

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra pedologie a ochrany půd



Česká
zemědělská
univerzita
v Praze

ZÁKLADY PŮDNÍ KLASIFIKACE I.

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 978-80-213-3051-1

OBSAH

1. Úvod.....	3
2. Teorie půdní systematiky	4
2.1. Proč klasifikovat	4
2.2. Přístupy k půdní klasifikaci	5
2.3. Objekty půdní klasifikace	8
2.4. Terminologie	10
2.5. Korelace půdních klasifikací	11
2.6. Historie půdní klasifikace	14
3. Půdní klasifikace v České republice.....	18
3.1. Vývoj půdní klasifikace u nás	18
3.2. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky	20
3.2.1. Taxonomické úrovně.....	20
3.2.2. Diagnostické horizonty	21
3.2.3. Diagnostické znaky	35
3.2.4. Popis půdních jednotek	37
3.3. Historické půdní klasifikace	54
3.3.1. Geneticko-agronomická klasifikace	54
3.3.2. Morfogenetický klasifikační systém půd	61
3.3.3. Lesotypologická klasifikace	63
4. Půdní kryt ČR.....	67
5. Použitá literatura	71

1. ÚVOD

Potřebu popisovat a třídit půdy podle jejich vlastností a znaků pocitovaly již první zemědělské civilizace. Důvody byly především praktické; dostatečné poznání půdy, její úrodnosti a vhodnosti k pěstování určitých druhů plodin bylo základní podmínkou pro přežití a prosperitu těchto na zemědělství silně závislých společností. Řada starověkých států měla poměrně vyspělý systém hodnocení půd, využívaný rovněž v odvodu daní z pozemků. Vědecká klasifikace půd pak zažila největší rozmach spolu s rozvojem ostatních vědeckých disciplín, tedy především v období 19. a 20. století. Od prvopočátku byla klasifikace půd jedním ze zásadních oborů pedologie; utvářela rámec chápání půd v jednotlivých státech a byla základním nástrojem pro vytváření půdních map. Nejčilejší rozvoj půdní klasifikace, zejména na národní úrovni, zaznamenáváme okolo poloviny minulého století. V tomto období vznikla celá řada národních systémů, v počátcích byl rovněž vývoj mezinárodního rámce pro půdní klasifikaci. S dalším rozvojem moderních metod půdní analýzy, sběru dat a digitálního mapování ustoupily na přelomu tisíciletí obory půdní klasifikace a tradičního půdního mapování poněkud do pozadí. Značný důraz byl kladen na třídění a mapování půd podle jednotlivých vlastností, například chemismu, fyzikálních znaků a dalších parametrů. V nedávné době byla důležitost půdní klasifikace opět plně doceněna v souvislosti s masivním využíváním tzv. legacy dat, tedy různorodých zdrojů z historických půdních databází a map. Potřeba harmonizovat a transformovat tato data moderními kvantitativními metodami je tak novou výzvou pro vědecký obor klasifikace půd.

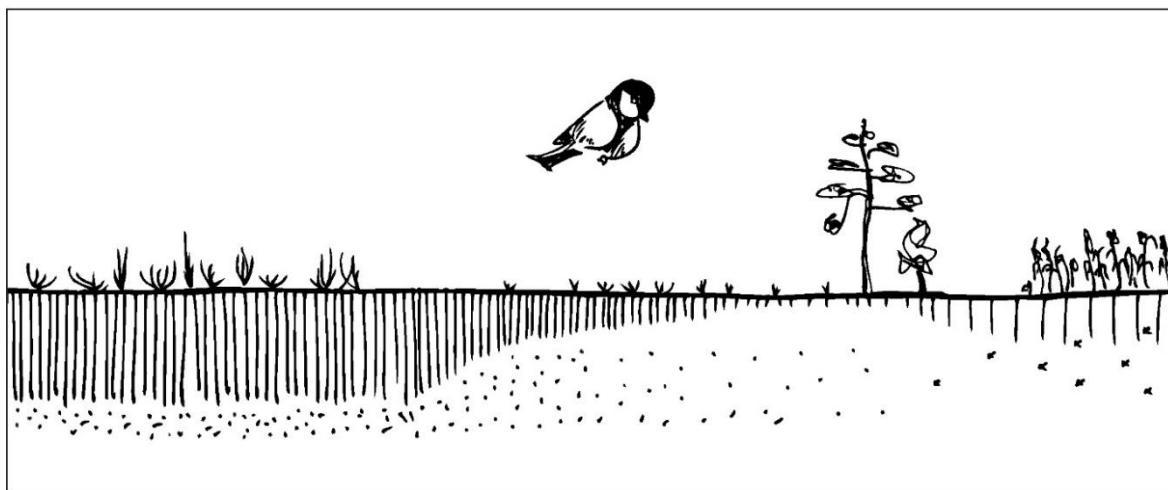
Tato dvoudílná publikace slouží jako základní přehled jednotlivých přístupů ke klasifikování půd a jejich vývoje. První část je věnována teoretickým základům systematiky půd, včetně stručného vhledu do historie oboru, podrobně jsou dále popisovány současné i historické systémy klasifikace půd v České republice. Druhý díl se pak zabývá vývojem a současností půdní klasifikace ve světě. Podrobně jsou popsány mezinárodní klasifikační systémy – World Reference Base a Soil Taxonomy, včetně přehledu a geografie světových půd. Další část je věnována přehledu zahraničních národních klasifikací. Zmíněna jsou okrajová témata klasifikace půd – klasifikace paleosolů a lidové půdní názvosloví.

2. TEORIE PŮDNÍ SYSTEMATIKY

Systematika půd, jako každý vědní obor, má své teoretické základy, terminologii a historii. V následující kapitole jsou podány základní informace o významu půdní systematiky, jejích konceptech, struktuře, objektech, na které se zaměřuje, a problematice spojené s jejím využíváním na mezinárodní úrovni.

2.1. Proč klasifikovat

Potřeba systematizovat a třídit poznatky je proces vlastní nejen většině vědních oborů, ale je základním nástrojem pro pochopení světa a nalezení řádu i v běžném životě, a to již od raného dětství. Ve vědeckých oborech slouží systematika jako *základ pro komunikaci* mezi odborníky na národní i mezinárodní úrovni. Zásadním cílem klasifikace je uspořádat dosavadní znalosti a poskytovat terminologické zázemí daného vědního oboru. Zjednodušeně řečeno je klasifikace metodou **sdružování objektů na základě společných znaků do hierarchických kategorií a tříd (taxonů)**. Platí, že taxon by měl spojovat objekty co nejpodobnější a zároveň by se měl svou charakteristikou co nejvíce odlišovat od ostatních taxonů. Ve skutečnosti v sobě klasifikace zahrnuje různé přístupy od jednoduchého vnímání a logiky po složitější metody separační a shlukové analýzy. Většina klasifikací je založena na předpokladu o samostatnosti a oddělenosti klasifikovaných objektů (jedinců). To ovšem ne vždy platí; právě v geovědních oborech, jakými jsou například geologie či pedologie, jsou předmětem klasifikace vždy **kontinua**, tedy objekty se spojitým gradientem znaků a vlastností (Obr. 1). Jednoduše si to lze představit na kontrastu živého *jedince* (např. sýkora, koniklec), který tvoří samostatnou oddělenou jednotku, a *krajiny*, kde se půdy vzájemně prolínají. Pro potřeby klasifikace takového spojitého objektu je tedy nutné hodnotit pouze jeho výseč s relativně stejnorodými vlastnostmi. Každý takovýto výřez z celku je ovšem vždy do jisté míry umělý. Problematika vytváření objektů půdní klasifikace bude podrobněji diskutována v dalších kapitolách.



Obr. 1 Pták jako individuální objekt (jedinec), půda jako spojitý objekt (kontinuum).

Za hlavního průkopníka vědeckých klasifikací je považován Carl Linné (1707–1778), švédský přírodovědec a lékař, který položil základy botanické a zoologické nomenklatury. Ovšem již dlouho před ním lidé cítili potřebu pojmenovávat i zařazovat přírodniny; i půdy byly pojmenovávány na základě vnějších znaků či úrodnosti. Linného hlavní zásluhou bylo

přetvoření těchto tzv. nominálních (jmenných) klasifikací do taxonomie. Poprvé užil pro sdružování objektů *hierarchických struktur* od nejnižších druhů po nejvyšší říše, a vytvořil odpovídající latinskou terminologii.

Biologická taxonomie je příkladem přesné klasifikace s pevným řádem. Ve srovnání s ní jsou půdní klasifikace považovány za poněkud nejednoznačné. Řada badatelů to přisuzuje faktu, že základem pro biologickou klasifikaci je vývoj. Evoluce pak přirozeně vyjadřuje vztahy mezi jednotlivými objekty; půdní klasifikace jsou naproti tomu často odkázány na vytváření provizorních skupin daných uměle vytvořenými číselnými limity (například limity v obsahu uhlíku, zrnitosti...) a následné vysvětlování vztahů mezi nimi. Zde můžeme narazit na rozpor mezi dvěma termíny týkajícími se třídění objektů: **systematika** a **klasifikace**. Systematiku můžeme považovat za ryze vědecké a deduktivní zařazování objektů do systematických jednotek na základě rekonstrukce vývoje těchto objektů. Jako příklad bývají uváděny právě biologická systematika či genealogické stromy. Naproti tomu klasifikace je rozdělení objektů do skupin na základě vlastností s uměle vytvořenými hranicemi. Dalším často se vyskytujícím termínem, pokud hovoříme o sdružování objektů, je **taxonomie**. Taxonomie je většinou považována za teoretický základ klasifikace, obor zabývající se jejími základy, principy, metodami a zákony (Krasilnikov et al. 2009).

Význam klasifikace půd lze shrnout do několika bodů: i) *utřídění znalostí* a poznatků o půdě, ii) vytvoření *názvosloví* pro komunikaci odborníků i praktických uživatelů na národní i mezinárodní úrovni, iii) prezentace a harmonizace informací o půdě pro účely půdního *mapování* a půdních *databází*, iv) *praktické aplikace* v zemědělství a ochraně půdy a v) využití ve *výuce*. S nástupem moderních technologií pro zpracování prostorových informací o půdách, využívajících pokročilé metody digitálního mapování půd, poněkud ustupuje do pozadí význam klasifikace půd v praktickém mapování půd. Pro běžné uživatele a odběratele informací o půdě jsou mapy půdních vlastností přehlednější než mapy obsahující názvy půd. Tyto mapy také snáze vstupují jako proměnné do řady půdních a environmentálních modelů. Přesto je význam půdní klasifikace a tradičního pojmenovávání půd v řadě dalších ohledů nenahraditelný. V první řadě odráží struktura půdní klasifikace naše *současné znalosti o půdě*, pedogenezi, geografii a fungování půd, poskytuje komplexní informaci o půdě. Zásadní je rovněž při komunikaci v rámci vědecké komunity – společný vědecký jazyk v podstatě určuje *identitu daného vědeckého odvětví*. V případě pedologie zabraňuje redukci této samostatné vědy na chemii, fyziku a biologii. Velký význam má půdní klasifikace ve výuce, kde je jednoduchá a přehledná prezentace informací zásadní.

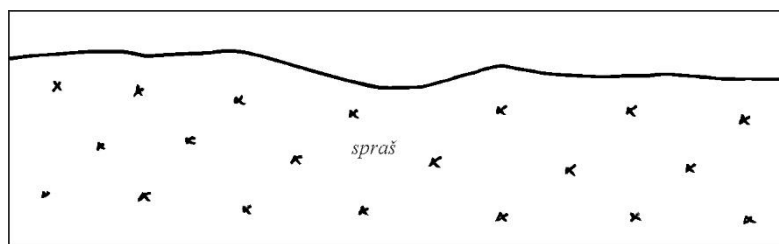
2.2. Přístupy k půdní klasifikaci

Půdní klasifikace je řazení půdních jednotek (tzv. pedonů, viz dále) do tříd, a to podle i) převažujících *půdotvorných faktorů* vedoucích k jejich vzniku, ii) přesně *definovaných znaků* a vlastností nebo iii) *kombinace obou*. Prvně jmenované jsou často nazývány **genetickými klasifikacemi**. Toto označení je však zavádějící. Každé třídění půd, které je založeno na studiu půdních profilů jako kombinace půdních horizontů, je ze své podstaty genetické, protože právě formování půdních horizontů je výsledkem vývoje půdy. Rozdíl je v diagnostice profilu; v prvním případě jsou půdní horizonty chápány jako výsledek půdotvorných faktorů, ve druhém

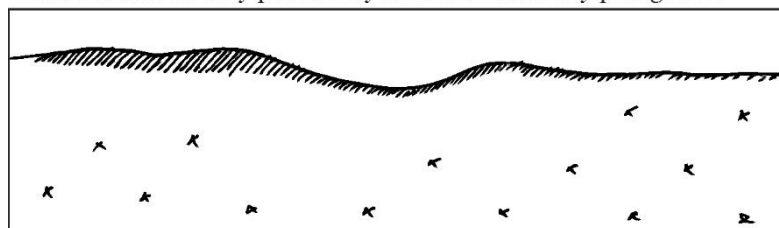
jako soubor půdních znaků a vlastností. Koncept je ale v podstatě týž. *Půdní profil je výsledkem formování a vývoje půd.*

Koncepčním základem současné půdní klasifikace je **půdní geneze**, tedy vznik a vývoj půd, většinou vyjádřená formou **morfo genetických znaků** (Schelling 1970). Morfo genetickým znakem rozumíme určitou půdní charakteristiku (horizonty, jejich sled či přechod, specifický znak), která je výsledkem vývoje půdy. Většina raných půdních klasifikací vycházela z tehdejších poznatků o vývoji půd a jejich vlastností, které byly, jako u jiných oborů, ovlivněny nedostatkem empirických dat, tedy ověřitelných informací získaných z průzkumů a pozorování. Proces vývoje půd byl vyjádřen jako přímočarý vztah *půdotvorný faktor – půdotvorný proces – půdní vlastnosti*. Tento přístup přetrvával v podstatě až do druhé poloviny dvacátého století. Dnes je vývoj půd vyjadřován poněkud obecnějším schématem, lépe vystihujícím mnohotvárnost jejich vzniku a funkcí: *půdotvorné faktory – vnitřní fungování půdního systému – specifické půdotvorné procesy – půdní znaky a vlastnosti – vnější funkce půdy*. Problémem upřednostnění půdní geneze jako hlavního třídícího faktoru je její značná složitost a proměnlivost; vazba půdních vlastností na půdotvorné faktory a procesy není lineární, protože většina půd je tzv. *polygenetických*, tedy na jejich vzniku se podílí více půdotvorných procesů odrážejících současné i minulé podmínky prostředí. Směr a intenzita podobných půdních procesů mohou být v průběhu času podrobeny mnoha změnám. To vysvětluje koncept tzv. **půdní konvergence a divergence** (Rožanov 1970). *Divergence* půd znamená, že půdy utvářené ve *srovnatelných podmínkách* v různých oblastech mívají *silně různorodé vlastnosti*, a to právě

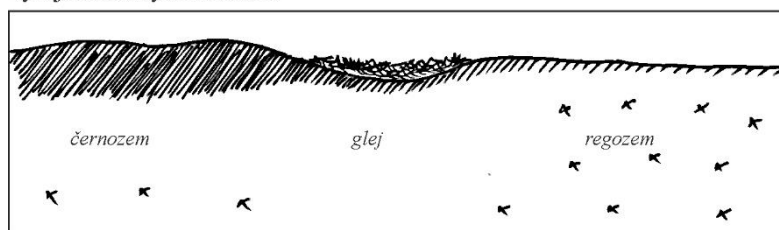
v důsledku působení místních faktorů. Divergentní vývoj tak postupně zvyšuje složitost půdního pokryvu, kdy se původně homogennější půdy stále více odlišují ve svých vlastnostech (Obr. 2).



