obsahem výměnného Na	Solonetz

	- ovlivněné střídáním vlhkých a suchých podmínek, s vysokým podílem bobtnavých jílu	Vertisols
	- s vysokým obsahem rozpustných solí	Solonchaks
4.	<i>Půdy ovlivněné chemismem Fe/Al</i>	
	- ovlivněné podzemní vodou	Gleysols
	- s obsahem alofanů nebo Al-humusových komplexů	Andosols
	- s podpovrchovou akumulací humusu a/nebo oxidů	Podzols
	- s akumulací a redistribucí železa	Plinthosols
	- s jíly s nízkou aktivitou, fixací P a výraznou strukturou	Nitisols
	- s dominancí kaolinitu	Ferralsols
	- ovlivněné stagnující vodou, s ostrým texturním přechodem	Planosols
	- ovlivněné stagnující vodou, se změnou struktury nebo mírnou texturní změnou	Stagnosols
5.	<i>Půdy s výraznou akumulací organických látek v organominerálním horizontu</i>	
	- s velmi tmavým humózním horizontem a sekundárními karbonáty v profilu	Chernozems
	- s tmavým humózním horizontem a sekundárními karbonáty v profilu	Kastanozems
	- s tmavým humózním horizontem, bez sekundárních karbonátů, sorpčně nasycené	Phaeozems
	- s tmavým humózním horizontem, sorpčně nenasycené	Umbrisols
6.	<i>Půdy s akumulací méně rozpustných solí nebo nesolných látek</i>	
	- s akumulací sekundárního SiO ₂ , cementace	Durisol
	- s akumulací sekundárního CaSO ₄	Gypisols
	- s akumulací sekundárního CaCO ₃	Calcisols
7.	<i>Půdy s podpovrchovými horizonty obohacenými jilem</i>	
	- s pronikáním lehčího vyběleného materiálu do těžšího materiálu	Retisols
	- jíly s nízkou aktivitou, nízká sorpční nasycenost	Acrisols
	- jíly s nízkou aktivitou, vysoká sorpční nasycenost	Lixisols
	- jíly s vysokou aktivitou, nízká sorpční nasycenost	Alisols
	- jíly s vysokou aktivitou, vysoká sorpční nasycenost	Luvisols
8.	<i>Půdy se slabým nebo žádným vývojem půdního profilu</i>	
	- slabě vyvinuté půdy	Cambisols
	- písčité půdy	Arenosols
	- stratifikované říční, mořské a jezerní sedimenty	Fluvisols
	- s nevyvinutým půdním profilem	Regosols

2.2.3 Diagnostika půd

Samotná klasifikace půdního profilu probíhá v několika krocích (Obr. 2).

1. Vlastnosti, mocnost a hloubka jednotlivých vrstev jsou porovnány s kritérii jednotlivých diagnostických horizontů, vlastností a materiálů. Pokud vrstva splňuje kritéria dvou či více diagnostických znaků (tabulka 8), jsou tyto považovány za

překrývající se a při klasifikaci uplatňujeme všechny (např. mollic h., stagic properties pro tmavý humusový horizont se znaky hydromorfismu).

2. Kombinace určených diagnostických horizontů, vlastností a materiálů je *porovnána s Klíčem k RSG* s cílem určit nejprve Referenční skupinu půd, do které půdní profil spadá. Je nutno postupovat od *první RSG dále* a postupně vylučovat nehodící se skupiny v pořadí, v jakém jdou za sebou. Půda je zařazena do první RSG, jejíž diagnostická kritéria souhlasí se zjištěnými diagnostickými znaky.
3. Klasifikace je dále upřesňována pomocí *kvalifikátorů*, jejichž konkrétní seznam je k dispozici ke každé RSG. Uveden musí být každý z platících kvalifikátorů.

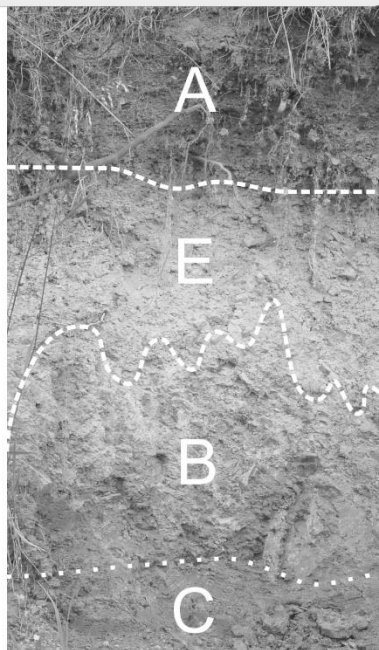
Tabulka 8 Stručná charakteristika diagnostických horizontů a vybraných diagnostických vlastností a materiálů.

Typ diagnostické charakteristiky	Název	Popis
<i>antropogenní horizonty</i>	anthraquic horizon	v paddy soils (půdy rýžovišť) s periodickým zaplavováním; zahrnuje vodou saturovanou kultivovanou vrstvu a utužené podorníčí (anthraquic) a níže položený redoximorfní h. (hydrargic)
	hydrargic horizon	
	hortic horizon	tmavý h. s vysokým obsahem C a P, výsledek dlouhodobé kultivace, hnojení a vpravování organických zbytků
	irrargic horizon	postupně vzniklý sedimentací materiálu ze závlahové vody
	plaggic horizon	tmavý h., výsledek aplikace drnů a chlévské mrvy
	pretic horizon	tmavý h. s vysokým obsahem C a P, výsledek vpravování organických zbytků a dřevěného uhlí
	terric horizon	vysoká nasycenost bázemi, přidávání minerálního materiálu a hluboká kultivace
<i>minerální/organické horizonty</i>	cryic horizon	trvale zmrzlý
	calcic horizon	akumulace sekundárních karbonátů
	fulvic horizon	s minerály vulkanického původu, vysoce humifikovaný organický materiál, vyšší FK:HK
	melanic horizon	s minerály vulkanického původu, vysoce humifikovaný organický materiál, nižší FK:HK
	salic horizon	vysoký obsah lehce rozpustných solí
	thionic horizon	s obsahem kyseliny sírové, velmi nízké pH
<i>organické horizonty</i>	follic horizon	organická vrstva, která není nasycená vodou a není odvodněná
	histic horizon	organická vrstva, která je nasycená vodou nebo je odvodněná
<i>povrchové minerální horizonty</i>	chernic horizon	mocný, velmi tmavý h., střední až vysoký obsah humusu, dobře vyvinutá struktura, sorpčně nasycený, vysoká biologická aktivita
	mollic horizon	mocný, tmavý h., střední až vysoký obsah humusu, za sucha ani tvrdý ani masivní, sorpčně

Typ diagnostické charakteristiky	Název	Popis
<i>minerální horizonty s akumulací látek</i>		nasycený
	umbric horizon	mocný, tmavý h., střední až vysoký obsah humusu, za sucha ani tvrdý ani masivní, může být sorpčně nenasyčený
	argic horizon	horizont s výrazně vyšším obsahem jílu než je v nad ním ležící vrstvě a/nebo s přítomností iluviálního jílu
	duric horizon	konkrece stmelené oxidem křemičitým
	ferric horizon	přítomnost načervenalých až načernalých konkrací či skvrn; akumulace oxidů Fe (a Mn)
	gypsic horizon	akumulace nezpevněného sekundárního sádrovce
	natric horizon	horizont s vyšším obsahem jílu než je v nad ním ležící vrstvě a/nebo s přítomností iluviálního jílu, vysoký obsah výměnného Na
	plinthic horizon	přítomnost načervenalých konkrací či nodulů v deskovité, polygonální nebo síťové struktuře, vysoký obsah oxidů Fe
	sombric horizon	akumulace organického materiálu jiným způsobem než ve spodickém h.
<i>další minerální horizonty</i>	spodic horizon	podpovrchová akumulace organických látek a/nebo Fe a Al
	cambic horizon	projevy pedogeneze
	ferrallic horizon	silně zvětralý, dominance kaolinitu a seskvioxidů
	fragic horizon	kompaktní struktura; kořeny nebo voda pronikají pouze prostory mezi pedy
	nitic horizon	bohatý na jíl a oxidy Fe, stabilní struktura, lesklé povrchy agregátů
	vertic horizon	dominantní vliv bobtnavých minerálů
<i>vybrané diagnostické vlastnosti</i>	abrupt textual change	ostrá změna struktury na velmi krátkou vzdálenost
	albeluvic glossae	záteky hrubšího světlého materiálu do argic h.; tvoří se vertikálně souvislé jazyky (speciální případ retic properties)
	lithic discontinuity	odlišné substráty v profilu
	retic properties	záteky hrubšího světlého materiálu do argic nebo natric horizontu
	andic properties	obsah vulkanických minerálů nebo organominerálních komplexů
	gleyic properties	nasycení podzemní vodou dostatečné pro vznik redukčních podmínek
	shrink-swell cracks	trhliny dané bobtnáním a smršťováním jílu

Typ diagnostické charakteristiky	Název	Popis
<i>vybrané diagnostické materiály</i>	stagnic properties	nasycení povrchovou vodou, alespoň dočasné, které vede ke vzniku redukčních podmínek
	vitric properties	přítomnost vulkanického skla
	albic material	světle zbarvená jemnozrná vykazující vysoký jas a nízkou sytost dle Munsellovy škály
	artefacts	vytvořené nebo lidskou činností na povrch přenesené artefakty
	calcaric material	materiál obsahující CaCO_3 v primární formě (z horniny)
	colluvic material	heterogenní směs materiálu pohybujícího se po svahu
	fluvic material	říční, mořské a jezerní sedimenty se zřetelnou stratifikací
	gypsic material	materiál obsahující sádrovec
	ornithogenic material	pozůstatky činnosti ptáků (guano)
	sulfidic material	materiál s obsahem anorganických sulfidů

1. Určit diagnostické horizonty, materiály či vlastnosti.



Orniční organominerální povrchový horizont. Barva: 7,5YR 4/3.

Nesplňuje kritéria pro žádný diagnostický horizont.

Podpovrchový minerální horizont. Barva: 10YR 8/2. Mocnost: 10-25 cm. Zrnitost: písčito-hlinitá. Struktura: lístkovitá, slabě vyvinutá. Další znaky: Fe-Mn noduly a zrna písku zbavená

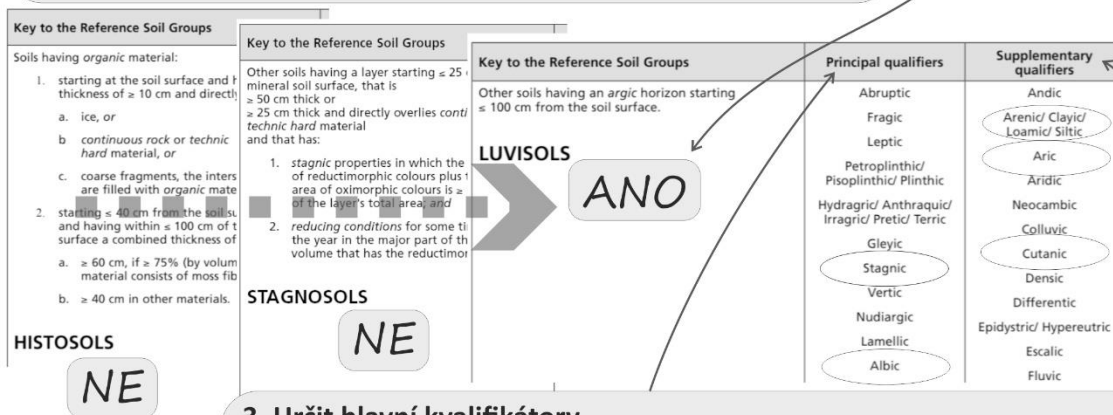
Splňuje kritéria pro albic materiál (diagnostický).

Podpovrchový minerální horizont. Barva: 7,5YR 5/3. Mocnost: 15-30 cm. Zrnitost: hlinito-jílovitá, Struktura: polyedrická až prizmatická. Další znaky: jílové povlaky (argilany) na povrchu pedů, heterogenní barva matrice (střídání redukovaných a

Splňuje kritéria pro argic horizont (diagnostický) a stagnic vlastnosti.

Půdotvorný substrát - odvápněná spraš

2. Použít klíč WRB k určení referenční skupiny půd. Postupně procházet klíč a sledovat, zda půda obsahuje dané diagnostické znaky, tedy horizonty, materiály, vlastnosti.



3. Určit hlavní kvalifikátory.

Jejich pořadí ve jméně je dáno posloupností v seznamu. Výše v seznamu uvedený je blíže jménu půdy. Tedy: **Albic Stagnic LUVISOL**

4. Určit doplňkové kvalifikátory.

Jejich pořadí ve jméně je řazeno abecedně, bez ohledu na pozici v seznamu. Tedy zahrnuje: **Loamic, Aric, Cutanic**, ale v názvu je sled: **Aric, Cutanic, Loamic**.

5. Sestavení celého jména:

Albic Stagnic LUVISOL (Aric, Cutanic, Loamic)

Obr. 2 Postup při sestavování označení půdy u klasifikace WRB 2014.

2.2.4 Stručná charakteristika Referenčních skupin půd

V následujícím přehledu je podána stručná charakteristika jednotlivých Reference Soil Groups, včetně jejich rozšíření, geneze a využití (IUSS Working Group 2014, FAO 2001). Třídy jsou řazeny podle pořadí v Klíči k Referenčním skupinám půd. Obrázky 8 a 9 zobrazují vybrané půdní profily a důležité morfologické znaky světových půd.

HISTOSOLS představují půdy tvořené především z **organického materiálu** (více než 20 % organické hmoty). Ten může být akumulován jako slatinná rašelina při vysoké hladině podzemní vody, vrchovištní rašelina živěná převážně ze srážek, v oblastech mangrovů či bez dlouhodobější saturace vodou v chladných horských oblastech. V arktických, subarktických a boreálních (chladných) oblastech převažují jako hlavní zdroj materiálu mechy, oblasti mírného klimatu jsou charakteristické tvorbou rašeliny z mechů, ostřic či rákosu, zatímco rašelina mangrovů a močálových lesů je typická v tropech. Histosols se nacházejí ve všech nadmořských výškách, ale větší rozlohu pokrývají v nížinách. Půdotvorným substrátem jsou neúplně rozložené zbytky rostlin s případným přimísením minerálního materiálu. Pro hodnocení Histosols dle stupně rozloženosti organického materiálu se nejčastěji využívá tzv. Von Postova škála (Von Post 1924) či její upravené verze. Klasifikace je založena na barvě rašeliny, která s vyšším stupněm rozložení organických látek tmavne. Stupnici lze poměrně snadno aplikovat i při terénním průzkumu, kdy zjišťujeme, jakou konzistenci a barvu má hmota, která vytéká po stisknutí vzorku rašeliny.

Celková výměra Histosols se odhaduje na 325–375 mil. ha, přičemž převážná většina se nachází v *boreálních, subarktických a arktických oblastech* severní polokoule. Většina zbývajících Histosols se vyskytuje v mírném klimatu nížin a chladných horských oblastech; pouze jedna desetina všech Histosols se nachází v *tropích*. Rozsáhlé oblasti Histosols se vyskytují v USA a Kanadě, západní Evropě, severní Skandinávii a v Západosibiřské rovině. Přibližně 20 milionů ha tropické lesní rašeliny ohraničuje Sundský šelf v jihovýchodní Asii. Menší oblasti tropických Histosols jsou v říčních deltách (např. Orinoka či Mekongu).

Histosols se od ostatních půdních skupin výrazně odlišují, protože organický materiál, který je jejich hlavní součástí, je po chemické, fyzikální i mechanické stránce zcela jiný, než materiál minerálních půd. Akumuluje se v podmínkách, kdy je dekompozice organické hmoty zpomalována nízkými teplotami, dlouhodobou saturací profilu vodou, extrémní aciditou, nedostatkem živin nebo vysokou koncentrací elektrolytů či organických toxinů. V zásadě lze rozlišit dva hlavní typy formování rašelinných půd. Prvním je tzv. *topogenní rašelina* (low moor peat), která vzniká především v lokálních depresích vlhkých nížinných oblastí s vysokou hladinou podzemní vody. Tato jezírka jsou trvale zaplňována zbytky ostřic, rákosů a vodních rostlin. Postupně dochází, směrem od okrajů deprese, k jejímu osidlování různými typy vegetace; nakonec je proláklna zcela zaplněna topogenní rašelinou. Často se na rozhraní mezi minerálním materiálem a rašelinou vyskytuje vrstva černého, rozloženého organického materiálu (gyttja). Ze své podstaty je topogenní rašelina poměrně mělká. V oblastech vyšších nadmořských výšek s nízkými teplotami a rovnoměrně rozloženými srážkami (či mlhou) vznikají tzv. *ombrogenní rašelinistiště* (high moor peat). Ke značnému objemu srážek a vzdušné vlhkosti se přidává faktor acidity a oligotrofie (nedostatek živin). Typickým příkladem jsou tzv. blanket peat ve Skotsku, kde vrstva rašeliny leží přímo na pevné skále. V nižších oblastech

s vysokým a pravidelným úhrnem srážek často dochází ke kombinaci těchto dvou typů rašeliny, kdy nejprve vzniká topogenní materiál, který vyplňuje lokální deprese a na něm se dále akumuluje rašelina ombrogenní, závislá do značné míry na vzdušné vlhkosti.

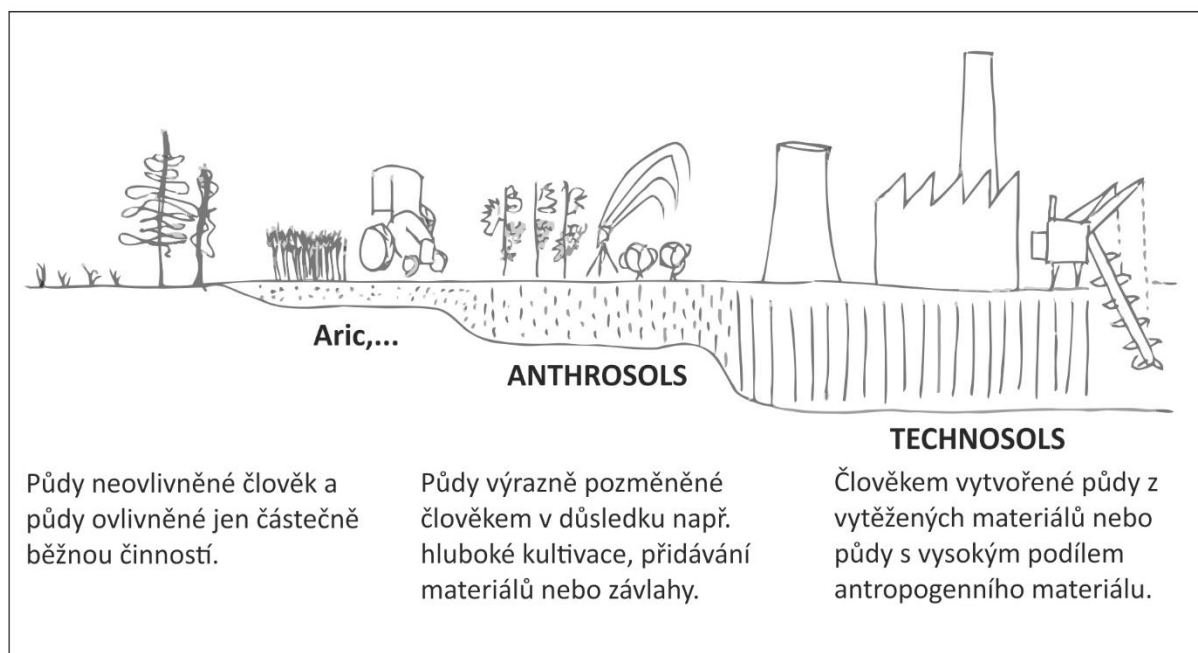
Vlastnosti organického materiálu (botanické složení, stratifikace, stupeň rozložení, hustota uložení, obsah dřeva, minerální příměsi, atd.) a typ rašeliny (slatinná rašelina, vrchovištní, atd.) určují možný způsob využití Histosols. Histosols bez dlouhodobého nasycení vodou se často tvoří v chladných prostředích nevhodných pro zemědělské využití. Pro transformaci rašeliny silně saturované vodou na zemědělskou půdu je třeba *intenzivního odvodnění*, dále vápnění a hnojení. Takto byly v mírném pásu rekultivovány miliony hektarů rašelin; v mnoha případech tento postup znamenal postupnou degradaci a úplnou ztrátu cenné rašeliny. V tropech dochází k častému kácení močálových lesů a vypalování obnažených rašeliníšť. Většina těchto pokusů je málo úspěšných a obhospodařování je po několika letech ukončeno; jistých úspěchů lze dosáhnout na mělké topogenní rašelině. V posledních desetiletích se zvětšují oblasti, kde jsou na rašeliníštích vysázeny plantáže palmy olejné a některých druhů dřevin. Ani tento způsob využití není příliš vhodný, ale není tak destruktivní jako tradiční hospodaření. Jiným známým problémem při odvodnění Histosols je oxidace sulfidických minerálů, které se akumuluji v anaerobních podmínkách, zvláště v pobřežních oblastech. Kyselina sírová účinně ničí produktivitu i přesto, že je půda nadměrně vápněna, což dále zvyšuje náklady na její zúrodnění. Celkově je žádoucí křehké ekosystémy rašeliníšť *chránit*, protože mají obrovskou ekologickou hodnotu jednak jako přirozený *rezervoár organického uhlíku a vody v krajině*, jednak proto, že hostí *unikátní druhy rostlin a živočichů*. Přirůstání rašeliny je velice pomalý proces a její destrukce je tak často nevratná. Pokud se musí využívat, je třeba upřednostňovat citlivé formy lesnictví či výsadby víceletých plodin před jednoletými plodinami a zahradnictvím. Nejhorší volbou je těžba rašelinového materiálu pro výrobu energie nebo produkci zahradnického substrátu.

Ekvivalentem RSG Histosols je v TKSP půdní typ *organozem*. Vzhledem k nižšímu limitu obsahu organického uhlíku v rašelinném horizontu v TKSP lze předpokládat, že část našich organzemů spadá do RSG Gleysols či Cambisols.

ANTHROSOLS jsou půdy výrazně **změněné lidskou činností**, například přidáním organického či minerálního materiálu, dřevěného uhlí nebo domácího odpadu, nebo zavlažováním či intenzivní kultivací (Obr. 3). Do této skupiny patří půdy vázané na dlouhodobý, většinou silně specifický, způsob využívání, často se vyskytující ve starosídelních oblastech. Půdotvorným substrátem je prakticky jakýkoliv půdní materiál, pozměněný dlouhodobým obděláváním nebo přidáváním materiálu. Rozlišujeme několik typů těchto půd: tzv. plaggenové půdy (*Plaggic Anthrosols*) vznikaly na neúrodných luvizemích a podzolech SZ Evropy vrstvením chlévské mrvy. Tyto půdy, vytvářené již od středověku, vycházejí z kombinovaného charakteru zemědělství, kdy byla podestýlka využívána při ustájení dobytka dále zapravována do povrchových půdních horizontů. Takto vytvořené horizonty v některých místech dosahují mocnosti až 1 m. Mají příznivé fyzikální vlastnosti (pórovitost, propustnost, snadná obdělávatelnost), ale jejich kyselost a nedostatek živin je předurčují k pěstování méně náročných obilovin a brambor.

Irrargic Anthrosols se nacházejí v zavlažovaných oblastech suchých regionů (Mezopotámie, pouštní oblasti v blízkosti oáz střední Asie a v části Indie). Vznikají dlouhodobou sedimentací

materiálu (zejména prachové frakce) ze závlahové vody. Takto vytvořená vrstva může dosahovat až 1 m.



Obr. 3 Příklad různé úrovně ovlivnění půd člověkem a její vliv na zařazení v rámci klasifikace půd WRB.

Hydrargic Anthrosols (paddy soils) zaujímají rozsáhlá území v Číně a v částech jižní a jihovýchodní Asie (Srí Lanka, Vietnam, Thajsko, Indonésie). Jejich profil, vzniklý specifickým obděláváním při pěstování rýže, je diferencován na dvě výrazné části. Anthraquic horizon je tvořený vrstvou rozplaveného materiálu s homogenizovanou strukturou (puddled layer) a postupně vytvářenou silně zhutnělou podorniční vrstvou (plough pan). Pod ním ležící hydrargic horizon je pod vlivem vody pronikající ze zaplavované ornice a je charakterizován různě výraznými redoximorfními znaky.

Další skupinou jsou *Hortic Anthrosols*, mezi něž patří tzv. kitchen soil (doslova kuchyňské půdy). Vznikají dlouhodobým zapravováním kuchyňských zbytků do půdy (často se jedná o kosti, schránky plžů atd.). Výsledkem jsou hluboké, tmavé, organikou bohaté horizonty. Typickým příkladem jsou půdy na řadě míst USA, kde vznikaly již v dobách původního indiánského osídlení. Dalším příkladem mohou být organikou (zejm. hnůj) obohacené zahradní půdy, rozšířené v řadě oblastí Evropy a Asie (Čína). Specifickým zástupcem těchto půd jsou i amazonské tmavé půdy (Terra Preta do Indio) s hlubokým tmavým pretic horizontem, vzniklým soustavným přidáváním kuchyňských zbytků, zbytků rostlin a dřevěného uhlí. V obecně málo úrodných tropických oblastech Amazonie představují ostrůvky vysoce úživných půd, které jsou dnes v popředí zájmu vědců zkoumajících možnosti užití biouhlu (biochar) ke stabilizaci uhlíku v půdách.

Terric Anthrosols jsou půdy typické pro oblasti západní Evropy, zejména Velkou Británii a Irsko, kde docházelo ke zúrodnění kyselých Podzolů, Arenosolů či Retisolů přidáváním vápenného materiálu (zejm. plážové písky). Obecně vznikají terric horizonty zapravením jakéhokoliv minerálního materiálu do povrchové vrstvy původní půdy za účelem zlepšení

jejích vlastností. Takto byly například ve středním Mexiku vytvořeny hluboké půdy na jezerních sedimentech bohatých na organickou hmotu. Tento systém měl podobu umělých ostrovů a kanálů (chinampas). Tyto půdy patřily k nejproduktivnějším půdám Aztécké říše; nyní je většina z nich postižena zasolováním.

Skupina Anthrosols přibližně odpovídá našim *kultizemím*, řadit sem můžeme například rigolované půdy vinic, terasované půdy či půdy zahrad s výrazným navrstvením organického materiálu.

TECHNOSOLS kombinují půdy, jejichž vlastnosti a pedogeneze jsou ovlivněny jejich **technickým původem**. Obsahují značné množství *artefaktů* (tj. materiál či objekty, které jsou lidmi silně ovlivněné nebo vyrobené, případně vytěžené z větších hloubek) nebo jsou překryty technickým materiálem (zpevněné materiály vytvořené lidmi, které mají vlastnosti odlišné od přírodní horniny), případně obsahují geomembránu. Patří mezi ně půdy z odpadů (skládky, kaly, škvára, důlní hlušina a popílký), chodníky s podložním nezpevněným materiálem, půdy s geomembránou a nově vytvořené půdy. Půdotvorným substrátem jsou všechny druhy materiálů vyrobených nebo obnažených lidskou činností, které by se neměly vyskytovat na zemském povrchu; pedogeneze v těchto půdách je silně ovlivněná materiálem a jeho uspořádáním. Vyskytují se zejména ve městech a průmyslových oblastech, často v oblastech dopravních cest, v těžebních plochách, na odvalech, plochách ropných havárií, haldách popílku ze spalování uhlí, skládkách apod.

Vývoj profilu je obecně slabý, pouze na starších skládkách (např. římská sut') lze pozorovat doklady o přirozené pedogenezi, např. vytvoření cambic horizontu. Deponie lignitu a popílku mohou v průběhu času vykazovat vitric nebo andic vlastnosti. Přirozený vývoj profilu se může vyskytovat v silně kontaminovaných přirozených půdách.

Možnost využití Technosols je výrazně *ovlivněná složením materiálu* nebo lidskými aktivitami na nich uskutečňovaných. Je u nich vyšší pravděpodobnost *kontaminace* než u ostatních RSG. Mnoho Technosols je běžně překryto vrstvou přírodního půdního materiálu tak, aby se umožnil růst nové vegetace (zemědělské a lesnické rekultivace). Půda zůstává ve skupině Technosols za předpokladu, že mají $\geq 20 \%$ (obj.) artefaktů ve svrchních 100 cm nebo po souvislou horninu, případně technický tvrdý materiál.

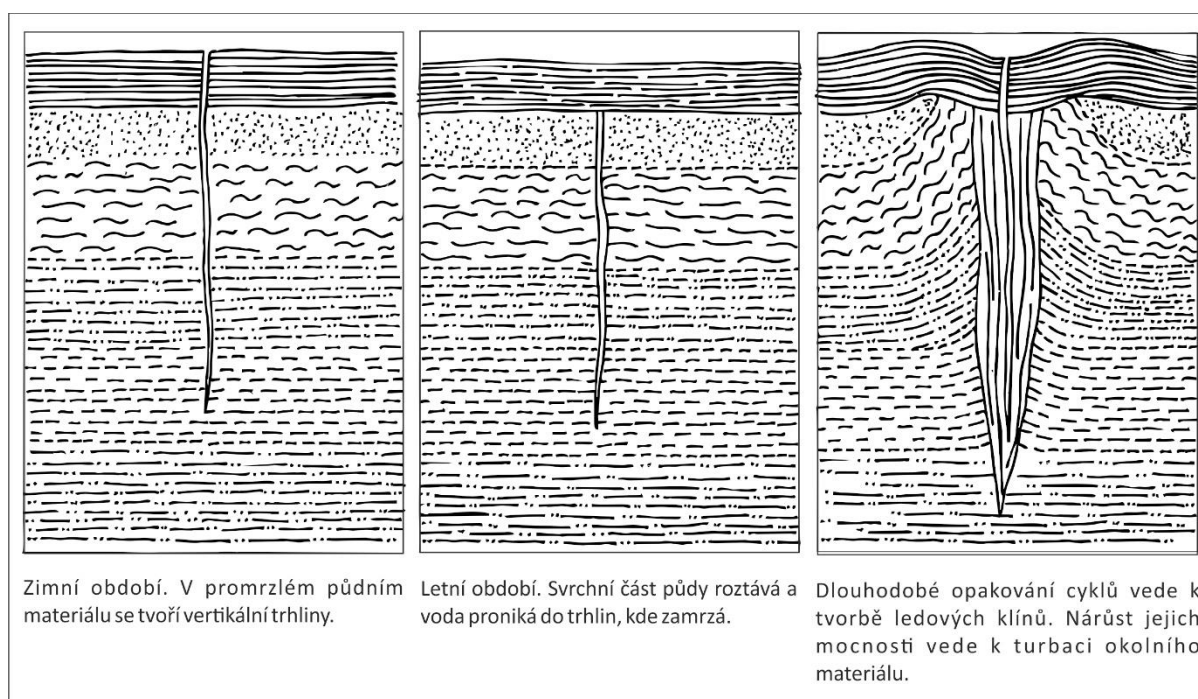
Technosols odpovídají v TSKP půdnímu typu *antropozem*, u nás je tedy nacházíme především v těžebních, městských a průmyslových oblastech.

CRYOSOLS jsou minerální půdy vytvořené v prostředí s **trvale zmrzlou půdou** (permafrostem). Podpovrchové vrstvy (**cryic horizon**) jsou trvale zmrzlé. Povrchová aktivní vrstva různé mocnosti (40–80 cm) je dynamická a její podoba a mocnost podléhá teplotním změnám během roku. Cryosols mohou vznikat na široké škále materiálů: na ledovcových sedimentech (tillu), eolických, aluviálních, koluviálních a reziduálních materiálech.

Regionálně jsou vázány na rovinaté až horské oblasti v *Antarktidě a Arktidě a subarktických a boreálních regionech* ovlivněných permafrostem (Rusko, Kanada, Čína, Aljaška). Odhadem pokrývají 1,8 mld. ha (přibližně 13 % zemského povrchu).

Cryosols jsou spojeny s řídkou až souvislou vegetací tundry, v nižších zeměpisných šířkách se vyskytují jehličnaté nebo smíšené boreální lesy (s dominujícím modřínem). Profil je formován především tzv. **kryogenními procesy**, které jsou řízeny pohybem vody podél teplotního

gradientu směrem ke zmrzlé vrstvě a opakovanými cykly zamrzání a tání (Obr. 4). Kryogenní procesy zahrnují kryoturbaci, mrazové třídění, mrazové zdvihy, trhliny a segregaci ledu. Během chladné periody se hranice zmrzlé půdy pohybuje jak od povrchu směrem dolů, tak od permafrostu směrem nahoru. Na nezmrzlou část půdy tak působí značný kryostatický tlak, dochází ke ztrátě půdní vláhy (tzv. desikace) a tvorbě hrubě polyedrické struktury. *Kryoturbace* neboli mrazové víření mísí půdní materiál a vede ke vzniku zvlněných či přerušených vrstev s vložkami organického materiálu, orientovaným skeletem či prachovitými vrstvami. Dále probíhá mrazové třídění, kdy je separován hrubý a jemný půdní materiál. Třídění vede jednak k vytváření typických polygonálních a liniových tvarů na povrchu půdy (*strukturní půdy*), jednak ovlivňuje i vnitřní stavbu půdy. Vlivem rychlého ochlazení dochází dále ke smršťování zmrzlého materiálu a vzniku několik centimetrů širokých trhlin. Ty mohou být zaplněny vodou či půdním materiálem a postupně formují *ledové či pískové klíny*. Led se akumuluje také v prázdných půdních prostorách; vznikají tak *ledové čočky či žilky*. Kromě kryogenních procesů jsou Cryosols ovlivněny často glejovým procesem či slabou podzolizací.



Obr. 4 Princip tvorby ledových klínů a kryoturbačních jevů u Cryosols.

Jakákoliv biologická aktivita se omezuje na aktivní vrstvu, která chrání pod ní ležící permafrost. Zásahy do této povrchové části půdy či odstranění rašeliny a vegetace vedou často ke změnám hloubky permafrostu a k rychlým změnám prostředí, včetně možného poškození budov. Většina Cryosols ležících v Severní Americe a Eurasii zůstává v přirozeném stavu a poskytuje dostatek vegetace pro *pastvu* zvířat (karibu, sobi a pižmoni); chov sobů je v rozsáhlých severských oblastech důležitým průmyslovým odvětvím. Nadměrná pastva ovšem vede k rychlé erozi a dalším projevům poškození životního prostředí. Jakékoliv další lidské aktivity, jako zemědělská činnost či těžba ropy a zemního plynu, mají na tyto oblasti *zásadní dopad*. Poškození aktivní vrstvy vede k projevům tzv. termokrasování. Nesprávně vedená

potrubí a těžba mohou způsobit úniky ropy a chemické znečištění velkých oblastí. Cryosols lze rovněž chápat jako významné zásobárny organického uhlíku. V případě významného oteplování boreálních a arktických oblastí může docházet ke zvětšování mocnosti aktivní vrstvy a *rychlé mineralizaci organické hmoty*; organický uhlík dříve stabilně vázaný v půdě tak může být uvolněn do atmosféry ve formě CO₂ a přispět tak k dalším globálním klimatickým změnám.

Kryogenní procesy byly v našem regionu zásadní pro formování reliéfu v průběhu kvartéru. Nejčastěji se uplatnily v chladných periodách, tzv. glaciálech (dobách ledových). Hovoříme také o periglaciálních (předledovcových) procesech a tvarech reliéfu. Důkazy o mrazové činnosti nacházíme v podobě mrazových srubů, kamenných moří a reliktních či fosilních mrazových klínů v mnoha oblastech ČR. Pozůstatky půd vzniklých kryptoturbací registrujeme především v nejvyšších partiích našich hor (strukturní půdy v Krkonoších, Hrubém Jeseníku a Králickém Sněžníku). Většina těchto půd je reliktních, vznikly v chladnějším podnebí a dnes se nevyvíjí. V současnosti lze za jediné aktivní *strukturní půdy* označit tříděné kruhy v Modrém sedle v Krkonoších a půdní kopečky (thufury) v Hrubém Jeseníku (Křížek et al. 2013).

LEPTOSOLS zahrnují velmi **mělké půdy** nad souvislou horninou a půdy, které obsahují velké **množství hrubých úlomků**. Časté jsou zejména ve vyšších nebo středních nadmořských výškách a v oblastech s výrazně členitou topografií. Půdotvorným substrátem jsou různé druhy pevných hornin nebo nezpevněných materiálů s méně než 20 % (obj.) jemnozeme.

Leptosols se nacházejí ve *všech klimatických zónách* (mnoho z nich v horkých nebo chladných suchých regionech), často v silně erodovaných oblastech. Jedná se o nejrozšířenější referenční skupinu půd s přibližnou rozlohou 1,655 mld. ha. Regionálně jsou rozšířeny zejména v horských oblastech v Asii a jižní Americe, na Saharě a Arabské poušti či v horských oblastech Aljašky.

Leptosols můžeme najít všude tam, kde je hornina odolná vůči zvětrávání nebo kde úroveň eroze přibližně odpovídá úrovni tvorby nové půdy, případně po odstranění svrchní části půdního profilu. Nejrozšířenějšími Leptosols jsou ty v *horských oblastech* se souvislou horninou vyskytující se v hloubce do 10 cm. Leptosols jsou geneticky mladé půdy, u kterých jsou projevy pedogeneze omezeny na povrchový A horizont, případně iniciální B horizont. Na bohatých substrátech mohou vznikat mollic nebo rendzic horizonty; zde je důležitým procesem vyluhování karbonátů ze svrchních vrstev půdy a výrazná akumulace humusu. Naopak na kyselých horninách horských poloh často dochází ke vzniku umbric horizontu s kyselým humusem.

Leptosols jsou potenciálně využitelné pro *pastvu* a lesní hospodářství. Rendzic Leptosols (na vápencovém substrátu) jsou v jihovýchodní Asii osázené teakovými a mahagonovými plantážemi. Eroze značně ohrožuje Leptosols především v horských oblastech mírného pásu, kde vysoký populační tlak (daný zejména cestovním ruchem), nadměrné využívání a znečištění může vést k poškození lesů a ohrožení velkých území těchto půd. Celkově jsou Leptosols ve sklonitých územích úrodnější než ty v rovinatějších oblastech. Na svazích lze pěstovat pouze několik vhodných plodin, většinou za cenu silné eroze. Strmé svahy s mělkými a kamenitými půdami lze přeměnit na kultivovanou krajinu terasováním (ručním odnosem kamení a jejich použitím na terasové stěny). Slibné se zdá uplatnění agrolesnictví (kombinace nebo rotace polních plodin a stromů pod přísnou kontrolou).

Vzhledem k poměrně náročným diagnostickým kritériím (průměrná skeletovitost přesahující 80 % do 75 cm či pevná skála do 25 cm) odpovídá RSG Leptosols pouze menší část půd klasifikovaných v TKSP ve třídě *Leptosoly*. Do RSG Leptosols řadíme většinu *litozemí* (vzhledem k silné mělkosti profilu) a dále pouze silně skeletovité *rankery*, *rendziny* a *pararendziny*. Zejména pararendziny, které mají obecně nižší skeletovitost, spadají většinou do ostatních RSG (zejména Regosols a Cambisols). V případě výskytu tmavého sorpčně nasyceného humusového horizontu (především u rendzin a pararendzin) klasifikujeme tyto půdy jako Phaeozems.

SOLONETZ jsou charakteristické kompaktním, výrazně strukturním, podpovrchovým horizontem s **iluviací jílu**, který obsahuje vysoký podíl adsorbovaných iontů **sodíku**, případně hořčíku. Vznikají na nezpevněných, většinou jemnozrnných sedimentech v rovinatém terénu mírných a subtropických kontinentálních klimatických oblastí s horkými, suchými léty, nebo v oblastech s pobřežními sedimenty s vysokým podílem iontů Na.

Celosvětově zaujímají přibližně 135 milionů hektarů. Nejrozsáhlejší oblasti výskytu Solonetz nacházíme ve *východní Evropě* (Ukrajina, Bulharsko, Rumunsko, Maďarsko), v *Rusku* a *Kazachstánu*, *Číně*, *USA*, *Kanadě*, *Jižní Africe*, *Argentině* a *Austrálii*.

Hlavní charakteristikou Solonetz je přítomnost natric horizontu se znaky iluviace jílu a více než 15 % výměnného Na. Původ sodíku je často z mořského prostředí; řada vnitrozemských Solonetz obsahuje sodík ve formě sody (síran sodný). Vznik **natric horizontu** není zcela objasněn, ale je zřejmě urychlen ročním *kolísáním teploty a vláh*y. Rozpustnost sodných sloučenin prudce roste při teplotách od 0 do 30°. Rychlá letní akumulace těchto látek při povrchu půdy je následována vymýváním v průběhu vlhké zimní sezóny. Přítomnost sodíku je spojena s vysokým pH (nad 8,5); za těchto podmínek jsou rozpouštěny organické látky, které migrují v profilu spolu s půdní vláhou, což někdy vede ke vzniku silně vyluhovaného eluviálního horizontu. Tmavé skvrny odpovídající akumulaci organických látek jsou často patrné v natric horizontu. Specifická *sloupková struktura* natric horizontu s oblými svrchními hranami je vysvětlována rozplavováním půdního materiálu v průběhu vlhkého období, kdy na povrch málo propustných pedů proudí dešťová voda s minimem rozpuštěných Na iontů. To vede k poklesu koncentrace Na a oslabení vazeb mezi vrstvami jílu. V erozním reliéfu často dochází k obnažení natric horizontu a povrch má tak typickou podobu dlažebních kostek. Je třeba si uvědomit, že ne všechny půdy typu Solonetz mají vysoké pH. Některé mohou vznikat i intenzivním zavlažováním zasolených půd. Dlouhodobé zavlažování nakonec vede k výměně Na⁺ za H⁺ a tvorbě silně vyluhovaného eluviálního horizontu s nízkým pH. Tyto silně degradované půdy jsou známy jako solodě.

Vhodnost využití je téměř vždy ovlivněna hloubkou a vlastnostmi povrchového horizontu. Pro úspěšné pěstování polních plodin je zapotřebí hlubokého (>25 cm) povrchového horizontu. Nicméně většina Solonetz má tyto horizonty mnohem mělké nebo dokonce povrchový horizont chybí zcela. Problémem je jednak hladina sodíku, který je ve vysokých koncentracích toxický pro rostliny a snižuje dostupnost živin, jednak fyzikální vlastnosti těchto půd, které jsou za sucha velmi tvrdé, za vlhka lepkavé. Přítomnost kompaktního natric horizontu dále znesnadňuje proudění vody. Meliorace sestává ze dvou základních principů: *zlepšení pórovitosti* povrchové nebo podpovrchové vrstvy a *snížení koncentrace výměnného Na*. Mnoho rekultivačních pokusů spočívá v zaorání sádrovce (výjimečně chloridu vápenatého) do půdy,

případně v aplikaci hluboké orby tam, kde se uhličitany nebo sádrovec nachází blízko povrchu. Dále jsou vysazovány plodiny tolerantní k vysokému obsahu Na, aby se postupně zlepšila propustnost půdy. Sodíkové ionty se pak z půdy důkladně vymývají vodou bohatou na Ca. Extrémní rekultivační metody (vyvinuté v Arménii u Solonetz s calcic nebo petrocalcic horizontem) využívají rozpuštěnou kyselinu sírovou (odpadní produkt metalurgického průmyslu) pro rozklad CaCO_3 přítomného v půdě. To uvolňuje do půdního roztoku ionty Ca, které nahradí v sorpčním komplexu výměnné ionty Na. Tento postup zlepšuje strukturní agregaci půdy a její propustnost. Vznikající síran sodný (v půdním roztoku) je z půdy následně vyplaven. V Indii se na Solonetz aplikuje pyrit, který vytváří kyselinu sírovou a snižuje tak extrémní alkalitu půdy. Meliorované půdy pak mohou poskytovat dobrou úrodu obilovin nebo píce. Převážná většina světových Solonetz však nebyla nikdy rekultivována a využívají se jako extenzivní *pastviny* nebo se ponechávají ladem.

Ekvivalentem Solonetz jsou v naší klasifikaci *slance*. Přesto, že jsou v TKSP vydělovány na úrovni půdního typu, v ČR se nevyskytují. Nejblíže je nacházíme v teplých oblastech jižního Slovenska, hojně potom v Maďarsku.

VERTISOLS jsou těžké **jílovité půdy** s vysokým podílem **bobtnavých jílových minerálů**. V důsledku sezónního vysychání se v těchto půdách vytvářejí hluboké a široké trhliny patrné již od povrchu. Jméno Vertisols (z latinského *vertere*, obrátit) odkazuje na neustálý vnitřní pohyb půdního materiálu. Půdotvorným substrátem jsou jednak sedimenty s vysokým podílem bobtnavých jílu, jednak materiály, kde jsou bobtnavé jíly produkovány při procesu zvětrávání. Bobtnavé smektity vznikají, pokud jsou splněny následující podmínky prostředí: i) srážky dostatečné pro zvětrávání substrátu, ale ne tak vysoké, aby došlo k vymývání bází; ii) krystalizace jílových minerálů v průběhu suchých period; iii) snížená drenáž, která zamezuje ztrátě produktů zvětrávání; iv) vysoké teploty zrychlující zvětrávací procesy. V těchto podmínkách může docházet za přítomnosti křemíku a bází ke vzniku *smektitů*. Smektit je prvním minerálem, který vzniká při zvětrávání v semiaridních až subhumidních tropech. Nestabilním se stává, pokud dochází k vymývání bází a silikátů z půdy. Proto také smektity často převažují ve spodních partiích svahů a obecně v nižších krajinných polohách (suchá dna jezer, nižší říční terasy), kam se tyto látky, spolu s jemným jílem, dostávají a při slabém odvodnění jsou i stabilizovány. Výsledkem jsou typické tropické katény s rudými, dobře odvodňovanými půdami ve vyšších polohách a tmavými, hůře odvodněnými půdami v nižších částech svahů. Klimaxovou vegetací na těchto půdách je savana, přírodní louky nebo les.

Vertisols celosvětově zaujímají 335 milionů ha. Většina se vyskytuje v *semiaridních tropech* s průměrem ročních srážek 500–1000 mm, méně ve vlhkých tropech, např. na Trinidadu (suma ročních srážek 3 000 mm). Největší oblasti s Vertisols jsou v Austrálii, Indii a Jižním Súdánu. Zaujímají rovněž významné výměry v Etiopii, Číně, na jihu USA (Texas), Uruguayi, Paraguayi, Argentině a Jižní Africe. Nejrozsáhlejší plochy Vertisols jsou na smektitických sedimentech, dále v oblastech, kde se bobtnavé jíly vytváří v post-sedimentačním zvětrávání (např. v Súdánu) a na rozsáhlých čedičových planinách (tzv. plató bazalty v Indii a Etiopii). Malé plochy Vertisols se vyskytují v jižní části evropského Ruska, na Balkáně a v Maďarsku.

Vertické znaky vznikají za podmínek střídavého zvlhčování profilu stagnující vodou. Prvotně vede vysychání v suchém období ke smršťování a jednorázovému sesednutí povrchu. Při opakování tohoto procesu se snižuje plasticita půdy a výsledný tlak má v některých místech za

následek překonání pevnosti půdy v tahu a vznik *trhlin*. Do trhlin se dostává materiál z povrchu půdy (povrchový mulč), který při dalším ovlhčení zabírá prostor potřebný pro bobtnání půdy – dochází k tlaku, který ústí ve vzájemné posouvání a klouzání částí půdního materiálu vůči sobě v tzv. *skluzných plochách* (slickensides). Křížení těchto ploch vede k formování *klínových pedů*, jejichž velikost stoupá spolu s hloubkou půdy. Mísení povrchové vrstvy půdy s materiálem z většího hloubek vede k tzv. víření, tedy jakési mechanické pedoturbaci a homogenizaci půdní masy. Na Vertisols, u kterých se projevuje tzv. samomulčovací proces (vytváření jemné povrchové struktury vlivem střídání ovlhčení a vysychání povrchu půdy během dne), dochází často ke vzniku zvlněného mikoreliéfu, tzv. *gilgai*. Části půdy okolo trhlin se propadají, okolní části jsou naopak vynášeny vzhůru. Gilgai reliéf je nezávislý na povrchovém uspořádání trhlin, jeho původ souvisí s tlaky na rozmezí substrátu a vnitřní části profilu. Půda tedy musí být dostatečně kompaktní, aby byly tyto tlaky přeneseny až k jejímu povrchu. Gilgai reliéf se nevyskytuje u Vertisols, u kterých se povrchový mulč nevytváří. Tyto půdy jsou často pokryty tvrdou krustou s ostrými hranami trhlin, které zůstávají otevřené po celé suché období, a do nichž zapadá minimum materiálu z povrchu.

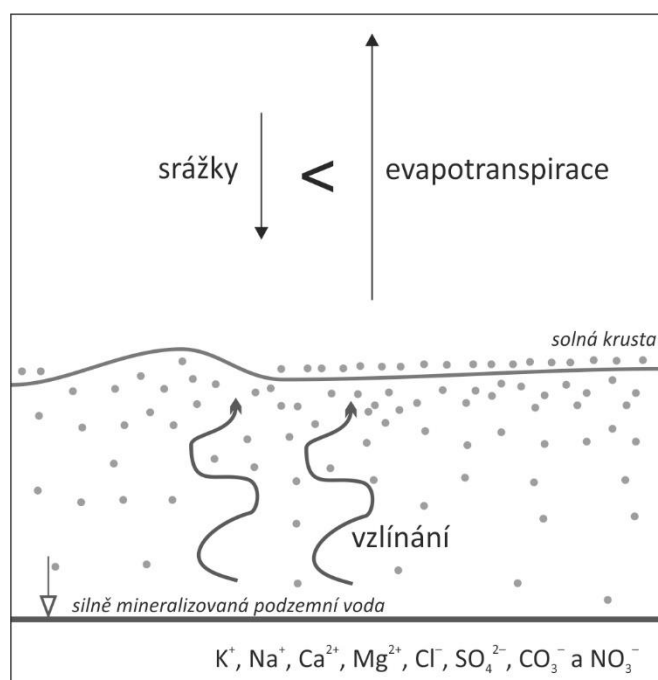
Problémem při využití Vertisols jsou jejich fyzikální vlastnosti. V suchém období jsou tyto půdy extrémně *tvrdé*, vlhké Vertisols jsou naopak silně *lepivé*. Obecně jejich obdělávání závisí na velmi úzkém intervalu vhodné půdní vlhkosti (tzv. hodinové půdy). Dále jejich fyzikální vlastnosti silně závisí na obsahu rozpuštěných solí a výměnného sodíku. Problémem je i infiltrace vody: zpočátku je velmi rychlá, ovšem při uzavření trhlin je již půda pro vodu téměř nepropustná a dochází velmi často k jejímu zaplavování. Vododržná kapacita je obecně dobrá, pouze omezené množství vody je ale dostupné rostlinám. Chemicky jsou Vertisols naopak *příznivé*. Mají vysokou kationtovou výměnnou kapacitu a vysoký stupeň nasycení bázemi. V aridních oblastech jsou poměrně časté Vertisols s vysokou koncentrací rozpustných solí či iontů Na. V semiaridních tropických regionech se rozsáhlá území Vertisols nevyužívají nebo se využívají pouze pro extenzivní pastvu, těžbu dřeva, pálení dřevěného uhlí a podobně. Tyto půdy mají značný agronomický potenciál pro trvale udržitelné hospodaření. K pozitivům Vertisols lze přičíst kromě dobrých chemických vlastností i jejich výskyt v rovinatém terénu, kde jsou dobré předpoklady pro pěstování plodin pomocí mechanizace. Zemědělská produkce je realizována jak formou malých zemědělských ploch (proso, čirok, cizrna), tak velkoplošného závlahového obdělávání (bavlna, pšenice, olejniny, cukrová třtina). Například bavlník dosahuje na Vertisols dobré úrody díky svým vertikálním kořenům, které nejsou příliš poškozovány trhlinami v půdě. Naopak stromy jsou na Vertisols spíše nevhodné, právě kvůli problémům s kořeněním. Managementová opatření na Vertisols by vždy měla vést ke zlepšení *hospodaření s vodou* v kombinaci se zachováním půdní úrodnosti. Přebytková srážková voda musí být v období dešťů zachycována a následně využita v suché periodě. Velmi častý je systém brázd, kdy je přebytková voda shromažďována v menších nádržích v rámci povodí. Cílem těchto opatření by mělo být udržování stabilní vláhry v podorníci a tedy zamezení rozvinutí jevů bobtnání a smršťování. Dalšími metodami jsou např. vertikální mulč či vrstevnicová orba. Některé lokální úpravy směřují ke zlepšení podmínek pro kořenění a půdní struktury: tzv. *guie*, tedy zahřívání či vypalování půdy, které vede ke stmelení jílovitých částic do zrnitostně hrubších agregátů; záplavový lad, kdy je půda zaplavena po dobu 6–9 měsíců a produkované plyny zlepšují kořenění na povrchu silně jílovitých Vertisols; hluboká orba. Problematické jsou

Vertisols rovněž z pohledu stavebnictví, protože objemovými změnami je ohrožena i stabilita budov.

RSG Vertisols odpovídají v TSKP půdnímu typu *smonice*. Naše smonice mají poněkud užší pojetí; jsou charakterizovány hlubokým humusovým horizontem s vertikálními znaky (vyskytují se převážně na okraji regionu pelických, tedy jílovitých černozemí). Tento hlubokohumózní charakter není u RSG Vertisols vyžadován, řada světových Vertisols má jen běžný horizont akumulace humusu.

SOLOENCHAKS jsou půdy, které mají po část roku v profilu **vysokou koncentraci rozpustných solí**. Vyskytují se především v aridních a semiaridních oblastech, při pobřeží pak ve všech klimatických podmínkách. Mohou vznikat na prakticky jakémkoliv nezpevněném materiálu, často se zvýšenou koncentrací solí. Výskyt Solonchaks je většinou podmíněn zvýšenou hladinou podzemní vody, stagnací povrchové vody či nevhodným zavlažováním. Vegetaci tvoří specifické halofytní (slanomilné) druhy, trávy a byliny.

Celková výměra se odhaduje na 260 mil. ha. Výskyt Solonchaks je nejrozsáhlejší na severní polokouli, zejména v suchých a polosuchých částech severní Afriky, Blízkého východu, v zemích bývalého Sovětského svazu a střední Asii; rozšířeny jsou rovněž v Austrálii a Severní i Jižní Americe.



Obr. 5 Schéma obohacování půd rozpustnými solemi vedoucí k tvorbě Solonchaks.

Nejčastěji se Solonchaks vyskytují ve vnitrozemských oblastech, kde výpar po větší část roku výrazně převyšuje srážky (Obr. 5). Soli rozpustné v půdní vláze zůstávají po výparu vody akumulované buď na povrchu půdy (vnější Solonchaks) nebo v určité hloubce (vnitřní Solonchaks). Solonchaks se mohou lišit v koncentraci a hloubce akumulovaných solí, složení solných látek či mineralogii solných výkvětů. Rozpustnost mnohých solí je teplotně závislá. Celkově je produkt rozpouštění vyšší v teplých obdobích, kdy dochází ke vztlínání půdní vody, než v obdobích vlhkých, kdy dochází k vymývání solí směrem do hloubky. Tento nepoměr mezi rychlým hromaděním a pomalejším odstraněním vede k čisté akumulaci solí a

vzniku salic horizontu. *Vnější Solonchaks* se tvoří v depresních částech reliéfu se silným kapilárním zdvihem nebo v oblastech s nevhodným zavlažováním. *Vnitřní Solonchaks* vznikají v místech, kde je hladina podzemní vody níže a kapilární zdvih plně nevyvažuje ztráty evaporací v průběhu suché sezóny. Dále vznikají vyluhováním solí z povrchu do hlubších partií profilu, například zavlažováním či přirozeně v průběhu vlhkého období. Zdroje solí v půdách jsou různé, často se jedná o tekoucí vody přinášející soli z širšího povodí, zasakující vodu či o

povrchový odtok z okolních svahů. Obecně jsou rozeznávány vápenaté soli, sodné soli a hořečnaté soli. Morfologie Solonchaks je pak do jisté míry určována složením převažujících solných látek. Některé Solonchaks jsou půdy s typickým denním chodem, závislým na variabilitě vláh a teplot v průběhu dne, která podmiňuje přeměnu minerálů, např. puffed (tedy doslova “nadýchaný”) Solonchak nebo sabakh, tzv. ranní půdy. Příkladem Solonchaků, jejichž podoba se řídí spíše ročním cyklem, jsou tzv. slick spots (hladké skvrny) – izolované plochy velmi slaného, jemného bahna s povrchovou krustou zabráňující vymývání solí v průběhu vlhčího období.

Nadměrná akumulace solí v půdách ovlivňuje růst rostlin dvěma způsoby. Soli zvyšují *stres ze sucha*, protože rozpuštěné elektrolyty zvyšují osmotický potenciál, který působí na příjem vody rostlinami. Před tím, než rostliny odeberou z půdy vodu, musí kompenzovat kombinované síly vodního potenciálu půdy, tj. sílu, při níž uchovává půdní matrice vodu a osmotický potenciál. Soli dále narušují rovnováhu iontů v půdním roztoku a tím i *přístupnost živin*. Známé jsou protichůdné účinky, např. mezi Na a K, mezi Na a Ca a mezi Mg a K. Ve vyšších koncentracích mohou být soli pro rostliny přímo toxické. V tomto ohledu jsou velmi škodlivé sodné a chloridové ionty, narušující metabolismus dusíku. Využívání Solonchaks musí být přizpůsobeno těmto nepříznivým podmínkám. Aplikován je např. systém brázd na zavlažovaných polích, kdy jsou rostliny vysazovány ne na vrchol hřebenů, kde je akumulace solí nejvyšší, ale v poloviční výši. Půdy silně ovlivněné solemi mají nízkou agronomickou hodnotu. Využívají se především jako extenzivní *pastviny* pro ovce, kozy, velbloudy a dobytek, nebo se ponechávají ladem. Pozitivnější vliv na výnosy má jediné *vymytí solí z půdy*. Zavlažování musí jednak uspokojit potřeby plodin, jednak musí zachovat proudění vody do spodních částí profilu a odstranění solí z kořenové zóny. Zavlažování plodin v aridních a semiaridních oblastech má být doprovázeno odvodněním; odvodňovací zařízení by mělo být navrženo tak, aby udrželo hladinu podzemní vody pod kritickou hloubkou. Používání sádrovce pomáhá v udržení hydraulické vodivosti, zatímco jsou soli proplachovány závlahovou vodou. Ekvivalentem RSG Solonchaks jsou v TKSP *solončaky* s velmi omezeným plošným areálem (pouze lokální výskyt v nejsušších regionech); identifikace této referenční třídy je tak na našem území spíše hypotetická.

GLEYSOLS zahrnují půdy **nasycené podzemní vodou** po tak dlouhou dobu, že mohlo dojít k rozvoji redukčních podmínek, jejichž výsledkem jsou tzv. **gleyic vlastnosti**. Tyto vlastnosti jsou definovány kombinací barev načervenalé či nahnědlé nebo nažloutlé barvy na povrchu agregátů a šedavé až namodralé uvnitř agregátů nebo hlouběji v půdě. Redukční procesy mohou být způsobeny také vztlínajícími plyny (např. CO₂ nebo CH₄). Půdotvorným substrátem je široká škála nezpevněných materiálů, hlavně říčních, mořských a jezerních sedimentů. Gleysols se vyskytují především v terénních depresích, místech s vysokou hladinou podzemní vody, přílivových oblastech, mělkých jezerech a na mořských pobřežích.

Plošný rozsah je přibližně 720 mil. ha; vyskytují se *ve všech zeměpisných šířkách* a téměř ve všech klimatických podmínkách, od perhumidních až po suché. Největší rozšíření těchto půd je v *subarktických oblastech* (sever Ruska, Kanada, Aljaška) a ve vlhkých mírně teplých a *subtropických nížinách* (Čína, Bangladéš). Přibližně 200 milionů ha se nachází v *tropech*, hlavně v Amazonské oblasti, rovníkové Africe a pobřežních bažinách jihovýchodní Asie. Větší oblasti ovlivňované přílivem můžeme nalézt na pobřeží Severního moře.

Vývoj Gleysols je podmíněn nadměrnou vlhkostí v malých hloubkách (do 40 cm pod povrchem půdy) po určitou část roku nebo trvale. Redukční podmínky způsobené dlouhodobou saturací vodou za přítomnosti organického materiálu mají za následek *redukcí* trojmocného železa na železo dvoumocné, které je v profilu mobilní (za podmínek nižšího pH). Takto mobilizované železo je postupně vymýváno; to je i důvod typických neutrálních barev půdní matrice. Následná *oxidace* transportovaných dvojmocných forem železa a manganu se odehrává v blízkosti míst s přístupem kyslíku, tedy v trhlinách, otvorech, kořenových kanálcích, na povrchu agregátů atd. Oxidace je rychlejší než redukce, proto dochází v těchto okysličených partiích k čisté akumulaci oxidovaného železa. Tak vzniká typická glejová matrice s oximorfními partiemi. Gleyic vlastnosti jsou spojeny s pohybem hladiny podzemní vody, oximorfní horizonty tak leží vždy nad plně redukovanými částmi profilu. V případě vyššího pH (typicky u půd z karbonátových substrátů) má dvoumocné železo tendenci akumulovat se v nerozpustných formách a zůstat v profilu.

Hlavní překážkou pro zemědělské využití je vysoká hladina podzemní vody, *odvodnění* je tedy většinou jedinou možností pro další využívání. Při kultivaci půdy za silného provlhčení dochází k zásadnímu porušení půdní struktury. V oblastech, kde nelze dostatečně snížit hladinu podzemní vody, je proto vhodnější udržovat Gleysols pod trvalými travními porosty nebo lužními lesy. Chemicky jsou Gleysols často poměrně příznivé, obsahují značné množství pomalu mineralizujícího humusu a dostatek bází a živin z okolních výše položených částí reliéfu, často mají vyšší KVK i sorpční nasycenost. Vápnění odvodněných Gleysols, které mají vysoký obsah organické hmoty nebo nízké pH, vytváří lepší podmínky pro půdní mikro- a mezofaunu a zvyšuje rychlost rozkladu půdní organické hmoty. Pro výsadby stromů mohou být Gleysols vhodné jen po snížení hladiny podzemní vody vytvořením hlubokých drenážních příkopů. Případně se vysazují stromy na hrůbcích, které se střídají s mělkými depresiemi pro pěstování rýže. Ve vhodném klimatu mohou být Gleysols použity pro pěstování *rýže*. V příbřežních oblastech se využívají pro rybářství nebo chov garnátů.

Gleysols nejčastěji odpovídají našim *glejům*. Rozdíly jsou především v definici glejových znaků (ve WRB se za ně považují i samotné rezivé rourky, v TKSP je třeba přítomnost redukovaného horizontu typické barvy) a v hloubce výskytu redukované vrstvy. Některé naše gleje s hlouběji se vyskytujícím glejovým horizontem odpovídají RSG Cambisols, Fluvisols či Regosols, v případě tmavého nasyceného svrchního horizontu RSG Phaeozems.

ANDOSOLS sdružují půdy, které se vyvíjejí na **sopečných horninách**, bohatých na *sopečné sklo* (tufy, pemza, sopečný písek atd.), prakticky ve všech klimatických oblastech (mimo velmi suchých). Andosols se nicméně mohou vyvíjet i z jiných, na křemičitany bohatých materiálů za podmínek kyselého zvětrávání ve vlhkém a perhumidním klimatu. Rychlé zvětrávání porézního sopečného materiálu vede k *uvolnění Al a Fe* a jejich navázání na organickou hmotu. Výsledné komplexy jsou velmi málo mobilní a jsou chráněny proti biodegradaci. Dochází tak k hromadění humusu v povrchovém horizontu a vzniku **melanic horizontu** tmavé barvy. Pokud není všechn hliník vázán v komplexech s organickou hmotou, vysráží se spolu s oxidem křemičitým za vzniku typických *amorfních* jílových minerálů (alofán, imogolit). Podle převládajících látek potom rozdělujeme tzv. *alu-andické půdy* (převládají organominerální komplexy, kyselé prostředí) a *sil-andické půdy* (převládá tvorba alofánů; mírně kyselé prostředí).

Andosols se vyskytují v sopečných oblastech po celém světě. Koncentrovány jsou především v rámci *tichomořského oblouku* (tzv. Ohnivý kruh – „Pacific ring of fire“), který zahrnuje západní pobřeží Jižní Ameriky a Severní Ameriky, Kamčatku, Japonsko, Filipíny, Indonésii, Papuu–Novou Guineu a Nový Zéland. Andosols jsou rovněž významně zastoupeny na mnoha tichomořských ostrovech. V Africe se největší plochy Andosols nalézají podél *Velké příkopové propadliny* v Keni, Rwandě a Etiopii, ale také v Kamerunu a na Madagaskaru. V Evropě se Andosols vyskytují zejména v *Itálii, Francii, Německu* a na *Islandu*. Celková výměra se odhaduje na 110 milionů ha (méně než 1 % světových půd).

Andosols jsou obecně *úrodné* půdy, zejména ty na neutrálním nebo bazickém sopečném popelu, ale nesmí být vystaveny nadměrnému vyluhování. Problémem bývá silná fixace fosforu (vyvolaná aktivním Al a Fe). Meliorační opatření zahrnují vápnění, dodávání křemičitanů, organického materiálu a fosfátových minerálních hnojiv. Vzhledem ke stabilní struktuře a vysokému obsahu organiky jsou Andosols poměrně odolné vůči erozi. K jejich pozitivním vlastnostem dále patří dobrá vododržnost a snadná obdělávatelnost (mimořádně kypré půdy). Pěstována je *široká škála plodin*, včetně cukrové třtiny, tabáku, batátů (tolerantní k nízkým hladinám fosforečnanů), čaje, zeleniny či pšenice.

Andosols odpovídají v naší klasifikaci půdnímu typu *andozem*. Přes poměrně rozsáhlý výskyt výlevných hornin na našem území nebyla přítomnost těchto půd dosud spolehlivě potvrzena. Někteří autoři (Novák et al. 2010) poukazují na možnost výskytu andozemí na sopečných vrcholech Velký a Malý Roudný v Nížkém Jeseníku.

PODZOLS jsou půdy charakteristické tmavým až rezivým iluviálním horizontem s *akumulací organických látek a seskvioxidů železa a hliníku (spodic horizont)*. Nad ním se většinou nachází ochuzený vybělený horizont popelavě šedé barvy. Podzols se vyskytují především v humidních oblastech boreálního a mírného pásu, menší území pokrývají i v tropech. Vznikají nejčastěji na zvětralinách hornin s vysokým obsahem SiO₂, včetně ledovcových, aluviálních a eolických sedimentů. Podzols v boreální zóně se většinou vyskytují na pevných křemičitých horninách. Při dostatečné vlhkosti a intenzivním vyluhování mohou vznikat i na neutrálních horninách. Přirozenou vegetací jsou v těchto oblastech jehličnaté lesy, případně vřesoviště, ve vlhkých tropech potom světlý les.

Podzols pokrývají celosvětově asi 485 mil. hektarů. Největší plochy jsou v *Kanadě, Skandinávii a SZ části Ruska*. *Tropické* Podzols se vyskytují na méně než 10 milionech ha, především jako zbytky po zvětrávání pískovce v perhumidních oblastech a na aluviálních křemitých pískách vyzvednutých pobřežních oblastí. Přesné rozložení tropických Podzols není známé, významné výskyty se nacházejí podél Rio Negro a v SZ části Jižní Ameriky, dále pak v Malajsii a severní a jižní Austrálii. Méně běžné jsou v Africe.

Podzols vznikají procesem **podzolizace**, čili dvou po sobě jdoucích pochodů cheluviace a chiluviace. Při podzolizaci dochází v půdním roztoku k translokaci organických látek, které na sebe váží ionty Fe a Al. Po dosažení vazebné kapacity je celý komplex imobilizován a dochází k jeho vysrážení. V anhydromorfních půdách je hloubka vývoje akumulovaného horizontu závislá převážně na hloubce dosahu srážkové vody. V hydromorfních Podzols mohou být tyto látky přenášeny laterálně a na poměrně velké vzdálenosti („černé vody“ jezer a řek v oblastech těchto půd). V tropických oblastech se na velmi chudých pískách často vyskytují tzv. obří

podzoly (giant Podzols) s extrémně mocnými, silně vybělenými eluviálními horizonty. Iluviální spodic horizont se může nacházet až v hloubce několika metrů.