Čerstvě sedimentovaný půdotvorný materiál nezasažený pedogenezí.



Pedogeneze v počátečním stádiu. V odlišných podmínkách daných klimatem, vegetací, reliéfem a dalšími faktory se začíná půdní substrát vyvíjet odlišným směrem.

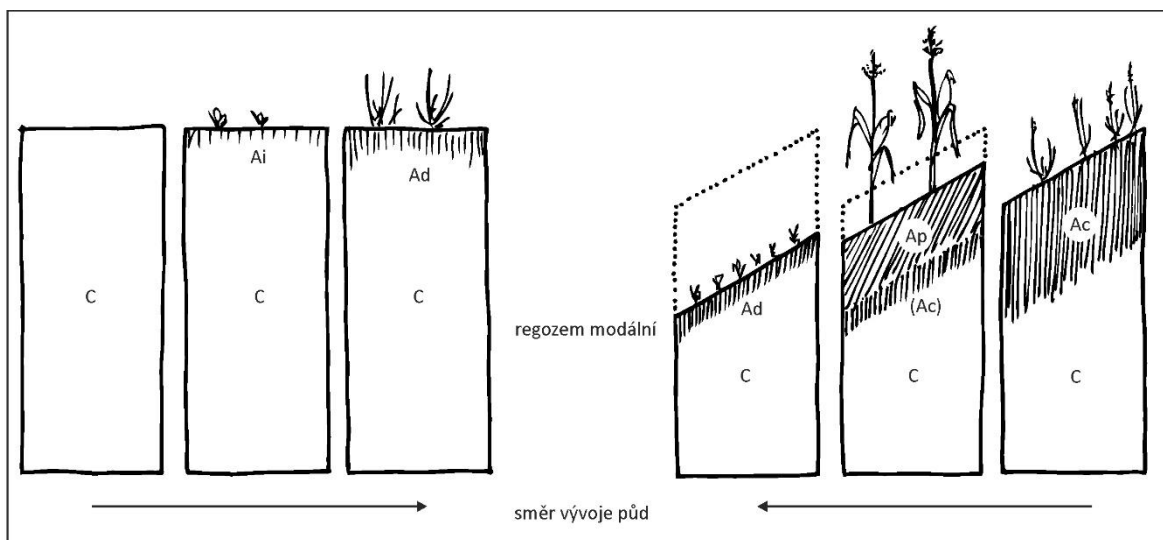


Pedogeneze v pokročilém stádiu. Z původně homogenního substrátu vznikly odlišné půdní jednotky.

Obr. 2 Divergentní vývoj půd: z homogenního substrátu vznikají pod vlivem faktorů prostředí odlišné půdy.

Například z původně stejnorodých půd na mladých sedimentech (říční, eolické atd.) se postupem času vyvíjí širší škála půd v závislosti na lokálních podmínkách reliéfu, výšky hladiny podzemní vody či vegetačního krytu. *Konvergence* půd naopak znamená, že rozdílné půdotvorné procesy v *různých podmínkách* prostředí mohou formovat půdy s *podobnými vlastnostmi* a morfologií. Konvergence tedy směřuje k vyšší homogenitě půdního

pokryvu. Příkladem mohou být procesy podzolizace, illimerizace či hydroeluvie vytvářející shodně vybělený eluviální horizont. Mělké půdy se stratigafií profilu A–C mohou být důsledkem počáteční pedogeneze na mladých sedimentech či naopak konečné erozní fáze, kdy tyto půdy vznikají z původních černozemí odnosem povrchového horizontu (Obr. 3). V čistě genetických klasifikacích proto může docházet k situacím, kdy v jedné třídě nacházíme půdy ze stejné klimatické zóny, avšak značně morfologicky odlišné. Ačkoliv většina pedologů odmítá klasifikace striktně orientované na půdotvorné faktory, lze jich vhodně využít jako měřitelných půdních vlastností. Například americká klasifikace Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 1999) má *klimatický faktor* zabudovaný ve formě kvantifikovaných teplotních a vodních *půdních režimů*.



Obr. 3 Konvergentní vývoj půd: odlišnými procesy (vlevo postupná humifikace, vpravo erozní ochuzování) vznikají půdy s obdobným charakterem půdního profilu.

Variací na genetické klasifikace je Kubiěňův koncept (1953), který je založen na půdní evoluci. Základem klasifikace jsou tzv. **chronosekvence**, tedy časové řady půd, které odrážejí různé fáze půdního vývoje na základě empirických dat i teoretických poznatků. Toto schéma je využíváno zejména v německé klasifikaci. Půdy jsou seskupovány podle stupně vývoje jejich profilů s předpokladem, že vyvinutější půdy mají i složitější půdní profil. Tento koncept je problematický například v případě hlubokých vyvinutých stepních půd (např. černozemě) se slabě diferencovanými profily typu A–C. Obecně je tento typ klasifikace chápán spíše jako vhodný jako doplněk k ostatním klasifikacím či k pedagogickým účelům, kdy srozumitelně nastiňuje možnosti půdního vývoje.

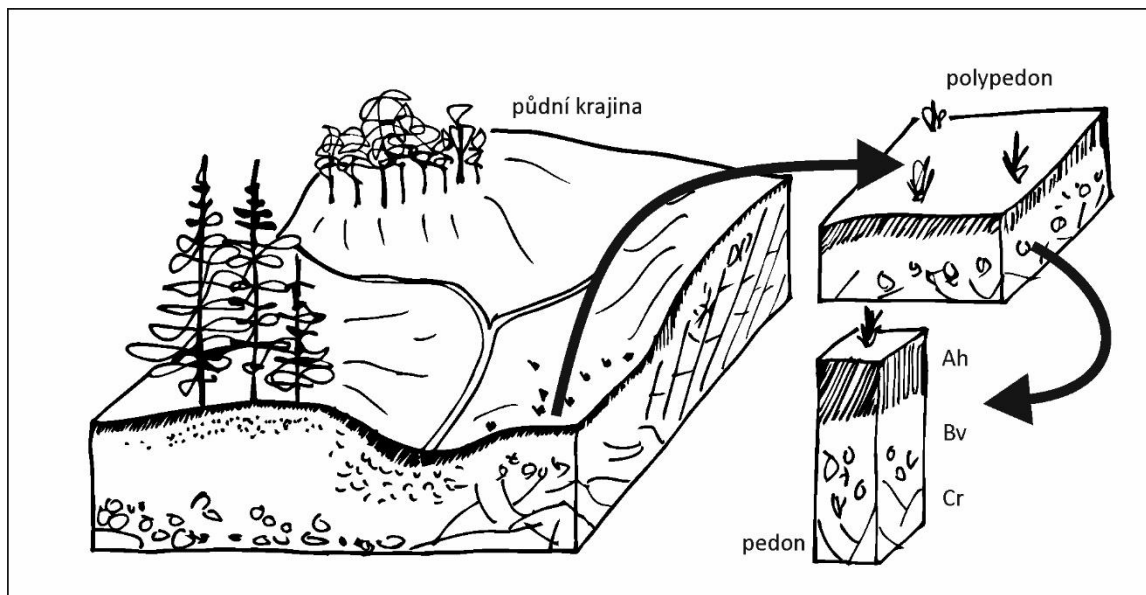
Většina dnešních klasifikací využívá ke třídění a seskupování půdních objektů půdní morfologii (znaky) a vlastnosti (chemické a fyzikální). Zjednodušeně je můžeme nazývat jako **morfologické** či **morfogenetické** půdní klasifikace. Základem je definice **diagnostických** (vedoucích k rozlišení půdních tříd) **půdních horizontů, znaků**, případně **materiálů**, a jejich pevné vymezení, většinou pomocí přesně daných limitů charakteristických pro jednotlivé diagnostické prvky. Kvantifikované půdní charakteristiky zahrnují znaky *zjistitelné v terénu* (mocnost, barva, struktura), běžně stanovované *půdní vlastnosti* (zrnatost, obsah organických látek, sorpční komplex, objemová hmotnost) i *specifické vlastnosti* charakteristické pro určitý proces v půdě (vodivost, formy železa a hliníku atd.).

Tak jako se liší koncepční přístupy k půdní klasifikaci, různou podobu může mít i formální **struktura klasifikace**. Na základní úrovni rozlišujeme čtyři hlavní typy klasifikací: nominální, tabulkovou, referenční bázi a hierarchickou taxonomii (Shoba 2002). **Nominální systémy** jsou typické pro původní biologické a půdní klasifikace. Každá třída popisující zájmové objekty je *jedinečná* a není zařazená do taxonomických jednotek či vyšších klasifikačních stupňů. Nominální systém byl například předchůdcem americké Soil Taxonomy a i dnes je na nejnížší hierarchické úrovni její součástí: jedná se o tzv. soil series – tedy místní názvy půdních tříd. Pro vědecké účely jsou nominální systémy jen málo využitelné a při dalším vývoji půdní klasifikace, zejména se shromažďováním většího množství měřených dat, jsou transformovány do taxonomických systémů. Dalším, ne příliš častým formátem půdních klasifikací, je **tabulkový systém**. Jednotlivé půdní třídy jsou seskupeny do tabulky, podobné periodické tabulce prvků. Příkladem je klasifikace dříve používaná v Jihoafrické republice: sloupce tabulky obsahují třídy povrchových horizontů a řádky sekvenci podpovrchových horizontů. Příkladem **referenční báze** jsou World Reference Base for Soil Resources (WRB; IUSS Working Group 2015) či aktuální francouzská klasifikace (AFES 2008). Ve francouzské klasifikaci jsou půdní třídy chápány jako body či regiony v n-dimenzionálním prostoru půdních vlastností. Tyto třídy mohou být spojeny do obecnějšího rámce, který ale není součástí systému. V případě další specifikace je možné přidat vysvětlující přívlastek ke jménu referenční třídy. WRB je také chápána jako referenční báze, přesto obsahuje znaky hierarchizace. **Hierarchická taxonomie** je příklad komplexního systému, kdy jsou jednotlivé půdní třídy seskupovány do různých hierarchických *stupňů* podle míry obecnosti. Příkladem tohoto typu je naše národní klasifikace tj. Taxonomický klasifikační systém půd (TKSP; Němeček et al. 2001, 2011) či americká Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 1999). Každý systém má své přednosti a nedostatky. Nominální systém je obecně nejotevřenější k přidávání nových tříd, je však nevhodný pro další praktické a vědecké využití. Hierarchické systémy jsou většinou nejsnáze užitelné a vhodné k vyhledávání objektů, ale nejsou příliš flexibilní. Referenční báze jsou naopak uživatelsky obtížnější, ale pro změny a přidávání nových tříd otevřenější. Ideální klasifikační systém spojující výhody všech stávajících zatím, bohužel, neexistuje.

2.3. Objekty půdní klasifikace

Chápání toho, co je objektem půdní klasifikace, se v průběhu vývoje pedologie měnilo. V počátku považovali pedologové každý půdní profil za reprezentativní a typický pro svou vlastní klasifikační třídu. Spolu s rozšiřováním půdního průzkumu a získáváním přesnějších dat přišlo i poznání značné různorodosti půdní morfologie a vlastností. Tak vznikaly i různé přístupy k vymezení objektu půdní klasifikace (Obr. 4). Základním konceptem je tzv. **polypedon** – prostorová půdní jednotka vymezená na úrovni malého výseku krajiny, jejíž vzorkovací jednotkou je **pedon** (Soil Survey Staff 1975). Právě pedon se stává objektem půdní klasifikace. Je obecně chápán jako *nejmenší trojrozměrná jednotka* půdního pokryvu zahrnující všechny půdní horizonty. Její velikost se může měnit v závislosti na prostorové variabilitě půdy a byla i předmětem mnohých diskuzí. V praxi je tento model většinou nahrazen prostým **půdním profilem**, který je pro většinu pedologů skutečným předmětem půdní klasifikace v terénu.

Výrazným problémem při definování objektu klasifikace, a zřejmě i jeden z důvodů, proč v pedologii neexistuje závazný, všeobecně přijímaný klasifikační systém, je *kontinuální charakter* a prostorová proměnlivost (variabilita) půdy. Na rozdíl od biologických klasifikací, které hodnotí nespojitě objekty, půdní klasifikace rozděluje spojitý půdní kryt (kontinuum) do nespojitých taxonomických jednotek – tzv. kvaziindividuí (Yaalon 2003). Jedná se tedy o studium struktury kontinua (pedosféry) a jeho jednotlivých částí, které klasifikujeme. Přechody mezi těmito samostatnými jednotkami půdní struktury často nejsou ostré. Proto, zejména při



Obr. 4 Základní jednotky geografie půd: půdní krajina – polypedon – pedon.

mapování půdních tříd, využívají vědci možnosti znázornit míru nejistoty při přiřazení půdní jednotky k určité třídě pomocí tzv. fuzzy (neostrých) hranic.

V počátcích půdní klasifikace byly taxonomické jednotky (půdní typy) chápány jako **archetypy**, tedy ideální “typické obrazy” odlišných půd, které byly sdíleny kolektivní znalostí a zkušeností lidí žijících ve spojení s půdou (Ibanez a Boixadera 2002). Tomu odpovídá i řada dodnes používaných názvů půdní typů, které byly odvozeny z lidových půdních “klasifikací”: pojmenování jako černozem, slanec, rendzina, podzol a další byly užívány ruskými, ukrajinskými či polskými zemědělci po staletí. Během historického vývoje byly tyto centrální půdní jednotky ustanoveny jako *nejvyšší taxonomická kategorie* a v průběhu dalšího výzkumu byly dále děleny na jednotlivé podtřídy. Půdní klasifikace tak postupem času narůstaly *horizontálně* (přidávání dalších centrálních jednotek) i *vertikálně* (vnitřní dělení). Ve většině půdních klasifikací jsou tyto archetypy, včetně tradičních názvů, zachovány; v některých ovšem dochází k poněkud jinému způsobu dělení půdního kontinua. Příkladem může být půdní typ slanec, který je ve většině klasifikací chápán jako stabilní půdní archetyp. Výjimkou je ovšem americká půdní klasifikace Soil Taxonomy, která tuto půdní třídu nerozeznává a slanec rozděluje mezi několik půdních jednotek pomocí předpony Natric (značící přítomnost sodných solí).