Zonální Podzols ve vyšších zeměpisných šířkách se zpravidla vyskytují v oblastech s nepříznivými klimatickými podmínkami pro zemědělství, jejich využití je tedy *minimální*. V mírném podnebném pásu jsou jako orná půda využívány častěji, jedná se však o půdy s velmi nízkou úrodností. Na vině je nízký obsah živin, acidita, slabá dostupnost půdní vláhy, toxicita hliníku a nedostatek fosforu. Hlavními melioračními opatřeními jsou hluboká orba, vápnění a hnojení. Většina se nachází pod lesem nebo křovinami (vřesoviště). Tropické Podzols se obvykle udržují pod světlým lesem, který se po vykácení nebo vypálení obnovuje jen velmi pomalu. Obecně je nejlepší využít Podzols jako extenzivní *pastviny* nebo je ponechat pod přirozenou vegetací.

Ekvivalentem RSG Podzols je v TKSP půdní typ *podzol*, a to jak horský, tak nížinný (arenický). Dále sem řadíme půdní typ *kryptopodzol* (s kvalifikátorem Entic). Při nesplnění podmínek RSG Podzols (např. barva spodického horizontu) jsou tyto půdní typy (především kryptopodzoly) řazeny do RSG Cambisols.

PLINTHOSOLS jsou půdy, v jejichž profilu se vyskytuje **plinthit**, **petroplinthit** (ztvrdlá vrstva plinthitu) nebo **pisolith** (ztvrdlé kulovité konkrce). Plinthit je slabě humózní směs bohatá na Fe (v některých případech také na Mn), kaolinitické jíly (a jiné produkty intenzivního zvětrávání, jako je gibbsit), křemen a další složky, která při opakovaném vyschnutí a ovlhčení nevratně přechází do ztvrdlé vrstvy (hardpan) nebo vrstvy s výskytem tvrdých nodulárních konkrací (pisolith). Plinthit je častější na zvětralínách bazických hornin než kyselých, podobně jako je tomu u Ferralsolů. Podstatná je přítomnost *dostatečného množství železa*, původem buď přímo ze substrátu nebo přineseného zasakující či podzemní vodou. Tvorba plinthitu bývá spojena s mírně se svažujícími oblastmi, s kolísající hladinou podzemní vody či stagnující povrchovou vodou. Obecně se uvažuje, že plinthit je spojený s deštným pralesem, zatímco půdy s tvrdou vrstvou petroplinthu nebo pisolithu jsou běžnější v sušších lesích a savanách s kolísajícím chodem srážek.

Celkově zabírají přibližně 60 mil. ha. Jemný plinthit je běžný ve *vlhkých částech tropů* (východ Amazonské pánve, Kongo, JV Asie). Rozsáhlá území s pisolithem a petroplinthitem se vyskytují v *Sudánsko-Sahelském pásmu*, kde petroplinthit vytváří na povrchu vyzdvížených či exponovaných krajinných prvků tzv. hard caps. Podobné půdy se vyskytují v jižních savanách Afriky, jihoamerickém regionu *Cerrado*, *Indickém subkontinentu* (kde byly poprvé popsány a označeny starším názvem laterit) a v sušších částech severní Austrálie a JV Asie.

Vznik plinthitu zahrnuje následující fáze: i) *akumulace seskvioxidů* vlivem vymývání silikátů a bází (relativní akumulace pokročilým zvětráváním) nebo obohacením vnějšími zdroji (absolutní akumulace); ii) *segregace železa* oxidačně-redukčními pochody, kdy při zvlhčení profilu dochází k redukci a mobilizaci železa, při následné oxidaci k jeho vysrážení (často již nevratnému). K nevratnému tvrdnutí plinthitu a vzniku petroplinthitu dochází při snížení vlhkosti povrchu (změna klimatu, odlesnění, eroze). Nejprve dochází ke krystalizaci amorfního železa do spojitých agregátů (zejména goethit), následuje dehydratace goethitu a vznik hematitu. Často dochází k inverzi povrchu – erozí obnažené tvrdé krusty petroplinthitu jsou odolné vůči dalšímu zvětrávání a často tvoří nejvyšší části terénu.

Hospodářské využití Plinthosols je značným problémem. Důvodem jsou jejich nízká přirozená úrodnost (silně zvětralé půdy s minimem bází a vysokým obsahem hliníku), časté zamokření v depresních partiích, prosychání mělkých Plinthosols a vysoká skeletovitost. Mimo vlhké tropy mají mnohé Plinthosols blízko povrchu souvislý petroplinthit, který omezuje růst kořenů a znemožňuje orbu. Pro taková území je nejlepším využitím krátkodobá *pastva*. Půdy s vysokým obsahem pisolithů (až 80 %) je možné osazovat některými plodinami a stromy (*kokosovník* v západní Africe a *kešu* v Indii), nicméně většina rostlin trpí v suchém období nedostatkem vláhy. Petroplinthit je často využíván ve *stavebnictví* pro výrobu cihel, stavebních kamenů či zpevnění povrchů cest. V některých případech je petroplinthit cenným zdrojem Fe, Al, Mn nebo Ti. Plinthosols jsou tropické půdy, které nemají na našem území ekvivalent.

NITISOLS jsou hluboké, dobře propustné, *červené tropické půdy* s difuzními hranicemi horizontů. Diagnostický **nitic horizont** obsahuje nejméně 30 % jílu a má středně až silně vyvinutou ostrohrannou strukturu, která se dále rozpadá na specifické subangulární elementy, tzv. *nuts-shaped elements* (nutty structure) s lesklým povrchem. Půdotvorným substrátem je jemně zrnitý produkt zvětrávání smíšených až bazických matečných hornin, v některých regionech s příměsí sopečného popela. Nitisols se vyskytují převážně v rovinatém až kopcovitém reliéfu v tropických deštných lesích nebo pod savanami.

Nejvíce Nitisols (více než polovina) se nachází v *tropické části Afriky* (zejména na vysočinách v nadmořských výškách nad 1000 m) od Etiopie, Keni, Konga až po Kamerun. Nitisols jsou hojně zastoupeny i v nižších nadmořských výškách, např. v *tropických oblastech Asie*, v *Jižní a Střední Americe*, *jihovýchodní Africe* a *Austrálii*.

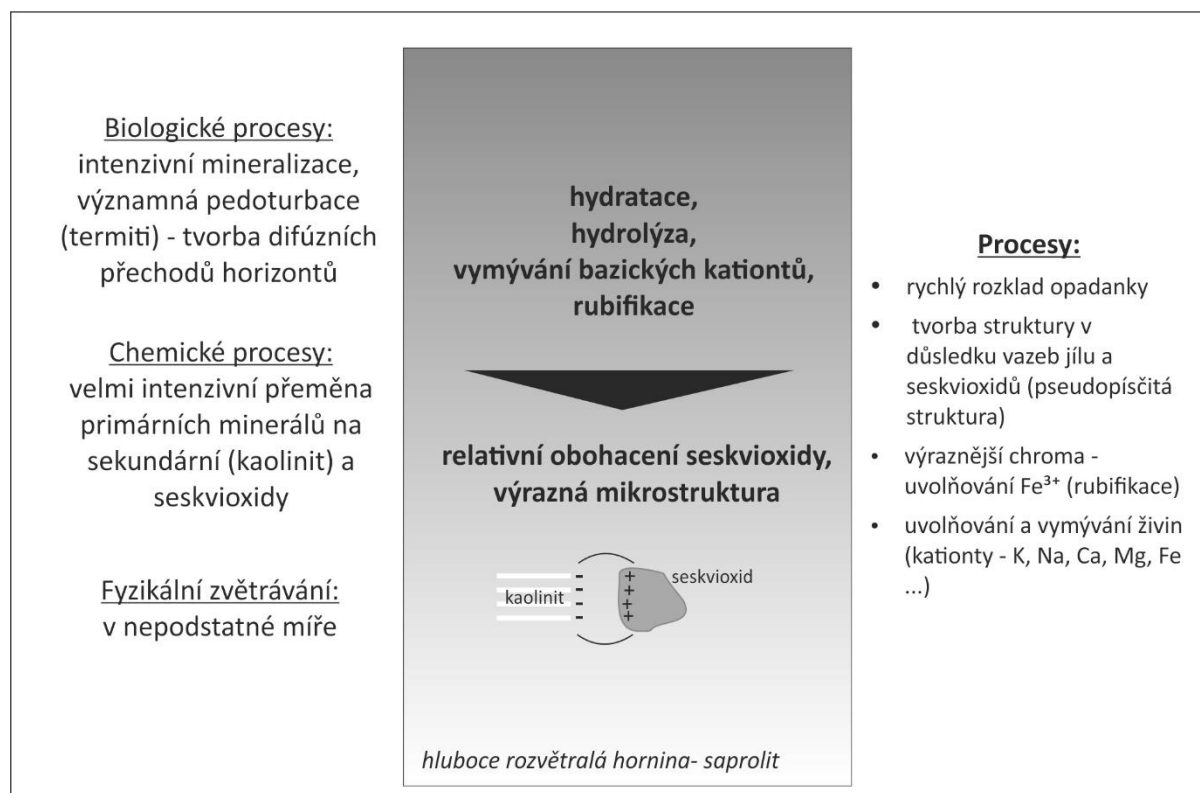
Vznik Nitisols zahrnuje tři procesy: i) *ferralitizaci*, kdy dochází k intenzivní hydrolýze zvětrávajících minerálů, vymývání silikátů a bází a relativnímu hromadění seskvioxidů a kaolinitu, ii) **nitidizaci**, což je formování stabilní ostrohranné struktury v nitic horizontu, jež je zřejmě výsledkem mikro-bobtnání a mikro-smršťování a iii) *homogenizaci* půdní masy termity a dalšími půdními organismy zejména ve svrchních 100 cm půdního profilu.

Přes pokročilé zvětrávání jsou Nitisols *úrodnější* než většina ostatních červených tropických půd. Hluboké a pórovité solum a stabilní půdní struktura umožňují hluboké prokořenění a chrání půdy před erozí. Dalšími pozitivy jsou dobrá zpracovatelnost, propustnost a vododržná kapacita. I chemické vlastnosti jsou příznivější než u ostatních tropických půd. KVK je vyšší i přes dominanci jílu s nízkou aktivitou; důvodem je vysoký obsah jílu a vyšší obsah organické hmoty. Sorpční nasycení je silně variabilní. Nitisols jsou velmi často využívány jako půdy *plantáží* (kakaovník, kaučukovník, kávovník, ananas), stejně tak se uplatňují na menších pozemcích. Vysoká fixace fosforu vyvolává nutnost aplikace fosforečných minerálních hnojiv. Nitisols nemají v naší klasifikaci ekvivalent.

FERRALSOLS představují **typické půdy vlhkých tropů**: hluboce *zvětralé*, červené nebo žluté barvy, silně vyluhované, s difuzními hranicemi horizontů. Jílovým minerálům dominují jíly s nízkou aktivitou (zejména *kaolinit*), vysoký je obsah *seskvioxidů*. Půdotvorným substrátem je silně zvětralý materiál na starých, stabilních geomorfologických površích. Jedná se o desítky až stovky metrů mocné vrstvy zvětralin na prekambriických štítech. Rychlejší vývoj probíhá na bazických zvětralinách než v půdách z křemičitých materiálů. Ferralsols se

vyskytují v perhumidních až vlhkých tropech, mimo tyto oblasti jsou většinou relikty z období s teplejším a vlhčím podnebím než dnes.

Celková rozloha Ferralsols se odhaduje na 750 milionů hektarů, téměř výlučně ve vlhkých tropických oblastech na *kontinentálních štítech Jižní Ameriky* (zejména Brazílie) a *Afriky* (Kongo, Demokratická republika Kongo, jih Středoafričské republiky, Angola, Guinea a východní Madagaskar). Mimo kontinentální štíty jsou Ferralsols omezeny na regiony se snadno zvětratelnými bazickými horninami a teplým a vlhkým klimatem, jako např. v jihovýchodní Asii.



Obr. 6 Schéma procesu ferralitizace, která je základním půdotvorným procesem v humidních tropických oblastech.

Proces **ferralitizace** je v podstatě *intenzivní zvětrávání primárních minerálů* vlivy hydratace a hydrolýzy (Obr. 6). Ve vlhkém a teplém prostředí dochází k rozložení většiny primárních minerálů a jejich odstranění (včetně u nás stabilních silikátů). Stablnější látky, jako jsou oxidy železa, hliníku, hydroxidy a velká křemenná zrna zůstávají v profilu a jejich relativní obsah tak narůstá. Ferralitizace je dále umocněna následujícími podmínkami: i) nízké pH a nízké koncentrace rozpuštěných produktů zvyšující celkové množství reziduálního železa a hliníku; ii) geomorfologická stabilita území a dlouhodobost, zásadní u pomalého procesu ferralitizace; iii) bazické substráty, které obsahují relativně velké množství Fe a Al a málo silikátů. Silikáty, které nejsou z profilu vymyty, tvoří spolu s hliníkem jílový minerál *kaolinit*, který v těchto půdách jasně převládá. Dalším produktem zvětrávání je ferrihydrit, ze kterého dále vznikají, v závislosti na obsahu železa, organických látek a teplotě, *hematit* jasně červené barvy nebo žlutooranžový *goethit*.

Ferralsols mají slabou makrostrukturu, ale velmi stabilní *mikrostrukturu*, která je tvořena částicemi jílu stmelеныmi železem do pseudo-hlinitých a pseudo-písčitých mikroagregátů. Tato mikrostruktura vysvětluje příznivé fyzikální vlastnosti, zejména pórovitost, vodopropustnost a snadnou obdělávatelnost. Naopak zásobování rostlin vláhou je u Ferralsols slabé kvůli nízké vododržnosti. Velmi intenzivní bioturbace, daná především biologickou činností termitů, je důvodem difuzních přechodů mezi horizonty. Chemicky jsou Ferralsols velmi *chudé* s nízkou KVK, minimem zvětratelných minerálů a bází. Problémem je dále silná fixace fosforu. Mangan a zinek, které jsou velmi dobře rozpustné při nízkých hodnotách pH, mohou dosahovat toxických hladin nebo naopak mohou po intenzivním vyluhování chybět. Pod přirozenou vegetací jsou chemické prvky přijímány kořeny a následně navraceny do půdy prostřednictvím listového opadu a dalších rostlinných zbytků. Převážná část rostlinných živin je obsažena v biomase; přijatelné živiny se koncentrují v půdní organické hmotě. Pokud se proces koloběhu živin přeruší, např. zavedením usedlého hospodaření s nízkými vstupy, kořenová zóna se o živiny velmi rychle ochudí. Zásadními faktory při využívání těchto půd je *adekvátní zúrodňování* půdy hnojením, mulčováním, případně dostatečně dlouhým úhorovým způsobem hospodaření nebo agrolesnickými praktikami, včetně prevence před erozí půdy. Kvůli nízkému pH je většinou nutné vápnění, které zároveň snižuje nebezpečí toxicity hliníku a zvyšuje efektivní KVK. Bohužel ale též snižuje aniontovou výměnnou kapacitu, což může vést k rozpadu mikrostrukturních elementů a rozbředání povrchu půdy. Z tohoto důvodu jsou vhodnější aplikace častých, ale malých dávek vápence nebo bazických strusek než jednorázová masivní dávka. Povrchová aplikace sádrovce, jako vhodného zdroje mobilního Ca, zvyšuje hloubku prokořenění (sírany v sádrovci navíc reagují se sesquioxidy a vytváří efekt „samovápnění“). Tato poměrně moderní inovace se v současnosti praktikuje ve velké míře zvláště v Brazílii. *Samozásobitelské hospodaření* s rotací mnoha plodin umožňuje na Ferralsols pěstovat celou škálu jednoletých a víceletých plodin. Běžná je rovněž extenzivní *pastva*. Značná část Ferralsols není pro zemědělství využívána vůbec.

V rámci recentních půdních typů nemají Ferralsolsy v naší klasifikaci ekvivalent. TKSP v kategorii fosilních a reliktních horizontů vyčleňuje *oxický a feralitický* horizont. Tyto silně zvětralé horizonty přibližně odpovídají konceptu ferralitic horizontu ve WRB.

PLANOSOLS jsou půdy s převážně světle zbarveným horizontem, který vykazuje známky opakované **stagnace vody a ostře přechází** v utuženější, hůře propustný horizont s prokazatelně vyšším obsahem **jílu**. Planosols vznikají většinou na aluviálních a koluviálních usazeninách v plochých, sezónně nebo periodicky vlhkých oblastech. Klimaticky se jedná zejména o subtropické a mírné pásmo, polosuché až subhumidní. Přirozenou vegetací jsou světlé lesy nebo travní vegetace.

Největší výskyt zaznamenáváme v *Latinské Americe* (jih Brazílie, Paraguay a Argentina), v *Africe* (Sahel, východní a jižní Afrika), na *východě USA*, v *jihovýchodní Asii* (Bangladěš a Thajsko) a v *Austrálii*. Odhadovaná výměra je přibližně 130 milionů ha.

Planosols mají svrchní horizont se slabě vyvinutou strukturou, pod kterým se nachází albic horizont se znaky **redukčně-oxidačních procesů**. Textura tohoto horizontu je nápadně hrubší než u pod ním ležícího horizontu; přechod je ostrý a splňuje podmínky tzv. *abrupt textural change* (náhlá změna zrnitosti). Těžší horizont může mít znaky iluviace jílu a je pouze částečně propustný pro vodu, což má za následek stagnaci vody v nadložním horizontu. Náhlá texturní

změna může být podmíněna *geogenně* (eolická či koluviální sedimentace písčitého materiálu na jílovité vrstvy, dále selektivní eroze ve svrchní vrstvě), *pedogenně* (výrazná illimerizace) nebo *chemickými procesy* (ferrolýza, oxidačně-redukční proces vázaný na energii uvolněnou při dekompozici organického materiálu).

Planosols mají z hlediska zemědělského využití spíše *nepříznivé vlastnosti*. Obecně jsou obdělávány méně intenzivně než ostatní půdy ve stejných klimatických podmínkách. Přirozeně Planosols hostí nejčastěji řídkou travní vegetaci s rozptýlenými křovinami a stromy, které mají mělký kořenový systém odolný vůči dočasnému přemokření. Rozsáhlá území jsou využita pro extenzivní pastvu. Produkce dřeva je mnohem nižší než na ostatních půdách v týchž podmínkách. Planosols mírně teplého pásma jsou využívány jako *pastviny*, částečně pro pěstování pšenice nebo cukrové řepy. Výnosy jsou skromné dokonce i na odvodněných půdách. Kromě častého podmáčení mají Planosols slabě vyvinutou strukturu, která podléhá častým změnám (tvrdnutí při vyschnutí profilu, rozplavení při přemokření, silně kompaktní podorničí), a chemicky jsou často silně degradované (acidita, toxicita hliníku). Proti ztrátám výnosů v důsledku podmáčení mohou pomoci některé úpravy povrchu, jako je například hrůbkování (vyvýšeniny a deprese). Planosols v jihovýchodní Asii jsou velmi často osety jedinou plodinou – *ryží*, pěstovanou na polích zaplavovaných v deštivém období. Silně vyvinuté Planosols s velmi prachovitým nebo písčitým povrchovým horizontem je nejlepší ponechat nedotčené.

Půdy ze třídy Planosols v naší klasifikaci přibližně odpovídají *pseudoglejům* s velkou texturní diferenciací. Jejich klasifikace u nás připadá v úvahu především u tzv. dvousubstrátových půd, kdy se nad těžší substrát dostává lehčí, např. eolický sediment, a tvoří se tak velmi ostrý přechod v zrnitosti, to vše při sezónním převlhčení.

STAGNOSOLS jsou půdy s **periodickým výskytem redukčních podmínek** (reducing conditions), které ústí v tvorbu tzv. **stagnic vlastností**, a to v důsledku povrchového zamokření. Stagnosols mají vrstvu s *mramorováním* (s oxidovanou maticí především uvnitř agregátů), v profilu se může vyskytovat eluviální horizont s albic materiálem. Půdotvorným substrátem je široká škála nezpevněných materiálů včetně tillu (nezpevněný ledovcový sediment) a hlinitých eolických, aluviálních a koluviálních sedimentů, ale i rozpadů pevných hornin, např. prachovce. Nejběžnější jsou Stagnosols v rovinatých nebo mírně svažitých plochách v chladných mírných až subtropických oblastech s vlhkými až perhumidními klimatickými podmínkami.

Celková výměra Stagnosols se odhaduje na 150–200 mil. ha; z velké části ve *vlhkých, mírně teplých oblastech* západní a střední Evropy, severní Ameriky, JV Austrálie a Argentiny, často ve spojení s Luvisols, případně s prachovitými a jílovitými Cambisols a Umbrisols. Vyskytují se rovněž ve *vlhkých až perhumidních subtropických oblastech*, často v asociaci s Acrisols a Planosols.

Využití Stagnosols v zemědělství je omezováno především sezónním nedostatkem kyslíku v důsledku stagnující vody nad málo propustnou vrstvou. Ve vlhčí části roku jsou tyto půdy *přemokřené*, zatímco v sušších obdobích mohou být pro pěstované plodiny příliš suché. Na rozdíl od Gleysols je odvodnění pomocí kanálů a drenážních trubek v mnoha případech nedostatečné, zejména kvůli nízké hydraulické vodivosti v hutném podorničí. Pro zlepšení hydraulické vodivosti je třeba především zvýšení pórovitosti podorničí. Toho je možné

dosáhnout hlubokým kypřením či hlubokou orbou. Odvodněné Stagnosols mohou být úrodné pouze při středním stupni vyluhování.

RSG Stagnosols odpovídá v TKSP půdní typ *pseudoglej*, případně *stagnoglej*. Pseudogleje jsou klasifikovány v rámci jiné RSG (Cambisols nebo Luvisols) především v tom případě, kdy znaky oglejení začínají hlouběji v profilu (níže 25 cm).

CHERNOZEMS jsou půdy charakterizované i) *mocným, velmi tmavým* povrchovým horizontem (**chernic horizont**), bohatým na organickou hmotu a biologicky silně oživeným, a ii) podpovrchovou **akumulací sekundárních karbonátů**. Půdotvorným substrátem jsou většinou eolické a přepracované eolické sedimenty (spraš). Černozemě se vyskytují převážně v plochých až zvlněných stepních oblastech s horkými léty a chladnými zimami a s výraznou suchou periodou (kontinentální klima). Původní vegetací jsou vysoko-stébelnatá travní společenstva s obrovským množstvím podzemní biomasy (až 6 t/ha), v přechodových zónách rovněž lesostepní vegetace.

Regionálně jsou tyto půdy zastoupeny především v *Eurasii* (Ukrajina, Rusko) a v *Severní Americe*.

Půdy v centrálních částech černozemních regionů jsou *silně humózní*, s obsahem organického uhlíku dosahujícím 10–16 %, v okrajových částech je jeho koncentrace výrazně nižší. Intenzivní aktivita půdních organismů vede k *bioturbaci* profilu a vzniku typických znaků, jako jsou krotoviny (dutiny po zvířatech vyplněné materiálem z odlišného horizontu). Výrazná je aktivita žížal; v tzv. Vermic Chernozems je tvořena značná část chernic horizontu právě koprolity (exkrementy žížal). Vysoká porozita a příznivá struktura A horizontu přispívají během vlhké periody k vymývání rozpustných solí do větších hloubek. Případná akumulace sádrovce se nachází hluboko pod povrchem (2–3 m), akumulace karbonátů většinou okolo 1 m. V okrajových částech s většími úhrny srážek jsou půdní báze vyluhovány intenzivněji; v profilu často dochází k illimerizaci a vzniku argic horizontu. V oblastech s výrazně sušším podnebím a delšími suchými periodami je pro tyto půdy naopak typické hromadění rozpustných solí blíže povrchu. Fyzikální (stabilní struktura, zrnitost, pórovitost, vododržnost) i chemické (vysoký obsah kvalitního humusu, nasycenost bázemi) vlastnosti činí z Chernozems jedny z *nejúrodnějších půd* vůbec. Problémem jsou fixace fosforu (pro získání vysokých výnosů je vhodná aplikace fosforečných hnojiv) a značná náchylnost k erozi. Ta je problematická v oblastech se zvlněným reliéfem (vodní eroze) i v rovinných územích (větrná eroze). Erozi lze předcházet vhodným managementem zachovávajícím půdní strukturu a citlivými závlahami v sušších obdobích. Vzhledem k tomu, že se například v Eurasii v současné době využívá pro pěstování plodin na orné půdě pouze necelá polovina všech Chernozems, představují tyto půdy ohromný potenciál i pro budoucnost. Hlavními pěstovanými plodinami jsou *pšenice, ječmen, zelenina*, v teplejších regionech mírného pásu dále *kukuřice a slunečnice*. Část Chernozems se využívá pro chov dobytka.

Chernozems odpovídají přibližně našim *černozemím*, mírné rozdíly v diagnostice ovšem vedou k tomu, že ne všechny naše černozemě je možné klasifikovat jako Chernozems. Důvodem jsou zejména volnější limity pro barvu černického horizontu v TKSP, případně hlubší výskyt horizontu se sekundárními karbonáty u vyluhovaných černozemí. Řada našich černozemí bude tedy odpovídat RSG s mollic horizontem – Kastanozems či Phaeozems. Jako Phaeozems budou často klasifikovány vyluhované černozemě s náznaky iluviace jílu (černozem luvická).

KASTANOZEMS jsou půdy *suchých stepních oblastí* s porostem krátkostébelných jednoletých trav. Klima je silně kontinentální s chladnými zimami a horkými léty; srážky jsou během roku nerovnoměrně rozděleny. Svým výskytem navazují na poněkud vlhčí regiony Chernozems, se kterými je spojuje i řada vlastností a znaků.

Hlavními oblastmi jejich výskytu jsou v Eurasii pás krátkostébelných *stepí* (jižní Ukrajina, jih Ruska, Kazachstán a Mongolsko), *Velké pláně* (Great Plains) v USA, Kanadě a Mexiku a *pampy a chaco* v severní Argentině, Paraguayi a jihovýchodní Bolívii.

Kastanozems mají podobný profil jako Chernozems, ale na humus bohatý povrchový **mollic horizont** je mělký a není tak tmavý jako u Chernozems (kaštanová barva). **Akumulace sekundárního CaCO_3** je výrazná a vyskytuje se blízko nebo přímo na povrchu. Celkové množství podzemní biomasy dosahuje 3–4 t/ha a více než 50 % kořenů se vyskytuje do 25 cm od povrchu. Ve vlastnostech Kastanozems je patrný klimatický gradient. Nejhlubší půdy s vyšším obsahem humusu se vyskytují na styku s regiony Chernozems, naopak mělký a světlejší Kastanozems jsou typické pro nejsušší výspy jejich rozšíření.

Kastanozems mají značný *zemědělský potenciál*. Jejich fyzikální i chemické vlastnosti jsou srovnatelné s Chernozems, i když poněkud méně příznivé. Nižší obsah humusu má, zejména u sušších Kastanozems, za následek méně stabilní půdní strukturu, nižší pórovitost a vododržnou kapacitu. Hlavní překážkou pro plné využití je periodický nedostatek půdní vláhy. *Zavlažování*, které je u těchto půd většinou nezbytné, s sebou nese nebezpečí zasolování půdy, kterému je třeba předcházet vhodným managementem. Hlavními pěstovanými plodinami jsou obiloviny, píce a zelenina. Kastanozems jsou podobně jako Chernozems ohroženy větrnou a vodní erozí, a to zvláště na úhorech. Velká část těchto půd je využívána pro extenzivní *pastvu*. Nadměrné spásání bývá nicméně vážným problémem, řídká vegetace pastvin totiž bývá horší kvality než pastviny vysokostébelnatých stepí u Chernozems.

Ačkoliv je hlavní areál výskytu Kastanozems v semiaridních, silně kontinentálních regionech, setkat se s nimi můžeme i u nás. Jako Kastanozems jsou klasifikovány ty naše *černozemě*, které nesplňují kritéria chernic horizontu pro barvu či obsah humusu. Vzhledem k obecně nižšímu obsahu organického uhlíku v našich černozemích (například v porovnání s Chernozems východní Evropy) lze předpokládat, že do RSG Kastanozems připadá poměrně velká část našich černozemí.

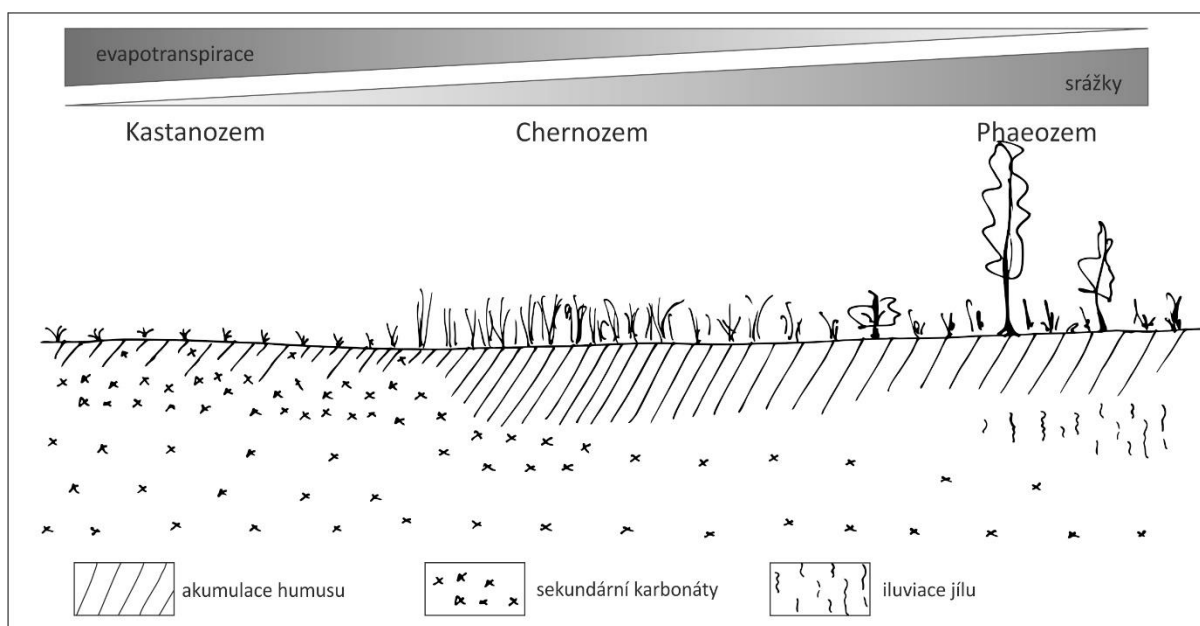
PHAEOZEMS zahrnují půdy relativně *vlhkých travnatých, lesostepních a lesních oblastí* v mírném kontinentálním podnebí. Phaeozems mají vlastnosti podobné třídám Chernozems a Kastanozems, ale vyluhování v nich probíhá díky vlhčímu klimatu intenzivněji (Obr. 7). Humusový **mollic horizont** je tmavý se středním až vysokým obsahem organických látek a s nižším obsahem bází než je tomu u Chernozems a Kastanozems. *Sekundární karbonáty se v profilu nevyskytují* vůbec nebo ve větších hloubkách. Phaeozems vznikají na nezpevněných sedimentech různého původu, zejména na eolických (spraš), ledovcových (till) či jiných bazických materiálech v prostředí teplých až studených mírně kontinentálních oblastí s převažujícím promyvným režimem a občasným vyschnutím profilu.

Phaeozems pokrývají celosvětově přibližně 190 mil. ha. Vyskytují se hlavně v severoamerických vlhkých a subhumidních *prérijních oblastech* (přibližně 70 milionů hektarů) ve východnější části Velkých plání (Great plains) a Centrálních nížin (Central Lowlands). V subtropických *pampách* Argentiny a Uruguaye se nachází dalších cca 50 milionů hektarů. Třetí

největší území (přibližně 18 mil. ha) zaujímají ve stepích východní Asie (severovýchodní Čína, střední část Ruska). Menší, povětšinou nesouvislá území se nacházejí i ve *střední Evropě*, hlavně v maďarském Podunají, případně v horských oblastech tropů.

Obecně lze říci, že zvětvávání a vymývání bází je u Phaeozems rychlejší než u ostatních stepních půd. Uhličitany nejsou v prvních 100 cm půdy většinou přítomny, ale vyluhování není natolik intenzivní, aby způsobilo nedostatek bází a živin. Biomasa i biologická aktivita jsou vysoké; podobně jako u příbuzných půd dochází k bioturbaci a homogenizaci půdního materiálu. Výskyt *argic horizontu* je často považován za reliktní znak z období vlhčího klimatu. Phaeozems jsou pórovité, dobře provzdušněné půdy se stabilní strukturou a poměrně vysokým obsahem humusu, velmi *vhodné* pro zemědělské využití. V USA a Argentině se využívají pro pěstování *sojových bobů*, *pšenice* (případně jiných obilovin) či *bavlníku* (Texas). V mírném pásmu se kromě jiných plodin pěstuje pšenice, ječmen a zelenina. Vážným nebezpečím je větrná a vodní eroze. Na zúrodněných pastvinách se rozsáhlá území využívají pro chov dobytka.

RSG Phaeozems zahrnuje řadu našich půdních typů s rozdílným vývojem. Podmínkou je výskyt tmavého, sorpčně nasyceného povrchového horizontu, který svými kritérii odpovídá mollic horizontu. Do této RSG tak řadíme půdy ze třídy Černosolů, převážně světlejší *černozemě luvické* s hluboko se vyskytujícím horizontem se sekundárními karbonáty, a dále především *černice*. Přes svou velmi tmavou barvu, většinou odpovídající kritériím chernic horizontu, neobsahují až na výjimky sekundární karbonáty; nemohou tak být řazeny do RSG Chernozems. Do Phaeozems mohou být dále řazeny půdy, u kterých je možný vývoj melanického horizontu, tedy například rendziny, pararendziny, rankery, fluvizemě, koluvizemě, regozemě či kambizemě.



Obr. 7 Schéma vazby skupiny mollických půd Kastanozems–Chernozems–Phaeozems na klimatické podmínky.

UMBRISOLS jsou charakteristické výskytem *tmavého povrchového horizontu* s významnou akumulací organické hmoty (**umbric nebo mollic h.**) a **nízkou nasyceností** bazickými kationty kdekoli v svrchních 100 cm. Umbrisols jsou protějškem půd s chernic nebo mollic horizontem s vysokou nasyceností bazickými kationty v celém profilu (Chernozems, Kastanozems a Phaeozems). Tvoří se na zvětralinách silikátových hornin nebo silně vymytých bazických hornin ve vlhkém podnebí, obvykle v horských oblastech v převážně chladnějších regionech, ale i v tropických a subtropických horských polohách. Povrchový tmavý horizont v některých případech překrývá cambic podpovrchový horizont s nízkou nasyceností bazickými kationty.