Důležitým atributem každé klasifikace je její **hierarchie**, tedy posloupnost jednotlivých tříd, zejména pak definice jednotlivých kategorií a vymezení půdních vlastností určených k naplnění těchto definic. Tato formální organizace klasifikací nám umožňuje lépe pochopit, proč jsou

některé půdní znaky a vlastnosti určeny k vymezení vyšších a jiné naopak nižších hierarchických tříd (Krasilnikov et al. 2009). Například přítomnost fluvialních znaků v české klasifikaci i v klasifikaci WRB vymezuje půdy na nejvyšším stupni obecnosti (referenční třídy, první stupeň v hierarchii), ale v americké Soil Taxonomy je to třídící znak až ve třetím stupni hierarchie (Great Groups). Tzv. půdní režimy, užívané v Soil Taxonomy, jsou naopak příkladem vlastností užívaných v různých hierarchických stupních (od druhého po čtvrtý stupeň), vždy v závislosti na dalších půdních vlastnostech. Je třeba si uvědomit, že některé půdní vlastnosti jsou u určitých půdních tříd důležitější než u jiných; například pro identifikaci organických půd bude třeba využít zcela odlišnou sadu diagnostických znaků než u půd minerálních, podobně je tomu u dalších specifických půdních tříd, jako jsou antropogenní půdy, půdy ovlivněné ledem či zasolené půdy. Další možností je využít různé stupně limitů dané vlastnosti pro různé hierarchické stupně: tedy aplikovat danou vlastnost v různých hierarchických třídách, ale s různě nastavenými hodnotami limitních intervalů. Například mocnost histického (organického) horizontu ve WRB musí pro identifikaci referenční třídy Histosol přesahovat 50 cm, zatímco pro přiřazení kvalifikátoru histic u jiného půdního typu je jeho mocnost do 50 cm.

2.4. Terminologie

Terminologii užitou v půdních klasifikacích lze rozdělit do dvou skupin: tradiční neboli **lidové názvy** a **uměle vytvořené názvy**. Princip využití lidových názvů půd a stylizovaných termínů byl poprvé využit ruským pedologem Dokučajevem a jeho pedologickou školou. Dokučajev neshlídal lidové názvy sám, ale využíval existující materiály obsahující řadu těchto názvů. Chápal, že cestou není přejmenovat tyto tradiční názvy, ale pokusit se upřesnit charakter půd, které vymezují, tedy naplnit název co nejpřesnější definicí dané půdní jednotky (Krasilnikov 1999). U tradičních názvů vždy existuje riziko, že různé typy půd budou sdruženy pod jeden název, a naopak že půdy stejného typu budou mít více krajových názvů. Názvy půd odvozené z tradičních pojmenování a dnes využívané ve vědeckých klasifikacích se tak svým obsahem často výrazně liší od původního konceptu dané půdní jednotky (Wilde 1953). Příkladem tohoto odklonu od původního používání tradičního názvu může být *podzol*. Původně byl název podzol používán zemědělci pro jakoukoliv půdu, která měla blízko povrchu vybělený horizont popelavé barvy (zola = rusky popel). Dokučajev poprvé popsal tento “podzol” ve středním Rusku, a to u půd, které dnes přísluší ke třídě Stagnosolů a Planosolů. Dlouhou dobu byl název podzol nebo podzolovaná půda používán souhrnně pro půdy s horizonty vybělenými procesem podzolizace i illimerizace. Dnes už je ve většině klasifikací podzol chápán jako půda vzniklá výhradně procesem podzolizace; pro ostatní půdy jsou používány jiné, většinou uměle vzniklé názvy (Luvisol, Planosol atd.). Tradiční terminologie má nespornou výhodu v “obsažnosti” jednotlivých názvů: názvy půd často odrážejí některou z *důležitých půdních vlastností* (červenka, bělka, smolivka...). Přesto může často dojít k poněkud zavádějícím změnám. Například původně byl tradiční název bělozem v Rusku používán pro půdy s albickým horizontem. Později byl tento název využit pro aridní půdy s obsahem sádry (Gypsisoly; Gerasimov 1979). V tomto případě tak zjevné určení v podobě barvy zapříčinilo přesunutí původního významu na zcela odlišné půdy, podobné pouze jedním atributem, a to právě bělavou barvou. Řada starých názvů půd odvozených zejména z ruských a německých lidových jmen byla takto

využita v národních klasifikacích a jejich původní význam byl většinou *významně posunut či změněn*. Vždy platí, že krajové, místní názvy vždy nejlépe fungují v příslušném národním jazyce; při převodu do mezinárodních či jinojazyčných národních klasifikací ztrácí informační hodnotu.

Jiným přístupem je **konstrukce nových umělých názvů půd**, zcela bez ovlivnění zavedenou či lidovou terminologií. Poprvé přišel s tímto konceptem Guy Smith při přípravě nové americké půdní klasifikace (50.–60. léta 20. století). Tradiční názvy považoval za zavádějící a často matoucí; proto s pomocí filologů sestavil zcela nový systém půdní terminologie, která byla v zásadě mnemotechnická (Heller 1963). Tato nová terminologie byla jako taková *plně funkční*; postupem času se ovšem začaly objevovat národní *deriváty* této americké klasifikace, užívající často stejné či podobné názvosloví s jiným obsahem. Například název Histosol, vyvinutý původně pro americkou klasifikaci je v dnešní době využíván například ve WRB či čínské klasifikaci. Problémem je, že kritéria pro jeho identifikaci jsou v každé klasifikaci odlišná. Podobně i vytváření modifikovaných názvů (například Vertisol–Vertosol, Spodosol–Podosol a další), jako je tomu u australské národní klasifikace (Isbell 2002), vede k dalšímu zmatení. Bohužel jsou tak některé nové, uměle vytvořené názvy ve výsledku stejně zavádějící jako ty tradiční.

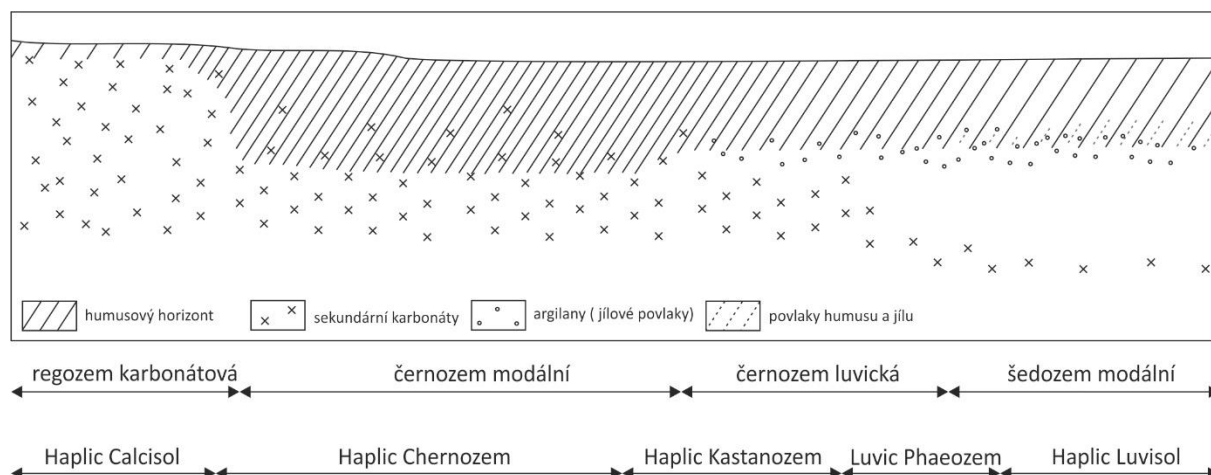
Obecně je zavádění nových pojmenování pro tradiční či ustálené půdní názvy *problematické* z několika důvodů. Za prvé jde o problém prostého přistoupení uživatelů klasifikace (pedologů, zemědělců a dalších) na zavrhnutí tradičních, běžně používaných názvů a *osvojení si zcela nové, uměle vytvořené terminologie*. V případě americké klasifikace byl tento přechod zjednodušen faktem, že uživatelé mohou stále v detailnějším měřítku pracovat s pojmenováním půd na základě tzv. půdních sérií, tedy místních názvů řídících se vazbou na specifický reliéf a matečnou horninu. Za druhé je zde i čistě praktické hledisko, a to nutnost *aktualizace či převodu stávajících půdních map* a související dokumentace tak, aby odpovídaly nově vytvořenému názvosloví (Krasilnikov 2009).

Stávající praxí ve většině klasifikací je použití **kombinaci tradičních názvů půd a názvů uměle vzniklých**, a to zejména pro nově vyčleněné půdní jednotky. Podobnou kombinací je názvosloví aktuální verze WRB i české taxonomie, která využívá jak tradiční místní (hnědozem) a cizí (rendzina, glej, podzol) pojmenování, tak nově vytvořené názvy (kambizem, organozem, regozem).

2.5. Korelace půdních klasifikací

S vývojem různých pedologických škol docházelo k vytváření a aktualizaci národních půdních klasifikací. Problémem je, že, na rozdíl od biologie a geologie, které přicházely do jednotlivých států již v “téměř hotovém” stavu a jejich systematika se tak měnila minimálně, nauka o půdách byla v každém státě *rozvíjena* v podstatě *samostatně*. Každý stát tak vytvářel *vlastní půdní klasifikaci*, většinou v závislosti na konkrétním složení půdního pokryvu. Existence četných národních klasifikací bohužel představuje vážný problém nejen pro odborníky z příbuzných oborů, využívající půdní data, ale i pro samotné pedology. Přes snahy zcela nahradit národní klasifikace obecně platným **mezinárodním systémem** (legenda k Půdní mapě světa FAO, WRB) jsou tyto nadále životaschopné, dochází k jejich častým aktualizacím a jsou součástí řady starších i nově vznikajících mapových a databázových zdrojů. Pokud chceme data z

národních zdrojů využívat pro mezinárodní účely (tvorba map, databází, nadregionální výzkum), je nutno je tzv. **harmonizovat**, to znamená převést data do shodného formátu s co možná nejmenší chybou a ztrátou informací. V případě půdní klasifikace to znamená srovnání a převod, tzv. **korelaci**, mezi jednotlivými systémy. Nejčastěji se tak převádí národní klasifikační systém do mezinárodního (WRB, Soil Taxonomy). Často ke korelaci klasifikací dochází i na národní úrovni, například při aktualizaci starších map či databází využívajících již neaktuální verzi klasifikace.



Obr. 5 Hranice půdních jednotek v různých klasifikacích (nahore Taxonomický klasifikační systém půd ČR, dole World Reference Base 2014). Schéma ukazuje odlišné vymezení obdobných půdních taxonů ve srovnávaných klasifikacích.

Ve svém nejjednodušším smyslu je korelace půdních klasifikací *překladem* jmen půdních tříd, tedy jakýmsi slovníkem, kde každý objekt půdní klasifikace má svou přímou analogii. Podle tohoto schématu bychom tedy převedli půdní typ Kambizem (TKSP) do referenční půdní třídy Cambisols (WRB). Skutečnost je však značně složitější a řada výzkumů a praktických zkušeností s korelací jednotlivých systémů ukázala, že **tento jednoduchý převod je prakticky nemožný** (Shoba 2002, Schad 2008, Zádorová a Penížek 2011). Důvodem je často zcela *odlišné chápání* základních půdních tříd, tvořících opěrné jednotky systému, a dále především *odlišná diagnostika* (metody i použítá kritéria a limity) půdních jednotek (Obr. 5). Tedy i půdní třídy, které se jmenují stejně, jsou často v různých systémech diagnostikovány na základě odlišných kritérií, tedy odlišných limitů různých půdních vlastností (hloubka, mocnost, obsah organického uhlíku, barva, chemické vlastnosti). Odlišnosti v základní diagnostice mají za následek v zásadě dva případy: půdní taxon je v jedné klasifikaci definován *šířeji* než v jiné a naopak, půdní taxony se vzájemně *pouze zčásti překrývají*. Odlišnosti v limitech a kritériích jednotlivých taxonů vznikají z následujících důvodů: jedna klasifikace užívá *kvalitativní* kritéria, druhá *kvantitativní*; obě klasifikace užívají *odlišná kvalitativní kritéria*; obě klasifikace užívají kvantitativní kritéria, ale odlišná či s *odlišnými limity vlastností* (Krasilnikov et al. 2009).

Příkladem *širšího a užšího pojetí* půdního typu je Podzol v české klasifikaci a WRB. V případě TKSP musí být v profilu přítomen eluviální vybělený horizont Ep nad horizonty akumulace chelátů. Ve WRB k diagnostice stačí přítomnost spodického horizontu i bez nadložního E horizontu. Do skupiny Podzols, jak je definována ve WRB, tedy patří jak naše podzoly, tak kryptopodzoly (akumulace seskvioxidů bez diferenciacce na Ep a Bs). Příkladem *částečně se*

překrývajících skupin mohou být naše kambizemě a odpovídající jednotky ve WRB. V případě slabých znaků illimerizace jsou v TKSP řazeny půdy s dominujícím kambickým horizontem do skupiny kambizemí luvických. V případě WRB jsou tyto půdy řazeny do skupiny Luvisols (tedy obdoba našich hnědozemí a luvizemí). Dalším případem jsou *odlišné kvantitativní limity* diagnostických horizontů a vlastností. Například v české klasifikaci je pro zařazení půdy do půdního typu organozem nutný 60 cm mocný organický horizont. V případě WRB je pro třídu Histosols (obdoba organozemí) postačující mocnost 50 cm.

Obecně nejkomplikovanější situace nastává v případě *odlišných půdních archetypů*. Často zde nejde o problém složité diagnostiky, ale prostě o fakt, že jednotky mají zcela jiný centrální koncept a definici, případně jejich ekvivalenty vůbec neexistují. Tak například se WRB jednotky Anthrosols a Technosols rozptylují v Soil Taxonomy mezi Mollisols, Inceptisols či Entisols. Podobným problémem je případ, kdy se základní půdní jednotka v jedné klasifikaci nachází na nižším stupni taxonomické hierarchie v korelované klasifikaci. Například naše rendziny jsou ve WRB popisovány na nižší úrovni jako Rendzic Leptosols či Rendzic Phaeozems.

Závěrem je tedy nutné konstatovat, že názvy jednotlivých půdních tříd nemohou být jednoduše překládány a takto užívány při konverzi půdních map a databází. Převod půdních jednotek vždy provádíme se snahou o co *největší přesnost a s využitím všech dostupných dat*. Velkým problémem, především u materiálů z historických půdních průzkumů, bývá právě dostupnost, podrobnost a využitelnost půdních dat. Nejpresnějším způsobem korelace je převod půdních jednotek s využitím *primárních dat* o jednotlivých půdách (většinou údaje o půdních profilech); jedná se v podstatě o reklasifikaci. Hlavním problémem u popisu profilu je problematická vypovídací hodnota popisných dat (např. údaje o barvě, zrnitosti, struktuře) či odlišný způsob popisu (např. barva není uvedena v Munsellově škále); u kvantitativních dat mohou negativně ovlivnit přesnost převodu jiné laboratorní metody užívané ke stanovení půdních vlastností.

V případě převodu kvalitativní informace (např. o půdním typu, subtypu, erozní formě, substrátu atd.) je možné pro zpřesnění převodu využít výpočet tzv. **taxonomické vzdálenosti** (Moore a Russell 1966). Jedná se o kvantitativní stanovení podobnosti a odlišnosti jednotlivých klasifikačních tříd. Metoda se začala v pedologii využívat již od 60. let minulého století (Hole a Hironaka 1960), ovšem většinou pouze s lokálními datovými soubory. Idea taxonomické vzdálenosti byla znovu použita v posledních deseti letech pro klasifikaci a mapování půdních tříd (Minasny a McBratney 2007, Minasny et al. 2010). Byla také zkoumána její využitelnost při harmonizaci půdních klasifikací (Láng et al. 2013, Zádorová et al. 2020). Při výpočtu taxonomické vzdálenosti lze postupovat dvěma základními způsoby, většinou s ohledem na typ dat, se kterými pracujeme. Prvním způsobem stanovení je *konceptuální přístup*, kdy pracujeme s kvalitativní informací. Taxonomická vzdálenost je vypočtena na základě přítomnosti či nepřítomnosti stanovených základních kritérií (typických vlastností, dominantních půdotvorných procesů) v jednotlivých půdních třídách. Pracujeme tedy s hodnotami 0 a 1 (případně 0,5 pro znak, který se může, ale nemusí vyskytovat). Dalším způsobem výpočtu je numerické stanovení tzv. *centroidů* (průměrných hodnot) určitých základních vlastností pro jednotlivé půdní třídy. Zde do modelu vstupují konkrétní kvantitativní hodnoty; je tedy nutno pracovat s databází poskytující dostatečně velký soubor dat pro stanovení průměrných hodnot (Láng et al. 2013).

2.6. Historie půdní klasifikace

Rozdílnost jednotlivých půd, tedy jejich odlišná podoba, úrodnost či snadnost obdělávání, byla známa zejména rolníkům již dávno před vznikem prvních vědeckých klasifikací. Tato znalost byla využívána také při oceňování půdy a jejím zdanění. První známé třídění půd je doloženo ve staročínské knize **Yugong** (3. tisíciletí př. n. l.), kde byly půdy Číny rozděleny do tří kategorií a devíti tříd na základě barvy, zrnitosti a hydropedologických vlastností; sloužila pro hodnocení půdy (Gong Zitong 1994). Ve starém **Egyptě**, jehož starověký název Kemet označuje úrodnou nivní půdu, byly rozdílné typy orné půdy i značně cenově odlišné. V období **antiky** byly znalosti o půdě dále rozvíjeny, často ve vztahu k rostlinnému pokryvu (Theophrastus). Marcus Portius Cato rozlišoval ve své zásadní knize *De Agri Cultura* řadu typů půd (bílý a červený jíl, tmavá lámavá půda atd.) (Krupenikov 1981). O různých vlastnostech a úrodnosti půd se zmiňuje ve svých Zpěvech rolnických i Vergilius. Rozvinuté hodnocení půd je popsáno rovněž z prostředí **indiánských kultur** Jižní Ameriky; například Aztékové rozlišovali přes 40 názvů půd (Williams 1975). Tato lidová tradice v klasifikaci půd pokračovala i pozdějších obdobích. V **Rusku** byla poprvé systematicky zaznamenána tato lidová znalost o různých typech půd v

Box 1 V.V. Dokučajev



Vasilij Vasilijevič Dokučajev (1846–1903) byl ruský pedogeograf, pedolog, geolog a geomorfolog. Je považován za *zakladatele pedologie* jako vědního oboru. Po studiu Matematicko-fyzikální fakulty v Petrohradě se zabýval především čtvrtohorními sedimenty a půdami evropské části Ruska. Při četných cestách po centrálním a severním Rusku a jižním Finsku studoval geologické struktury a geologickou činnost řek (práce *Způsoby utváření říčních údolí evropské části Ruska*). Jeho zásadní dílo *Ruská černozem* vzniká poté, co v roce 1882 přijímá nabídku oblastní správy Nižného

Novgorodu prozkoumat geologické a půdní poměry oblasti. Ve spisu popisuje prostorové rozšíření, složení a strukturu černozemí, taktéž způsob jejich vzniku a jejich klasifikaci. Výzkum započatý v roce 1882 publikuje ve 14 svazkovém díle *Klasifikace půd Nižnonovgorodské gubernie*, které obsahuje pedologickou a geologickou mapu.

Dokučajeva je nutno chápat jako *zakladatele ruské pedologické školy*, která, spolu s americkou, udávala zásadní ráz ve výzkumu půd minimálně první polovinu 20. století. Byl zřejmě prvním vědcem, který prováděl rozsáhlé geografické výzkumy různých půdních typů; zasloužil se též o rozvoj půdního mapování. Představil myšlenku geneze půd jako souboru faktorů, v nichž zásadní roli hraje nejen substrát, ale i klimatické a topografické vlastnosti a čas. Tento koncept vedl i k vytvoření *první půdní klasifikace*. Jeho myšlenky byly dále rozvíjeny četnými pedology, včetně Hanse Jennyho, zásadního představitele americké pedologické školy. Řada ruských termínů a názvů půd přešla do mezinárodního pedologického slovníku (černozem, podzol, glej, solončak).

16. století za účelem zhodnotit půdní bohatství země; průzkum probíhal pomocí rozhovorů s rolníky o jejich půdě, její kvalitě a úrodnosti. Výsledně byly půdy tříděny na základě jejich krátkých popisných charakteristik jako chudé písčité půdy, kamenité půdy atd. (Krasilnikov et al. 2009).

V **19. století** byl v **Rusku** prováděn *pravidelný průzkum* půd a získaná data, stejně jako seznam lidových názvů půd, vycházela v rámci série jakýchsi statistických ročenek o Rusku. Tyto informace byly rovněž základem prvních půdních map Ruska, které jsou tedy postavené na etnopedologických základech (Krasilnikov 1999).

Poněkud odlišná situace panovala v 18. a 19. století v **západní Evropě a USA**. Agronomie se rozvíjela *nezávisle* na lidových znalostech. Bylo to dáno tím, že zemědělci byli v otázkách obdělávání půdy spíše konzervativní a naopak progresivní agronomie hledala nové cesty, jak uspokojit rostoucí populaci. Půda byla sledována v polních i laboratorních podmínkách a byla klasifikována na základě empirických parametrů, textury, obsahu humusu a dalších. Postupně byl průzkum prohlouben a popisovány byly nejen svrchní část půdy, ale i hlouběji ležící horizonty. Přesto všechny tyto výzkumy postrádaly vědecký základ, teorii vysvětlující vznik a rozmístění půd. Metody i terminologie byly často vypůjčeny z příbuzných oborů, sedimentologie či agronomie. Klasifikace půd nebyla dosud systemizována, jednalo se pouze o seznam jednotlivých půdních skupin.

Box 2 *Americká pedologická škola*

Dokučajevův koncept byl dále rozvíjen i na území USA. V prvním období se o to zasloužil zejména **Curtis Marbut** (1863–1935), ředitel americké půdní služby, pod jehož vedením byla představena i první americká klasifikace. Koncept zprvu upřednostňoval půdní profil jako hlavního nositele informace o půdě a poněkud podceňoval variabilitu půd.



Velký vliv na další vývoj měla činnost **Eugena Hilgarda** (1833–1916; na obrazení), který ve své koncepci *klimatických zón* položil základ pro chápání klimatu jako jednoho z hlavních faktorů řídících rozčlenění půd. Již od počátku byla americká klasifikace silně morfologická, znaky půd byly upřednostněny před jejich vývojem. Morfologický charakter klasifikace taktéž odpovídal těsnému sepětí systematiky a mapování půd s jejich oceňováním a managementem. Zásadní postavou americké i světové pedologie byl **Hans Jenny** (1899–1992), který v roce 1941 představil tzv. *rovnici vzniku půdy* (CLORPT), matematický vztah, který spojuje půdní vlastnosti s podmínkami prostředí a chápe je jako jejich funkci. Ve své práci shrnul a objasnil řadu základních principů moderní pedologie. Jennyho rovnice byla na počátku 21. století adaptována pro účely digitálního mapování půd do tzv. modelu SCORPAN (McBratney et al. 2003).

Přibližně od poloviny 17. století zaznívaly v rámci nově vznikajících vědeckých společností návrhy na vytvoření *půdních klasifikací na vědeckých základech*. Od této doby začaly disciplíny jako agrochemie, geografie či geologie produkovat řadu podkladů pro pomalu se rozvíjející pedologii. Jako o samostatné vědě o ní však můžeme hovořit až v 19. století, kdy se v podstatě paralelně rozvíjely dvě nejvýznamnější pedologické školy: **ruská** (Dokučajev a jeho současníci a pokračovatelé, např. Sibircev a Glinka) a **americká** (Hilgard a kolegové).

Na konci 19. století představuje Vasil Vasilijevič **Dokučajev**, ruský mineralog a kvartérní geolog, svou doktorskou práci s názvem *Ruská černoze* (Dokuchaev 1883), která předkládá vědeckou teorii o vzniku půd a udává nový směr výzkumu o půdách. Přibližně o desetiletí

později vychází **Hilgardova** (1892) studie o vztahu půd ke klimatickým regionům, dávající základ pro koncept tzv. *klimatických zón*. Dokučajevův přístup k formování půd nebyl zcela nový; řada výzkumníků, mezi jinými i Darwin, již dříve rozlišovala vertikální členění půdy na horizonty, další, například Lomonosov, chápali závislost tvorby půd na klimatu a dalších environmentálních faktorech. Přesto až po uvedení Dokučajevovy práce byly rozvíjeny skutečně *komplexní teorie vysvětlující vznik a geografické rozmístění půd*. Z těchto teorií vycházely i první ruská a americká (Coffey 1912) klasifikace půd; byly tedy založeny na genetickém přístupu s půdotvornými faktory jako hlavními parametry pro třídění půd. Názvy půd, například černozem, slanec či rendzina, byly často přejímány z lidových pojmenování. A nejednalo se pouze o názvy, přejímány byly i centrální koncepty půdních jednotek, výše zmíněné archetypy. Dnešní klasifikační systémy tedy spojují tři základní složky: lidovou znalost, empirický výzkum a vědecké teorie.

V průběhu zejména **druhé poloviny 20. století** vznikala, spolu s vývojem obecné pedologie a rozvojem poznatků o půdách, řada **národních klasifikací**. Kromě rozvoje vědy jako takové byly požadavky na vznik utříděných a propracovaných klasifikačních systémů motivovány především *intenzifikací zemědělství* po druhé světové válce a s ní spojenými nároky na informace o vlastnostech půd a jejich produkčním potenciálu. Impulsem pro jejich poměrně bouřlivý rozvoj byl VI. Kongres půdoznalecké společnosti, konaný v roce 1956 v Paříži, a další intenzivní mezinárodní spolupráce při sestavování půdních map Evropy a světa. V průběhu 70. a 80. let vedle sebe existovaly tři hlavní teoretické směry, aspirující na referenční světovou klasifikaci: *americký* s důsledně propracovanou diagnostikou a novou nomenklaturou, *francouzský* s dobře rozpracovanými půdami tropů a subtropů a *ruský* s geneticko-agronomickým pojetím (Němeček et al. 1990). Zejména prvně jmenovaný se postupně začal prosazovat jako mezinárodní referenční systém, a to především pro označování půd ve vědeckých publikacích. Lze však říci, že další vývoj půdní klasifikace nešel, oproti četným předpokladům a snahám, směrem k jednotné mezinárodní klasifikaci, ale spíše naopak. V posledních třiceti letech tak byla představena řada **aktualizovaných verzí** národních klasifikací (USA, Česká republika, Polsko, Austrálie, Rusko, Slovensko, Francie, Čína, Brazílie, Irsko...). V tomto období je již jasně patrné směřování půdních klasifikací od genetického konceptu k přístupu morfologickému. Tento vývoj logicky odráží snahy o zpřesnění a zobektivizování půdní klasifikace a zvýšení počtu informací, které každá půdní třída obsahuje. Na druhé straně je třeba připomenout, že neúměrné navyšování diagnostických kritérií s sebou často nese zvýšené časové a finanční nároky na diagnostiku a značnou komplexitu jednotlivých klasifikací, kdy většinou ani odborník není schopen přesně klasifikovat půdu bez pomoci příslušného manuálu.

Kromě národních systémů byla od 70. let minulého století vyvíjena i platforma pro korelaci jednotlivých národních systémů, **World Reference Base for Soil Resources**, která současně slouží i jako legenda pro mezinárodní mapování půd. Předchůdce tohoto systému nacházíme v podobě legendy k Půdní mapě světa 1:5 000 000, která vznikla v gesci FAO v roce 1974 a vzhledem k měřítku mapy zachycovala pouze hlavní rysy světových půd (FAO 1971—1981). První vydání WRB v roce 1998 již předkládalo propracovanější systém fungující na teoretických principech. Následovaly další dvě verze (2006, 2014) přinášející další rozšíření diagnostiky i klasifikovaných půdních znaků. Přesto, že některé státy přijaly WRB jako primární půdní klasifikaci pro zpracování národních půdních map a databází, nestala se WRB

univerzálně platným systémem; většina států nadále využívá národní klasifikaci a WRB slouží jako *komunikační báze* v mezinárodním styku, podobně jako americká Soil Taxonomy. V několika posledních letech se vzhledem k rostoucímu tlaku na pořizování mezinárodních dat hovoří o zavedení nové Univerzální klasifikace půd (Michéli et al. 2016).

3. PŮDNÍ KLASIFIKACE V ČESKÉ REPUBLICE

3.1. Vývoj půdní klasifikace u nás

Praktická snaha třídit půdy dle různých kritérií byla patrná již od samého počátku rozvoje půdoznalství na našem území. Tyto snahy však neměly jednotný koncept a pevný teoretický základ (Kopecký 1928), proto nemůžeme hovořit o klasifikaci půd v pravém slova smyslu. Často byly ve vědeckých publikacích přebírány různé *zahraniční koncepty* a více či méně upravovány pro potřeby našeho státu (Klika a Novák 1941). Josef Kopecký (1928) například hovoří o třídění půd podle “skladby půdní”, čili na základě textury, obsahu humusu a karbonátů (půdy jílové, prchlicové), podle “fyzikálního rázu” (soudržnost a přilnavost), na základě geologického původu, podle minerální síly, třídění klimatické a třídění ekonomické (dle vhodnosti pro pěstování hlavních plodin).

Box 3 Významné osobnosti české pedologie



Mimořádným způsobem se do rozvoje české pedologie zapsal **Josef Kopecký** (1865–1935). Jednak jako pedagog, působil jako profesor pedologie, klimatologie a meteorologie na ČVUT v Praze, jednak jako vědec. V roce 1897 sestrojil přístroj pro *zrnitostní rozbor půd*, který byl pro svou jednoduchost, přesnost a časovou nenáročnost rozborů používán i v zahraničí. Velmi rozšířené byly jeho metody pro určování fyzikálních charakteristik půd, zejména pórovitosti, vodní a vzdušné kapacity, a jeho klasifikační stupnice pro třídění půd a zemin a stupnice pro určení hloubky a rozchodu drenáže. Je pokládán za zakladatele *půdoznalecké kartografie* u nás a autorem metody *bonitování* půd pro účely scelování pozemků. Po vzniku Československa v roce 1918 zorganizoval při ministerstvu zemědělství Státní výzkumný ústav pro agrometeorologii a bioklimatologii a stal se jeho ředitelem.