Celková výměra Umbrisols se odhaduje na 100 milionů hektarů. V Jižní Americe jsou Umbrisols poměrně běžné v *Andách*, v menší míře rovněž ve Venezuele a v Brazílii. V Severní Americe jsou vázány na *SZ pacifického pobřeží*. V Evropě se Umbrisols vyskytují podél *SZ atlantického pobřeží* (Island, Britské ostrovy, Španělsko a SZ Portugalsko) a na hlavním hřebeni Kavkazu. V Asii se nacházejí na okraji *Himálaje*, v *Zadní Indii* či na *indonéských ostrovech*. Menší regiony zaujímají v Oceánii (JV Austrálie, Nový Zéland) a horských oblastech Afriky.

Na vytváření umbric horizontu se podílí především klima a vegetace. Na rozdíl od pomalu se formujících spodic horizontů se umbric horizont vytváří poměrně rychle, takže ho můžeme najít i u mladých, relativně nevyvinutých půd s absencí dalšího diagnostického horizontu či s pouze slabým cambic horizontem. Vývoj profilu je silně závislý na depozici značného množství *organického materiálu s nízkým nasycením bázemi*. Formami humusu jsou většinou kyselý mul, moder a mor. Akumulace probíhá v důsledku pomalého biologického rozkladu v podmínkách nízkých teplot, kyselého prostředí, povrchového převlhčení či jejich kombinace. Žádný z těchto faktorů ovšem není tak intenzivní, aby došlo k vytvoření histic horizontu. Mnoho Umbrisols se nachází pod přirozenou vegetací. Umbrisols vyskytující se nad hranicí lesa leží pod nízkými trávníky se slabou živinovou hodnotou. Jehličnaté lesy převažují v Brazílii (např. *Araucaria* spp.) a v USA (hlavně *Thuja*, *Tsuga* a *Pseudotsuga* spp.). Umbrisols v tropických horských územích v Jižní Asii a Oceánii se nacházejí pod horskými stále zelenými lesy.

Převaha členité krajiny spolu s vlhkými a chladnými klimatickými podmínkami omezují využití mnoha Umbrisols na extenzivní *pastviny*. Management se soustřeďuje na zavedení kvalitnějších druhů trav a úpravu pH vápněním. Mnohé Umbrisols jsou náchylné k erozi. Výsadba víceletých plodin a tvorba teras nebo vrstevnicové obdělávání otevírá možnosti pro trvalé zemědělství na mírných svazích. Ve vhodných podmínkách mohou být pěstovány *obiloviny a okopaniny* (USA, Evropa a Jižní Amerika), *čajovník* a *chininovník* (Indonésie) a *kávovník*, který ovšem vyžaduje poměrně vysokou úroveň vstupů. Umbrisols na Novém Zélandu byly transformovány do vysoce produktivních půd, které se využívají pro intenzivní chov ovcí a na produkci tržních plodin.

Výskyt půd řazených do třídy Umbrisols lze u nás teoreticky předpokládat ve vyšších polohách s dostatečným přísunem srážek, kde dochází k výrazné tvorbě kyselého humusu (půdní typy *kambizem umbrická*, *ranker umbrický*) či jeho akumulaci v podsvahových částech reliéfu.

DURISOLS jsou půdy starých povrchů s převážně aridním až semiaridním klimatem. Půdotvorným substrátem je většinou hluboce zvětralý aluviální a koluviální materiál na rovinatých a mírně se svažujících nivách, terasách a mírných svazích podhorských plání.

Rozsáhlé oblasti s Durisols se vyskytují v *Austrálii* (místní název Hardpan), *Jižní Africe* (místní název Dorbank), Namibii a v *USA* (zejména v Nevadě, Kalifornii a Arizoně); menší výskyty byly zaznamenány i v Mexiku a ve Střední a Jižní Americe.

Ke vzniku Durisols vede **translokace jílu a oxidu křemičitého**, a to i v oblastech s velmi nízkými srážkovými úhrny. Periodické zamokření povrchu během občasných lijáků zvýrazňuje vyluhování a acidifikaci povrchové vrstvy. Vyplavený oxid křemičitý je akumulován ve spodních částech profilu (duric h.), kde dojde v období suché periody k jeho *tvrdnutí*. Blízko povrchu se vytváří cementovaná vrstva (petroduric horizont, tzv. duripan) nebo horizont obsahující ztvrdlé nodulární tvary (durinody).

Zemědělské využití Durisols je limitováno jednak jejich nepříznivými chemickými vlastnostmi (acidita), jednak častým výskytem cementované vrstvy blízko povrchu půdy. Po odstranění přirozené vegetace tyto půdy rychle podléhají erozi a petrodurický horizont se tak dostává na povrch, kde znesnadňuje další využití. Většina Durisols je tak využívána pro extenzivní *pastevectví*. Úspěšné zúrodnění Durisols závisí na dostatečné závlaze a odstranění cementované vrstvy. Tvrdý duripan je často využíván jako stavební materiál.

Durisols nemají ekvivalent v naší klasifikaci.

GYPSISOLS jsou půdy charakterizované **sekundární akumulací sádrovce** ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Nacházejí se v *nejsuchších částech aridního* klimatického pásma na nezpevněných sedimentech zvětralých materiálů bohatých na bazické kationty (většinou křídové a miocenní sedimenty). Dominuje suchomilná (xerofytní) vegetace (keře, stromy) nebo jednoleté trávy a byliny.

Celosvětový rozsah těchto půd je pravděpodobně v řádu 100 milionu hektarů. Rozšířeny jsou hlavně na *Blízkém východě, ve střední Asii, v Libyjské a Namibské poušti, v jižní a centrální Austrálii a jihozápadě USA*.

Gypsisols vznikají při migraci sádrovce (rozpuštěného ze sádrovcem bohatých hornin) spolu s půdní vláhou a jeho následné akumulaci v určité hloubce. V oblastech převažujícího vztlínání se nacházejí takto vzniklé **gypsic horizonty** blízko povrchu, často spolu s akumulací uhličitánů. Z povrchu je sádrovec vyplavován během vlhkých zimních období. Ve výrazně aridních oblastech často dochází ke shlukování sádrovcových krystalů a tvorbě až desítky centimetrů mocných, kompaktních *krust*. Sádrovec se v profilu vyskytuje ve formě jemných bílých žilek (sádrovcová pseudomycelia), kapes, jako hrubý krystalický sádrovcový písek nebo silně cementovaný petrogypsic horizont. Častá je také tvorba pouštních růží či akumulací zavěšených pod kameny.

Možnost využití Gypsisols závisí především na obsahu sádrovce ve svrchních vrstvách půdy. Nižší obsah neznamena pro rostliny větší zátěž, ale koncentrace nad 25 % narušují nutriční rovnováhu a snižují dostupnost základních živin (fosfor, draslík a hořčík). Gypsisols s nižším obsahem sádrovce lze využít pro produkci obilovin, bavlny, vaječny apod. Zemědělství bez závlah na hlubokých Gypsisols využívá úhoru a dalších technik šetřících vodu, ale z důvodu nepříznivých klimatických podmínek je jen zřídka rentabilní. Zemědělské půdy s vysokým obsahem sádrovce, které jsou většinou bohatě *závlahovány*, poskytují relativně dobrou úrodu

vojtěšky, pšenice, meruňk, datlí, kukuřice a hroznů. Závlahové zemědělství je u Gypsisols ohroženo rychlým rozpouštěním půdního sádrovce a nerovnoměrným sesedáním povrchu. Ekvivalent RSG Gypsisols v naší klasifikaci neexistuje.

CALCISOLS zahrnují půdy s výraznou **akumulací sekundárních karbonátů**, vyskytující se zejména v aridních a semiaridních oblastech tropů a subtropů. Půdotvorným substrátem jsou většinou aluviální, koluviální a eolické sedimenty bohaté na bazické kationty. Přirozenou vegetací jsou řídká xerofytní společenstva keřů, stromů a efemerních travin a bylin. Calcisols jsou často staré půdy, u nichž byl složitější vývoj (výrazná humifikace, chemické zvětrávání...) zpomalován periodickými suchými obdobími. Výsledkem je profil se světlým (ochric) povrchovým horizontem, případně nevýrazným zvětralým cambic horizontem.

Regionálně se Calcisols vyskytují často v asociaci se Solonchaks a dalšími aridními půdami s akumulací karbonátů. Jejich celková výměra se odhaduje na 1000 mil. ha, většina v *aridních a semiaridních tropech*.

Hlavním procesem probíhajícím v těchto půdách je translokace uhličitanu vápenatého z povrchových částí půdy a jeho akumulace v spodních částech profilu (**calcic horizont**). Svrchní horizonty tak bývají často zcela bez obsahu CaCO_3 , ačkoliv v erodovaných oblastech či v případě intenzivní bioturbace se karbonáty mohou vyskytovat již od povrchu. Zjednodušeně je celý proces řízen dvěma pochody, a to i) změnami *tlaku* CO_2 v půdním vzduchu a ii) změnami v *koncentraci iontů* rozpuštěných v půdním roztoku. Zvýšení tlaku CO_2 (nejvyšší v A horizontu vlivem kořenů a půdních mikroorganismů) vede k rozpouštění kalcitu a zvýšení koncentrace vápenatých iontů, které jsou perkolující vodou vyplavovány do spodních částí profilu. Tam dochází k poklesu tlaku CO_2 , nasycení roztoku ionty Ca a vysrážení uhličitanu vápenatého. Akumulace CaCO_3 je v půdě často nerovnoměrná. Přednostně k ní dochází v kořenových kanálcích a otvorech po půdních organismech, které jsou ve styku s nadzemním vzduchem a kde je tedy tlak CO_2 obecně nižší. Tak vznikají charakteristické novotvary, jako jsou *pseudomycelia*, *čočky* či *cicváry*. V silně aridních oblastech dochází často k tvorbě tvrdých *krust* (petrocalcic horizon).

Rozsáhlá území Calcisols se využívají pro extenzivní *pastvu*. Plodiny dobře snášející sucho, například *slunečnice*, mohou být pěstovány i v podmínkách bez závlah. Calcisols nicméně dosahují plné produktivity pouze po adekvátní *závlaze*. V mediteránu se území na zavlažovaných Calcisols využívají pro pěstování ozimé *pšenice*, *melounů* a *bavlníku*. Poměrně tolerantní k vysokému obsahu vápníku jsou čirok dvoubarevný („el sabeem“) a pícniny, jako jsou rhodská tráva a vojtěška. Na zavlažovaných Calcisols lze při hnojení dusíkem, fosforem a stopovými prvky, jako Fe a Zn, úspěšně pěstovat řadu druhů zeleniny. Calcisols se silnou skeletovitostí či výskytem ztvrdlého petrocalcic horizontu v malých hloubkách nejsou zpravidla využívány pro zemědělství.

Přestože naše území nespadá do hlavní oblasti výskytu Calcisols, je možné u nás tyto půdy klasifikovat v některých sprašových regionech. Ve WRB jsou karbonáty ve spraši chápány jako sekundární (na rozdíl od TKSP), sprašový substrát tedy při dostatečném obsahu karbonátů splňuje kritéria calcic horizontu. Jako Calcisols jsou nejčastěji klasifikovány silně erodované půdy v černozemních oblastech, kde došlo k výraznému ochuzení svrchního horizontu o humus (není tedy možné identifikovat chernic ani mollic horizont) a ke smísení humózního horizontu se spraší. V TSKP tyto půdy klasifikujeme jako *regozemě karbonátové*.

RETISOLS mají horizont *jílové iluviace*, do něhož proniká, často formou *záteků*, hruběji zrnitý, většinou vybělený půdní materiál z nadložního eluviálního horizontu a vytváří se tak typická **sít'ovitá (retic) struktura**. Koncept Retisols byl v předchozích verzích WRB zahrnut do referenční třídy Albeluvisols. Půdotvorným substrátem těchto půd je většinou nezpevněný ledovcový sediment (till), materiály jezerního nebo říčního původu a eolické sedimenty (spraše). Vznikají v plochem až zvlněném reliéfu pod jehličnatým nebo smíšeným lesem v mírném až boreálním klimatu s chladnými zimami a krátkými studenými léty a průměrnými ročními srážkami 500–1000 mm. Srážky jsou rozloženy rovnoměrně během celého roku, v kontinentálních oblastech vrcholí v letním období.

Retisols zaujímají asi 320 mil. ha v Evropě, severní části Asie a v Severní Americe. Dvěma hlavními regiony jsou i) oblasti s pleistocenním výskytem permafrostu (SV Evropa, SZ Asie, J Kanady) a ii) oblasti na spraši a vátých písčích ve vlhkém mírném pásu (západní a střední Evropa).

Retisols vznikají procesem **pokročilé illimerizace**, která byla často silně ovlivněna současnými i minulými klimatickými výkyvy. Typické pronikání hrubšího materiálu do **argic horizontu** je vysvětlováno jako výsledek periodického tání a zamrzání v periglaciálních podmínkách. Náhlá změna textury má za následek zhoršené podmínky pro infiltraci. Periodická saturace svrchních horizontů vodou a redukce železa ústí v intenzivní vyluhování eluviálního horizontu, který následně proniká do pod ním ležícího horizontu podél preferenčních cest (kořenové kanálky, póry, trhliny). Časté jsou *hydromorfní znaky* jako mramorování a Fe-Mn konkrce. Vyluhování vede k acidifikaci eluviálního horizontu a ztrátě bazických iontů. Při větší intenzitě tohoto procesu vznikají písčité eluviální horizonty s možným vznikem mikropodzolu. V extrémních případech, kdy dochází k výraznému snížení strukturní stability, kompakci svrchní vrstvy a intenzivní dekompozici jílu, může docházet ke vzniku kyselých, sezónně převlhčených Planosols. Dalším znakem častým u těchto půd je *fragic horizont*, podpovrchový, přirozeně vzniklý horizont, kterým mohou kořeny a voda pronikat pouze preferenčními cestami, například podél stěn jednotlivých pedů. Za sucha je velmi tvrdý a lámavý.

Využití Retisols pro zemědělství je silně limitováno jejich kyselostí, nízkou hladinou živin a problémy spojenými se zpracováním půdy, případně s odvodněním. Biologická aktivita je velmi nízká, dekompozice organických látek pomalá. Problematické bývá rovněž klima s krátkou vegetační sezónou a mrazy během dlouhé zimy. Retisols v severní tajze jsou proto téměř výhradně *zalesněné*; malé plochy se využívají jako *pastviny* nebo louky. V zóně jižní tajgy se pro zemědělskou výrobu využívá méně než 10 % odlesněných oblastí. Hlavní využití se soustřeďuje na chov dobytka (produkce mléka, masa); rozloha orné půdy je omezená (obiloviny, brambory, cukrová řepa, krmná kukuřice). V Rusku se podíl orné půdy zvyšuje směrem na jih a západ, zejména na půdách s vyšší nasyceností v hlubších částech profilu. Zúrodnění půdy spočívá především ve vápnění a hnojení.

Do skupiny Retisols patří naše silně vyvinuté *luzizemě* s degradovaným Btd horizontem a výraznou strukturou preferenčních cest.

ACRISOLS jsou půdy s přítomností **argic horizontu** charakterizované dominancí **jílů s nízkou aktivitou** (1:1 jíly), zejména *kaolinitu*, a **nízkým nasycením bázemi**. Jedná se o silně kyselé, zvětřelé půdy na starých površích kontinentálních štítů s vlhkým tropickým či

monzunovým klimatem. Přirozeně se vyskytují pod lesními porosty. Profil je diferencován na jílem ochuzený E horizont (může být až vybělený) a jílem obohacený argic horizont.

Acrisols jsou nejrozšířenější v *jihovýchodní Asii, na jižním okraji Amazonie, jihovýchodě Spojených států amerických a ve východní a západní Africe*. Celková výměra je přibližně 1 mld. ha.

Podmínkou dlouhodobé kultivace je ochrana povrchu půdy před ztrátou organické hmoty a omezení eroze. Vymýcení přirozeného lesa s vytrháním kořenů a vyplněním otvorů okolní zeminou velmi často vytváří půdu, kde koncentrace Al bývalého podorniči dosahují *toxické úrovně*. Poměrně vhodné je naopak *stěhovavé zemědělství* založené na vypalování (tzv. shifting agriculture). I když se tento systém jeví jako primitivní, jde o dobře přizpůsobenou formu využívání půdy, která se po staletí vyvíjela metodou pokusů a omylů. Pokud je zemědělská kultivace krátká (jeden nebo několik roků) a následuje dostatečně dlouhé období regenerace (několik dalších desetiletí), vytváří se překvapivě dobré podmínky pro využití limitovaných zdrojů těchto půd. Agrolesnictví se díky vyšším výnosům a nízkým vstupům doporučuje jako ochrana před erozí. S určitým úspěchem mohou být pěstovány plodiny snášející kyselé pH, jako jsou *ananas, kešu, čajovník, případně kaučukovník*. Zvyšuje se zastoupení oblastí, kde se pěstuje *palma olejná* (např. v Malajsii, a na Sumatře). Velké plochy Acrisols jsou pod lesy, a to od deštného pralesa po otevřené světlé lesy.

Obdobou Acrisols jsou v naší klasifikaci půdy s *kandickým horizontem* s dominancí kaolinitu a nízkým sorpčním nasycením. U nás se půdy s těmito vlastnostmi nacházejí pouze ve *fosilním, případně reliktním* stadiu (odpovídají teplejšímu a vlhčímu podnebí).



HISTOSOL (Lotyšsko)



ANTHROSOL (Česko)



TECHNOSOL (Česko)



LEPTOSOL (Botswana)



NATRISOL (Maďarsko)



VERTISOL (Bulharsko)



GLEYSOL (Česko)



ANDOSOL (Ekvádor)



PODZOL (Česko)



PLINTHOSOL (JAR)



FERRALSOL (Kamerun)



STAGNOSOL (Česko)



CHERNOZEM (Maďarsko)



KASTANOZEM (Maroko)



PHAEOZEM (Polsko)



UMBRISOL (Lotyšsko)



CALCISOL (Botswana)



RETISOL (Česko)



ACRISOL (Brazílie)



LUVISOL (Polsko)



CAMBISOL (Itálie)



ARENOSOL (Namibie)



FLUVISOL (Polsko)

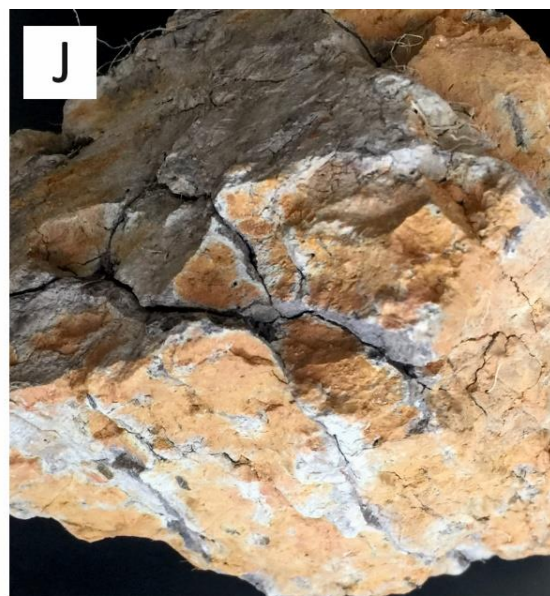
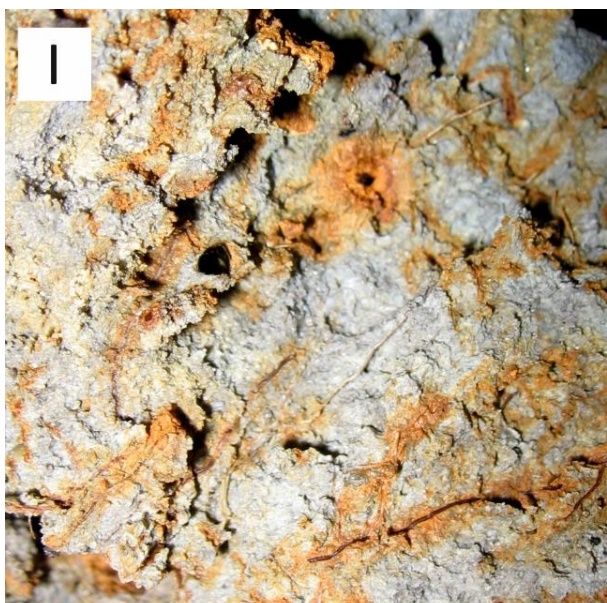


REGOSOL (Česko)

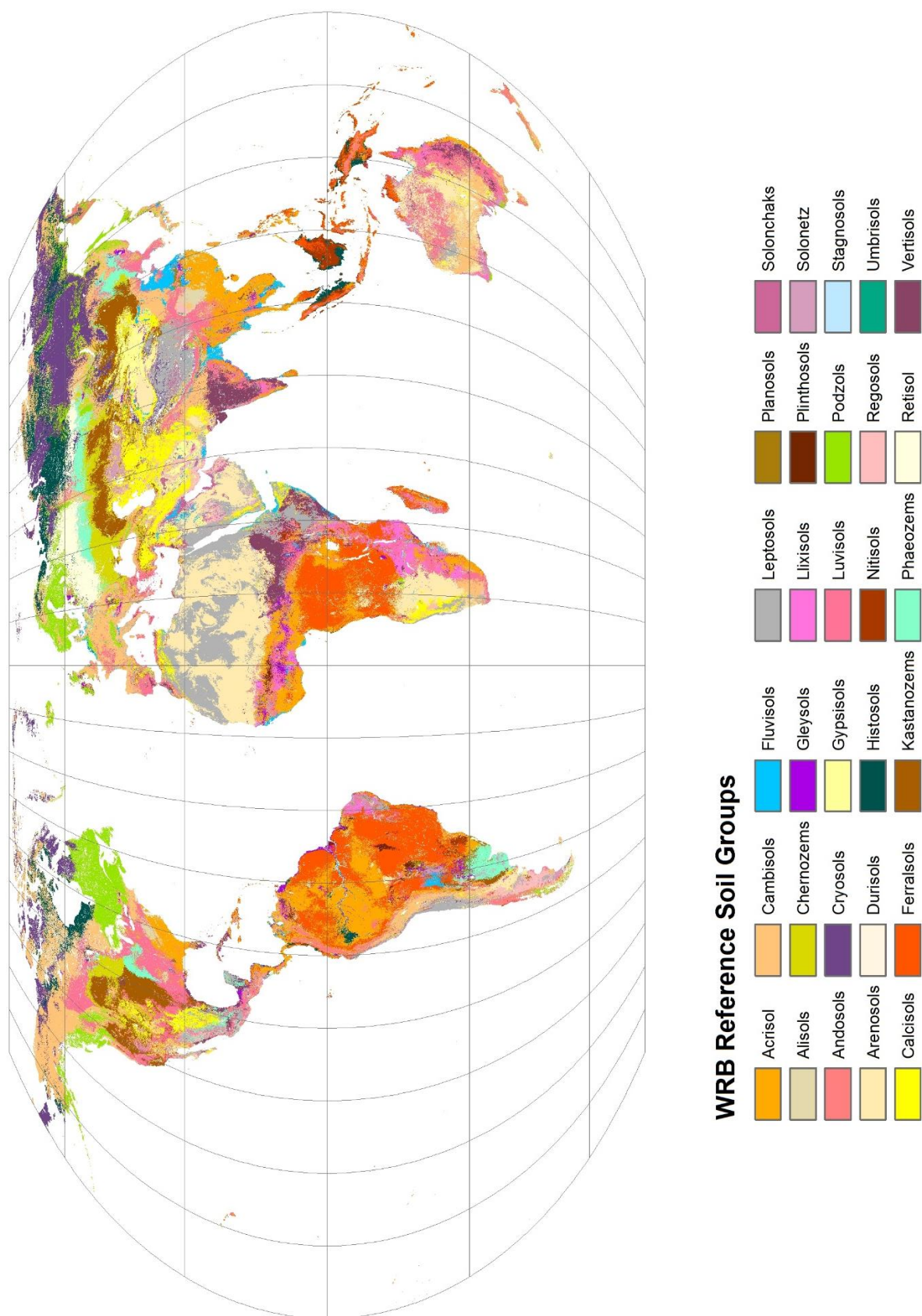
Obr. 8 Příklad půdních profilů vybraných referenčních tříd WRB.







Obr. 9 Morfologické znaky půd: petrokalcický materiál (A), solná krusta (B), petroplinthit (C), Fe-Mn noduly (D), pseudomycelia (E), cicvár (F), sloupková struktura u Natrisolů (G), ortštein (H), gleyic vlastnosti (I), stagnic vlastnosti (J), skluzné plochy – slickensides (K, L), pedoturbace (M), znaky biologické aktivity (N).

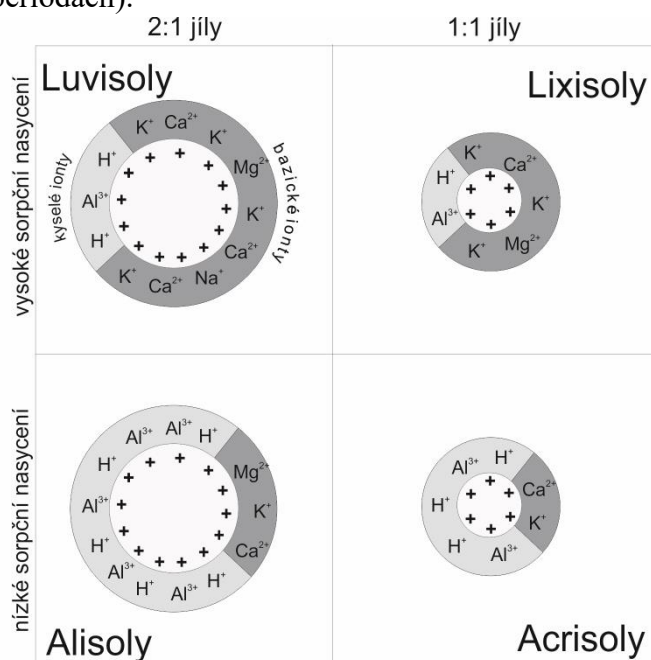


Obr. 10 Půdy světa dle FAO.

LIXISOLS jsou půdy charakterizované translokací koloidního jílu a jeho akumulací v **argic horizontu**. Dominující jsou u těchto půd **jíly s nízkou aktivitou** (většinou kaolinit), **nasycení bázemi** je naopak v hloubce 50–100 cm **vysoké** (Obr. 11). Tvoří se na pestré škále půdotvorných substrátů, zejména na nepevněných, chemicky silně zvětralých, jemnozrnných materiálech v regionech s tropickým, subtropickým či teplým mírným klimatem se zřetelným obdobím sucha.

Celkově zabírají přibližně 435 milionů hektarů, přičemž více než polovina se nachází v *(sub)sahelských oblastech a ve východní Africe*. Přibližně čtvrtinu lze najít v *Jižní a Střední Americe*, zbývající část potom na *Indickém subkontinentu, v JV Asii a Austrálii*.

Vývoj Lixisols zřejmě započal v klimatu vlhčím, než je současné. Intenzivní zvětvávání v těchto vlhčích podmínkách mohlo být následováno pozdějším *obohacením profilu o bazické látky* (změna k výparnému režimu). Těmto předpokladům odpovídají i časté pozůstatky redox procesů (fosilní plinthit, bročky). U některých Lixisols je patrné obohacení eolickou sedimentací, zatímco některé byly obohaceny vynášením bází biologickou aktivitou. Červená a žlutavá barva argic horizontů odpovídá procesu rubifikace (dehydratace železa v suchých periodách).



Obr. 11 Schéma chemismu sorpčního komplexu odlišujícího půdní typy s iluvací jílu.

naopak protierozní opatření, jako je terasování, orba po vrstevnici, mulčování a využití krycích plodin. Nízká sorpční kapacita a slabá dostupnost živin jsou důvodem opakované aplikace minerálních hnojiv a vápnění. Obecně se upřednostňují víceleté plodiny před plodinami jednoletými, zvláště na svazích. Pěstování *hlíznatých plodin* (kasava a sladký brambor) nebo *podzemnice olejné* zvyšuje nebezpečí poškození půdy a eroze. Pro udržení nebo zlepšení obsahu organické hmoty se doporučuje rotace jednoletých plodin a pastvy.

Obdoba RSG Lixisols v TKSP neexistuje.

ALISOLS jsou půdy s přítomností **argic horizontu** s **nízkým nasycením** sorpčního komplexu a dominancí **jílů s vysokou aktivitou** (2:1 jíly; vermikulit, smektity), vznikajících zvětváváním

Lixisols jsou poněkud *úrodnější* než další tropické půdy (Ferralsols nebo Acrisols), a to díky zvýšenému obsahu bází, vododržné kapacitě a nižší koncentraci toxického hliníku. Přesto se jedná o silně zvětralé půdy s nízkou dostupností živin; obsah bází je limitován nízkou KVK. Lixisols pod přirozenými savanami nebo v otevřených lesích jsou ponejvíce využívány pro extenzivní *pastevectví*. Zásadní u těchto půd je zachování stabilního povrchu; degradovaný povrch má nízkou stabilitu agregátů a je náchylný k rozbředání a erozi. Orba vlhké půdy nebo časté pojezdy těžkých strojů zhutňují půdu a způsobují vážné poškození struktury. Pozitivní jsou

převážně bazických a neutrálních hornin ve vlhkém tropickém klimatu. Zvětrávání těchto jílových minerálů vede k uvolnění velkého množství *hliníku* (částečně i Fe a Mg), jehož obsah dosahuje v těchto půdách toxické úrovně. Vyskytují se převážně ve vlhkých tropických, subtropických a mírných oblastech, často ve zvlněném až kopcovitém terénu. Typickými znaky jsou pedogenetická diferenciacie obsahu jílu a vyluhování bazických kationtů ve vlhkém prostředí bez pokročilého zvětrávání vysokoaktivních jílů. Mezi povrchovým horizontem a podpovrchovým argic horizontem mohou mít silně vyluhované Alisols vybělený eluviální horizont (ztráta oxidů železa a jílových minerálů).

Regionálně jsou tyto půdy rozšířeny v *Latinské Americe, v západní a východní Africe, na Madagaskaru, v jihovýchodní Asii a severní Austrálii*. Celková výměra je odhadována na 100 mil. ha.

Alisols vyskytující se v kopcovitém terénu jsou silně náchylné k erozi. Zemědělství je výrazně limitováno *toxickým obsahem hliníku* v malé hloubce a slabou přirozenou úrodností (tzn. lze pěstovat pouze mělce kořenicí plodiny a plodiny odolné proti suchu). Pěstovány jsou zejména plodiny odolné vůči kyselé půdní reakci a vysokému obsahu hliníku. Produktivita je poměrně nízká. Při vhodném hnojení a vápnění je možné využít jejich poměrně vysokou kationtovou výměnnou kapacitu a dobrou vododržnost. V zemědělství se využívají pro pěstování *palmy olejné, čajovníku, kávovníku, kaučukovníku, cukrové třtiny a kešu*, které jsou tolerantní vůči hliníku.

RSG Alisols nemá v našem klasifikačním systému ekvivalent.

LUVISOLS zahrnují půdy s **pedogenetickou diferenciací jílu** (především proces illimerizace), s dominujícími **jíly s vysokou aktivitou** (illit, vermikulit) a **vysokou nasyceností bázemi**. Vznikají na široké škále nezpevněných materiálů včetně ledovcových sedimentů (tillu) a eolických, aluviálních a koluviálních uloženin v prostředí plochých nebo mírně svažitých území. Vyskytují se v chladném mírném pásmu, ale i v teplých oblastech (např. Středomoří) se zřetelnými suchými a vlhkými obdobími.

Celosvětová výměra se pohybuje okolo 500–600 mil. ha. Hlavní rozšíření je v *mírném pásu* (Východoevropská rovina a části Záposibiřské roviny, severovýchod USA, střední Evropa). V *subtropických a tropických oblastech* (Středomoří, jižní Austrálie) se vyskytují hlavně na mladých substrátech.

Proces translokace jílu a jeho akumulace v **argic horizontu** sestává ze tří hlavních fází: *mobilizace jílu, transport a imobilizace v eluviálním horizontu*. Podmínkou je dispergace (rozptýlení) jílu, dosud vázaného v agregátech, v eluviálním horizontu. Síla agregace (stmelení) je do značné míry ovlivněna koncentrací iontů v půdním roztoku. Při poklesu koncentrace iontů (jak hliníku, tak bází), většinou v důsledku vymývání perkolující vodou, dochází k dispergaci jílu a narušení agregátů (*peptizace*). Transport peptizovaného jílu je podmínován prouděním vody ve větších pórech a trhlinách. Velmi intenzivně dochází k tomuto procesu v půdách s bobtnavými jíly, které dispergují snadněji než nebobtnavé jíly a jejich fyzikální změny vedou k vytváření trhlin, kterými snadno proniká voda. V určité hloubce potom dochází k imobilizaci jílu. Ta je buď výsledkem *koagulace* (shlukování) jílových částic (zvýšení koncentrace iontů) nebo mechanické *filtrace* v jemných kapilárních pórech. Akumulace jílu má často formu jílových povlaků na povrchu pórů nebo stěn strukturních jednotek (kutany). Ty jsou často následně rozrušovány biologickou činností nebo bobtnáním

jílů. Ztráta oxidů železa spolu s jílovými minerály může vést k tvorbě vyběleného eluviálního horizontu mezi povrchovým horizontem a argic podpovrchovým horizontem.

Většina Luvisols jsou *úrodné* půdy s drobtovou strukturou v povrchovém horizontu, mírně kyselou až neutrální půdní reakcí a dostatkem půdních bází. Struktura argic horizontů je většinou velmi stabilní, ale svrchní partie půdy jsou často náchylné k erozi. Luvisols jsou vhodné pro široký okruh zemědělského využití; v mírném pásmu pro pěstování *obilovin, cukrové řepy a píce*, ve svažitých územích se využívají jako zahrady, lesy nebo pastviny. Ve středomořských oblastech jsou Luvisols běžné na koluviálních sedimentech zvětrávajících vápenců, kde se spodní části svahů ve velké míře osazují pšenicí nebo cukrovou řepou, zatímco silně erodované svrchní části slouží jako extenzivní pastviny nebo se zde vysazují dřeviny. Luvisols na příkrých svazích vyžadují protierozní opatření. Místy zhutněné podorničí způsobuje dočasné redukční podmínky se znaky oglejení.