Pravděpodobně nejvšestrannějším českým pedologem 20. století byl **Jaroslav Spirhanzl-Duriš** (1889–1960). Byl nejen propagátorem půdoznalství a zemědělství, ale také významným kreslířem, překladatelem a „básníkem Českého Meránu” (okolí Sedlce). Položil základy *agropedologické kartografie*, při tvorbě map se opíral o svůj dokonalý přehled o genetické typologii půd. Již ve 40. letech navrhoval komplexní zmapování půd v Československu. Sestavil *Klíč k určování hlavních typů našich půd* a aktivně se podílel na úpravě pedologického názvosloví. Od r. 1920 pracoval ve Výzkumném ústavu agropedologickém a bioklimatologickém v Praze, r. 1925 byl jmenován jeho přednostou a pak ředitelem.

Hlavním oborem vědecké i pedagogické činnosti **Josefa Pelíška** (1909–1993) byla *lesnická pedologie*, věnoval se také kvartérní geologii a paleopedologii. Řešil problematiku geneze a klasifikace půd, dynamiky půdotvorných procesů a zákonitosti výškové pásmovitosti lesních půd.

Vladimír Kosil (Gössl; 1898–1977) byl první rektorem VŠZ v Praze, zabýval se *mechanikou a fyzikou půdy*, koloidními složkami půdy, genetikou půdy a mapováním půd. Inicioval a prosadil provedení *Komplexního průzkumu půd*, jenž se stal základem znalostí o našich půdách a počátkem rychlého rozvoje české a slovenské pedologie.



Jan Němeček (1928–2013) působil jako vědecký pracovník VÚMOP a od 90. let 20. století jako profesor na ČZU v Praze. Jeho mezinárodně uznávaná vědeckovýzkumná činnost byla zaměřena na *diagnostiku, systematiku a mapování půd* ČR, zastával funkci koordinátora Komplexního průzkumu půd. Podílel se na bonitaci půd, stanovení K-faktoru půdní eroze, věnoval se hodnocení kontaminace půd a její ochraně. Rovněž se zabýval zpracováním materiálů pro půdní mapu Evropy, byl hlavním tvůrcem Taxonomického klasifikačního systému půd ČR a podílel se na přípravě Atlasu půd České republiky.

Jaroslav Spirhanzl (Klika a Novák 1941) doporučuje třídění podle Stebuta (1930) či Sibirceva (1901). Pelíšek zavádí poprvé v roce 1957 ucelenou *typologii lesních půd* na genetických základech. Rozlišuje deset základních tříd, které dále dělí na půdní typy, subtypy, formy a variety.

První komplexní systematika zemědělských půd, **Geneticko-agronomická klasifikace půd** (Němeček et al. 1967), byla u nás vytvořena v 60. letech pro potřeby **Komplexního průzkumu půd**. Jednalo se o klasifikaci spočívající na genetickém základě, která současně odrážela rozhodující, agronomicky důležité znaky a vlastnosti půd, umožňující optimalizovat zemědělskou výrobu. V hierarchické klasifikaci byly rozlišovány následující půdní taxony: genetický půdní typ, subtyp, varieta a erozní forma, nezávisle byla hodnocena také tzv. litogenní varianta, která byla charakterizována substrátem, zrnitostí a skeletovitostí. Klasifikace lesních půd byla dále propracována v 60. a 70. letech v rámci **lesotypologického průzkumu** (Houba 1965, 1970, Plíva 1971, 1976). Postupné sjednocování lesní a zemědělské klasifikace a větší důraz na morfologii půd vedly ke vzniku **Morfogenetického klasifikačního systému půd Československa** (Hraško et al. 1987, 1991). Přímým impulsem pro vytvoření nového klasifikačního systému byla příprava legendy k Syntetické půdní mapě 1:200 000 a 1:50 000. Systém byl řešen jako bazální půdní klasifikace s uplatněním zásady neklasifikovat nepůdní znaky (tedy půdotvorné činitele a režimy). Genetická koncepce byla použita pouze jako teoretický základ kategorizace a při výběru diagnostických znaků. Systém rozlišoval pět taxonomických úrovní. První klasifikační systém půd v samostatné České republice, **Taxonomický klasifikační systém půd ČR** (Němeček et al. 2001) byl vytvořen v roce 2001. Ve svém druhém upraveném vydání (Němeček et al. 2011) je aktuálně platným klasifikačním systémem pro zemědělské i lesní půdy ČR. V členění a názvosloví reaguje na aktuální vývoj mezinárodních klasifikačních systémů snahou přiblížit nejvyšší taxonomické kategorie mezinárodně uznávaných půdním jednotkám.

Při popisu diagnostických horizontů a půdních jednotek v různých půdních klasifikacích u nás budeme vycházet z aktuálně platné klasifikace TKSP, se kterou budou historické klasifikace následně porovnávány.

3.2. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky

Aktuální klasifikační systém půd ČR je výsledkem snahy o vytvoření *moderní klasifikace* založené na **přesné diagnostice půdních horizontů a vlastností**, která bude svou strukturou a názvoslovím porovnatelná s mezinárodními klasifikacemi. Představuje bazální taxonomickou klasifikaci půd, budovanou na základě zobecnění poznatků o vlastnostech pedonů. Klasifikační systém je reprezentován hierarchickou, několikastupňovou *taxonomickou klasifikací*, zahrnující taxonomické kategorie různého stupně zobecnění (Němeček et al. 2011). Oproti dřívějším klasifikacím nepreferuje jednoznačně znaky půd měřitelné v terénu, ale stejnou měrou uplatňuje při diagnostice i *analytické* půdní vlastnosti. Nejvyšší taxonomické kategorie (referenční třídy, půdní typy a subtypy) jsou hodnoceny podle diagnostických horizontů a znaků, které se vyskytují *níže 25 cm* (tabulka 1). Tak je možné diagnostikovat **lesní i zemědělsky využívané půdy**. Horizonty a vlastnosti do 25 cm pod minerálním povrchem půdy a formy nadložního humusu jsou hodnoceny na úrovni variet a ekologických fází, trofismus a znaky kontaminace na úrovni subvariet a degračních fází.

Cílem vytvoření jednotného klasifikačního systému bylo: i) stát se základem novelizovaného průzkumu půd ČR, umožnit vypracování jednotné půdní mapy ČR ve velkém měřítku, ii) umožnit zdokonalení půdních map středních měřítek, iii) umožnit zapojení ČR do mezinárodní spolupráce na úseku vývoje jednotného klasifikačního systému WRB, iv) umožnit integraci ČR do mezinárodních projektů zabývajících se otázkami ochrany a hodnocení půdy, v) využít klasifikační systém v pedagogické práci, v propagaci pedologie mezi odborníky jiných disciplín i mezi pracovníky zabývajících se praktickými otázkami hodnocení půdy. TKSP se uplatňuje v klasifikaci půdních jednotek v *lesotypologické klasifikaci* i v systému *bonitovaných půdně ekologických jednotek*.

3.2.1. Taxonomické úrovně

TKSP rozeznává několik taxonomických úrovní lišících se ve stupni zobecnění.

Referenční třídy půd jsou nejobecnějším (tzn. nejvyšším) taxonem zahrnujícím velké skupiny půd seskupených podle *hlavních rysů jejich vývoje*. Názvosloví těchto tříd bylo zvoleno tak, aby odpovídalo nomenklatuře zahraničních systémů, zejména WRB. Název třídy končí vždy koncovkou -sol (Leptosoly, Kambisoly atd.).

Půdní typy jsou *centrální jednotky* klasifikačního systému. Jsou charakterizovány diagnostickými horizonty a jejich sekvencemi (tedy uspořádáním půdního profilu) a diagnostickými znaky (např. fluvické znaky, znaky eroze atd.). Z hlediska názvosloví se vyskytují jak tradiční názvy (glej, rendzina, podzol), tak názvy nově tvořené, s koncovkou -zem (regozem, litozem...).

Půdní subtypy představují výrazné *modifikace půdního typu* – zahrnují jak centrální, typické, pojetí půdního typu (modální subtyp), tak přechody k jiným půdním typům (např. kambický, luvický, rankerový s.), projevy hydromorfismu (oglejený, glejový s.), výrazné rysy zrnitostního složení (pelický, arenický s.), nasycení sorpčního komplexu (dystrický s.), antropické ovlivnění (antropický s.) a další. Půdní subtypy jsou označeny adjektivem umístěným za názvem půdního typu.

Půdní variety charakterizují výskyt horizontů a znaků *do hloubky 25 cm* od minerálního povrchu (u lesních půd se jedná např. o mikropodzolizaci, mělké melanické či umbrické horizonty). Dále vyjadřují méně výrazné znaky hydromorfismu, okyselení, zasolení.

Půdní subvariety charakterizují (zejména u kambizemí) trofismus. **Ekologické fáze** vyjadřují formy nadložního humusu lesních půd. **Degradační a akumulární fáze** pak definují projevy antropogenního ovlivnění (kontaminace, intoxikace, eroze a akumulace a pedokompakce).

Kromě těchto kategorií jsou rozlišovány ještě tzv. **hlavní a lokální substrátové půdní formy**, vyjadřující typ substrátu a jeho vlastnosti důležité z hlediska pedogeneze. Tyto kategorie mohou být spojeny s jakoukoliv taxonomickou úrovní; jsou nezbytné především při sestavování půdních map.

3.2.2. *Diagnosticke horizonty*

V tabulce 1 je uveden stručný přehled diagnostických horizontů rozlišovaných v TKSP za účelem klasifikace půdních jednotek (Němeček et al. 2011).

Tabulka 1 Přehled diagnostických horizontů TKSP se stručnou charakteristikou

Typ horizontu	Diagnosticke horizont	Charakteristika
Organické horizonty – O, T	Organické horizonty obsahují > 12–18 % Cox (hm.), > 20–30 % organických látek (obj.).	
<i>anhydrogenní O</i>	h. opadanky L h. drti H h. měli M	Vznikají na propustných půdách, které nejsou zamokřené. Dále rozlišujeme podle charakteru organického materiálu a stupně jeho rozložení.
<i>hydrogenní Ot</i>		Vznikají na zamokřených organických půdách nebo na minerálních půdách, které jsou větší část roku zamokřené.
<i>rašelinné T</i>	fibrický Tf mesický Tm saprický Ts humolitový Th	Vznikají rašeliněním organických zbytků rostlin v podmínkách dlouhodobého převlhčení. Horizonty dále dělíme dle zastoupení nerozložených organických látek.
Organominerální povrchové h. (epipedony) – A	Povrchové minerální horizonty s biogenní, případně antropickou akumulací humifikovaných organických látek do obsahu 20–30 % (hm). Množství nerozložených OL většinou <5 %.	
<i>kulturní</i>	orniční Ap drnový Ad antropický Az	Humusové horizonty ovlivněné lidskou činností různé intenzity (od běžné kultivace po výraznější zásahy)

Typ horizontu	Diagnostický horizont	Charakteristika
<i>anhydromorfní</i>	iniciální Ai lesní Ah drnový Ad melanický Am černický Ac andický Aa tirsový As umbrický Au ochrický Ao	Přírozené humózní horizonty lišící se obsahem a kvalitou humusu, hloubkou či barvou.
<i>hydrogenní</i>	hydrogenní A..n, A..g zrašelinělý At	Humózní horizonty vznikající v prostředí trvalého či periodického převlhčení. Dále rozlišujeme podle obsahu humusu a nerozložených organických látek a podle výskytu novotvarů.
Podpovrchové horizonty – E, B, G	Horizonty ležící pod horizonty biogenní akumulace organických látek; pokud obsahují zvýšený obsah organických látek, jedná se o iluviované organické látky nebo vlastnosti substrátu.	
<i>Vysvětlené, jílem nebo oxidy Fe, Mn ochuzené E</i>	plavohnědý ochuzený Ev vybělený albický E vybělený nodulární En hydrogenní vybělený Ew	Horizonty ochuzené o různé látky (jíl, humus, seskvioxydy ad.), často světlé až vybělené.
<i>Kambické</i>	hnědý Bv chromický Bj pelický Bp andický Ba	Horizonty vzniklé procesem vnitropůdního zvětrávání
<i>Spodické</i>	rezivý Bvs humuso-seskvioxidický Bhs seskvioxidický Bs humusoiluviální Bh ortštějnový Bsd	Okrové až rezivé horizonty s vysokým obsahem mobilních organominerálních komplexů (chelátů), nasycené hliníkem.
<i>Luvické, jílem obohacené</i>	luvický - šedý Bth - hnědý Bt - lamelární Btb - degradovaný Btd - oglejený natrický Bn	Jílem obohacené horizonty s iluviálními povlaky koloidů na povrchu pedů. Dále rozlišujeme dle typu migrujících látek (jíl, humus, sodík), struktury horizontu či stupně hydromorfismu.

Typ horizontu	Diagnostický horizont	Charakteristika
<i>Mramorované redoximorfní</i>	mramorovaný Bm, Bmp, Bmt	Periodickým převlčením výrazně hydromorfně přetvořené kambické a luvické horizonty.
<i>Glejové, reduktomorfní</i>	reduktomorfní G reduktomorfní s rezivými novotvary Go - oxidačně-redukční Gor - redukčně oxidační Gro	Horizonty vytvářející se v dlouhodobě vodou nasycené zóně s šedou, zelenošedou až modrošedou barvou půdní matrice, případně rezivými novotvary.
<i>Horizonty akumulace solí</i>	kalcický K salický S	Horizonty relativně obohacené karbonáty či snadno rozpustnými solemi.
<i>Ztvrdlé a cementované</i>	ortštejn Bsd fragipan ..x	Horizonty ztvrdlé či cementované v důsledku specifických procesů v půdě.
Substráty a horizonty níže sola – C, M, R, D	půdotvorný substrát C souvrvství substrátu vzniklého z těžce horniny IIC půdní sediment M skeletovitý rozpad pevné horniny Cr pevná hornina R podložní hornina odlišná od substrátu D	Horizonty minimálně přeměněné pedogenezí, vyskytující se pod samotným půdním tělem.

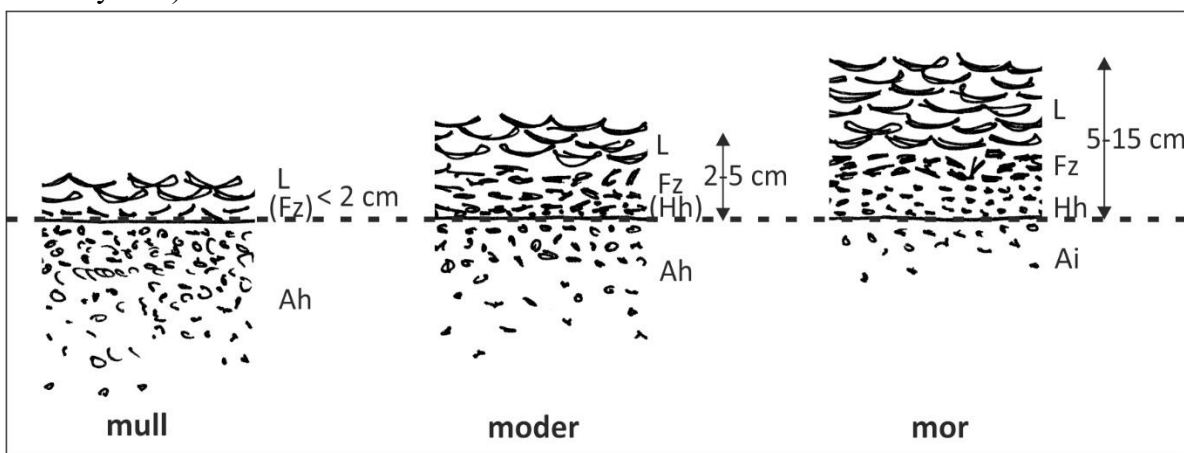
3.2.2.1. ORGANICKÉ HORIZONTY

Organické horizonty anhydrogení a hydrogení, často též zvané jako horizonty nadložního humusu lesních půd, se mohou vyskytovat jak v nezamokřeném (anhydrogení, celkové označení O), tak v zamokřeném (hydrogení, označení Ot) prostředí.

A. Anhydrogení organické horizonty tvoří nadložní humus v dobře odvodňovaném prostředí, který sestává ze souboru několika horizontů (v různém zastoupení). Horizont **opadanky** (L) je tvořen relativně *čerstvým* rostlinným opadem (jehličí, listy, kůra, odumřelé části rostlin) bez známek zjevného rozkladu, jehož původ je snadno rozeznatelný. V tomto horizontu většinou chybí humifikovaný materiál. Horizont **drti** (fermentační, F) se nachází pod horizontem opadanky. Tvoří jej *částečně rozložené organické zbytky*, jejichž původ je většinou ještě *rozeznatelný*. Podle typu materiálu a hlavních rozkladných činitelů dále rozeznáváme mykogenní horizont drti (Fm) plst'ovitěho charakteru, který je typický prorůstáním rostlinných zbytků mycelii hub, zoogenní horizont drti (Fz) kypré struktury s intenzivní činností půdní fauny a amfigenní horizont drti (Fa), který tvoří přechod mezi oběma výše zmiňovanými typy. Pod částečně rozloženým fermentačním horizontem se nachází horizont **měli** (humifikační, H), tvořený rostlinnými zbytky v *silném stupni rozkladu* s převažujícím podílem *humifikovaného* materiálu. Dále rozlišujeme humusový horizont

Box 4 *Typy nadložního humusu lesních půd*

Na základě charakteru a mocnosti jednotlivých horizontů nadložního humusu (L, F, H) rozlišujeme u lesních půd tzv. typy nadložního humusu (Green et al. 1993; Obr. 6). Ty odpovídají podmínkám pro rozklad organických látek. **Mor** se tvoří za podmínek nepříznivých pro rozklad a transformaci organických látek, a to převážně na *kyselých*, minerálně chudých půdách v *chladném a vlhkém klimatu*. Hlavním zdrojem organických látek je kyselý opad *jehličí* a odumřelé části acidofilních rostlin. Rozkladně působí především houby a plísňe, v omezené míře zooedafon. Pod horizontem opadanky se typicky vyskytuje mykogenní Fm horizont s vrstevnatou strukturou. Horizont měli je nestrukturní, většinou ostře oddělený od Ah. Podle dalších specifických znaků rozdělujeme různé typy moru, např. drťový, mělový, reziduální, drnový, včetně hydrogenních forem (hydromor, fibrický a mesický mor).



Obr. 6 Základní formy nadložního humusu u lesních půd s vyznačenými organickými horizonty

Moder reprezentuje přechodnou formu nadložní humusu mezi morem a mulem. Podobně jako u moru zde dochází k akumulaci částečně humifikovaných organických látek na povrchu půdy; aktivita půdní fauny při rozkladu je ovšem vyšší, většinou dominuje *zoogenní horizont* drti s kyprou strukturou a častými exkrementy půdní fauny. Horizont měli není většinou ostře oddělen od Ah. Moder vzniká v pro rozklad OL příznivějších podmínkách, než je tomu u moru, a to pod *jehličnatými i listnatými lesy*. Kromě typického moderu rozlišujeme dále morový, mulový, vápnitý, drnový moder a hydromoder.

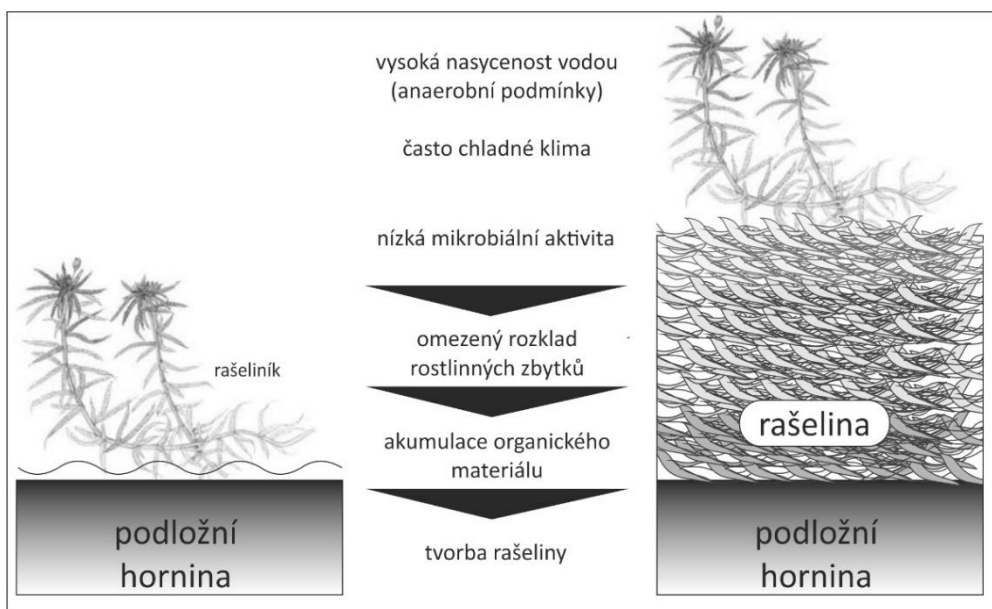
Mul vzniká za velmi *příznivých podmínek* pro rozklad organické hmoty, a to především pod *listnatými nebo smíšenými lesy* v mírném až teplém klimatu, na úživných, propustných půdách. Pro mul je typický dobře vyvinutý humózní A horizont černohnědé barvy. Vyskytovat se mohou v různém složení a mocnosti i ostatní nadložní horizonty, jak opadanka, tak zoogení horizont drti Fz, tak zoogenní horizont měli Hz. Celková mocnost horizontů F a H je však menší než 2 cm. Organická hmota je do A horizontu zapracována zejména činností žížal. Působení zooedafonu, bakterií a aktinomycet je velmi intenzivní a vede k rychlému rozkladu organické hmoty. Struktura A horizontu je vlivem značného výskytu exkrementů půdních živočichů většinou drobtovitá. Z anhydrogenních typů mulu rozlišujeme pravý, vápnitý, drnový a semimul, z hydrogenních potom hydromul.

měli (Hh) se zcela převládajícími amorfními černě zbarvenými částicemi a chybějícími exkrementy půdní fauny, zoogenní horizont měli (Hz) typický velkým množstvím exkrementů půdní fauny, které tvoří podstatnou část organické složky, a reziduální horizont měli (Hr), ve kterém převažují jemné amorfní částice, ale jsou přítomny i rozpoznatelné rostlinné zbytky. Na základě vzájemného poměru, typu a mocnosti jednotlivých organických horizontů rozlišujeme u lesních půd jednotlivé typy nadložního humusu.

B. Hydrogenní organické horizonty vznikají na půdách po většinu roku *zamokřených*. Organický materiál je v různém stupni rozkladu, tvorba humusu je ovlivněna povrchovým převlhčením nebo vysoko ležící hladinou podzemní vody. Podle typu materiálu a hlavních rozkladných činitelů dále rozeznáváme hydrogenní horizont fibrický (Of), který je tvořen málo rozloženými rostlinnými zbytky, hydrogenní horizont mesický (Om), který se skládá z částečně rozložených rostlinných zbytků i dobře rozloženého organického materiálu a horizont humusový (Oh), který je tvořen z více než 90 % dobře rozloženými humusovými látkami.

Box 5 ***Rašelinění***

Rašelinění (ulmifikace; Obr. 7) je proces hromadění a přeměny organických látek v podmínkách, kdy je rozklad rostlinných zbytků zpomalován: i) dlouhodobým nasycením půdního profilu vodou, ii) nízkými teplotami, iii) extrémní aciditou či oligotrofií nebo iv) vysokými hodnotami elektrolytů či organických toxinů. Dochází tak k *nekompletní biodegradaci*, kdy je zpracována pouze část organického materiálu. Mikrobiální činnost je v těchto podmínkách slabá, uplatňují se především anaerobní *bakterie*. Stupeň rozkladu organického materiálu i množství minerálního materiálu obsaženého v rašelinách se mohou lišit.



Obr. 7 Proces postupného přirůstání rašeliny v podmínkách nepříznivých pro rozklad rostlinných zbytků

C. Rašelinné horizonty (T) vznikají rašeliněním (ulmifikací) organických zbytků v podmínkách *dlouhodobého převlhčení*. Podle původu rostlinného materiálu je lze zpravidla

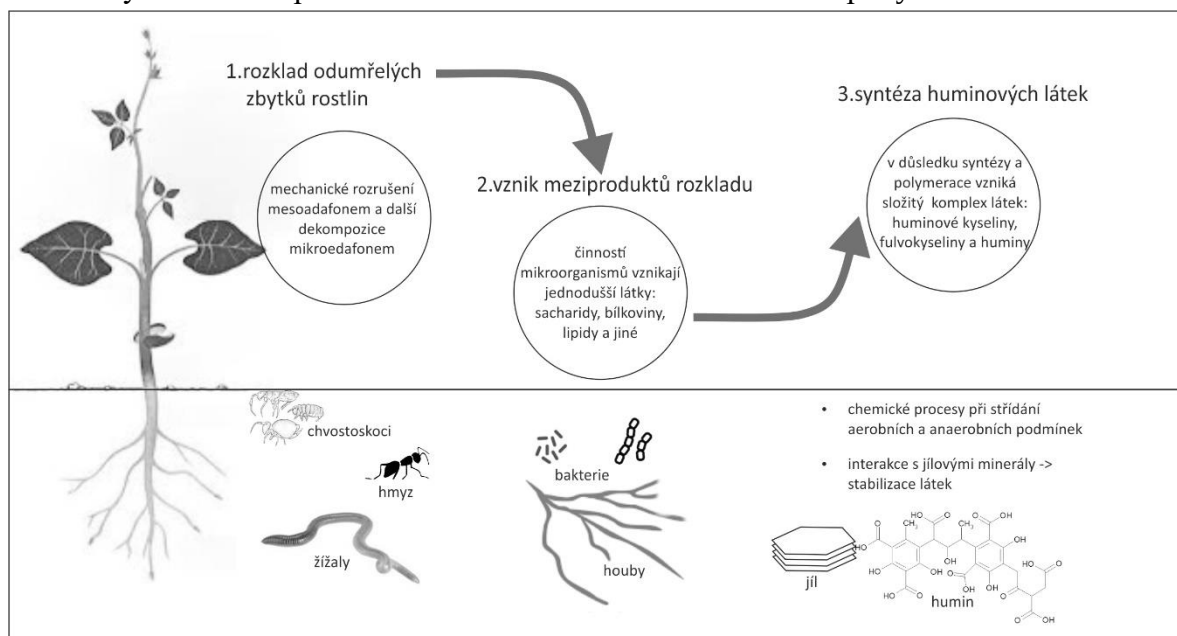
rozlišit na jednotlivé vrstvy (rašeliníková, ploníková, rákosová...). Dle podílu nerozložených organických látek rozlišujeme následující typy horizontů: **fibrický** horizont (Tf) obsahující více než $\frac{2}{3}$ objemu nerozložených organických látek (objemová hmotnost pod $0,07 \text{ g/cm}^3$), **mesický** horizont (Tm) obsahující $\frac{1}{3}$ – $\frac{2}{3}$ nerozložených organických látek (objemová hmotnost ($0,07$ – $0,18 \text{ g/cm}^3$)), **saprický** horizont (Ts) obsahující méně než $\frac{1}{3}$ nerozložených organických látek (objemová hmotnost nad $0,18 \text{ g/cm}^3$) a **humolitový** horizont s výrazným přimísením minerálních částic.

3.2.2.2. ORGANOMINERÁLNÍ HORIZONTY

Organominerální horizonty (A; rovněž humózní horizonty či epipedony) jsou povrchové horizonty s akumulací (biogenní, antropogenní) humifikovaných organických látek (humusu) do obsahu 20–30 %. Množství nerozložených organických látek nepřesahuje 5 %. Podobně jako organické horizonty mohou vznikat v anhydromorfním i hydromorfním prostředí.

Box 6 *Humifikace*

Proces humifikace je zásadním pedogenetickým procesem, při kterém dochází k přeměně organického materiálu na *humus* (Obr. 8). Proces zahrnuje rozklad i syntézu látek při střídání aerobních a anaerobních podmínek za vzniku řady meziproduktů (kyseliny, fenoly). Výsledným produktem humifikace jsou *humínové látky* (humínové kyseliny, fulvokyseliny nebo huminy) – stabilní látky, v nichž je poután uhlík a energie. Humínové kyseliny jsou tmavší, vyvráždější a z hlediska půdních vlastností příznivější (vysoká sorpční schopnost, nízká mobilita) než světlejší, kyselejší a silně mobilní fulvokyseliny. Humin se od ostatních humínových látek liší především silnou vazbou na minerální fázi půdy.



Obr. 8 Schéma procesu humifikace, kdy z odumřelých zbytků rostlin vznikají humínové látky – půdní humus.

A. Anhydromorfní humózní horizonty dělíme podle jejich mocnosti, barvy, obsahu a kvality humusu, případně dalších vlastností na následující typy. **Iniciální** (Ai) horizont má velmi malou

mocnost (do 5 cm) a nízký obsah humusu (do 1 %). Vyskytuje se především u velmi mladých půd v *počátečním* stádiu vývoje (např. u litozemí či regození). **Humózní lesní** (Ah) je běžný horizont u většiny *lesních půd*. Mocnost je do 10 cm a typický je rychlý pokles humusu do hloubky. Vyskytuje se většinou pod vrstvou nadložního humusu v sekvenci O–Ah. **Humózní drnový** (Ad) horizont je typický pro přirozená *travní* společenstva. Na rozdíl od lesního humusového horizontu je pokles organických látek do hloubky pozvolnější. **Melanický** (Am) horizont je *tmavý* (na Munsellově šále je value a chroma ve vlhkém stavu nad 3,5), sorpčně *nasycený* horizont s poměrně vysokým obsahem kvalitního humusu, který ovšem nedosahuje hloubky a kvalitativních vlastností černického horizontu. Často se vyskytuje u půd na bazických či karbonátových substrátech (např. rendzin, pararendzin či kambizemí). **Černický** (Ac) horizont je *výrazně tmavý* (value a chroma ve vlhkém stavu nad 3,5), s mocností nad 30 cm, většinou však nad 50 cm. Je charakterizován *vysokou kvalitou humusu*, která je vyjádřena výraznou převahou silně polymerizovaných huminových kyselin nad fulvokyselinami. Typický je rovněž úzký poměr C:N, sorpční nasycenost, značné biologické oživení a stabilní drobtovitá či zrnitá struktura. Černický horizont se vyskytuje u našich nejkvalitnějších půd (černozemě, černice). **Tirsový** (As) horizont je tmavý, sorpčně nasycený s mocností nad 30 cm. Má *vertické* znaky (výskyt trhlin, lesklých skluzných ploch atd.) typické pro půdy vznikající procesy smršťování a bobtnání na smektitických jílech. Vyskytuje se u smonic. **Umbrický** (Au) horizont má podobně tmavou barvu jako horizont melanický, na rozdíl od něj je však sorpčně *nenasycený* a v humusu dominují fulvokyseliny. Může se vyskytovat u kyselých půd (kambizemě, podzoly) v horském prostředí. Posledním uváděným humózním horizontem je **koloidy ochuzený humózní horizont** (Ahe), vznikající procesy translokace koloidů (illimerizace či podzolizace). Typický je výskytem hrubozrnných částic s vyběleným povrchem.