Většina půd z RSG Luvisols odpovídá našim *hnědozemím a luvizemím*. *Šedozemě* se světlejším A horizontem lze rovněž řadit do této třídy, ostatní odpovídají RSG Phaeozems. V případě luvizemí rozhoduje přechod mezi E a Bt horizontem. Pokud u luvizemí pozorujeme výrazné albické záteky do degradovaného Btd horizontu a vznik horizontální polygonální struktury (retic structure), odpovídá půda RSG Retisols. V opačném případě řadíme luvizemě do RSG Luvisols. Do Luvisols mohou být řazeny i výrazněji vyvinuté *kambizemě luvické* se zřetelnými lesklými povrchy agregátů.

CAMBISOLS jsou půdy s **počáteční podpovrchovou tvorbou půdy**. Transformace půdotvorného substrátu se projevuje tvorbou půdní *struktury a hnědavým* zabarvením **cambic horizontu**, dále zvýšením obsahu jílu nebo vyluhováním uhličitánů. V profilu se ovšem nevyskytují znaky iluviace jílu, organické hmoty či oxidů železa a hliníku. Cambisols jsou půdy rozšířené ve všech klimatických podmínkách a prakticky ve všech typech reliéfu (nejčastější jsou v členitém reliéfu s velkým podílem sklonitých poloh).

Celková výměra se odhaduje na 1,5 mld. ha. Hojně jsou Cambisols zastoupeny v *mírně teplých a boreálních oblastech*, které byly během pleistocénu pod vlivem zalednění. Důvodem je jednak poměrně mladý půdotvorný materiál, jednak chladnější podnebí zabraňující rychlejší přeměně půdy. Erozní a akumulací cykly vysvětlují výskyt Cambisols v *horských oblastech*. Méně časté jsou tyto půdy ve vlhkých tropech a subtropích, kde zvětrávání a vývoj půd postupuje mnohem rychleji než v mírně teplých, boreálních a suchých oblastech. Pravděpodobně největším souvislým povrchem Cambisols v tropech jsou mladé aluviální roviny a terasy.

Obecně jsou Cambisols půdy intenzivně *zemědělsky využívané*. Zejména Cambisols s vysokým nasycením bazickými kationty patří v mírně teplém pásmu k nejproduktivnějším půdám. Kyselejší Cambisols se využívají pro pastevectví a lesnictví. V silně sklonitém reliéfu jsou pak většinou ponechány pod lesem. Cambisols ve vlhkých tropech jsou většinou silně vyluhované. Jejich úrodnost je však lepší než u ostatních tropických půd, a to zejména díky vyšší KVK a většímu obsahu živin.

Ekvivalentem Cambisols jsou v TKSP *kambizemě a pelozemě*, částečně rovněž *kambické subtypy* jiných půdních typů, například Leptosolů (typicky u pararendzin či rankerů), fluvizemí a regozemí. Naopak některé naše *kambizemě* odpovídají RSG, které jsou v klasifikačním klíči

výše. Kambizem melanická tak může být klasifikována jako Phaeozem, kambizem luvická jako Luvisol.

ARENOSOLS jsou **hluboké písčité půdy**. Vznikají jak in-situ (na místě) zvětráváním písčitých hornin, tak na písčitých nezpevněných sedimentech, např. dunách či plážích. Vyskytují se azonálně od aridního po vlhké a perhumidní prostředí a od extrémně chladného po extrémně horké prostředí na recentních dunách, písčitých rovinách i starých zvětralých površích. Vegetací jsou řídká pouštní a polopouštní společenstva, travní formace i světlé lesy. Profil je většinou slabě diferencovaný. V suchých oblastech se na povrchu tvoří světlý (ochric) horizont. Ve vlhkých regionech mají Arenosols tendenci k vytváření vyplavovaných, často vybělených (albic) horizontů. U většiny těchto profilů je patrné vyplavování oxidů železa, humusu či jílu; tento transport je ovšem příliš nevýrazný, aby stačil k identifikaci diagnostických horizontů. Specifickým případem Arenosols jsou Podzols s extrémně mocnými eluviálními horizonty, kdy se spodic horizont vyskytuje níže 200 cm (giant Podzols).

Arenosols patří mezi nejrozšířenější referenční půdní skupiny na světě; včetně pohyblivých písků a aktivních dun zabírají asi 1,3 mld. ha neboli 10 % povrchu souše. Velké výměry hlubokých eolických písků lze nalézt na plošinách *Afriky* mezi rovníkem a 30° jižní šířky. Tyto *kalaharské písky* vytvářejí nejrozsáhlejší těleso písku na Zemi. Další území Arenosols se vyskytuje v oblasti *Sahelu*, v různých částech *Sahary*, střední a západní *Austrálii*, na *Blízkém východě* a v západní *Číně*. Menšího rozsahu jsou písčité pobřežní pláně a pobřežní dunové oblasti.

Arenosols se vyskytují ve velmi rozdílných prostředích a podle toho se liší i možnosti jejich zemědělského využití. Obecně jsou Arenosols půdy s vysokou vodopropustností, s výrazným vyluhováním bází a živin. Zároveň se ale jedná o *záhřevné*, snadno obdělávatelné půdy s vysokým potenciálem pro pěstování kořenových a hlíznatých plodin. Arenosols v aridních a semiaridních oblastech se využívají především pro extenzivní *pastevectví*. Hospodaření v suchých oblastech je možné pouze tam, kde roční srážky přesahují 300 mm. Vážnými omezeními v suchých regionech jsou nestabilní, rozsypavá struktura, slabá zásobenost živinami a vysoká náchylnost k erozi. Na zavlažovaných plochách lze dosáhnout dobré úrody méně náročných *obilovin*, *luštěnin* a *pícnin*, ačkoli ztráty v důsledku nízké vododržné kapacity v řadě případů zavlažování prakticky znemožňují. Efektivnější je použití kapkové závlahy v kombinaci s pečlivým dávkováním minerálních hnojiv. Velká území Arenosols v oblasti *Sahelu* (roční srážky 300–600 mm) přechází v Saharu a půdy v těchto oblastech jsou pokryty pouze řídkou vegetací. Problémem je zde nekontrolované spásání, které vede k destabilizaci půdy a *rozšiřování pouště*. Arenosols ve vlhkých regionech mírného pásma podléhají obdobným limitům, odpadá ovšem výrazný vliv sucha. V některých případech se nízká vododržná kapacita považuje za výhodu, protože půdy se na začátku vegetační sezóny poměrně rychle zahřívají. Jsou tak vhodné pro pěstování např. *rané zeleniny*. Smíšený systém hospodaření s obilovinami, pícninami a travními porosty je nutno v sušších obdobích kombinovat se závlahou. Velká část Arenosols mírného pásma se nachází pod lesy, ať již produkčními či přírodě blízkými. Arenosols vlhkých tropů by měly být zachovány pod přirozenou vegetací. Vzhledem ke koncentraci prakticky všech živin ve svrchních 20 cm vede porušení přirozené vegetace (kácení) k nevratnému poškození půdy a přeměnu celých oblastí na neplodné krajiny (tzv. *badlands*) s minimální ekologickou i ekonomickou hodnotou. Stálá kultivace jednoletých

plodin vyžaduje nákladné vstupy, které nejsou většinou ekonomicky výhodné. Na některých místech bývají na Arenosols vysázeny trvalé kultury *kaučukovníku* či *pepřovníku*; na pobřeží jsou časté plantáže *kokosovníku*, kešu či borovic, a to především tam, kde kořenový systém dosáhne hladiny podzemní vody. Sklizeň kořenů a hlíz je na Arenosols velmi jednoduchá. Hojně je pěstován například nenáročný *maniok*. V oblastech s lokálními zdroji jílu je možné jeho smísení s písčítým materiálem. Tento management je aplikován zejména v Austrálii. V TKSP odpovídá této skupině půdní jednotka *regozem arenická*, byť ne všechny u nás takto klasifikované půdy splňují kritéria pro RSG Arenosols (nižší poměr písčitých částic). Arenosols se u nás tedy nejčastěji vyskytují na eolických písčitých překryvech v okolí řek či na rozpadech pískovců.

FLUVISOLS zahrnují vývojem **mladé půdy na říčních, jezerních nebo mořských usazeninách**. Vzhledem k podmíněnosti substrátem se hlavní oblasti jejich rozšíření omezují na údolní nivy, delty, jezerní sníženiny a přílivové močály na všech kontinentech a ve všech klimatických pásmech.

Plošně zaujímají méně než 350 milionů hektarů na celém světě, z nichž více než polovina je v tropech. Mezi hlavní místa výskytu Fluvisols patří *oblasti podél řek a jezer* (povodí Amazonky, Gangy, okolí jezera Čad), *říční delty* (Indus, Ganga-Brahmaputra, Mekong, Nil, Niger, Mississippi, Orinoko, Dunaj, Rýn...) a regiony na současných *mořských usazeninách* (pobřežní nížiny Indonésie a Papuy).

Fluvisols jsou, kromě typického substrátu, definovány tzv. **fluvickými vlastnostmi**, které jsou výsledkem periodického přinášení čerstvého materiálu. Jde o projevy *stratifikace* (zvrstvení) profilu; střídát se mohou vrstvy různé zrnitosti, skeletovitosti či barvy. Dalším znakem může být *nerovnoměrné rozložení obsahu organického uhlíku*, které není dáno pedogenezí. Podoba Fluvisols silně závisí na charakteru materiálu unášeného řekami a také jejich poloze v rámci povodí.

Spojení dobré přirozené úrodnosti většiny Fluvisols a příznivých míst pro osídlení na okrajích říčních niv bylo využíváno již v prehistorických dobách. Velké *starověké civilizace* (např. egyptská, mezopotámská) se vyvinuly právě v takovýchto říčních nebo přímořských oblastech. Většina Fluvisols má dostatek humusu a živin. Nežádoucí mohou být redukční podmínky, související se zvýšenou hladinou podzemní vody a častým zaplavováním, a zvýšená skeletovitost. V tropech je na Fluvisols často vázána produkce *ryže*. V přímořských oblastech se jedná o půdy většinou silně zasolené, které je lépe ponechat pod jejich přirozenými porosty (mangrove). Na Fluvisols mohou být pěstovány i mnohé běžné plodiny, obvykle s úpravou vodního režimu.

Přirozeným protějškem Fluvisols jsou v naší klasifikaci *fluvizemě*. Do třídy Fluvisols ovšem spadá pouze část z nich. U fluvizemí s méně vyvinutou vrstevnatostí musíme uvažovat další RSG: Phaeozems v případě tmavého humózního horizontu, Cambisols u vyvinutějších fluvizemí a Regosols, do nichž připadne značná část fluvizemí s nepříliš vyvinutými fluvickými znaky.

REGOSOLS jsou velmi **slabě vyvinuté minerální půdy** na nezpevněných, spíše jemnozrnných materiálech. Nemají žádný půdní znak vyvinutý dostatečně na to, aby splňoval podmínky pro identifikaci jiné půdní třídy (**nemají diagnostické horizonty**). Na povrchu půdy

se často nachází pouze slabě humózní ochric horizont. Regosols jsou běžné v erodovaných oblastech a zónách akumulace, zejména v aridních a semiaridních oblastech a v hornatém terénu ve všech klimatických zónách bez permafrostu a ve všech nadmořských výškách.

Regosols pokrývají přibližně 260 mil. ha, především v *aridních oblastech* středozápadu USA, v severní Africe, na Blízkém východě a v Austrálii. Přibližně 50 mil. ha se vyskytuje v *suchých tropech* a dalších asi 36 mil. ha v *horských oblastech*. Rozšíření většiny Regosols je omezené; bývají spíše *doplňky* v jiných mapových jednotkách.

Vývoj profilu Regosols je slabý, a to v důsledku **raného stádia pedogeneze** (nedávné obnažení půdního materiálu, porušení půdního profilu, zmlazení sedimentací atd.) nebo **pomalé tvorby půdy**, např. z důvodu sucha. Nedostatek pedogenně transformovaného materiálu se projevuje ve slabé soudržnosti půdní masy. Barva půdy většinou odpovídá složení minerálních frakcí půdy. V regionech se značným výparem může docházet k počínající akumulaci karbonátů nebo sádrovce relativně blízko povrchu. Regosols pouštních oblastí mají pro zemědělství minimální význam. Ve vlhčím klimatu (500–1000 mm/rok) jsou z důvodu nízké vododržné kapacity nutné pravidelné závlahy. Značná část Regosols se využívá pro extenzivní *pastvu*. Regosols vzniklé na koluviálních sprašových sedimentech se v Evropě a Severní Americe využívají k pěstování obilovin, cukrové řepy a ovocných stromů. Regosols v horských oblastech je lepší ponechat je pod přirozeným porostem.

Kromě půdního typu *regozem* spadají do RSG Regosols také četné půdy různého vývoje, které neodpovídají žádným RSG, které se vyskytují výše v Klíči k RSG. Většinou se jedná o půdy se slaběji vyvinutými diagnostickými znaky. Jako Regosols tak můžeme klasifikovat méně skeletovité půdy ze skupiny *Leptosolů* (především rankery, rendziny a pararendziny) či některé *fluvizemě*.

2.2.5 Půdní kryt v různých částech světa

V následujícím přehledu jsou stručně charakterizovány přírodní podmínky a půdní struktura v hlavních klimatických oblastech světa (podle Pavlů et al. 2019). Půdní třídy jsou uváděny jako upravené názvy Referenčních půdních skupin ve WRB. Obrázek 10 zobrazuje geografii půd světa.

Arktické a subarktické oblasti jsou z klimatického hlediska charakterizovány velkým počtem mrazových dnů a krátkou vegetační dobou. Typickým jevem je vznik *permafrostu*, tedy trvale zmrzlé půdy, jejíž mocnost kolísá od několika centimetrů po stovky metrů. Samotná pedogeneze probíhá pouze ve svrchní části permafrostu, tzv. aktivní vrstvě, která během krátkého arktického léta rozmrzá. Dalšími jevy působícími na formování půd jsou *kryogenní procesy*, časté převlhčení a rašelinění organických zbytků. Profily půd jsou typické zvlněnými přechody mezi horizonty, danými kryoturbací, dále výskytem mrazovým klínů, čoček a žilek. Na povrchu se kryogenní procesy projevují tříděním půdní matrice a vznikem strukturních půd či dalších typických tvarů (thufury, palsy, pinga). Dominují **cryosoly**, **histosoly** a **gleje**, většinou pod tundrovou vegetací (lišejníková, bylinná, keříčková), kterou na přechodu do boreálního pásma střídají jehličnaté a smíšené lesy na permafrostu. Arktické ekosystémy jsou velmi *zranitelné* a citlivé ke změnám prostředí; porušení aktivní vrstvy vede k rychlým a nevratným změnám v jejich fungování. Uspokojivě mohou sloužit jako extenzivní pastviny. Regionálně

tato oblast zaujímá největší plochy v kontinentální části severního Ruska, ve Skandinávii, severní části Kanady, Aljašky a v Kanadském souostroví a dále v Grónsku.

Rozsáhlé **oblasti mírného a boreálního klimatu** byly v chladných obdobích pleistocénu (starších čtvrtohor) pokryty ledovcem. Leduprosté oblasti v předpolí ledovců pak byly charakterizovány především periglaciálními procesy s převažujícím mrazovým zvětráváním. Pozůstatkem chladných období kvartéru jsou rozsáhlé oblasti pokryté *mocnými vrstvami mladých sedimentů* různého původu (glaciální, glaciofluviální, periglaciální a eolické), jako jsou till, váte písky či spraš. V podmínkách chladnějšího klimatu s relativně bohatými srážkami převládá promyvný režim půd s dominujícími procesy *vnitropůdního zvětrávání, podzolizace, illimerizace a hydromorfismu*. Vyvíjí se tak pestrá škála převážně lesních půd. V tajgových lesích vyšších zeměpisných šířek nebo nadmořských výšek (Skandinávie, SZ Rusko, SV Kanada, horské oblasti) vznikají v silně kyselém prostředí s produkcí surového humusu **podzoly**, doplňované **histosoly**, **gleji** a **umbrisoly**. V nejchladnějších oblastech, často ve vysokých horských polohách, se vyskytují **cryosoly**. V chladném klimatu s kontinentálním rázem (Rusko) se pod jehličnatými a smíšenými lesy vyvíjejí **retisoly**, silně illimerizované půdy s degradovaným luvickým horizontem. Tyto půdy nacházíme rovněž ve vlhčím mírném klimatu (Z a střední Evropa, V USA) na spraších a dalších hlinitých substrátech. **Luvisoly** pokrývají oblasti s plochým reliéfem na spraši, tillu a dalších nezpevněných sedimentech s původně smíšenými a listnatými lesy (Z, stř., V Evropa, J Kanada, V USA, Patagonie). Tyto půdy patří k nejméně rozšířeným, zemědělsky intenzivně využívaným půdám mírného klimatu.

Pro kontinentální oblasti V Evropy, střední a V Asie (stepi), S Ameriky (prérie) a J Ameriky (pampy), je charakteristické **mírné stepní klima**, vyznačující se nerovnoměrným rozložením srážek s celkovým úhrnem do 500 mm za rok. Dominantními substráty těchto oblastí jsou *spraše*, často dosahující značných mocností, a ledovcové sedimenty (S Amerika). Pod převažující travní vegetací s obrovskou kořenovou masou se vytvořily intenzivní *humifikací* a *bioakumulací* světově nejméně rozšířené půdy s často hlubokými molickými a černickými horizonty. Ve vlhčí části oblasti jsou to **phaeozemě**, odvápněné tmavé půdy na přechodu k luvisolům, pokrývající vlhčí části území s lesostepní či rozvolněnou stromovou vegetací. Pod nejproduktivnější vysokostébelnatou stepí v centrálních částech těchto regionů dominují **černoze** s hlubokým černým, biologicky oživeným humusovým horizontem, obsahujícím v některých oblastech až 15 % humusu. Pod ním dochází k akumulaci sekundárních karbonátů. Na přechodu k semiaridnímu klimatu se pod suchou nízkostébelnatou stepí tvoří **kaštanozemě** s tmavě hnědým A horizontem a výrazným kalcickým horizontem.

Semiaridní a aridní oblasti jsou charakterizovány nízkými a nerovnoměrně rozloženými srážkami (do 250 mm za rok) a pouštní a polopouštní vegetací s převažujícími xerofyty, případně halofyty. Výrazně se uplatňuje *fyzikální zvětrávání*, především svahové pohyby, větrná eroze či bleskové povodně. Přechodné, tzv. intermitentní toky končí často v bezodtokých depresích. Při sezónním převlhlčení v půdách dochází k akumulaci nebo redistribuci anorganických látek (solí a nesolných látek); opakované vysoušení pak vede k vytvoření *nepropustné vrstvy* (petrifikované horizonty). V oblasti Středomoří, Blízkého Východu a střední Asie jsou významně zastoupeny **calcisoly** s horizontem akumulace CaCO₃.

Na menších plochách v nejsušších, převážně pouštních oblastech (S Afrika, Namib, střední Asie) nalézáme **gypsisoly**, charakterizované akumulací sádry. **Durisol** vznikly na starých, silně zvětralých površích semiaridní a aridní oblasti (Austrálie, J Afrika, Z USA) akumulací sekundárního SiO₂. Většina těchto půd je využívána pro extenzivní pastvu. Pravidelné závlahy, často spojené s drenáží, jsou podmínkou jejich zemědělského využití. V případě výskytu ztvrdlých horizontů je nutné jejich odstranění. V oblastech bezodtokých pánví dochází často na nebo pod povrchem půdy k významnému nahromadění rozpustných solí a vzniku **solončáků**. Další zasolené půdy, silně zásadité **slance** s dominancí sodíku v sorpčním komplexu, jsou typické pro semiaridní oblasti mírného a subtropického pásu (nejhojněji ve střední Asii a Austrálii). Značné plochy pouštních oblastí zaujímají iniciální půdy různé zrnitosti a skeletovitosti – **leptosoly**, **regosoly** a **arenosoly**.

Oblasti **střídavě vlhkých a vlhkých tropů** se nacházejí převážně na starých (štitových), silně zvětralých površích s mocnostmi saprolitu (zvětralého materiálu) několik desítek až stovek metrů. K těmto regionům přistupují mladá pohoří a rozsáhlé aluviální nížiny. Velké plochy zde zaujímají zralé půdy vznikající *intenzivním chemickým zvětráváním*. Charakteristické hluboko zvětralé půdy s výraznou barevností (rudé či žluté), **ferralsoly**, vznikaly především v centrálních částech těchto regionů (Amazonská a Konžská pánev) pod bujnou vegetací deštných pralesů. Typické jsou difuzní přechody horizontů, minimum zvětratelných minerálů a dominance kaolinitu a seskvioxidů. V regionech s výraznějšími sezónními výkyvy v chodu srážek nacházíme půdy různého stupně zvětrání, často vznikající působením různých procesů (polygenetické půdy). Velkou skupinu tvoří půdy s argickými horizonty, vzniklými illimerizací. Patří sem silně kyselé, avšak poněkud méně zvětralé **alisoly**, typické pro monzunové oblasti (JV Asie, JV USA, Guinejský záliv), dále silně zvětralé **acrisoly** s minimem bází v profilu (Amazonie, JV Asie), rozšířené ve vlhkých tropech a v monzunových oblastech pod světlými tropickými lesy, a **lixisoly**, zřejmě polygenetické, silně zvětralé půdy s vyšším obsahem půdních bází, vyskytující se v oblastech s výraznými suchými periodami (savany, subtropické oblasti Indie, V a Z Afriky). Obecně mají všechny výše uvedené půdy nízkou přirozenou produktivitou a po odstranění původní vegetace, poskytující značný vnos živin a organiky, rychle degradují. Problémem je nízký obsah živin, fixace fosforu, u kyselých půd (alisoly, acrisoly) dále toxicita hliníku. Mimo ferralsolů se stabilní mikrostrukturou jsou všechny půdy náchylné k erozi. V současné době se využití těchto půd dělí mezi stěhovavé zemědělství či pastvu a pěstování exportních plodin na plantážích. Z této skupiny se svými vlastnostmi vyčleňují **nitisoly**, relativně úrodné tropické půdy s příznivými fyzikálními vlastnostmi (stabilita půdní struktury) s jílovitým nitickým horizontem. Semihydromorfní **plinthosoly** vznikají v savanách a světlých tropických lesích. Periodickým převlhčováním se v nich tvoří vrstva plinthitu (směs oxidů železa, kaolinitu a křemene), která po vyschnutí tvrdne v petrifikovaný petroplinthit (laterit), využívaný často ve stavebnictví. Na chudých křemitých písčích vznikají tropické silně písčité **podzoly** s často mimořádně hlubokým eluviálním horizontem (tzv. obří podzoly).

Kromě půd převážně vázaných na klimatické zóny a biomy jsou v určitých oblastech značně rozšířené půdy podmíněné **specifickým substrátem**, často velmi výrazným svou zrnitostí či chemickými vlastnostmi, které usměrňují vývoj půd. V mladých *vulkanických oblastech*

nacházíme **andosoly**, tmavé humózní půdy vznikající rychlým zvětráváním sopečného materiálu, jehož výsledkem je akumulace organominerálních komplexů a amorfních jílových minerálů alofanu a imogolitu. Andosoly jsou poměrně úrodné půdy se stabilní strukturou, vysokým obsahem humusu a typickou nízkou objemovou hmotností (kyprá půdní matrice). Problémem bývá silná fixace fosforu. Na silně *písčitých substrátech* vzniklých zvětráváním zpevněných pískovců či eolickou akumulací (velké plochy písčitých pouští Afriky a Austrálie) jsou rozšířené **arenosoly**, typické světlým ochrlickým humusovým horizontem a slabým vývojem půdního profilu. Jsou využívány především jako extenzivní pastviny. **Vertisoly** svým vývojem odpovídají jednak specifickému substrátu se značným podílem *bobtnavých jílu*, jednak klimatu s výskytem suchých a vlhkých period, kdy dochází k provlhčení půdy, následovaném jejím vyschnutím. Velké plochy tvoří vertisoly v sedimentárních pánvích (např. Sahel) či na plošinách s bazickými vulkanity (Indie). Vzhledem k fyzikálním vlastnostem jsou vertisoly těžko obdělávatelné a k jejich využívání je třeba složitý management.

V **členitém reliéfu** vrchovin a hornatin a v **mladých sedimentárních** (aluviální, koluviální, eolické sedimenty) či **erozních oblastech** nacházíme především vývojově mladé půdy se slabě diferencovaným profilem (**regosoly**, **cambisoly**) či silně skeletovité půdy a mělké půdy (**leptosoly**). V nivách řek vznikají vrstvením povodňových sedimentů **fluvisoly**. Vzhledem k rozdílným podmínkám prostředí jsou vlastnosti i úrodnost těchto půd velmi pestré.

Kromě v zásadě přirozených půd rozlišujeme i půdy s profilem silně ovlivněným **působením člověka**. **Anthrosoly** vznikají jako důsledek dlouhodobého *intenzivního zemědělství*, často ve starosídelních oblastech s typickou zemědělskou historií a specifickými kultivačními zásahy. V Evropě jsou typickými představiteli *plaggeny* (Z Evropa), vznikající zapravováním chlévské mrvy. Světově značně rozšířené jsou *paddy soils* (J a JV Asie) – hydromorfní půdy rýžových polí, dále *irrargické anthrosoly* vznikající v suchých, dlouhodobě zavlažovaných oblastech (Irák, Indie) oblastech. Objektem značného vědeckého zájmu jsou *hortické anthrosoly*, např. *Terra preta* v Amazonii, s hlubokými humózními horizonty vznikajícími zapravováním kuchyňského odpadu a dřevěného uhlí. **Technosoly** jsou půdy s výskytem artefaktů, urbánní a odvalové půdy, rozšířené především v městských, průmyslových a těžebních oblastech.

2.3 Soil Taxonomy

První ucelenou půdní klasifikací, používanou v USA až do 50. let 20. století, byla genetická klasifikace předložená v roce 1938 (Baldwin et al. 1938). Tento systém byl nadstavbou nad vymežováním tzv. půdních sérií (Soil Series), tradičních, empiricky definovaných jednotek, které byly v USA užívány od počátku půdního mapování. Rozlišovány byly dle určité kombinace morfologie profilu a přítomnosti substrátu. Problémy při korelaci půdních sérií vedly v 50. letech k započetí práce na vytvoření nové klasifikace půd. Po několika pracovních vydáních vychází v roce 1975 první ucelená verze Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 1975). Po celou dobu práce na klasifikaci byl kladen důraz na vytvoření objektivní diagnostiky půd, která bude uplatňována v podobě diagnostických horizontů a znaků. Půdní jednotky jsou definovány tak, aby bylo umožněno zařazení různě využívaných půd. Zavedeno bylo nové

názvosloví, vycházející z řeckých a latinských pojmenování, které jednoznačně vyjadřuje postavení půdy v hierarchickém systému. Druhá upravená verze Soil Taxonomy byla vydána v roce 1999 (Soil Survey Staff 1999). Periodicky vychází příručka Keys to Soil Taxonomy (aktuálně 12. vydání z roku 2014), užívaná při terénní práci (Soil Survey Staff 2014). Reflektuje aktuální poznatky v půdní diagnostice a přichází s případnými změnami v klasifikaci půd. Kromě důrazu na jasně určitelné, kvantitativní diagnostické znaky je Soil Taxonomy charakteristická tím, že značnou důležitost přisuzuje režimům chodu teploty a vláh v půdě. Tyto půdní režimy jsou využívány pro rozlišování půdních tříd na vysoké taxonomické úrovni (podřády, velké skupiny půd). Přes svůj výrazně formalizující ráz si americká klasifikace udržuje ekologický charakter a je relativně otevřená novým směrům v diagnostice půd.

2.3.1 Základní principy Soil Taxonomy

- Definice taxonu by měla mít pro jakéhokoliv uživatele stejný význam, proto jsou taxony určeny tzv. operační definicí (zjistitelné, měřitelné, ověřitelné údaje).
- Soil Taxonomy je multikategorický (mnohastupňový) systém s řadou taxonů na nižších úrovních, které zachycují půdu do co nejmenšího detailu, který je zásadní při jejím využívání. Současně je nutné slučovat taxony na racionálním základě tak, aby na vyšších úrovních bylo rozlišováno menší množství kategorií a zároveň bylo možné jasně pochopit koncepty a vztahy mezi jednotlivými kategoriemi. Vyšší kategorie jsou nutné pro třídění a pochopení nižších kategorií a zároveň pro porovnání půd v malém měřítku. Velmi omezený význam mají naopak pro přenesení zkušeností na specifické místo a specifické využití půdy.
- Taxony reprezentují skutečné půdy, které existují v určitých geografických oblastech. Soil Taxonomy nepřináší všechny myslitelné kombinace půdních vlastností, ale umožňuje vyčleňovat nové taxony, které v ní nejsou definovány a jejichž klasifikace bude odpovídat zjištěním v terénu.
- Prostředkem rozlišování půd jsou půdní vlastnosti zjistitelné v terénu, odvozené z jiných vlastností zjistitelných v terénu nebo zjištěné z kombinovaných dat pedologických a příbuzných vědeckých oborů. V některých taxonech jsou k diagnostice využívány chemické vlastnosti zjistitelné laboratorním měřením. Půdní teplota, vláh a další vlastnosti, které se mění v průběhu roku, jsou v půdní klasifikaci složitě využitelné, pokud nemohou být odvozeny z dalších kombinovaných dat (např. meteorologických).
- Soil Taxonomy je možné modifikovat na základě nových zjištění, aniž by byla poškozena její struktura. Taxony mohou být přidávány či kombinovány v jakékoliv kategorii beze změn ve zbytku taxonů ve stejné či vyšší kategorii.
- Diagnostika půdy ponechává přirozené a člověkem modifikované půdy ve stejném taxonu, co nejdéle je to možné. Příkladem je například běžná orba, které nemá prakticky žádný efekt při zařazování půdní jednotky. Ochuzení profilu půdní erozí je zohledněno, pokud jsou odnosem postiženy vrstvy důležité pro klasifikaci půdy. Současně to znamená, že diagnostické znaky se v co nejvyšší možné míře týkají vrstev pod svrchní částí půdy, která je ovlivněná lidskou činností. Přesto nemohou být zásadní antropogenní změny v charakteru profilu ignorovány.

- V Soil Taxonomy je možné klasifikovat všechny půdy v krajině. Půda tvoří kontinuum; toto je dále rozděleno do adekvátního počtu segmentů (dílů) s přesně určenými vlastnostmi.
- Soil Taxonomy pojmenovává všechny známé půdy. Některé z nich jsou na území USA velmi málo zastoupeny. Zařazení těchto jednotek však pomáhá chápat půdy USA v rámci většího celku a ve vztahu k těmto jednotkám.

2.3.2 Diagnostika půd v Soil Taxonomy

Podobně jako u WRB je v diagnostice půd zásadní určení diagnostických charakteristik, tedy horizontů, půdních režimů, vlastností a materiálů. Jejich základní přehled je uveden v tabulce 9. Zjištěné charakteristiky jsou potom porovnávány s klíčem k jednotlivým třídám, přičemž jako první se určí nejvyšší taxonomická kategorie a dále se postupuje k nižším kategoriím (Obr. 12).

Tabulka 9 Přehled diagnostických horizontů, znaků, vlastností, materiálů a režimů, které jsou používány při identifikaci půdních taxonů v Soil Taxonomy

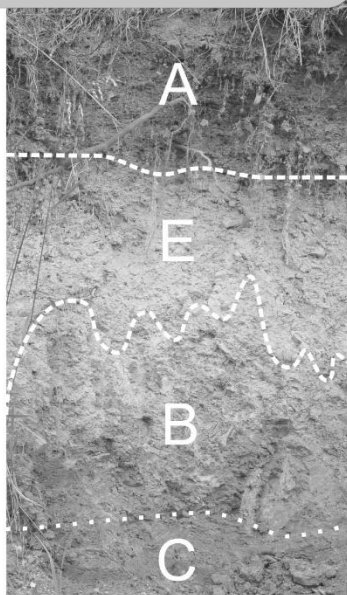
Typ diagnostické charakteristiky	Název	Popis
<i>diagnostické povrchové horizonty</i>	anthropic	mocný horizont vznikající v člověkem přeměněných nebo transportovaných materiálech
	folistic	volně odvodňovaný organický horizont
	histic	vodou saturovaný organický horizont
	melanic	mocný, tmavý, humusem bohatý horizont, v němž je organický uhlík vázán na amorfní minerály nebo v organominerálních komplexech (u půd z vulkanitů)
	mollic	mocný, tmavý, humusem bohatý horizont, vysoce nasycený bázemi
	ochric	minimálně vyvinutý horizont, většinou mělký nebo světlý, nesplňuje kritéria ostatních povrchových horizontů
	plaggen	člověkem vytvořený horizont vznikající při dlouhodobém zapravování chlévské mrvy
	umbric	mocný, tmavý, humusem bohatý horizont, nenasyčený bázemi
<i>diagnostické podpovrchové horizonty</i>	agric	h. s akumulací prachu, jílu a humusu (pod ornicí)
	albic	světlý, vyluhovaný h.
	anhydritic	h. s akumulací anhydritu
	argillic	h. s iluviální akumulací jílu
	calcic	h. s iluviální akumulací uhličitanu vápenatého
	cambic	h. s minimálními znaky pedogeneze
	glossic	degradovaný argillic, kandic, nebo natric h., ochuzený o jíl a oxidy železa
	gypsic	h. s akumulací sádry
	kandic	h. s nízkým obsahem živin a zvýšeným obsahem jílu oproti nadložnímu horizontu

Typ diagnostické charakteristiky	Název	Popis
<i>vybrané diagnostické vlastnosti a materiály</i>	natric	h. s iluviální akumulací jílu a vysokým obsahem sodíku
	oxic	extrémně zvětralý h. s velmi nízkým obsahem živin
	petrocalcic	h. cementovaný CaCO_3 , zabraňující kořenění
	petrogypsic	h. cementovaný sádrou, zabraňující kořenění
	placic	h. cementovaný organickými látkami a železem, zabraňující kořenění
	salic	h. s výraznou akumulací solí
	sombric	h. s iluviální akumulací humusu
	spodic	h. s iluviální akumulací organominerálních komplexů
	sulfuric	h. silně kyselé povahy pramenící z oxidace sulfidů
	abrupt textural change	náhlý výrazný nárůst obsahu jílu
	andic properties	vlastnosti spojené s materiály bohatými na vulkanické sklo a amorfní minerály
	cryoturbation	intenzivní mrazové víření
	densic material	necementovaný kompaktní materiál, zabraňující kořenění
	duripan	vrstva cementovaná SiO_2
	fibric material	slabě rozložený organický materiál
	fragipan	pevná a křehká vrstva, necementovaná, ale znesnadňující kořenění
	gelic material	minerální i organický materiál nad permafrostem se znaky mrazového víření
	hemic material	středně rozložený organický materiál
	human-altered material	materiál silně přeměněný lidskou činností
	human-transported material	materiál přesunutý lidskou činností
	identifiable secondary carbonates	viditelně vysrážený uhličitan vápenatý
	lamellae	dvě a více tenkých vrstev akumulace iluviálního jílu
	lithic contact	kontakt mezi nezpevněným půdním materiálem a pevným podložím
	permafrost	zmrzlá vrstva v půdě
	plinthite	materiál tvořený pevnou masou bohatou na oxidy železa, který nevratně tvrdne po opakovaném cyklu vysychání a vlhnutí
	redoximorphic features	morfologické hydromorfní znaky projevující se červenavými a šedavými skvrnami v půdě

Typ diagnostické charakteristiky	Název	Popis
<i>půdní režimy</i>	sapric material	silně rozložený organický materiál
	slickensides	lesklé skluzné plochy, které jsou výsledkem bobtnání a smršťování jílu v půdě
	aquic moisture regime	slabě nebo velmi slabě odvodňované půdy
	perudic moisture regime	srážky převyšují výpar každý měsíc v roce
	udic moisture regime	režim typický pro vlhké regiony s rovnoměrně rozloženými srážkami
	ustic moisture regime	režim charakteristický pro semiaridní klima s omezenou vláhou, která je ovšem dostupná po část vegetační sezóny
	xeric moisture regime	režim klimatu mediteránního typu s chladnými vlhkými zimami a teplými suchými léty
	aridic (torric) moisture regime	režim typický pro aridní a semiaridní klima, nevhodné pro pěstování plodin bez zavlažování
	gelic soil temperature regime	příliš chladný pro prakticky všechny plodiny; velice nízká průměrná roční teplota půdy (MAST* < 0°C)
	cryic soil temperature regime	příliš chladný pro prakticky všechny plodiny; nízká MAST (< 8°C), chladná léta
	frigid soil temperature regime	příliš chladný pro všechny plodiny mimo těch adaptovaných na zimu (pšenice, ječmen, oves); nízká MAST (< 8°C), ale teplejší léta než u cryic režimu
	mesic soil temperature regime	vhodný pro plodiny jako kukuřice, pšenice, sója; střední MAST (8 < 15°C)
	thermic soil temperature regime	vhodný pro teplomilné plodiny jako bavlna; vysoká MAST (15 < 22°C)
	hyperthermic soil temperature regime	vhodný pro citrusy a další plodiny, které nejsou mrazuodolné; velmi vysoká MAST (> 22°C)

*MAST – průměrná roční teplota půdy

1. Určit diagnostické horizonty, materiály či vlastnosti.



Popis lokality: Mníšek pod Brdy, 470 m.n.m., srážky 600 mm/rok, průměrná teplota 7°C, vegetace: jetelotráva.