B. Hydrogenní humózní horizonty se vyvíjejí v hydromorfních podmínkách a je pro ně typický *vyšší obsah humusu* než pro okolní anhydromorfní půdy (z důvodu pomalejší mineralizace humusu). Při trvalejším zamokření u nich dochází až k částečnému rašelinění. Častý je výskyt *železito-manganičitých novotvarů* (bročků, rourek, povlaků), typických pro střídání redukčních a oxidačních podmínek. Rozlišujeme hydrogenní humózní horizonty s výskytem Fe-Mn bročků, zde se přidává k označení horizontu písmeno -n (nodulární, např. Ahn, Acn, Amn, Aun...), a bez výskytu bročků s písmenem -g (Ahg, Acg, Amg, Aug...). V případě dlouhodobého převlhčení mohou vznikat horizonty blízké rašelinným horizontům, tzv. zrašeliněné humózní horizonty (anmorové) s označením At. Obsah organického uhlíku se zde pohybuje mezi 8 a 12 %, mocnost dosahuje 10–50 cm.

C. Kulturní humózní horizonty. Vzhledem k faktu, že značná část našich půd slouží pro zemědělské účely, rozlišuje TKSP dále **kulturní humózní horizonty**. Nejčastější je **orniční** (Ap) horizont vytvořený orbou a běžnou kultivací do hloubky 20–25 cm. Vyskytuje se na *orné půdě* napříč půdními typy a je typický ostrým přechodem do pod ním ležícího horizontu (vliv orby). Často dochází k tomu, že se orbou smísí svrchní humusový horizont s níže ležícím horizontem (např. eluviálním). **Drnový** (Ad) horizont byl vytvořen činností travní vegetace v původně lesní půdě. Vyskytuje se tedy na pastvinách a loukách, které vznikly po vykácení lesního porostu. **Antropický** (Az) horizont zahrnuje humózní horizonty výrazně ovlivněné

činností člověka do hloubky 30–50 cm. Patří sem horizont Azp, vytvořený *hloubkovou kultivací* (hluboká orba, rigolování), typický pro kultizemě, a dále horizont Azp, který vzniká erozním smyvem a *akumulací* půdního materiálu u koluvizemí.

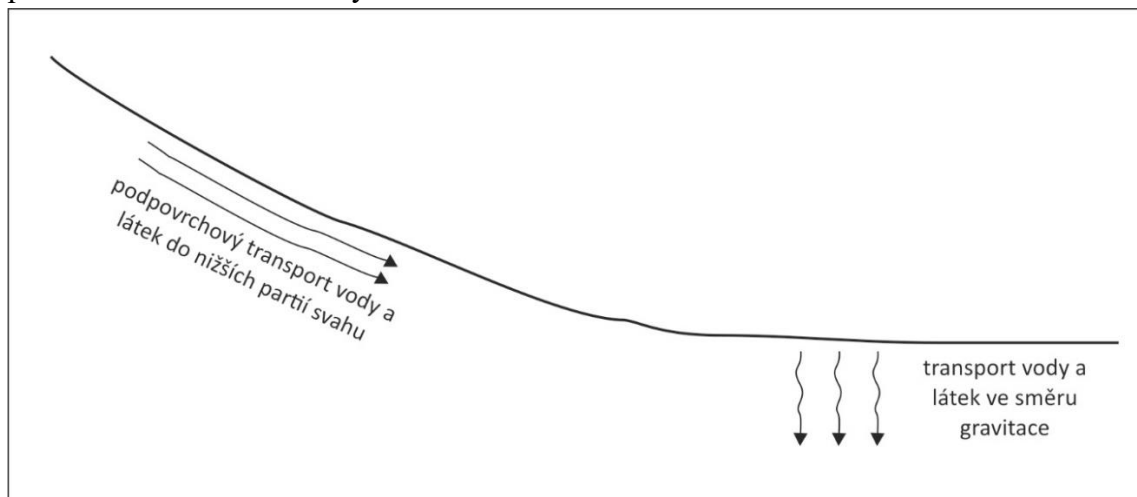
3.2.2.3. PODPOVRCHOVÉ HORIZONTY

Podpovrchové horizonty jsou *zásadním článkem* při diagnostice většiny půd. Probíhá v nich řada procesů typických pro určité půdní jednotky. Jedná se o horizonty ležící pod humózními (organominerálními) horizonty. Pokud tyto horizonty obsahují zvýšený obsah organických látek, není důvodem humifikace organického materiálu, ale projevy iluviace (transport a ukládání) látek v profilu, případně specifické vlastnosti substrátu. Rozlišujeme celkem devět hlavních skupin podpovrchových horizontů, které se liší půdotvornými procesy, vedoucími k jejich vzniku, a příslušnými půdními znaky a vlastnostmi.

A. Vysvětlené horizonty jsou v důsledku vertikálního i laterálního transportu látek v půdě *ochuzené* o různé látky. Podle intenzity tohoto procesu rozlišujeme v různém stupni ochuzené až vybělené (albické) horizonty. Tyto horizonty nazýváme též **eluviální** (eluviace – vymývání půdních složek) a označujeme je písmenem E. Rozlišujeme celkem čtyři typy těchto horizontů. **Plavohnědý ochuzený (Ev)** je horizont světle hnědé barvy (chroma 3–5, value 4–5), který se

Box 7 *Vertikální a laterální pohyb látek v půdě*

Voda, rozpuštěné látky či půdní koloidy se v půdě pohybují *dvěma hlavními směry* (Obr. 9): *vertikálním*, tedy kolmým směrem, kdy dochází k vyluhování látek ze svrchních částí profilu či naopak ke vzlínání látek směrem k povrchu půd, a *laterálním*, který převažuje především u půd vyskytujících se na svazích. U laterálního pohybu se voda a látky transportují ve směru svahu dle převažující gravitace (tedy po svahu dolů). Laterální pohyb je často ovlivněn zrnitostním zvrstvením profilu, kdy voda snáze proudí propustnějšími (písečtějšími) horizonty. Mohou tak vznikat hydrogenně vybělené horizonty světlé barvy, ovšem bez přítomnosti charakteristických bročků.



Obr. 9 Základní způsoby pohybu vody a látek v půdě.

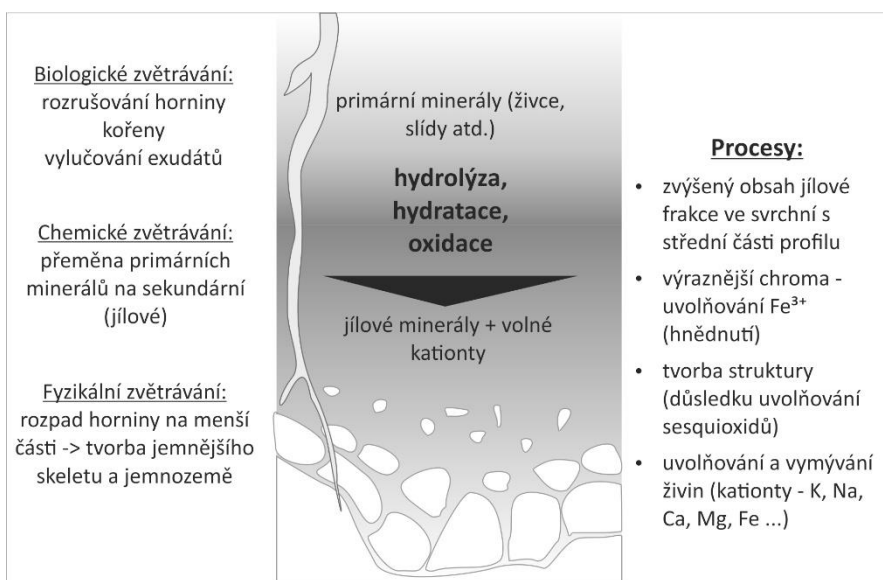
vyskytuje nad luvickým horizontem (většinou u hnědozemí). U orných půd bývá často součástí ornice. **Vybělený albický (E)** horizont vzniká intenzivnější eluviací než předchozí horizont,

což způsobuje i jeho výrazně světlou barvu (chroma <3, value 6–7). Ochuzení o tmelící složky často vede ke vzniku destičkovité až lístkovité struktury. Albické horizonty dále dělíme podle typu ochuzení na podzolizací ochuzený (Ep, o humus a seskvioxydy ochuzený h. u podzolů), vybělený s infiltrací humusu (Eh), illimerizací ochuzený (El, o jíl ochuzený h. u luvizemí), soloncový ochuzený (Es, o jíl a sodík ochuzený h. u slanců) a vybělený planický (Ee, o jíl ochuzený h. u pseudoglejů planických). **Vybělený nodulární** (En) horizont je typický pro půdy ovlivněné hydromorfismem. Je světlešedé barvy s výrazným zastoupením *nodulárních novotvarů* (Fe-Mn bročků). Často se vyskytuje u pseudoglejů či luvizemí oglejených. **Hydrogenní vybělený** (Ew) vzniká nejčastěji vyluhováním látek v důsledku *laterálního proudění*; je bez nodulárních novotvarů.

B. Kambické horizonty představují metamorfické anhydromorfní horizonty bez výrazné biogenní akumulace humusu a bez projevů iluviace koloidů (jílů, chelátů). Vznikají procesy *vnitropůdního zvětrávání*. Typický je pro ně alespoň jeden z těchto procesů: přeměna vnitřní stavby půdní masy, tvorba pedů (strukturní půdní elementy), rozpouštění a vyluhování

Box 8 *Vnitropůdní zvětrávání*

Vnitropůdní zvětrávání (též braunifikace, hnědnutí) je komplexem základních procesů v půdě (zejména hydrolyza, hydratace, rozpouštění, oxidace), při kterých dochází k *přeměně primárních geogenních minerálů* (v našich podmínkách nejčastěji slídy, živce) na specificky půdní *jílové minerály* (illit, montmorillonit; Obr. 10). Ty se od primárních, z horniny odvozených minerálů, liší stavbou a svou schopností poutat (sorbovat) řadu látek a prvků. Jsou tedy základním kamenem půdního *sorpčního komplexu* (spolu s huminovými látkami). Při zvětrávacích procesech dochází ke značnému uvolnění železa (rovněž hliníku) z



krystalové mřížky minerálů. Jeho vazba na povrch půdních částic jednak způsobuje charakteristické hnědnutí (oproti substrátu hnědší odstín), jednak funguje jako tmel minerálních zrn a přispívá tak ke vzniku půdní struktury.

Obr. 10 Schéma procesu vnitropůdního zvětrávání, které je souborem řady základních chemických procesů. Výsledkem je vznik půdních horizontů odlišných svou barvou a strukturou od půdotvorného substrátu.

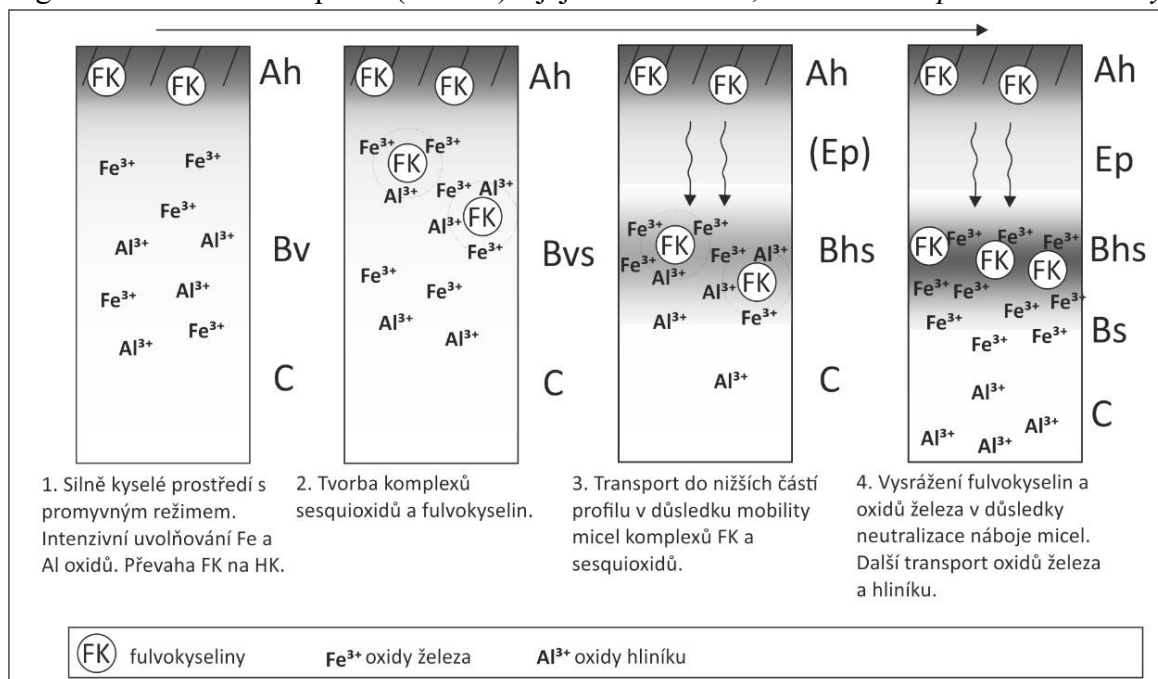
karbonátů, hydrolyza minerálů při uvolnění Fe, Mn, Al, vyluhování jednomocných a dvojmocných iontů (Ca, K, Na, Mg), přeměna jílových minerálů (z primárních na sekundární).