Orniční organominerální povrchový horizont. Barva: 7,5YR 4/3. mocnost: 20 cm, Zrnitost: hlinitá, Struktura: hrudkovitá. Nasycenost sorpčního komplexu (V): 62 %; pH 5,7.

Nesplňuje kritéria pro žádný diagnostický horizont.

Podpovrchový minerální horizont. Barva: 10YR 8/2. Mocnost: 10-25 cm. Zrnitost: písčito-hlinitá. Struktura: lístkovitá, slabě vyvinutá. Další znaky: zrna písku zbavená povlaků jílu a Fe. Nasycenost sorpčního komplexu (V): 54 %; pH 5,3.

Splňuje kritéria pro albic materiál (diagnostický).

Podpovrchový minerální horizont. Barva: 7,5YR 5/3. Mocnost: 15-30 cm. Zrnitost: hlinito-jílovitá, Struktura: polyedrická až prizmatická. Další znaky: jílové povlaky (argilany) na povrchu pedů, heterogenní barva matrice (střídání redukovaných a oxidovaných partií). Nasycenost sorpčního komplexu (V): 58 %; pH 5,2.

Splňuje kritéria pro argillic horizont (diagnostický) a aquic podmínky.

Půdotvorný substrát - odvápněná spraš

2. Stanovit vodní a teplotní režim půd. Oba režimy vychází z hodnot vlhkosti, respektive teploty v dané kontrolní hloubce půd. Praktické určení se řídí klimatickým regionem, lokálními podmínkami a určuje se znalostním odhadem pedologa.

S ohledem na klimatické charakteristiky místa usuzujeme, že má půda udický vlhkostní režim a mesický teplotní režim.

3. Použit klíč k určení soil orders. Postupně procházet klíč a sledovat, zda půda obsahuje dané diagnostické znaky.

Key to Soil Orders

A. Soils that have:

1. Permafrost within 100 cm of the soil surface; *or*
2. Gelic materials within 100 cm of the soil surface and permafrost within 200 cm of the soil surface.

Gelisols, p. 157

B. Other soils that:

1. Do not have andic soil properties in 60 percent or more of the thickness between the soil surface and either a depth of 60 cm or a densic, lithic, or paralithic contact or duripan if shallower; *and*

NE

J. Other soils that do not have a plaggen epipedon and that have *either*:

1. An argillic, kandic, or natric horizon; *or*
2. A fragipan that has clay films 1 mm or more thick in some part.

Alfisols, p. 43

ANO

4. Určit další taxonomické úrovně. Stejným způsobem procházíme klíč pro suborders, great groups a subgroups.

Aqualfs, p. 43

JB. Other Alfisols that have a cryic or isofrigid soil temperature regime.

Cryalfs, p. 52

JC. Other Alfisols that have an ustic soil moisture regime.

Ustalfs, p. 67

JD. Other Alfisols that have a xeric soil moisture regime.

Xeralfs, p. 79

JE. Other Alfisols.

Udalfs, p. 56

5. Sestavení celého jména. Vlastní název půdy se skládá (mimo subgroup) jen z formativních elementů jednotlivých taxonomických úrovní.

V tomto případě tedy: Alfisols = „ALF“, udic = „ud“, haplic = „hapl“).

Aquic Hapludalfs

Obr. 12 Postup při sestavování označení půdy u klasifikace Soil taxonomy.

2.3.3 Struktura Soil Taxonomy

Kategorie Soil Taxonomy jsou souborem tříd, které jsou definovány na přibližně stejné úrovni zobecnění a které zahrnují všechny půdy. Dohromady je vydělováno šest kategorií: *Order* (řád), *Suborder* (podřád), *Great Group* (velká skupina), *Subgroup* (podskupina), *Family* (čeleď), *Series* (série). Klasifikace půd je v podstatě třídícím procesem. Na úrovni řádu klasifikujeme jednotku vnitřně velmi různorodou ve smyslu půdních vlastností, které nebyly k třídění využity. Při postupu směrem k nižším jednotkám je přidáváno více a více informací a různorodost daného taxonu se snižuje. Nejnižší jednotky – série, jsou již téměř homogenními skupinami půd s velmi podobnými vlastnostmi.

A. **Orders** (řády). Řádů je celkem 12 a jsou rozlišovány na základě přítomnosti diagnostických znaků, které reflektují převládající půdotvorný proces. Klasifikace na úrovni řádů pomáhá v obecném chápání půdního vývoje a zapamatování si základních tříd. Pokud jsou v rámci jednoho řádu vyděleny půdy s výrazně odlišným vývojem, je třeba tento nesoulad postihnout v následující nižší kategorii. Rozlišování neprobíhá na základě různých půdotvorných faktorů, ale vlastností, které vypovídají o jednotlivých procesech, ale na rozdíl od nich jsou měřitelné a zjistitelné. Dvanáct řádů nemusí být nutně konečné číslo, dva z nich byly přidány až ve druhém vydání Soil Taxonomy (Andisols a Gelisols). Hierarchie je flexibilní a postupem času mohou být dle potřeby přidávány další řády zdůrazňující vlastnosti půd, které nejsou zachyceny ve stávajících řádech. Rozlišovány jsou následující řády.

ALFISOLS jsou půdy s výrazným procesem translokace silikátových jíílů (illimerizace) bez výraznějšího vymývání bází a bez výraznějších procesů humifikace, které by vedly k vytvoření mollic povrchového horizontu. Specifickými znaky Alfisols jsou kombinace ochric nebo umbric povrchového horizontu a argillic či natric vnitřního horizontu, střední až vysoká nasycenost bázemi a dostupnost vody pro rostliny nejméně půl roku či tři po sobě jdoucí měsíce v teplém období. Celkově se jedná, vzhledem k dostupnosti bází a vody, o intenzivně využívané půdy.

ANDISOLS Hlavním znakem Andisols je dominance minerálů typu imogolit a alofán nebo organominerálních komplexů, které vznikají jako výsledek zvětrávání a přeměny minerálů s minimální translokací (andic properties). Častými charakteristikami těchto půd jsou silná fixace fosforu, dobrá vododržnost a dostupnost vody pro rostliny a vysoká kationtová výměnná kapacita. Většina Andisols se formovala v prostředí vulkanických hornin v širokém škále prostředí a v klimatu, které umožňuje zvětrávání. Andisols mohou mít jakékoliv povrchové i podpovrchové horizonty, pokud jsou andic vlastnosti patrné v 60 % půdního materiálu do 60 cm. Původně byly Andisols součástí řádu Inceptisols jako Andepts (Andic Inceptisols).

ARIDISOLS Specifikem Aridisols je kombinace nedostatku vody po velmi dlouhé období, přítomnost minimálně jednoho pedogenetického horizontu, povrchové horizonty s nízkým obsahem humusu a absence hlubokých trhlin a andic vlastností. Aridisols postrádají vodu dostupnou pro rostliny po velkou část vegetačního období a nikdy nemají vodu dostupnou 90 po sobě jdoucích dní při teplotě vyšší než 8°C. Aridisols se vyskytují především v aridních oblastech, ve kterých nedostatek srážek či ztížená infiltrace znemožňuje dostatečné zásobení půdy vodou. Vegetace je většinou tvořena rozptýlenými efemerními druhy trav, sukulentů a

xerofytních keřů. Některé Aridisols poskytují možnosti omezené pastvy; v případě zavlažování i pěstování různých plodin.

ENTISOLS Hlavními znaky Entisols jsou dominance minerálního materiálu a absence rozlišitelných genetických horizontů. Nedostatek vlastností svědčících o probíhajícím půdním procesu je možno samo o sobě chápat jako důležitý rozlišovací znak. Žádná další charakteristika nemusí být přítomna. Entisols se mohou vyskytovat v jakémkoliv klimatu a pod jakoukoliv vegetací. Absence půdních horizontů může být výsledkem inertního podloží (např. křemité písky), nedostatku času pro působení pedogeneze (mladé sedimenty, popel), výskytu na svazích, kde transport erozí převyšuje pedoformaci, nedávné bioturbace nebo promíchávání půdy hlubokou orbou, či těžby.

GELISOLS jsou charakteristické přítomností permafrostu a půdních znaků souvisejících s táním a mrznutím vody v profilu. Tyto znaky zahrnují nepravidelné či porušené horizonty, organický materiál vyskytující se hlouběji v profilu, trhliny a ledové žilky, čočky a klíny. Tyto půdy se vyskytují pouze ve vysokých zeměpisných šířkách a nadmořských výškách, ale jejich celková plocha je velká (cca 13 % světových půd, druhé největší rozšíření po Aridisols).

HISTOSOLS jsou typické vysokým obsahem organického materiálu (20–30 %) ve svrchních 80 cm a absencí permafrostu. Většina Histosols je tvořena rašelinou či bahnitým organickým materiálem z částečně rozložených rostlinných zbytků akumulovaných ve vodě. Některé Histosols vznikají z lesního opadu či mechu bez trvalé stagnace vody.

INCEPTISOLS mají širokou škálu vlastností a vyskytují se v různých klimatických a terénních podmínkách. Mohou vznikat prakticky v každém typu klimatu, vyjma silně aridního; tomu odpovídá i značná rozdílnost vegetačního pokryvu. Inceptisols se mohou blížit všem ostatním řádům. Diagnostickým znakem těchto půd je kombinace dostupnosti vody pro rostliny alespoň půl roku či po tři po sobě jdoucí měsíce ve vegetačním období a jednoho či více pedogenetických horizontů, ve kterých probíhá fyzikální a chemická přeměna materiálu. Inceptisols nemají specifické znaky Mollisols, tedy mocný tmavý povrchový horizont a vysokou nasycenost vápníkem, ani Andisols (dominance typických minerálů nebo organominerálních komplexů).

MOLLISOLS jsou specifické kombinací velmi tmavého mocného povrchového horizontu (mollic h.) a dominancí vápníku v sorpčním komplexu. Dále je typická převaha jílových minerálů zajišťujících střední až vyšší KVK. V případě přítomnosti trhlin v hloubce do 50 cm musí mít půda obsah jílu pod 30 %. Mollisols se typicky vyvíjejí pod travní vegetací v podnebí se středním až výrazným sezónním vláhovým deficitem. Některé Mollisols vznikaly v lesostepních až lesních ekosystémech, malá část dokonce v podmínkách mokřadů humidního klimatu. Mollisols jsou široce rozšířené půdy stepí v Evropě, Asii a J a S Americe.

OXISOLS Specifikem Oxisols je extrémní stupeň zvětrávání většiny minerálů (mimo křemene) za vzniku kaolinů a volných oxidů, dále velmi nízká aktivita jílové frakce a hlinitá až jílovitá zrnitost. Oxisols se vyskytují především v tropických a subtropických regionech s humidním klimatem na velmi stabilních geologických površích, většinou raně pleistocenních či starších. Oxisols se mohou nacházet i na mladších reliéfech, a to v případě přemístění již zvětralého materiálu.

SPODOSOLS mají znaky translokace humusu a hliníku, či humusu, hliníku a železa ve formě amorfního materiálu. Diagnostickým znakem je B horizont tvořený akumulací černého až

rezivého amorfního materiálu s vysokou KVK, odpovídající vyššímu obsahu organiky, a nízkým obsahem bází (spodic horizont).

ULTISOLS mají, podobně jako Alfisols, znaky translokace jílu. Dále se u nich ovšem vyskytují vlastnosti odpovídající intenzivnímu vyluhování profilu, které u Alfisols nenacházíme. Diagnostickými znaky jsou přítomnost argillic horizontu a nízká koncentrace půdních bází, zejména ve spodní části profilu. Kationtová výměnná kapacita je většinou střední až nízká. V neobdělávaných půdách je nejvyšší nasycení těsně pod povrchem, u obdělávaných se většina bází dostává do půdy hnojením. Půdy jsou poměrně dobře zásobeny vodou, ale na rozdíl od Alfisols poutají pouze malé množství bází. Bez hnojení jsou Ultisols využitelné pro stěhovavé zemědělství. Při dostatečně intenzivním managementu ovšem mohou být, díky dostatku vláhy a dlouhému vegetačnímu období, poměrně produktivními půdami.

VERTISOLS mají typické znaky, které odpovídají pohybu půdního materiálu po skluzných plochách. Dále je charakterizuje řada znaků vznikajících při pohybu půdní masy. Jedná se o vysokou objemovou hmotnost v suchém stavu, velmi nízkou hydraulickou konduktivitu za vlhka, změny výšky povrchu jako reakce na změny ve vlhkosti půdy a vytváření otevřených hlubokých trhlin. Diagnostickými znaky jsou vysoký obsah jílu, objemové změny vázané na změny vlhkosti, trhliny, které se periodicky otevírají a uzavírají, tvary svědčící o pohybu půdy jako jsou skluzné plochy a klínovité pedy. Vývoj eluviálních a iluviálních horizontů u některých Vertisols je známkou toho, že mísení půdy vázané na objemové změny v půdě není dostatečně intenzivní, aby zabránilo dlouhodobým translokačním pochodům.

B. **Suborders** (podřády) jsou v rámci řádu rozlišovány podle vodních a teplotních režimů, výrazných mineralogických, fyzikálních a chemických vlastností či stupně zvětrávání půdy. Celkem je v této třídě 64 jednotek; jejich typ se liší podle řádu, k němuž jsou přiřčeny. Například řád Entisols obsahuje podřády, které v podstatě rozlišují hlavní důvody pro absenci diagnostických znaků u Entisols. Prvním podřádem jsou půdy s tzv. aquic podmínkami, kdy je půdní profil část roku pod vlivem převlhlení vodou (Aquents). Dalším podřádem jsou stratifikované půdy na recentním aluviu, tedy velmi mladé půdy ovlivňované periodickou depozicí materiálu (Fluents). Psamments jsou půdy na chudých píscích, kde se z různých důvodů nevyvinuly půdní horizonty. Arens jsou půdy s horizonty promísenými vlivem hluboké orby či dalších lidských činností, které poškodily strukturu půdního profilu. V rámci řádu Mollisols jsou vydělovány podřády převážně na základě půdních režimů (Aquolls, Cryolls, Xerolls, Ustolls, Udolls pro různé typy vodních a teplotních půdních režimů).

C. **Great Groups** (velké skupiny půd) čítají více než 300 jednotek. Na co nejvyšší možné taxonomické úrovni je třeba postihnout všechny horizonty spolu s teplotními a vodními režimy půd. Na úrovni řádů a podřádů jsou uvažovány pouze některé hlavní horizonty, protože celkově je těchto jednotek poměrně málo. Na úrovni velkých skupin je tedy možno plnohodnotně zachytit komplex horizontů a nejdůležitějších vlastností pro celý půdní profil. Obecně se tedy velké skupiny vyčleňují podle přítomnosti určitých diagnostických horizontů a výrazných vlastností. Může se jednat o rozdíly v nasycenosti, reliktní znaky, výskyt ztvrdlých horizontů atd.

D. **Subgroups** (podskupiny) tvoří více než 2400 jednotek. Ve členění podskupin se odráží působení půdních procesů, které nejsou pro danou půdu dominantní, ale jsou i tak důležité pro její vývoj. Některé z těchto vlastností jsou vázané na procesy dominantní u jiných nadřazených tříd. Vyjadřují tedy přechody k jiným skupinám půd. Další vlastnosti vyjadřované na této úrovni jsou ty, které nebyly dosud ve vyšších třídách zohledněny. Například Mollisols na úpatích svahů mají výrazně zvýšenou mocnost mollic horizontu, což lze vyjádřit adjektivem Cumulic.

E. **Families** (čeledi) sdružují půdy, které mají v rámci určité podskupiny podobné fyzikální a chemické vlastnosti, odrážející se v jejich potenciálním využití. Primárně jsou sledovány tyto vlastnosti: zrnitost, mineralogie, KVK, obsah karbonátů, teplota půdy, hloubka půdy, povlaky, trhliny.

F. **Series** (série) tvoří nejnižší kategorii v celém systému. V USA bylo popsáno více než 19 000 sérií. Diagnostické znaky využívané k rozlišení jednotlivých sérií jsou v zásadě tytéž jako v nadřazených kategoriích, ale rozsah těchto znaků je výrazně užší než v případě čeledí a dalších tříd. Účel vydělování sérií je, podobně jako u čeledí, zejména pragmatický. Jednotlivé taxony v sériích jsou blízce spjaty s jejich využitím.

2.3.4 Tvoření jmen

Pro Soil Taxonomy je charakteristický poměrně originální způsob tvoření jmen jednotlivých taxonů. Každý název řádu obsahuje tzv. *formativní element*, což je spojení několika hlásek, které začíná samohláskou, která přímo předchází tzv. spojující samohlásce (spojuje kořen názvu a příponu -sol, např. And - *i* - sol), a končí souhláskou, která přímo předchází spojující samohlásce. V řádu “Entisol” je formativním elementem “ent”, v řádu “Aridisol” pak “id”. Tyto formativní elementy jsou pak užívány jako koncovky ve jménech podřádů, velkých skupin půd a podskupin. Všechny taxony (mimo sérií), které patří do řádu Entisols tedy končí na příponu -ent a jejich příslušnost může být takto snadno identifikována.

Názvy podřádů mají vždy dvě slabiky. První slabika naznačuje diagnostické znaky půdy, druhá je pak formativním elementem řádu (viz výše). Celkem existuje 28 formativních elementů podřádů, které se spojují s 12 formativními elementy řádů. Vzniká tak 64 názvů podřádů. Například půda z řádu Entisols, která má v celém profilu aquic podmínky je nazývána Aquents (aqua – voda – plus -ent). Formativní element Aqu je ve stejném smyslu užíván v celkem 9 rádech z 12. Podobně půdy z řádu Entisols tvořené mladými říčními sedimenty se nazývají Fluvents (fluvius – řeka plus -ent).

Názvy velkých skupin půd sestávají z názvu podřádu a předpony, která je tvořena jedním či dvěma formativními elementy, které odkazují na diagnostické znaky. Názvy velkých skupin mají tedy tři až čtyři slabiky a končí názvem podřádu. Např. Fluvents, které mají cryic teplotní režim jsou nazývány Cryofluvents (kryos – ledový plus -fluent). Podobně Fluvents, které mají torric vláhový režim se nazývají Torrifluvents (toridus – horký a suchý plus -fluvents).

Název podskupin je tvořen názvem skupiny, který je doplněn jedním či více přídavnými jmény před názvem skupiny. Příkladem je název Typic Torrifluent.

Názvy čeledí jsou víceslovné. Vždy sestávají z názvu podskupiny a popisných údajů, většinou tří a více (nejčastěji 3–5), které označují třídy zrnitosti, sorpční kapacity, obsahu karbonátů, teploty půdy atd. Příkladem je název čeledi Jemně hlinitý (zrnitost), smíšený (mineralogie), superaktivní (KVK), vápnitý, mesický (teplotní režim) Typic Torrifluvent.

Názvy sérií jsou abstraktní místní jména. Obecně jsou tato jména odvozena z místa, blízko kterého byla série poprvé popsána. Může to být název města, obvodu nebo nějakého lokálního znaku. Mnoho názvů bylo přeneseno z dřívějších půdních klasifikací; některé jsou užívány už od počátku minulého století. Názvy samotné nepřinášejí žádné relevantní informace někomu, kdo nemá jiný zdroj informací o podobě půd v jednotlivých sériích.

Příklad kompletního názvu půdy:

Order: **Entisol**

Suborder: **Fluvent**

Great group: **Torrifluvent**

Subgroup: **Typic** Torrifluvent

Family: Fine-loamy, mixed, superactive, calcareous, mesic Typic Torrifluvent

Series: Jocity, Youngston

2.4 Korelace klasifikačních systémů

Korelace tříd jednotlivých klasifikačních systémů je zásadní při harmonizaci půdních klasifikací pro účely vytváření mezinárodních databází či map. Při převodu se řídíme pojetím jednotlivých půdních tříd ve srovnávaných klasifikacích se snahou o co nejvyšší shodu mezi korelovanými třídami. Základním vodítkem při tomto typu převodu je porovnání definic, kritérií a koncepcí diagnostických znaků a jednotlivých tříd. V některých případech jsou půdní třídy definovány na základě obdobných diagnostických znaků a převod je tedy zatížen zanedbatelnou chybou. Často je však, vzhledem k odlišnému pojetí půdních tříd ve srovnávaných klasifikacích, korelace poměrně komplikovaná. Tabulka 10 udává nejpravděpodobnější ekvivalenty taxonomických tříd v jednotlivých výše popisovaných klasifikacích, tedy v českých klasifikacích TKSP (Taxonomický klasifikační systém půd České republiky), MKSP (Morfogenetický klasifikační systém půd), GAK (Geneticko-agronomická klasifikace) a mezinárodních World Reference Base 2014 a Soil Taxonomy.

Tabulka 10 Nejpravděpodobnější ekvivalenty půd v klasifikacích TKSP (Němeček et al. 2011), MKSP (Hraško et al. 1991), GAK (Němeček et al. 1967), WRB 2014 (IUSS Working Group 2015) a Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 1999)

Taxonomický klasifikační systém půd ČR	Morfogenetický klasifikační systém půd	Geneticko-agronomická klasifikace	World Reference Base 2014	Soil Taxonomy
Litozem	Litozem	Nevyvinutá půda	Lithic Leptosols	Entisols (Lithic Orthents)
Ranker	Ranker	Nevyvinutá půda	Leptosols* , Cambisols, Regosols	Entisols (Typic Ustorthents)

Taxonomický klasifikační systém půd ČR	Morfogenetický klasifikační systém půd	Geneticko- agronomická klasifikace	World Reference Base 2014	Soil Taxonomy
Rendzina	Rendzina	Rendzina	Leptosols, Regosols, Phaeozems	Entisols (Orthents), Mollisols (Rendolls)
Pararendzina	Pararendzina	Rendzina	Regosols, Leptosols, Phaeozems, Cambisols	Entisols (Orthents), Inceptisols (Humustept, Haplustept)
Regozem	Regozem	Drnová půda	Regosols, Arenosols, Calcisols	Entisols (Orthents, Psamments)
Fluvizem	Fluvizem	Nivní půda	Fluvisols, Regosols, Phaeozems, Cambisols	Entisols (Fluvents, Aquents)
Koluvizem	–	Akumulovaná ...	Colluvic ...	Cummulic (nejčastěji Mollisols, Inceptisols)
Smonice	Smonice	Smonica	Vertisols	Vertisols
Andozem	–	–	Andosols	Andisols
Černozem	Černozem	Černozem	Chernozems Kastanozems, Phaeozems	Mollisols (Udolls)
Černice	Černice	Lužní půda	Gleyic Phaeozems	Mollisols (Aquolls)
Šedozem	Šedozem	Černozem illimerizovaná	Luvic Phaeozems, Luvisols	Mollisols (Albolls), Alfisols (Udalfs)
Hnědozem	Hnědozem	Hnědozem	Luvisols	Alfisols (Udalfs)
Luvizem	Luvizem	Illimerizovaná půda	Albic Luvisols, Retisols	Alfisols (Udalfs, Glossudalfs)
Kambizem	Kambizem	Hnědá půda	Cambisols	Inceptisols (Udepts)
Pelozem	Pelozem	Hnědá půda	Clayic Cambisols	Inceptisols (Eutrudepts)

Taxonomický klasifikační systém půd ČR	Morfogenetický klasifikační systém půd	Geneticko- agronomická klasifikace	World Reference Base 2014	Soil Taxonomy
Kryptopodzol	Kryptopodzol	Rezivá půda	Entic Podzols, Cambisols	Spodosols, Inceptisols
Podzol	Podzol	Podzol	Podzols	Spodosols
Pseudoglej	Pseudoglej	Oglejená půda	Stagnosols	Epiaqualfs, Epiaquepts
Stagnoglej	–	Oglejená půda	Stagnosols, Gleysols	Aquepts
Glej	Glej	Glejová půda	Gleysols	Endoaquepts
Solončak	Solončak	Solončak	Solonchaks	Aridisols (Salids)
Slanec	Slanec	Solonec	Solonetz	Aridisols, Alfisols (Natruadlfs, Natrargids)
Organozem	Organozem	Rašeliništní půda	Histosols, Gleysols	Histosols
Kultizem	Kultizem	Antropogenní půda	Anthrosols	Entisols (Anthropic... Udolls, Orthents)
Antropozem	Antrozem	–	Technosols	Entisols (Anthroportic ...)
–	–	–	Cryosols	Gelisols
–	–	–	Plinthosols	Plinthic... Plithaquic (zejména Auqepts, Aquox, Aquults)
–	–	–	Nitisols	Kandic... (Ultisols, Inceptisols, Oxisols)
–	–	–	Ferralsol	Oxisols
–	–	–	Planosols	Albaqualts, Albaquults

Taxonomický klasifikační systém půd ČR	Morfogenetický klasifikační systém půd	Geneticko- agronomická klasifikace	World Reference Base 2014	Soil Taxonomy
–	–	–	Umbrisols	Umbric, Humic.... (nejč. Inceptisols, Entisols)
–	–	–	Durisols	Durids
–	–	–	Gypsisols	Gypsid
–	–	–	Calcisols	Calcids
–	–	–	Acrisols	Ultisols (Udults, Ustults)
–	–	–	Lixisols	Alfisols (subactive)
–	–	–	Alisols	Ultisols (Udults, Ustults; active)

*Tučně jsou vyznačeny nejbližší půdní třídy

To, jak si jsou jednotlivé třídy svou koncepcí a vlastnostmi blízké či naopak vzdálené, lze ilustrovat výpočtem taxonomické vzdálenosti. Čím nižší je taxonomická vzdálenost mezi dvěma třídami, tím jsou si půdy bližší. Obrázek 13 ukazuje příklady taxonomických vzdáleností mezi třídami dvou národních klasifikací (aktuální TKSP a historická GAK) a národní a mezinárodní klasifikace (TKSP a WRB 2014). Obecně lze pozorovat, že dvě národní klasifikace jsou si koncepčně velmi blízké: řada půdních tříd má pouze jeden protějšek s velmi nízkou taxonomickou vzdáleností (např. podzol – podzolovaná půda, černice – lužní půda, černozem – černozem, antropozem – antropogenní půda, luvizem – illimerizovaná půda). Tuto blízkost pozorujeme především u půd, které jsou vymezeny na základě velmi specifických diagnostických kritérií. Naopak některé půdní typy, které mohou mít širokou škálu vlastností, včetně různých hodnot nasycení, zrnitosti, skeletovitosti či hydromorfních znaků, mají nízkou taxonomickou vzdálenost k několika třídám ze srovnávané klasifikace. To platí například u hnědé půdy (GAK), která má velmi blízko ke kambizemi, regozemi a fluvizemi v TKSP. Podobně půdní typ rendzina (GAK) má nízkou taxonomickou vzdálenost k rendzinám, pararendzinám, regozemím či fluvizemím (TKSP).

KPP vs. TKSP

		solončák	2.2	2.4	2.3	2.2	2.0	1.9	2.3	2.2	2.0	2.4	2.1	2.3	1.8	2.0	2.4	2.5	2.1	2.0	1.6	1.1	2.0	1.9	2.0
		rašeliny	2.1	2.2	2.5	2.2	2.1	2.0	2.6	2.5	1.9	2.5	2.1	2.1	2.1	2.1	1.9	1.7	1.8	1.2	1.2	1.7	0.7	2.2	2.0
		antropogenní půdy	2.1	2.0	2.4	2.1	1.9	1.6	2.2	2.1	2.1	2.3	2.0	2.0	1.7	2.0	2.0	2.1	1.8	1.9	1.7	2.1	2.1	1.7	0.7
		gleje	1.9	2.0	2.2	1.8	1.6	1.2	2.0	1.9	1.6	2.3	2.1	2.2	1.5	1.9	1.9	1.8	1.7	1.6	1.2	1.8	1.6	1.6	1.4
		lužní půda	2.4	2.4	2.3	2.1	1.9	1.7	2.0	1.7	1.0	2.1	2.2	2.4	1.8	1.9	2.5	2.5	2.1	1.9	1.6	1.5	2.0	1.7	1.9
		nivní půda	1.8	1.9	1.9	1.7	1.2	0.7	2.2	2.1	1.7	2.3	2.1	2.2	1.1	1.9	2.1	2.1	1.8	1.7	1.4	1.7	2.0	1.4	1.6
		podzoly	2.1	1.8	2.8	2.3	1.9	2.1	3.0	2.7	2.6	2.7	2.3	1.8	1.7	2.3	0.5	0.0	2.0	1.8	1.8	2.3	1.7	2.3	2.1
		drnové p	1.6	1.5	1.9	1.7	1.1	1.1	2.6	2.2	2.2	2.4	2.3	2.1	1.4	2.2	1.9	2.0	2.0	1.9	1.7	2.2	2.2	1.8	1.8
		nevyvinuté	1.3	1.2	1.9	1.8	1.7	1.7	2.8	2.6	2.5	2.7	2.4	2.3	1.8	2.3	1.9	1.8	2.3	2.1	2.0	2.4	1.7	2.3	2.0
		hnědé půdy	1.7	1.6	1.8	1.5	1.0	1.0	2.1	1.8	1.7	1.9	1.7	1.7	0.9	1.7	1.7	1.7	1.5	1.6	1.4	1.9	1.9	1.4	1.4
		Rendziny	1.6	1.8	1.4	1.4	1.5	1.5	1.9	1.7	1.7	2.1	1.9	2.1	1.7	1.7	2.3	2.3	1.7	1.5	1.5	1.7	2.1	1.8	1.8
		oglejená půda	1.9	2.2	2.2	1.7	1.8	1.5	2.3	2.0	1.8	2.1	1.7	1.7	1.6	1.8	1.9	1.9	1.2	1.3	1.3	1.7	1.8	1.8	1.5
		ilimerizovaná půda	1.9	1.9	2.5	2.1	2.0	2.0	2.5	2.2	2.3	2.1	1.4	1.0	1.5	1.9	1.6	1.7	1.5	1.7	1.7	2.1	1.9	2.0	1.7
		hnědozem	2.2	2.2	2.2	1.8	1.9	1.9	1.9	1.3	1.7	1.1	1.0	1.4	1.5	1.4	2.3	2.4	1.5	1.7	1.7	1.9	2.1	1.6	1.7
		smonice	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	1.0	1.5	1.9	2.1	2.1	2.5	2.2	1.6	2.7	2.8	2.2	2.1	2.1	2.1	2.3	2.0	2.1
		černoze	2.3	2.4	2.1	1.8	1.9	1.7	1.4	0.9	1.4	1.5	1.9	2.2	1.8	1.7	2.6	2.7	1.9	2.1	2.0	2.1	2.4	1.6	1.7
KPP			LITOZEM	RANKER	RENDZINA	PARARENDZINA	REGOZEM	FLUVIZEM	SMONICE	ČERNOZEM	ČERNICE	ŠEDOZEM	HNĚDOZEM	LUVIZEM	KAMBIZEM	PELOZEM	KRYPTOPODZOL	PODZOL_1	PSEUDOGLEJ	STAGNOGLEJ	GLEJ	SOLONČÁK	ORGANOZEM	KULTIZEM	ANTHROPOZEM

TKSP

KPP vs. WRB

		solončák	1.7	2.0	2.0	2.1	1.8	1.1	1.7	2.5	2.2	2.0	1.7	1.7	2.2	1.2	2.4	1.9	1.7	1.6	1.8	1.9
		rašeliny	0.9	2.0	2.2	1.8	2.2	1.8	1.7	1.7	1.8	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	2.1	1.7	1.7	1.7	1.7
		antropogenní půdy	2.2	0.7	1.7	1.9	1.9	1.9	1.7	2.1	1.5	2.1	1.9	1.7	1.5	2.0	2.1	1.7	1.8	2.0	1.7	1.8
		gleje	1.5	1.4	1.6	1.5	1.7	1.5	1.0	1.9	1.1	1.9	1.6	1.6	1.5	1.6	2.1	1.7	1.3	1.6	1.1	1.3
		lužní půda	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.1	1.4	2.5	1.8	1.4	1.4	1.4	2.1	1.6	2.4	2.1	1.8	1.7	1.8	1.9
		nivní půda	1.8	1.6	1.4	1.3	1.9	1.3	1.2	2.0	1.3	1.9	1.6	1.6	1.5	1.6	2.2	1.8	1.1	1.4	1.1	1.3
		podzoly	1.9	2.1	2.1	2.0	2.6	2.3	1.8	0.5	2.0	2.9	2.7	2.6	1.7	2.5	1.9	2.2	1.7	1.7	2.0	2.0
		drnové p	2.2	1.8	1.8	1.4	2.3	2.0	1.8	1.9	1.7	2.3	2.1	1.9	1.4	2.1	2.2	2.0	1.6	1.5	1.6	1.4
		nevyvinuté	1.8	2.0	2.2	1.1	2.5	2.2	2.0	1.9	2.1	2.6	2.4	2.3	1.8	2.3	2.3	2.3	1.8	1.9	1.8	1.5
		hnědé půdy	1.8	1.4	1.2	1.3	1.9	1.7	1.2	1.6	1.1	1.9	1.6	1.6	1.1	1.7	1.7	1.5	1.1	1.4	1.3	1.3
		Rendziny	2.0	1.8	1.8	1.6	1.6	1.6	1.8	2.3	1.7	1.9	1.7	1.5	1.7	1.5	2.1	1.9	1.6	1.8	1.7	1.6
		oglejená půda	1.7	1.5	1.8	1.7	2.0	1.6	1.7	1.9	1.0	2.1	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.2	1.4
		ilimerizovaná půda	2.1	1.7	1.9	2.1	2.2	2.1	2.0	1.7	1.7	2.3	2.1	1.9	1.3	2.1	0.9	1.3	1.8	1.9	1.9	1.9
		hnědozem	2.2	1.7	1.7	2.2	1.8	1.8	2.0	2.3	1.7	1.7	1.4	1.4	1.7	1.9	1.7	1.1	1.9	2.0	2.1	2.1
		smonice	2.3	2.1	2.1	2.3	1.1	1.9	2.0	2.8	2.1	1.9	1.6	1.6	2.1	2.0	2.6	2.1	2.1	2.4	2.1	2.1
		černoze	2.3	1.7	1.7	2.2	1.7	1.7	1.7	2.7	1.7	1.0	1.0	1.2	1.9	1.6	2.4	1.7	1.9	2.0	1.8	1.9
KPP			HISTOSOL	TECHNOSOL	ANTHROSOLS	LEPTOSOL	VERTISOL	SOLONCHAK	GLEYSOL	PODZOL	STAGNOSOL	CHERNOZEM	KASTANOZEM	PHAEZOZEM	UMBRISOL	CALISOL	RETISOL	LUVISOL	CAMBISOL	ARENOSOL	FLUVISOL	REGOSOL

WRB

Obr. 13 Matice taxonomických vzdáleností (euklidovská vzdálenost) mezi KPP a TKSP (nahore) a TKSP a WRB (dole). Nižší číslo ukazuje bližší vztah půdních jednotek (Zádorová et al. 2018).

Zejména v těchto případech je tedy nutno při korelaci uvažovat možnou nejednoznačnost a chybovost převodu.

Složitější situace nastává v případě harmonizace národní a mezinárodní klasifikace. Zde se totiž ve větší míře projevuje odlišné pojetí půdních jednotek. U půd se specifickými vlastnostmi opět pozorujeme poměrně jednoznačnou shodu pouze s jednou půdní třídou. Jedná se o dvojice antropozem – Technosol, kultizem – Anthrosol, podzol – Podzol, organozem – Histosol, luvizem – Retisol, solončak – Solonchak, smonice – Vertisol. V případě černoze je patrná blízkost se třemi RSG, a to s Chernozems, Kastanozems a Phaeozems. Vyplývá to z volnějšího nastavení černického horizontu Ac v TKSP; řada černoze nesplňuje barevná kritéria pro identifikaci chernic horizontu ve WRB a odpovídá třídám Kastanozems resp. Phaeozems (při intenzivnějším odvápnění). Další poměrně blízkou jednotkou jsou pak Calcisols, o kterých je nutné uvažovat v případě silně erodovaných černoze. V případě šedoze jsou kromě třídy Luvisols potenciálními ekvivalenty Phaeozems či Kastanozems. V případě rendzin a pararendzin pozorujeme velkou šíři možných korelovaných RSG (různá míra skeletovitosti, tmavé i běžné humusové horizonty, různá zrnitost, pokročilejší půdotvorné procesy). V korelaci je nutné uvažovat třídy Phaeozems, dále Leptosols, Regosol a Cambisols. Podobnou šíři v potenciálních RSG nacházíme u půdních typů fluvizem (Fluvisols, Gleysols, Cambisols), regozem (Regosols, Arenosols, Cambisols, Umbrisols) a kambizem (Cambisols, Umbrisols, Stagnosols).

3. NÁRODNÍ PŮDNÍ KLASIFIKACE

V následujícím přehledu jsou uvedeny základní informace o zahraničních národních půdních klasifikacích. Text je zaměřen na představení stručné historie, struktury a případných specifik jednotlivých systémů (podle Krasilnikov et al. 2009).

3.1 Střední Evropa

Pedologie a půdní klasifikace má ve střední Evropě dlouhou tradici. Důležitou úlohu ve vývoji nejen střeoevropské klasifikace má **německá** pedologická škola, reprezentovaná v počátcích zejména W. L. Kubiěnou a jeho *konceptem půdní evoluce* (1953), a H. Pallmannem s koncepcí půdy jako *perkolačního systému* (1947). Zásadní práce věnující se půdní systematice byly zpracovány Kubienou a Muckenhausenem (1962). Koncepte těchto systematických prací našla uplatnění jednak v německy mluvících zemích, jednak v dalších klasifikacích střední a západní Evropy, které vznikaly paralelně či v pozdějších obdobích. Půdy byly primárně rozděleny podle vodního režimu, dále podle stupně jejich vývoje. Silně kultivované půdy byly vyděleny do samostatných taxonů, urbánní a technogenní půdy nebyly součástí klasifikace. Aktuálně platná systematika půd Německa (Ad-hoc-AG Boden 2005) je 5. vydáním klasifikace vzniklé po sjednocení Západního a Východního Německa. Půdy hierarchizuje do kategorií podle stupně *hydromorfismu* (terestrické půdy, semiterestrické půdy, semi- a subhydričké půdy), stupně *půdní evoluce* a *dominantních procesů* (např. syrové půdy, černé zeminy, hnědé půdy, antropogenní půdy). Na úrovni půdních typů, základních jednotek systému, klasifikuje třídy podle specifické sekvence půdních horizontů a znaků (např. Tschernozem, Rendzina, Braunerde, Podsol...). Klasifikace je semikvantitativní, staví v co největší možné míře na kvantitativních a jasně zjištělných znacích a vlastnostech půd. Některé jednotky naší klasifikace TKSP odpovídají jednotkám vydělovaným v německé klasifikaci, patrné je to například v dělení Leptosolů (ranker, rendzina, pararendzina). Zajímavé je dělení nivních půd podle skeletovitosti a pozici v rámci povodí (Rambla, Paternia, Vega). Propracována je rovněž koncepce subhydričkových půd (Gyttja, Dy, Sapropel).

Rakouská klasifikace vznikla rovněž na základech práce W. Kubiěny. Obecně je aktuální rakouská klasifikace (Nestroy 2000) velice podobná německé. Rozdíly, které často znesnadňují harmonizaci mapových zdrojů obou zemí, jsou patrné zejména na nižších taxonomických úrovních. Rakouská klasifikace rovněž pracuje se základním dělením půd podle *hydromorfismu*. Definice jednotlivých diagnostických horizontů jsou založeny na morfologii a chemických znacích; diagnostika je poněkud volnější než je tomu např. u WRB a ponechává více flexibility při rozhodování. Terminologicky je velmi podobná německé klasifikaci. Navíc je vydělen např. Semipodsol (odpovídá našemu kryptopodzolu).

Polská pedologická škola má dlouhou tradici. První klasifikace vznikla již v 50. letech 20. století (Kowalkowski 1956). Přestože byla založena na kvalitativním přístupu, byla úspěšně aplikována v půdním průzkumu i mapování přes 30 let. Na konci 80. let vznikla nová klasifikace, která již reflektovala aktuální směry v půdní systematice, zejména nutnost zakládat diagnostiku půd na měřitelných kvantifikovaných údajích (Polish Society of Soil Science 1989). Klasifikace byla založena na konceptu půdních procesů, tradičních archetypech a jejich

kvantitativní diagnostice. V roce 2019 (Kabala et al. 2019) byla představena nová klasifikace půd Polska, která staví především na v co největší míře *měřitelných kvantitativních kritériích*, která definují diagnostické horizonty, materiály a vlastnosti. Klasifikace přebírá některé koncepce ze světových klasifikací Soil Taxonomy a WRB. Struktura je hierarchická; na nejvyšší úrovni je vyčleněno 9 řádů (např. Gleby inicjalne, Gleby czarnoziemne, Gleby brunatnoziemne), které se dále rozdělují do jednotlivých půdních typů (např. Redzina, Gleby brunatne, Gleby glejowe, Gleby torfowe). Antropogenně ovlivněné půdy jsou vyděleny na úrovni řádu. Půdním typem jsou popsány např. erozně ochuzené půdy. Zvláštní skupinu písčitých půd s iniciální pedogenezí zastupují tzv. rezivé půdy (Gleby rdzawoziemne). Klasifikace půd probíhá na základě klíče k jednotlivým řádům.

Slovenská klasifikace se po dlouhou dobu vyvíjela spolu s českou. Po rozdělení Československa se příslušné vědní obory rozvíjely samostatně. Klasifikace půd Slovenska byla představena v roce 2000 (Šály et al. 2000) jako konsenzuální dílo širokého autorského kolektivu. Formálně navazuje na poslední federální půdní systematiku, tedy *Morfogenetický klasifikační systém půd* (Hraško et al. 1991). Obsahově již odpovídá výhradně specifikům slovenského půdního krytu. Genetická koncepce je použita jako základ pro kategorizaci půdních tříd, pro samotnou klasifikaci slouží morfogenetický přístup, tedy identifikace genetických horizontů a jejich morfologických a analytických vlastností. V klasifikačním systému jsou rozlišovány následující hierarchické jednotky: skupina, typ, subtyp, varieta, forma, druh, substrát, přičemž základní jednotkou v půdním průzkumu a mapování je půdní typ. Na nejvyšší úrovni je vydělováno celkem deset skupin půd. Například mezi skupinu iniciálních půd jsou řazeny krom Rankeru, Litozemě a Regozemě i Fluvizemě. Dále jsou samostatně vyčleněny Rendzinové půdy. Organozem je řazena do skupiny hydromorfních půd. Antropogenně ovlivněné půdy jsou vyděleny na úrovni skupiny jako půdy antropické. Erozní a akumulární procesy jsou vyjádřeny prostřednictvím půdní formy.

Maďarsko patří, podobně jako Česká republika, k pedologicky intenzivně popsaným státům. Klasifikační systém půd Maďarska byl donedávna jednou z posledních taxonomií založených výhradně na genetickém konceptu (Stefanovics 1963). Neužíval diagnostické horizonty a uměle vytvořené termíny k pojmenování půd. Hierarchicky byl rozdělen do čtyř úrovní. Základní jednotku tvořil půdní typ, definovaný především geneticky. Kvantitativní specifikace se týkala pouze nejnižších kategorií. V posledních letech probíhaly snahy o modernizaci systému a jeho přiblížení se k aktuálním trendům v klasifikaci půd, které vyústily v uvedení nové půdní klasifikace, založené na *kvantitativní diagnostice* půd (Michéli et al. 2014). Ustaveny byly nové centrální jednotky (15 půdních typů), vytvořen byl klasifikační klíč a metodologie k odvozování nižších jednotek (subtypů a variet). Zástupci půdních typů jsou např. mělké půdy, rašelinné půdy, půdy s bobtnavými jíly. Půdy s molickými horizonty jsou vyjádřeny konceptem stepních půd. Na úrovni půdního typu jsou vyděleny rovněž antropogenní půdy. Nivní a akumulované půdy tvoří jednotku sedimentárních půd.

Česká klasifikace půd patří mezi rozvinuté klasifikační systémy s bohatou historií. Její aktuální verze i historie jejího vývoje jsou detailně zpracovány v publikaci Půdní klasifikace I. (Zádorová a Penížek 2020).

3.2 Západní Evropa

Jedním z vedoucích evropských států na poli pedologie byla, mimo Německo, zejména **Francie**. Kvalitní teoretické základy se projeví i v podobě komplexní půdní klasifikace, která se svým přístupem od ostatních, především hierarchických taxonomií, poněkud odlišuje. Francouzská klasifikace (Référéntiel pédologique; AFES 1990, 1998, 2008) zahrnuje *kompletní světový půdní pokryv* (nutnost postihnout půdy v četných zámořských teritoriích). Objektem půdní klasifikace je tzv. *půdní plášť*, který je definován jako skutečná prostorová přírodní jednotka, která je zastoupená tzv. solem, dvoudimenzionálním výřezem půdního pláště (analogie půdního profilu). Půdní plášť není homogenní a jeho popis vyžaduje hloubkový výzkum zahrnující půdní průzkum i metody dálkového průzkumu. Charakteristiky půdních jednotek jsou potom výsledkem syntézy těchto komplexních dat. Půdní profil je chápán jako gradient jednotlivých půdních vlastností (např. zrnitosti, salinity atd.). Přednost francouzské klasifikace je především v přesném popsání poznávacího procesu při popisu profilů a jejich klasifikace. V genetických klasifikacích se půdoznalec řídí principy postavenými zejména na znalosti konceptu a vývoje jednotlivých půdních typů. V kvantitativních, striktně morfologických klasifikacích (WRB, Soil Taxonomy) naopak v podstatě pouze mechanicky skládá jednotlivá diagnostická kritéria a jejich limity a na jejich základě zařazuje půdní profil. Ve francouzské klasifikaci je proces rozpoznávání skutečných půdních profilů a jejich srovnávání s referenčními profily přesně a komplexně popsán. Rozdíl je rovněž v pevnosti jednotlivých kvantitativních kritérií. V klasifikacích jako je Soil Taxonomy či WRB není horizont, který přesně nesplní daná kritéria, možné nazývat diagnostickým horizontem a půdy je tedy nutné klasifikovat v rámci jiného taxonu. Ve francouzské klasifikaci je jako diagnostický nazýván i ten horizont, který sice přesně nesplní daná kritéria, ale je *blízko centrálnímu konceptu* daného horizontu. Okolo centrálního obrazu je tedy jakýsi vyrovnávací prostor, který umožňuje půdy s podobnými vlastnosti klasifikovat ve stejném taxonu. Z tohoto poněkud volnějšího pojetí vychází i možnost pojmenovat půdy na pomezí *dvou či více tříd smíšeným názvem*, např. Calcosol–Organosol. Strukturou se blíží dalšímu referenčnímu systému, tedy WRB. Na základní úrovni jsou vyčleněny hlavní centrální jednotky (tzv. reference), které jsou dále upřesněny kvalifikátory (ty mohou být jak zcela popisné, tak odkazující na genetický vývoj půd). Reference spolu s kvalifikátory tvoří půdní typ. Výhodou je absence jakékoliv hierarchizace půdních vlastností; všechny kvalifikátory jsou řazeny v jedné úrovni. Nevýhodou je nekontrolovatelný růst množství referencí i kvalifikátorů. Jedna z důležitých funkcí půdní klasifikace, tedy třídění a filtrace informací, je tedy značně upozaděna. Aktuálně existuje celkem 110 referencí, v budoucnu je ovšem plánován další nárůst jejich počtu. Kvalifikátorů je více než 200. Jednotlivé reference mohou být sjednoceny do tzv. *Velkých referenčních skupin* (dohromady 34), které jsou využívány spíše pro pohodlnější prezentaci v různých odborných textech. Názvy tříd odpovídají jednak terminologii vytvořené pro FAO, jednak tradičním názvům, vždy s koncovkou -sol (Podzosol, Chernosol).

Půdní klasifikace **Velké Británie** byla vytvořena jako nástroj pro půdní průzkum a mapování v různých měřítkách. Nejprve byly pro mapování využívány, po vzoru USA, *půdní série*; taxonomie půd byla vyvinuta především za účelem jejich uspořádání. Aktuální klasifikace (Avery 1980) je vytvořena pouze pro podmínky Britských ostrovů (nezahrnuje půdy zámořských teritorií). Částečně čerpá z konceptu Soil Taxonomy, zejména v otázce

diagnostických horizontů, částečně ve vyčleňování jednotlivých taxonů zachovává dřívější evropské archetypy. Základní schéma klasifikace se řídí konceptem *evolučního vývoje půd*; stupně vývoje půdy jsou zahrnuty na nejvyšší klasifikační úrovni. Britská klasifikace má čtyři taxonomické úrovně – nejvyšší z nich jsou velké skupiny půd (celkem 10), které se dále dělí na skupiny, podskupiny a série. Objektem diagnostiky je půdní profil bez přihlídnutí k faktorům vývoje půdy, posuzována jsou především kvantitativní chemicko-morfologická kritéria. Terminologie je založena především na tradičních evropských názvech půd (podzol, gley, rendzina). Antropogenní půdy jsou vyčleněny na úrovni velké skupiny půd, naopak například půdy luvičné tvoří samostatnou třídu. V **Irsku** byla dlouhou dobu využívána britská klasifikace, poměrně nedávno byl vytvořen *samostatný národní koncept* klasifikace půd, který je v přímém spojení s půdním *mapováním*, průzkumem a agronomickým využitím půd (TEAGASC 2014). Půdy jsou děleny do 11 velkých skupin, ty dále do podskupin, sérií a asociací.

Půdní klasifikace **Švýcarska** byla od počátku především praktickým nástrojem pro mapování půd a agronomické účely. První byla uvedena v roce 1947, práce na detailní klasifikaci pokračovala v dalších desetiletích. Pracovní skupina půdní klasifikace vyprodukovala celou řadu verzí, z nichž poslední byla zveřejněna v roce 2002 (30. verze). Struktura na první pohled odpovídá dalším hierarchickým taxonomiím, jednotlivé třídy, řády a typy jsou ovšem spíše *nezávislými osami* vyjadřujícími odlišné vlastnosti půd. Třídy indikují *vodní režim* půd, řády dělí půdy na základě typu *substrátu*, větve dále charakterizují *mineralogické a chemické parametry* substrátu, typy rozdělují půdy na základě *půdotvorného procesu*. Kombinace těchto v podstatě paralelních stupňů pak udává název půdy.

3.3 Východní Evropa a Rusko

Vývoj půdní klasifikace v **Rusku** započal již na konci 19. století v raných pracích V. V. Dokučajeva. První půdní klasifikace byly velmi *obecné* a rozdělovaly půdní typy pouze na nejvyšší úrovni. Na rozdíl od americké klasifikace, která vznikala především “odspodu” pro praktické potřeby a detailní půdní mapování, byla ruská klasifikace využita nejdříve v obecných mapách malého měřítko. Pro půdní průzkum byly dlouhou dobu k dispozici pouze provizorní mapové legendy a vnitřní směrnice. První skutečně podrobná klasifikace s rozpracovanými nižšími taxonomickými kategoriemi byla uvedena v 60. letech 20. století; dále byla přepracována do konečné Sovětské půdní klasifikace v roce 1977 (Egorov et al. 1977). Aktuální ruská klasifikace byla vytvořena v roce 2004 (Shischov et al. 2004) a nahradila tak předchozí systém, platný v Sovětském svazu. Oproti původní sovětské verzi, založené především na faktorově-genetickém přístupu, se aktuální klasifikace v některých ohledech přibližuje ostatním světovým klasifikacím, zohledňujícím při diagnostice půd zejména *morfologické a kvantitativní* půdní charakteristiky. Ruská klasifikace uvádí čtyři základní koncepční principy – genetický přístup, historickou návaznost, opakovatelnost a otevřenost. Nově jsou zavedeny *diagnostické vlastnosti a horizonty*. Ty mají poněkud odlišnou podobu od přesně, ale ve svém rozsahu šířeji nastavených diagnostických horizontů Soil Taxonomy či WRB, u kterých je možné jeden reálný půdní horizont zařadit k více diagnostickým horizontům (např. tmavý humusový horizont s obsahem sekundárních karbonátů je ve WRB mollic a calcic h.). V ruské klasifikaci jsou reálné horizonty přiřazeny *výlučně jednomu diagnostickému*

horizontu či vlastnosti. Každá další kombinace vlastností tedy vede k vytvoření nového diagnostického znaku, často i nového půdního typu. Dalším specifikem ruské klasifikace je velká pozornost, která je věnována změnám půd vyplývajících z jejich *využívání*. Projevuje se především ve velkém množství horizontů a vlastností odrážejících různé zemědělské praktiky. Antropogenní materiály urbánních a průmyslových oblastí jsou klasifikovány mimo základní půdní klasifikaci. Základním půdním taxonem je půdní typ. Je ovšem chápán, oproti předchozím verzím, úžeji (např. na úrovni texturní diferenciacie). Podobně i půdní subtypy jsou definovány velmi úzce (většinou různé stupně hydromorfismu). Různé typy substrátu jsou vyděleny na úrovni rodu, dalšími nižšími kategoriemi jsou třídy a podtřídy.

Řada států vzniklých po rozpadu Sovětského svazu (Ukrajina, Litva, Lotyšsko, Estonsko, Běloruska, Ázerbajdžán) v průběhu let vytvářela vlastní půdní klasifikace. Teoretickým základem pro většinu z nich byla *původní sovětská klasifikace*, která byla dále upravována pro potřeby jednotlivých států. Změny byly prováděny na základě odlišných geografických podmínek a odlišného půdního pokryvu. Některé půdní školy postsovětských států měly rovněž rozdílné představy o vývoji půd a teoretických konceptech půdní klasifikace. Dalším podnětem pro změny byla i snaha přiblížit půdní klasifikace novým myšlenkám objevujícím se ve světových klasifikacích a usnadnit tak vzájemnou korelaci.

V **Rumunsku** byly první snahy o vytvoření klasifikace půd započaty již na počátku 20. století v pracích zakladatele rumunské pedologie G. M. Murgociho. Po dlouhou dobu byly užívány pouze provizorní pokyny pro klasifikaci půd; první oficiální půdní systematika byla uvedena v roce 1980 (Conea et al. 1980). Aktuální verze pochází z roku 2000 (Florea a Munteanu 2000). Aktualizace byla motivována především snahou o snazší korelaci s WRB. Oproti starší verzi obsahuje více diagnostických horizontů, tříd a půdních typů. Teoretickým základem byly tři hlavní zdroje: genetické a geografické koncepty *ruské* pedologické školy, systém diagnostických horizontů a vlastností vycházející ze *Soil Taxonomy* a princip rozdělování jednotlivých taxonů inspirovaný konceptem klasifikací FAO. Taxonomie je rozdělena do dvou částí: vyšší zahrnuje tři taxonomické kategorie (třída, typ, subtyp), nižší potom tři typy taxonů (varietu, druh, čeleď, varianta). Základem pro klasifikaci je půdní typ, definovaný přítomností jedinečné kombinace diagnostických horizontů a vlastností. Terminologie rumunské klasifikace je tvořena umělým názvoslovím, většinou odvozeným z názvů použitých v legendě WRB (1998).

Aktuální **bulharská** půdní klasifikace byla vytvořena jako základ pro půdní průzkum a mapování s cílem *snadné harmonizace* s půdními databázemi a mapami vznikajícími v Evropě. První obecná půdní klasifikace byla v Bulharsku vytvořena v 60. letech 20. století, ale až v 70. letech byla upravena pro použití v půdním průzkumu a mapování. Poté byla dlouhou dobu užívána beze změny; nová klasifikace byla uvedena až na počátku 21. století (Ninov 2002). Oproti starším podobám má větší rozsah a zahrnuje i urbánní a zemědělsky silně upravené půdy. Bulharská klasifikace má tři úrovně – půdní typ reprezentující hlavní půdotvorné procesy a jedinečné sekvence horizontů, subtyp popisující specifické vlastnosti jako obsah sekundárních karbonátů či hydromorfní procesy, a varietu indikující kvantitativní vlastnosti jako hloubku horizontů či obsah humusu. Terminologicky je klasifikace tvořena jak lidovými názvy půd, tak umělými názvy odvozenými z terminologie WRB.

3.4 Klasifikace ostatních států

3.4.1 Čína

První vědecké půdní klasifikace vznikaly v Číně v první polovině 20. století. Práce na komplexní systematice započaly v 50. letech, a to pod výrazným teoretickým vlivem *ruské pedologické školy*. Využití klasifikace primárně vytvořené pro mírné a chladné oblasti ovšem působilo v subtropických regionech Číny často problémy. Tato starší genetická klasifikace byla dále upravována a modernizována v průběhu 80. a 90. let (Gong Zitong 1994). Aktuální verze čínské klasifikace byla vydána v roce 2001 (CRG-CST 2001). Byla vyvinuta jako podklad při půdním průzkumu v různých měřítkách. Hlavním cílem bylo vytvoření systému, který odpovídá současným poznatkům v klasifikování půd a je *korelovatelný* se světovými klasifikacemi. Struktura a terminologie jsou do značné míry odvozeny z americké Soil Taxonomy. Rozdělení taxonů odpovídá jejich genezi, ale hranice jsou jednoznačně dány přítomností *diagnostických horizontů a vlastností*. Klasifikace rovněž využívá *vodní a teplotní režimy půd*. Značná pozornost je věnována půdám silně změněným zemědělskou činností. Na nejvyšší taxonomické úrovni jsou půdy děleny do řádů, dále podřádů, skupin a podskupin půd. Terminologie je čistě umělá; názvy jsou odvozeny ze Soil Taxonomy i WRB.

3.4.2 Japonsko

První průzkumy týkající se půdního pokryvu a jeho zemědělského potenciálu započaly v Japonsku již v 19. století. Koncepty *půdních sérií* (po vzoru americké klasifikace) byly představeny ve 20. letech minulého století. Po druhé světové válce byla postupně vyvíjena schémata pro klasifikaci vybraných půd (vulkanických, půd rýžovišť), určitých typů land use (zemědělské, lesní půdy) či regionů (nejpokročilejší byly snahy na ostrově Hokkaidó). Teprve v 80. letech byla zřízena pracovní skupina pro vytvoření komplexní půdní klasifikace platné pro celé souostroví (Matsui 1982). První verze pochází z roku 1982, druhá, stále platná, byla uvedena roku 2002 (Fourth Committee for Soil Classification and Nomenclature 2002). Klasifikace rozlišuje pět taxonomických kategorií (velké skupiny půd, skupiny půd, podskupiny, čeledi a série). Základní jednotkou jsou skupiny půd, charakterizované sekvencemi diagnostických horizontů. Diagnostika probíhá na základě přesně stanovených chemicko-morfologických vlastností půd. Půdní režimy se uplatňují pouze na nejnižší taxonomické úrovni půdních sérií. Japonský systém zahrnuje člověkem vytvořené půdy; půdy rýžovišť jsou vydělovány v rámci fluvických půd. Terminologie je na úrovni vyšších taxonomických kategorií převážně *tradiční*, využívající japonský překlad ruského a evropského názvosloví. Je zajímavé, že termín ando-, pocházející z japonštiny a využívaný v mnoha mezinárodních i národních klasifikacích pro označení vulkanických půd, není v japonské klasifikaci používán. Vulkanické půdy jsou označovány jako kurobuku (černá zem).

3.4.3 Austrálie a Nový Zéland

Austrálie je zemí s vyvinutým a rozsáhlým zemědělským sektorem s důležitou úlohou pastvy. Využití půd je často limitováno procesy půdní degradace a dezertifikace. Pedologie obecně

měla v Austrálii již od počátku 20. století významnou úlohu při řešení otázek ochrany krajiny a zvyšování produktivity půd. První klasifikace byla uvedena ve 20. letech minulého století (J. Prescott). Byla založena především na idejích ruské pedologické školy; pro diagnostiku využívala koncept půdotvorných faktorů a *geneze* půd. Postupně bylo zjištěno, že ani klimatické faktory ani další principy geneze půd nejsou na území Austrálie, kde se velká část půd nachází na starých povrchích, procházejících již několikanásobným vývojovým cyklem, vhodným třídícím znakem půd. Ve 40. letech proto byla vyvinuta *morfogenetická* klasifikace, využívající pro diagnostiku půd výhradně půdní vlastnosti. Nebyla však příliš úspěšně implementována, a to především kvůli slabě propracované struktuře. Další období znamenalo příklon k americké Soil Taxonomy. Komplexní morfologická klasifikace byla uvedena v 70. letech (Northcote 1971) a čítala pět taxonomických kategorií. Klasifikace, která se ukázala jako efektivní nástroj pro půdní průzkum a mapování, byla svým charakterem poměrně výlučná; místo názvů půd využívala *kódy a schémata*. Aktuální klasifikace pak byla vytvořena v 90. letech a dále přepracována do současné verze v roce 2002 (Isbell 2002). Klasifikace zahrnuje člověkem vytvořené a přetvořené půdy, včetně specifických ploch jako jsou letiště či golfové hřiště, a subhydrické půdy. Strukturou se podobá americké Soil Taxonomy – na nejvyšší úrovni rozlišuje řády, dále podřády, velké skupiny půd, podskupiny půd, čeledi a série – ovšem koncept jednotlivých taxonů se výrazně liší. Například rozdělení na jednotlivé podřády probíhá pouze na základě *barvy* půdy. Předmětem klasifikace je samotný půdní profil bez půdních režimů (s výjimkou Hydrosols, kde je zohledněn vodní režim půdy). Specifikum systému spočívá ve faktu, že je založen zejména na *terénní diagnostice* a opírá se o minimum analytických vlastností; většina kritérií pro diagnostické horizonty je kvalitativní. Terminologicky je systém tvořen pouze uměle vytvořenými názvy.

Historie klasifikace půd na **Novém Zélandu** započala již v předkolonizačním období: původní maorské obyvatelstvo užívalo poměrně detailní systém názvů půd. První vědecká klasifikace byla uveřejněna v polovině minulého století. V tomto období vrcholila rovněž etapa půdního průzkumu a mapování na území Nového Zélandu. V roce 1962 byla uvedena komplexní klasifikace umožňující teoreticky zaštitit podrobnější půdní mapování. Aktuálně používaná klasifikace půd vznikla v roce 1990, její poslední verze je potom z konce 90. let (Hewitt 1998). Klasifikace je zaměřena primárně na *zemědělské půdy*. Urbánní půdy a půdy průmyslových oblastí nejsou v klasifikaci zahrnuty. Struktura klasifikace rozlišuje čtyři hierarchické stupně – řád, skupinu, podskupinu a sérii. Centrální jednotkou jsou půdní skupiny, zahrnující některé tradiční půdní archetypy. Diagnostika se opírá o půdní vlastnosti; půdotvorné faktory ani půdní režimy do klasifikace nevstupují. Podobně jako v případě australské klasifikace je systém nastaven především pro *terénní půdní klasifikaci* s minimem nutných analýz. V terminologii převládají srozumitelné výrazy, jako např. Hnědé půdy, Organické půdy atd.

3.4.4 Kanada

Kanadská klasifikace má řadu znaků *shodných s americkou Soil Taxonomy*, která je i výrazným teoretickým zdrojem. Přesto není kanadská klasifikace její kopií; její forma je přizpůsobena geografickým podmínkám kanadského území, v nejvyšších taxonomických stupních nejsou zahrnuty půdní režimy a i terminologie byla významně přetvořena. První oficiální půdní klasifikace byla uvedena v 70. letech, od té doby vznikly další dvě upravené verze. Aktuálně

používaná je ta z roku 1998 (Soil Classification Working Group 1998). Struktura je obdobná jako v případě Soil Taxonomy (řády, velké skupiny půdy, podskupiny, čeledi a série), nicméně koncepty jednotlivých taxonomických kategorií se liší. Diagnostika je založena na půdních vlastnostech, k identifikaci diagnostických horizontů a vlastností je často třeba řady laboratorních analýz. Menší důraz je kladen na půdní režimy – jediný řád definovaný teplotním režimem jsou Cryosols.

3.4.5 Izrael

Obrovská energie investovaná v Izraeli do zvýšení úrodnosti půd vyžadovala adekvátní teoretické zakotvení a dostatečné znalosti o potenciálu půdního fondu. Izraelská pedologie je obecně na velmi vysoké úrovni. Ve 40. letech byly uvedeny dva paralelní návrhy půdní klasifikace a v následujících letech tak vedle sebe existovaly dva mírně odlišné systémy. Oficiální klasifikace byla vytvořena v 70. letech 20. století (Dan a Koyumdjisky 1979). Druhá klasifikace byla neoficiálně užívána až do 90. let a dokonce se stala podkladem pro některé půdní mapy. Aktuální klasifikace (Singer 2007) je využívána v oblasti půdního průzkumu a pro další vědecké účely. Půdy a sedimenty nevyužívané v zemědělství nejsou součástí klasifikace. Půdy silně přetvořené zemědělskou činností nejsou vyčleněny v samostatné kategorii. Konceptuálně se jedná o genetickou klasifikaci, která ovšem pro půdní diagnostiku využívá objektivně *měřitelné půdní vlastnosti*. Systém je založen na lidových tradicích a řada půdních archetypů odpovídá tradičně popisovaným půdám. Nižší taxonomická úroveň půdních typů je otevřená pro další jednotky definované v rámci půdního průzkumu. Struktura rozlišuje čtyři taxonomické úrovně – velké skupiny půd, podskupiny, čeledi a půdní typy. Hlavní jednotkou definující centrální koncepty jednotlivých půd jsou velké skupiny půd. Další úrovně charakterizují specifické vlastnosti (morfologické, chemické, fyzikální) a přechody mezi jednotlivými půdami. Na nejvyšší úrovni jsou používána *tradiční* jména půd, některá vycházející z izraelské tradice (například Hamra odpovídá illimerizovaným půdám, Nazzaz planosolům), některá převzatá z ruských a dalších evropských klasifikací (Krasnozem, Rendzina...).

3.4.6 Jihoafrická republika

Klasifikace Jihoafrické republiky slouží především jako podklad pro půdní mapování v různých měřítkách. Ačkoliv má podobné rysy s dalšími klasifikacemi, unikátní ji činí její struktura a specifická terminologie, kvůli kterým je její využití mimo hranice JAR poněkud problematické. Tlak na vytvoření klasifikace pro účely půdního průzkumu byl patrný od 70. let. Nejdříve byly pro mapování využívány tzv. zjednodušené půdní série, odrážející pouze zrnitost svrchní části půdy. Dostatečné informace byly k dispozici pouze pro několik půdních sérií. I takto omezená data ovšem posloužila jako základ půdní klasifikace (první verze 1977). Současná verze (Soil Classification Working Group 1991) je orientována na *zemědělské půdy*, nezahrnuje tedy antropogenní ani subhydrické půdy. Teoretickým zdrojem byla Soil Taxonomy, zejména pak koncept polypedonu, půdních sérií a diagnostických horizontů. Klasifikace zahrnuje tři taxonomické kategorie – formy (kombinace diagnostických horizontů), čeledi (další přidružené vlastnosti profilu či substrátu) a texturní třídy. Definice půdních forem je poměrně unikátní. V prvním vydání klasifikace byly všechny formy uspořádány do *tabulky*,

kde řádky tvořily diagnostické povrchové horizonty a sloupce diagnostické podpovrchové horizonty. Tento systém tedy umožňoval tvoření řady různých genetických a geografických kombinací. V současné verzi došlo ke zrušení této struktury a formy jsou prezentovány ve formě seznamu.

3.4.7 Brazílie

Vytvoření brazilské půdní klasifikace bylo motivováno především snahou o dokumentaci půdního fondu a určení potenciálu půd pro zemědělské využití. Rozsáhlé půdní průzkumy započaly v Brazílii ve 40. letech minulého století a pokračují v podstatě dodnes. Značná část země je pokryta půdními mapami malých a středních měřítek. Do 60. let nebyly půdy systematicky klasifikovány; dále následovalo vytvoření velmi obecné půdní klasifikace. Dalším pokusem byla klasifikace konstruovaná od nejvyšších jednotek a postupně vyplňující nižší jednotky empirickými daty. Tento přístup trpěl především nedostatkem půdních dat. Nový koncept, průběžně aktualizovaný až do aktuálního 5. vydání (Santos et al. 2018), měl naopak sloužit především *půdnímu průzkumu*. Přes snahy adaptovat pro účely Brazílie systémy FAO či Soil Taxonomy se ukázalo, že tropické půdy je třeba zpracovat ve větším detailu. Strukturou i názvy jednotlivých taxonomických stupňů se velmi blíží americké Soil Taxonomy. Půdní režimy nejsou zahrnuty do diagnostiky půd v nejvyšších úrovních. Názvosloví bylo uměle vytvořeno, pouze na nižších úrovních se vyskytuje několik tradičních pojmenování. Zdrojem termínů byla především WRB, méně Soil Taxonomy. Na nejvyšším stupni je rozlišeno 14 řádů podobné šíře jako jsou Referenční skupiny půd ve WRB. Ty jsou dále děleny na základě morfologie a vlastností na podřády. Dalšími jednotkami jsou velké skupiny půd, podskupiny, čeledi a série.

4. KLASIFIKACE PALEOSOLŮ

Kromě *recentních* půd, které odpovídají svým charakterem současnému klimatu, se v půdním krytu vyskytují rovněž **paleosoly** – půdy vzniklé ve stanovištních podmínkách minulosti, jež se od současných podmínek podstatně liší. Může se jednat o *reliktní* půdy, jejichž profil zůstal zachován na povrchu a je tak dále pod vlivem současných podmínek a také živé vegetace. Tyto půdy tedy podléhají plynulé přeměně odpovídající aktuálním pedogenetickým procesům, převažují ale reliktní znaky vytvořené během minulého vývoje. Pokud dojde v průběhu vývoje půdy k jejímu překrytí vrstvou sedimentů, případně lávovými příkrovy, hovoříme o *fosilní* půdě. Půda ztrácí kontakt s povrchovou vegetací a procesy ve fosilizované vrstvě probíhají odlišně. Často zaměňovaný termín *pohřbené* půdy je dle Smolíkové (Smolíková 1990) vyhrazen pro postglaciální (období po poslední době ledové) půdy, jejichž vývoj byl přerušen sedimentací (např. povodňové svahové uloženiny), zatímco mimo sedimentační oblasti probíhá jejich vývoj nerušeně do současnosti. Dále lze vyčlenit tzv. *půdní sedimenty*, což je transportem sekundárně usazený půdní materiál různorodých vlastností.

4.1 Klasifikace paleosolů

Klasifikace paleosolů se v jednotlivých systémech liší, obecně ovšem *není příliš propracovaná* a často se omezuje pouze na identifikaci reliktních půdních horizontů. Reliktní půdy či tzv. exhumované paleosoly (v minulosti pohřbené, v současnosti z různých důvodů opět na povrchu) jsou většinou klasifikovány jako běžné povrchové půdy, což vzhledem k jejich povaze působí často problémy. Na podkladě Soil Taxonomy a WRB vzniklo několik *samostatných systémů* pro klasifikaci paleosolů s vyčleněním jednotek paralelních ke třídám recentních půd, často s využitím předpon Paleo- a Infra-.

WRB *nevyčleňuje* samostatné třídy paleosolů, podchycena je pouze identifikace pohřbených půd. Platí zde následující pravidla: i) překrývající materiál a pohřbená půda jsou klasifikovány jako jedna půda v případě, že je lze společně klasifikovat jako stejnou RSG, ii) pokud má nanesený materiál mocnost větší než 50 cm, je klasifikován přednostně; v tomto případě je za názvem povrchového materiálu uváděn název půdy pohřbené se spojením “over”, např. Dystric Regosol over Albic Luvisol. Místo celé pohřbené půdy mohou být ve formě kvalifikátorů uvedeny pouze pohřbené horizonty s použitím předpony Thapto- v názvu recentní půdy, iii) v ostatních případech je přednostně klasifikována pohřbená půda; překrývající materiál je indikován kvalifikátorem Novic.

Německá a rakouská klasifikace vyčleňují samostatné typy paleosolů. V německé klasifikaci se jedná o třídu *terrae calcis* a třídu silněji zvětralých paleosolů (ferrallit, fersiallit). V rakouském systému jsou vyčleněny třídy *kalkbraunlehm*, *kalkrotlehm* a ve třídách pseudoglejů a hnědých půd (braunerde) jsou vyčleněny reliktní subtypy.

V rámci **TKSP** (Němeček et al. 2011) nejsou paleosoly samostatně vyděleny. Půdy reliktní a zvětralé by měly být tříděny obdobně jako recentní s tím, že výrazněji zvětralé by měly odpovídat třídám Luvisolů, Acrisolů a Ferralsolů dle WRB. Klasifikační systém dále definuje *diagnostické horizonty* odpovídající paleosolům – **kandický** h. (výrazně zvětralý, obohacený jílem s dominancí kaolinitu) a **oxický** (feralitický; nejvýrazněji zvětralý s residuálními oxidy

Fe, Mn a Al bez zvětratelných minerálů, s dominancí kaolinitu). V případě identifikace fosilního a pohřbeného horizontu uvádíme před označením horizontu **písmeno f**.

4.2 Paleosoly u nás

Různými autory (Ložek 1973, Smolíková 1990, Žigová 2010) je na našem území popsáno několik typů *paleosolů a fosilních sérií*. K nejvýznamnějším patří půdy ze skupiny *terrae calcis*, dále půdy typu *braunlehm*, *rotlehm* a *ferretto*. Z hlediska výzkumu vývoje klimatu a přírody ve čtvrtohorách jsou nesmírně významné tzv. *půdní komplexy*.

Mezi nejvýznamnější paleosoly na vápencích, dolomitech a travertínech patří tzv. **terrae calcis**. Vznikají postupným zvětráváním (rozpuštěním) vápencového detritu (rozpadu) s výraznou alochtonní (cizí) příměsí (nejčastěji eolickou), vyluhováním CaCO_3 a reziduálním hromaděním jílu a oxidů železa. Typický je pro ně ostrý, často laločnatý přechod mezi půdním materiálem a matečnou horninou. **Terra fusca** je charakterizována hnědým vnitřním horizontem odpovídajícím zvětrávání a vyluhování vápence a následné braunifikaci (hnědnutí). **Terra rossa** představuje konečný článek vývoje půd na pevných karbonátech s akumulací reziduálního jílu ve vnitřním horizontu a významným podílem hematitu dodávajícího půdě charakteristickou červenavou barvu (Smolíková 1990).

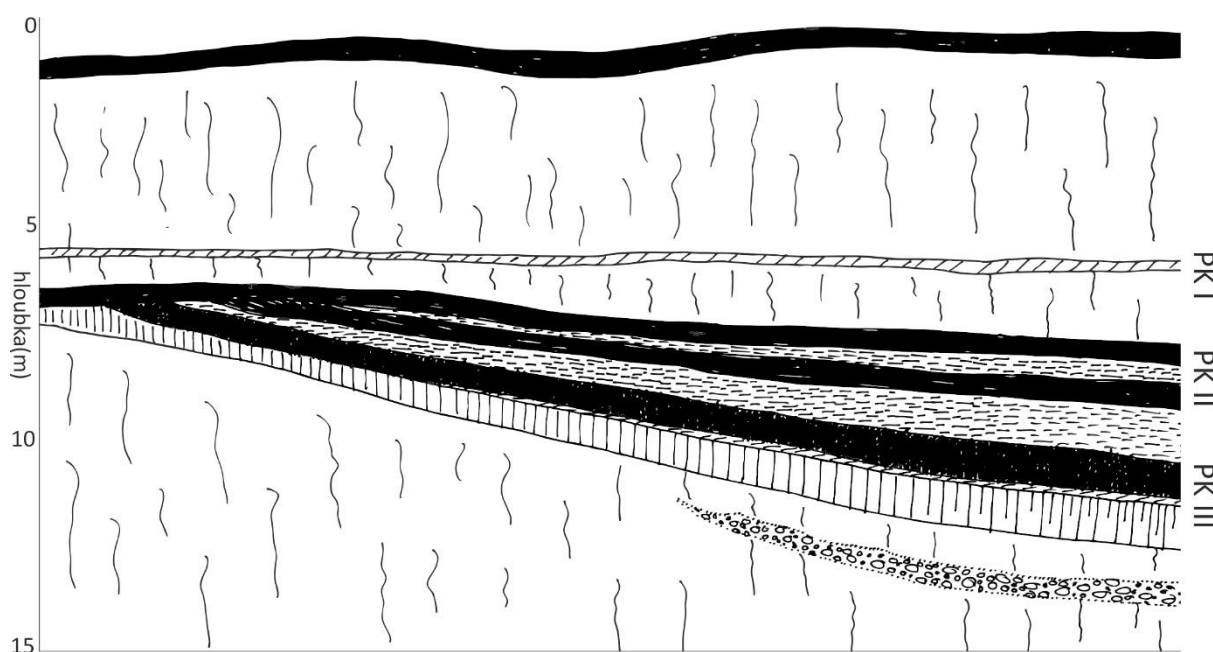
Terrae calcis jsou *nejvyzrálejšími* půdami na pevných karbonátech; představují konečný člen řady začínající karbonátovou litozemí. Na rozdíl od rendzin, k jejichž vzniku stačí poměrně krátký časový úsek, je tvorba těchto půd *velmi pomalá* (1 cm za tisíc let i více). Vzhledem k době, po kterou trvá holocén, a značné mocnosti profilů terr, je zřejmé, že holocén je pro vývoj těchto půd příliš krátký. Terra fusca je u nás převážně pleistocenního stáří a indikuje dlouhá interglaciální období. Dnes se tyto půdy vyskytují na poměrně rozsáhlých površích, většinou jako povrchové půdy, jejichž vývoj může za vhodných podmínek mírně pokračovat i v současnosti. Terra rossa vznikala v našich krasech především v období neogénu (mladší třetihory) a dnes se vyskytuje jako reliktní půda, častěji ovšem ve formě fosilních půdních sedimentů či v krasových kapsách. Terry se u nás vyskytují v Českém a Moravském krasu, dále v Železných horách a vápencových ostrůvcích především na Moravě.

Zvětráváním silikátových či smíšených hornin (spraš, slín) vznikaly v teplých obdobích pleistocénu (interglaciálech) i ve starších obdobích tzv. **pestré zvětraliny**, dále dělené na plastosoly a latosoly. Jejich geneze odpovídá vývoji půd v subtropickém a tropickém podnebí s intenzivním zvětráváním. **Plastosoly** jsou silně zvětralé půdy, u nichž kyselina křemičitá prostupuje půdní materiál v podobě silně plastického jílu kostkovité až prizmatické struktury (tzv. braunlehmové plazma). Mezi jejich zástupce lze zařadit dva výrazné typy paleosolů – **braunlehmy** a **rotlehmy**. Kromě typické stavby půdní plazmy se vyznačují výraznou hnědou až červenou barvou, která je dána uvolněním oxidů železa, částečně ve formě hematitu (rubifikace). Jedná se o plně odvápněné půdy, chudé na báze a živiny. Analogií jsou mezi současnými půdami nejspíše chromické Cambisols a Luvisols. **Latosoly** vznikaly v tropickém klimatu s intenzivním zvětráváním a relativním hromaděním oxidů železa a hliníku. Odpovídají recentním Ferralsols, případně Plinthosols či Acrisols.

Na čistě silikátových substrátech, nejčastěji písčích a štěrkopísčích (např. oblast Dyjskosvrateckého úvalu), dále vznikaly půdy typu **ferretto**. Podobně jako v případě latosolů

u nich docházelo k úplnému vyplaveníází a hromadění seskvioxidů a kaolinitu. Odpovídají silně zvětralým tropickým půdám ze třídy Acrisols (Smolíková 1990).

Kromě samostatně se vyskytujících půd jsou pro výzkum kvartéru zásadní tzv. **půdní komplexy**, tedy souvrství vznikající ve spraších, svahovinách či vátých píscích. Složení jednotlivých komplexů odpovídá chodu a jednotlivým fázím *kvartérního klimatického, sedimentačního a půdotvorného cyklu*, které se projevují různými sukcesními stadii půd v závislosti na délce a intenzitě teplého období (*interglaciál* – doba meziledová; *interstadiál* – teplejší fáze uvnitř doby ledové; drobnější klimatické *oscilace* uvnitř doby ledové). Zastoupeny jsou slabě vyvinuté půdy a sedimenty odpovídající chladným výkyvům, dále černozemě, illimerizované půdy, hydromorfní půdy a silněji zvětralé půdy typu braunlehm vznikající ve starších interglaciálech. Mezi nejvýznamnější lokality s výskytem půdních komplexů u nás patří rokle v Zeměchách u Kralup (Obr. 14), profil Kalendář věků v Dolních Věstonicích, Červený kopec a Modřice u Brna a Sedlec u Kutné Hory (Ložek 1973, Smolíková 1990).



Obr. 13 Ukázka půdních komplexů ve sprašové rokli v Zeměchách (okr. Mělník). Nejmladší PK I (interstadiál würmu) tvoří pararendzina s iniciálním pseudoglejem, PK II (starší würmský interstadiál) dvě polohy černozemě oddělené vrstvou hlinopísků, nejstarší PK III potom sekvence parahnědozemě (poslední interglaciál riss/würm) a nad ní ležící černozemě (würm) (podle Zander et al. 2000).

5. LIDOVÉ PŮDNÍ KLASIFIKACE A NÁZVY

5.1 Etnopedologie

Lidová znalost a tradiční názvosloví stojí často v základech moderních vědeckých oborů. Nejinak je tomu v pedologii, kde lidové názvy půd a jejich smysl často přešly do současných půdních klasifikací. Lidovou znalostí půd se zabývá obor **etnopedologie**. V současnosti je jeho předmětem široká škála *lidových vědomostí a tradic* (mýty a rituály spojené s půdou, lokální půdní klasifikace a názvosloví, vnímání vztahů půdy a ostatních složek prostředí, specifické místní techniky obdělávání a ochrany půdy) a jejich integrace v rámci současného půdního průzkumu, managementu a ochrany půd v regionálním měřítku (Barrera-Bassols a Zinck 2003).

Krajové, lokální názvy půd a jejich klasifikace se vyvíjely po staletí spolu s potřebou rolníků odlišit jednotlivé půdy podle jejich vlastností ve vztahu k jejich produktivitě. Na rozdíl od vědeckých systémů, tvořených často úzkou skupinou lidí, představují lidové klasifikace jakousi všeobecnou regionální vědomost, jež se předává po řadu generací. Jejich struktura je většinou nominální (jmenná), tedy každému typu půdy přísluší jedinečný název. Půdy byly rozlišovány podle zjevných znaků, tedy *barvy, zrnitosti, pozice v reliéfu*, dále na základě jejich *úrodnosti* či typické *vegetace*. Historie těchto lokálních systémů sahá do **starověku** (čínská kniha Yugong, egyptské, aztécké a řecké klasifikace) a dále se vyvíjela spolu s novými generacemi rolníků napříč regiony a klimatickými pásy. Ve většině států s rozvinutou půdní vědou byly krajové klasifikace nahrazeny vědeckými (Krasilnikov et al. 2009). Ve státech s výrazným podílem samozásobitelského zemědělství využívajícího tradiční techniky (Afrika, Jižní Amerika, Asie) je však stále možné setkat se s lidovými názvy půd a půdními systémy. Úroveň znalostí o půdě a tím i rozsah pojmenování půd a jejich klasifikace závisí na vztahu určité komunity k půdě. Nejrozsáhlejší vědomosti tak logicky nalezneme u společností orientovaných na zemědělství, naopak u národů zabývajících se primárně lovem či u kočovníků je tato úroveň nižší. Shoba (2002) identifikuje na 150 lidových půdních názvů v evropské, převážně zemědělské, části Ruska a pouze několik v severních částech Sibíře s historicky převažujícím lovem a pastvou.

Sběr lidových názvů půdy pro účely hodnocení půdních zdrojů probíhal v *Rusku* již v 16. století. Tato snaha vyvrcholila v 19. století, kdy byl v rámci souborných statistických materiálů uveden i podrobný seznam lidového půdního názvosloví. Tento zdroj posloužil Dokučajevovi při tvorbě půdních map (Dokuchaev 1953). Řada lidových názvů půd tak vstoupila do nově vzniklé vědecké klasifikace. V západní Evropě byla tradiční terminologie systematicky zkoumána Kubiěnou (1953); jeho přičiněním vstoupily do vědecké pedologie názvy jako *terra rossa*, *tangel* či *gyttja*. Další snahy o podchycení lidových názvů sledujeme v různých regionech v průběhu 20. století; na počátku 21. století se stává etnopedologie legitimní součástí pedologického výzkumu. Význam studia a využití lidového názvosloví je několikerý. Představuje možnost *komunikace* s místním obyvatelstvem a lepší vhled do problematiky lokálního hospodaření, který může být zásadní při *ochraně půdy* či zlepšování jejích vlastností. Význam má při *mapování* půd a půdním průzkumu či hodnocení ekonomických a sociálních aspektů charakteru půdního krytu. Toho je využíváno v řadě lokálních *rozvojových projektů*,

kdy jsou správné pochopení a začlenění místních systémů zásadní pro udržení vztahů mezi krajinou, půdou a hospodařením (Krasilnikov et al. 2009).

5.2 Lidové názvy půd

V následujícím přehledu je uveden seznam vybraných regionálních názvů půd využívaných v mezinárodní pedologické terminologii, spolu s krátkým popisem a místem vzniku (podle Krasilnikov et al. 2009).

5.2.1 Názvy pocházející z regionu východní Evropy a Ruska

borovina (Bělorusko, Polsko) – tmavá půda na výchozech karobonátosilikátových hornin, též používáno pro rendzinu a písčité půdy pod borovými lesy. Dle Kubiěny nivní luční půdy na karbonátových říčních sedimentech.

černice (Rusko) – tmavé jílovité půdy s vysokým obsahem humusu (lidový název v Tverském regionu), semihydromorfní

černoze (Rusko) – v lidovém názvosloví širší užití než ve vědecké klasifikaci; užíváno i pro svrchní tmavý horizont, v severním Rusku rovněž pro eutrofní rašelinu.

glej (Rusko, Ukrajina) – glejová půda i samotný horizont. V různých oblastech Ruska měl širší či užší význam. Někde byl tento termín užíván pro limnoglaciální jíly, jinde pro hlinitopísčité půdy blízké stagnoglejům.

krotovina (Rusko, “krtčí nora”) – nora vyplněná materiálem z níže či výše ležících horizontů, dle lidového názvosloví rovněž jakýkoliv obnažený půdotvorný substrát (i erozí)

podzol (Rusko) – půda mající pod orníci bělavý materiál připomínající popel. Původní název, použitý Dokučajevem, je dosti vzdálený dnešnímu pojetí – většinou takto nazýval Albické Luvisoly nebo Stagnosoly; rozšíření spodických podzolů v severní části Ruska mu nebylo známo.

solod (Rusko) – zalesněné deprese na plochých, špatně odvodněných částech povodí v jižním Rusku. Dle Dokučajeva rovněž slabě kyselé zasolené půdy s vyluhovaným svrchním horizontem.

solonchak (J Rusko) – zasolené půdy aridních oblastí, pokryté řídkou halofytní vegetací

solonetz (J Rusko) – nepříliš produktivní půdy s typickou sloupkovitou strukturou, obohacené sodíkem

rendzina (Polsko) – lidový název pro mělké půdy na vápenci; vyjadřuje skřípavý zvuk skeletu při orbě (*redzic* – polsky skřípat).

slatina (Bulharsko, Srbsko) – zasolená rašelinistní půda

smonitsa (Rakousko, Jugoslávie) – tmavá, jílovitá půda s vertickými znaky

5.2.2 Názvy pocházející z regionu západní a severní Evropy

alm (Německo) – slínovité horizonty (Bavorsko), většinou pod rašelinou

dy (Švédsko) – rašelinistní půda, vzniká zarůstáním lesních jezer.

ferretto (Itálie) – málo humózní kyselá půda italských Alp

gyttja (Švédsko) – bahnitá jílovitá půda mořských a jezerních břehů

paternie (od Rio Paterna ve Španělsku) – písčité nivní půdy, které jsou zaplavovány v intervalech 5–10 let.

ranker (Rakousko) – výrazně skeletovitá iniciální půda; z rakouského lidového označení značícího „na příkrém svahu sídlící“

tangel (Rakousko) – mocná vrstva opadanky na povrchu půdy

terra rossa (Itálie) – červeně zbarvená půda vznikající zvětráváním vápence

till (Skotsko) – kamenité ledovcové morény a půdy z nich vznikající

vega (ze španělštiny “úrodná niva”) – v nivě výše položené, relativně vyzrálé půdy, které jsou zaplavovány jen mnohaletými vodami.

5.2.3 Názvy pocházející ze severní Afriky a Blízkého východu

erg (S Afrika) – písčité poušť, obvykle ve sníženinách

rambla (z arabštiny “hrubý písek”) – šterkovité až kamenité půdy, které se nachází v sousedství současných toků; zaplavované téměř každoročně.

reggh (Alžírsko) – kamenitá poušť

sebkcha (S Afrika) – solončaky s mocnou slanou krustou

serir (S Afrika) – kamenitá poušť v nížinných částech Sahary; povrch je pokryt šterkem, pod ním je stlačený písek nebo pískovec.

shott (S Afrika) – solončaky uzavřených depresí, po deštích se mění na slaná jezera.

tirs (S Afrika) – tmavé jílovité půdy s vertickými znaky

5.2.4 Ostatní názvy

takyr (střední Asie) – jílovité půdy v plochých pouštních depresích, na povrchu většinou pevná krusta

playa (Mexiko) – jílovité pouštní půdy s povrchovou krustou, název užíván v Mexiku a jižní části USA

gilgai (Austrálie) – reliéf spojený s vertickými půdami

5.2.5 Lidové názvy půd v ČR

I v našich zemích vznikla v průběhu staletí řada místních názvů půd (Havránek et al. 1989). Hlavní zastoupení mají pojmenování půd podle typické barvy (černava, červenka, žlutka, bělka) či zrnitosti (hlínatka, prašnice, rumec, slinovatka, prchlice, jílovka).

bělka – světlá vápnitá půda, nejčastěji na slínu

cihlovka – spraš

černava – tmavé půdy vápnitých slatin, nejčastěji v Polabí, většinou vysušeny a rozorány, na zbytcích vlhké louky

červenka, červenice – půdy vytvořené na červených permských sedimentech, povodí Labe

hlínatka, hlinovatka – hlinitá půda
hubená půda – půda s nedostatkem živin
jílovka – jílovitá půda
krupnačka – půda s krupnatou strukturou
krutina – tvrdá, těžká půda
kypřina – kyprá půda
kyselka – slatinná půda pod vlhkou loukou
masnice – tvárná cihlářská hlína s velkou vazností
mrtvina – podorníčí, neúrodná půda
prašnice – prašná, suchá půda
prchlice – jílovitá půda
rumec – písčitá půda
slinovatka – jílovitá půda ze slínů a jílu (pelozem)
smolivka – těžká černá jílovitá půda (smonice)
škrabotina – neúrodná půda
třasovisko – nestabilní močálová půda
vřesovka – živinami chudá zemina vzniklá rozkladem vřesovištních rostlin
žír – úrodná půda
žlutka, žlutnice – spraš

6. POUŽITÁ LITERATURA

- Ad-hoc-AG Boden. 2005. Bodenkundliche Kartieranleitung, herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland, Hannover.
- AFES. 2008. Référentiel pédologique. INRA, Paris.
- Arbeitsgruppe 'Bodenklassifikation und Nomenklatur', BGS. 2002. Klassifikation der Böden de Schweiz, Version 30. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz.
- Avery BW. 1980. Soil Classification for England and Wales (Higher Categories). Soil Survey Technical Monograph no 14, Harpenden.
- Baldwin M, Kellogg CE, Thorp J. 1938. Soil Classification. P 979–1001 in Soils and Men: Yearbook of Agriculture 1938. U. S. Government Printing Office, Washington DC.
- Banfield JF, editor. 1984. Guy D. Smith discusses soil taxonomy. SSSA, Madison.
- Barrera-Bassols N, Zinck JA. 2003. Ethnopedology: a worldwide view on the soil knowledge of local people. *Geoderma* **111**: 171–195
- CRG-CST. 2001. Chinese Soil Taxonomy. Science Press, Beijing and New York.
- Coffey GN. 1912. A Study of the soils of the United States. USDA Bureau of Soils Bull. 85. U. S. Government Print Office, Washington DC.
- Conea A, Florea N, Puiu Ș. 1980. Sistemul Român de Clasificare a Solurilor (Romanian System of Soil Classification). ICPA, București.
- Dan J, Koyumdjisky H, editors. 1979. The Classification of Israel Soils. Institute of Soils and Water ARO, Bet Dagan.
- Dokuchaev VV. 1953. On the use of the study of local names of Russian soils. P 332–340 in Dokuchaev VV, Complete Set of Works. USSR Academy of Sciences Publishers, Moscow.
- Dos Santos HG, Jacomine PK, dos Anjos LHC et al. 2018. Brazilian Soil Classification System. Embrapa, Brasília.
- Egorov VV, Fridland VM, Ivanova EN, Rozov NN, Nosin VA, Fraev TA. 1977. Classification and Diagnostics of Soils of USSR. Kolos Press, Moscow.
- FAO. 2001. Lecture notes on the major soils of the world. World Soil Resources Report No. 94, Rome.
- FAO. 2006. Guidelines for soil description. 4th edition. Rome.
- FAO–UNESCO. 1971–1981. Soil map of the world 1:5 000 000. 10 Volumes. UNESCO, Paris.
- Florea N, Munteanu I. 2000. Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (Romanian System of Soil Taxonomy). University Al. I. Cuza, Iasi.
- Fourth Committee for Soil Classification and Nomenclature. 2002. Unified soil classification system of Japan (2nd Approximation). *Pedologist* 46: 36–45.
- Gong Zitong, editor. 1994. Chinese Soil Taxonomic Classification (First proposal). Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing.
- Havránek B. 1989. Slovník spisovného jazyka českého. Academia, Praha.
- Hewitt AE. 1998. New Zealand Soil Classification, 2nd edition. Landcare Research Science Series No 1, Lincoln.

- Hraško J, Linkeš V, Němeček J, Novák P, Šály R, Šurina B. 1991. Morfogenetický klasifikačný systém pôd ČSFR. VÚPÚ, Bratislava.
- Isbell RF. 2002. Australian Soil Classification, revised edition. CSIRO Land & Water, Canberra.
- IUSS Working Group WRB. 2006. World Reference Base for Soil Resources 2006. World Soil Resources Report No. 103, FAO, Rome.
- IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014. Update 2015. World Soil Resources Report No. 106, FAO, Rome.
- Kabala C, Charzinski P, Chodorowski J. et al. 2019. Polish Soil Classification, 6th edition – principles, classification scheme and correlations. *Soil Science Annual* 70: 71–97
- Kowalkowski A, editor. 1956. Przyrodniczo-genetyczna klasyfikacja gleb ze szczególnym uwzględnieniem gleb uprawnych. *Roczniki Nauk Rolniczych*, Warszawa.
- Krasilnikov PV. 1999. Early studies on folk soil terminology. *Eurasian Soil Science* **32**: 1147–1150.
- Krasilnikov PV, Ibáñez JJ, Arnold R, Shoba S. 2009. A Handbook of Soil Terminology, Correlation and Classification. Earthscan, London.
- Kubiěna WL. 1953. Bestimmungsbuch und Systematik der Boden Europas. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Ložek V. 1973. Příroda ve čtvrtohorách. Academia, Praha.
- Matsui T. 1982. An approximation to establish a unified comprehensive classification system for Japanese soils. *Soil Science and Plant Nutrition* 28: 235–256.
- Michéli E, Fuchs M, Láng V, Szeg, T, Kele G. 2014. Methods for modernizing the elements and structure of the Hungarian Soil Classification System. *Agrokémia és Talajtan* **63**: 69–78.
- Němeček J, Damaška J, Hraško, Bedrna Z, Zuska V, Tomášek M, Kalenda M. 1967. Průzkum zemědělských půd ČSSR. 1. díl. MZVŽ, Praha.
- Němeček J, Mühlhanslová M, Macků J, Vokoun J, Vavříček D, Novák P. 2011. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. 2. vydání. ČZU, Praha.
- Němeček J., Smolíková L., Kutílek M. 1990. Pedologie a paleopedologie. Academia, Praha.
- Nestroy O, Dannenberg OH, English M, Gessl A, Herzenberger E, Kilian W, Nelhiebel P, Pecina E, Pehjamberger A, Schneider W, Wagner J. 2000. 'Systematische Gliederung der Boden Österreichs (Österreichische Bodensystematik 2000). Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft **60**: 1–104.
- Ninov N. 2002. Taxonomic list of Bulgarian soils according to the FAO world soil system. *Geography* **21**: 4–20.
- Northcote KH. 1971. A Factual Key for the Recognition of Australian Soils. Rellim Technical Publication no VII, Kuratta Park.
- Pallman H. 1947. Bodenkunde und Pflanzensoziologie. Polygraphischer Verlag, Zürich.
- Polish Society of Soil Science. 1989. Systematics of Polish Soils. *Roczniki Gleboznani* **40**: 1–112.
- Mückenhausen E. 1962. Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. DLG-Verlag, Frankfurt.
- Pavlu L, Borůvka L, Jílková V, Penížek V, Šimek M, Zádorová T. 2019. Vznik, vývoj, funkce, klasifikace a geografie půd. P 267–325 in Šimek M, editor. Živá půda: biologie, ekologie, využívání a degradace půdy. Academia, Praha.

- Shishov LL, Tonkonogov VD, Lebedeva II, Gerasimova MI. 2004. Classification and Diagnostics of Soils of Russia. Oykumena, Smolensk.
- Shoba SA, editor. 2002. Soil Terminology and Correlation, 2nd edition. Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk.
- Singer A. 2007. The Soils of Israel. Springer-Verlag, Berlin.
- Smolíková L. 1990. Problematika paleopedologie. P 381–403 in Němeček J, Smolíková L, Kutílek M: Pedologie a paleopedologie. Academia, Praha.
- Soil Classification Working Group. 1998. The Canadian System of Soil Classification, 3rd edition. Agriculture and Agri-Food Canada Publication, Supply and Services Canada, Ottawa.
- Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agric. Handbook 436. USDA – Natural Resources Conservation Service, Washington DC.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys, 2nd edition. United States Government Printing Office, Washington DC.
- Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA – Natural Resources Conservation Service, Washington DC.
- Stefanovits P. 1963. The Soils of Hungary, 2nd edition. Akadémiai Kiadó, Budapest. Šály R, editor. 2000. Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bazálna referenčná taxonómia. VÚPOP, Bratislava.
- TEAGASC. 2014. Irish Soil Information System. EPA, Johnstown Castle.
- Zádorová T, Žížala D, Penížek V, Juřicová A. 2018. Harmonizace databáze KPP s klasifikacemi TKSP a WRB 2014. VÚMOP, Praha.
- Zander A, Duller GAT, Wintle AG. 2000. Multiple and single aliquot luminescence dating techniques applied to quartz extracted from Middle and Upper Weichselian loess, Zemechy, Czech Republic. Journal of Quaternary Science **15**: 51–50.
- Žigová A. 2010: Klasifikace paleopůd České republiky. P 21 in Sobocká J., editor. Zborník abstraktov: “Nové trendy v diagnostike, klasifikácii a mapovaní pôd” 2. konferencia Slovenskej a Českej pedologickej spoločnosti. Societas pedologica slovak, Česká pedologická společnost, Výskumný ústav pôdoznectva a ochrany pôd, Rožnava.

Název: Základy půdní klasifikace II.

Autoři: RNDr. Tereza Zádorová, Ph.D.

doc. Ing. Vít Penížek, Ph.D.

Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze

Určeno: pro posluchače bakalářských i magisterských oborů všech fakult ČZU

Náklad: 150

Počet stran: 92

Vydání: 2020, 1. vydání

Tiskárna: powerprint s.r.o., Brandejsovo náměstí 1291/1, 165 00 Praha Suchbát

ISBN: 978-80-213-3060-3