Hnědý (Bv) horizont má *výraznější barvu* (výraznější chroma a hnědší hue) ve srovnání s půdotvorným substrátem. Často pozorujeme oproti substrátu i zvýšený obsah jemnějších částic (jílu a prachu). Typická je tvorba *půdní struktury*; strukturní jednotky (pedy) nemají na svém povrchu jílové povlaky. Dochází rovněž k výraznému uvolnění amorfního Fe. Sorpční nasycení kolísá v závislosti na podmínkách prostředí. **Pelický** (Bp) se od kambického horizontu odlišuje výrazným podílem *jílu* (nad 35 %). Takto výrazný obsah jílové frakce se odráží ve stavbě půdní matrice (plasmatická až porfyrická) a struktuře horizontu (polyedrická až prismatická). Povrchy pedů jsou v důsledku tlakové orientace jílu lesklé, nejedná se ovšem o jílové povlaky (argilany) vznikající v důsledku iluviace. **Chromický** (Bj) horizont je charakterizován barvou *červenější* než u hnědého h. (hue červenější než 7,5YR, chroma nad 4). Vyskytuje se u kambizemí chromických, jejichž výskyt je v našich podmínkách podmíněn především substrátem s vyšším podílem hematitu (permské sedimenty výrazně červené barvy). Výrazně kyprý **andický** (Ba) horizont odpovídá zvětřávání *vulkanických* minerálů a u nás nebyl dosud identifikován. Popsán je rovněž **antropický** horizont Bz, který vzniká *vrstvením* a pod nímž půda dále pokračuje běžným sledem horizontů. Uvažovat o něm můžeme v případě výrazné eroze a akumulace minerálního materiálu. TKSP dále vyčleňuje kambické horizonty odpovídající minulým podmínkám prostředí (především klimatických); jedná se výrazně zvětřalé horizonty **kandický**, **oxický** a **feralitický**, většinou s vysokým podílem jílového minerálu kaolinitu. Obdobu těchto horizontů nacházíme v současnosti v tropických a subtropických oblastech.

C. Spodické horizonty jsou silně *sorpčně nenasycené* horizonty s vysokým zastoupením *hliníku* v sorpčním komplexu. Jsou charakteristické vysokým obsahem mobilních organominerálních komplexů (chelátů) Fe a Al s organickými kyselinami o malé molekule (zejm. fulvokyselinami). **Rezivý** (Bvs) horizont má výrazně okrovou až rezivou barvu (hue 5–7,5 Y, value 4–6, chroma 6–8) a představuje jakýsi mezistupeň mezi kambickými a spodickými iluviálními horizonty. Vyznačuje se nízkou objemovou hmotností (obvykle pod 1 g/cm³) a výraznou *kyprostí*. Půdní struktura je typická výskytem zaoblených mikroagregátů, jejichž vznik je dán spojením velkého množství uvolněného amorfního železa a minerálních zrn. Nepozorujeme znaky translokace koloidů. Rezivý horizont nacházíme u půdního typu kryptopodzol. **Humusosekvioxidický** (Bhs) horizont je typický rezivou až černorezivou barvou (7,5 YR 4/4 i červenější), která je dána *iluvací organominerálních komplexů*. Vyznačuje se zvýšeným obsahem humusu oproti nad a pod ním ležícím horizontům. **Seskvioxidický** (Bs) horizont je *rezivý* iluviální horizont, který se vyskytuje buď pod horizontem humusosekvioxidickým nebo samostatně. Dochází k výrazné akumulaci *seskvioxidů*, naopak podíl organických látek je nižší. **Humusoiluviální** (Bh) horizont se naopak vyznačuje výraznou iluvací organických látek, akumulace seskvioxidů je zanedbatelná. Vyskytuje se především na písčích chudých na železo a zvětratelné minerály (v ČR nebyl identifikován). U arenických (písčitých) podzolů se může vyskytovat **ortštejnový** (Bsd) horizont, který vzniká *cementací* (ztvrdnutím) horizontu Bhs.

Box 9 *Podzolizace*

Podzolizace je půdotvorný proces probíhající v *kyselém prostředí* (kyselý opad jehličnanů, kyselá až neutrální matečná hornina) s promyvným režimem a často nízkými teplotami. Dochází k intenzivnímu vyplavování bází, zrychlenému větrání alumosilikátů a následnému uvolnění Al a Fe a jejich vertikálnímu transportu spolu s částí humusových látek (většinou se jedná o fulvokyseliny; Obr. 11). Při změně podmínek ve spodní části profilu (nasycení micely a ztráta povrchového náboje, hranice infiltrace srážkové vody) dochází k imobilizaci organominerálních komplexů (chelátů) a jejich akumulaci; tvoří se tzv. *spodické horizonty*.



Obr. 11 Postupný vznik spodických horizontů v silně kyselém prostředí.

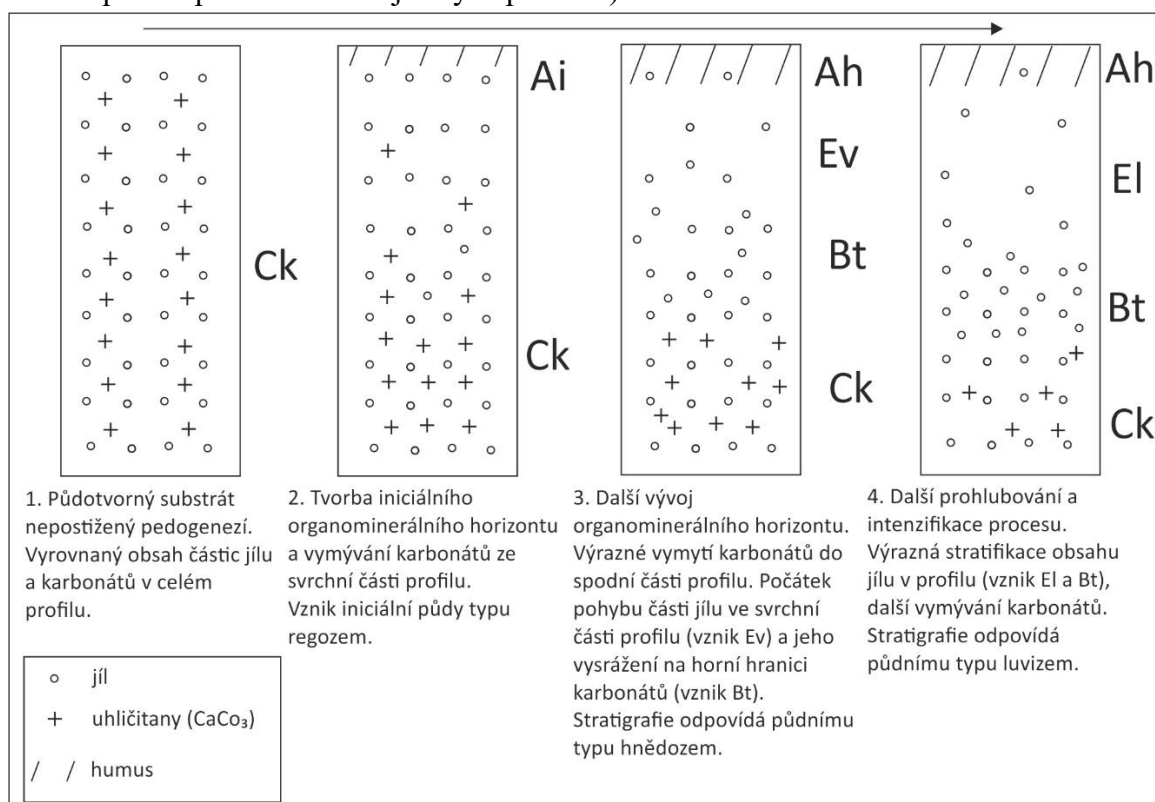
E. Luvické horizonty jsou *jílem obohacené horizonty*, vznikající v důsledku procesu *illimerizace*, tedy translokace a akumulace koloidního jílu. Iluviální jíl tvoří v luvických horizontech typické *jílové povlaky* (argilany), které se vyskytují na povrchu pedů a pórů. Nasycenost sorpčního komplexu neklesá pod 30 %. Nejčastěji se vyskytují pod eluviálními horizonty Ev a El.

Luvický (Bt) horizont s mocností nad 15 cm se vyskytuje buď jako souvislý horizont či jako soubor pruhů (u lehčích substrátů). Je typický *polyedrickou až prismatickou* strukturou a povlaky jílu identifikovatelnými podle barvy a lesku povrchu pedů ve srovnání s vnitřkem pedů. Koeficient texturní diference (podíl obsahu jílu v iluviálním horizontu ku obsahu v eluviálním h.) je nad 1,3 (u středních zemin), u lehčích půd překračuje rozdíl v obsahu jílu mezi E a Bt 3 %. V rámci luvického horizontu dále odlišujeme: *šedý* (Bth) s černohnědými povlaky (migrace jílu a organických látek; u šedozemí a černozemí luvických), *hnědý* (Bt) s hnědými povlaky (u hnědozemí a luvizemí), *lamelární* (Btb; z lehčích substrátů), *degradovaný* (Btd) s výraznými průniky E do Bt (u luvizemí) a *oglejený* (Btg) s rezivými a vybělenými partiemi. Dále v této skupině identifikujeme **natrický** horizont (Bn), který vzniká přemístěním jílu a

sodíku. Je charakteristický vysokým zastoupením *Na* (nad 15 %) v sorpčním komplexu a výrazně alkalickým pH. Ve svrchní části má typickou sloupkovitou strukturu (u slanců).

Box 10 *Illimerizace*

Jedná se o proces přemístění (translokace) koloidního jílu z vrstev na či blízko povrchu do horizontu akumulace (Obr. 12). Počátkem procesu je *mobilizace jílu* (peptizace), ke které dochází při poklesu koncentrace iontů v půdním roztoku a následné dispergaci jílu z původně koagulovaného stavu. Tento proces je částečně závislý na pH půdy; většinou k němu dochází, pokud se pH pohybuje v rozmezí 5,5–7. Dále je jíl transportován perkolující vodou v preferenčních cestách. K akumulaci jílu v určité hloubce konečně dochází vlivem jeho opětovné *koagulace* (zvýšení koncentrace iontů v půdním roztoku) a *filtrace* (přilnutí jílu k povrchu pedů a pórů za vzniku jílových povlaků).



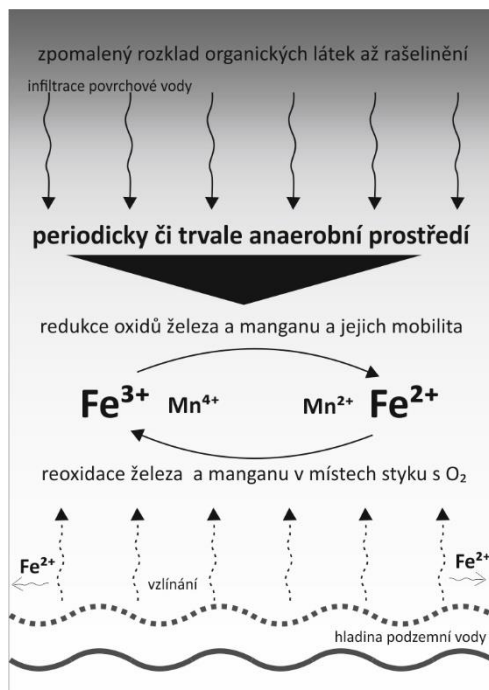
Obr. 12 Schéma procesu illimerizace na vápnatých horninách.

F. Mramorované redoximorfnní horizonty vznikají procesem *oglejení* v prostředí s periodickým převlhčením. Vznikají většinou přeměnou z kambických a luvických horizontů. Výsledkem tohoto procesu je **mramorovaný** (Bm) horizont, u něhož se v důsledku střídání redukčních a oxidačních podmínek vytvořily světlejší partie při povrchu pedů, kterých do hloubky ubývá, a rezivé difuzní novotvary uvnitř pedů. Zahrnuje hydromorfnně transformovaný kambický horizont (Bm), pelický (Bmp) a luvický horizont (Bmt) u pseudoglejů a stagnoglejů.

G. Glejové reduktomorfnní horizonty se vytvářejí v podmínkách *dlouhodobé saturace půdního profilu vodou*. V zóně prakticky bez aerace vzniká glejový reduktomorfnní (Gr) tvořený

homogenní světle šedou až zelenavě šedou matricí bez rezivých novotvarů. Reduktomorfní horizont s rezivými novotvary (Gor, Gro) s výrazně zelenavou až modrošedou matricí a oxidovanými partiemi v podobě *rourek kolem kořání* je důsledkem částečného pronikání vzduchu do tohoto horizontu. Glejové horizonty jsou typické pro gleje, částečně stagnogleje či organozemě.

Box 11 *Hydromorfní procesy*



Obr. 13 Hydromorfní procesy působící v půdě trvale či periodicky ovlivněné vodou.

mramorování. Redukované železo a mangan jsou částečně z profilu vymyty, částečně pronikají dovnitř pedů, kde jsou následně reoxidovány (rezivá barva). V případě méně intenzivního procesu oglejení zůstává část půdní matrice nedotčená (hnědá barvy). U glejového procesu se týká redukce železa celé 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; charakteristické jsou rezivé rourky. Tak vzniká typická *glejová matrice s oximorfními partiemi*.

V případě dlouhodobějšího převlhlení půdního profilu dochází v anaerobním prostředí k rozvoji *redukčních podmínek* (Obr. 13). V závislosti na délce trvání těchto podmínek rozlišujeme procesy *oglejení*, kdy je převlhlení periodické a je vystřídáno vysycháním profilu a oxidačními podmínkami, a *glejový proces*, kdy jsou redukční podmínky dlouhodobé. Redukční podmínky mají za následek *redukci* železa a manganu. Redukované formy těchto prvků jsou za určitých podmínek (nižší pH) v půdě mobilní a mohou být postupně vyplavovány. Takto ochuzený materiál se vyznačuje neutrálními barvami (šedá, bělavá), což jsou barvy samotného půdního materiálu. V případě neutrálního a vyššího pH (nad 6,5) se mobilita redukovaného železa výrazně snižuje a to pak částečně zůstává v nerozpustné formě v profilu (namodralá barva). V případě oglejení dochází k redukci železa a manganu na povrchu pedů, v pórech a v místech preferenčních cest, kudy snadno proniká voda z povrchu. Takto vzniká i charakteristické

H. Horizonty akumulace solí, relativně obohacené **karbonáty** či snadno rozpustnými **solemi**, jsou zastoupeny **kalcickým** (K) horizontem a **salickým** (S) horizontem. V kalcickém horizontu se výrazně uplatňuje pedogenní akumulace CaCO_3 . Jedná se o sekundární látky, vzniklé procesy rozpouštění, translokace a následné rekrystalizace *uhličitanu vápenatého*. Nejde tedy o primární uhličitany obsažené v karbonátovém substrátu (např. vápenci, opuce, slínu). Obsah karbonátů je minimálně 15 %, nejčastěji se vyskytuje ve formě jehličkovitého kalcitu. CaCO_3

ve spraši nejsou chápány jako pedogenní, samotný sprašový substrát tedy není kalcickým horizontem. Kalcický horizont je přítomen v černozemích.

V salickém horizontu dochází k hromadění snadno *rozpuštěných solí*, a to zejména v převládajícím výparném režimu půd, kdy jsou tyto látky vynášeny z minerálně obohacené podzemní vody. Identifikace salického horizontu je postavena na vodivosti půdního roztoku – koncentrace solí musí odpovídat vodivosti nasyceného extraktu na 8 mS/cm v hloubce do 60 cm, resp. nad 16 mS/cm v hloubce nad 60 cm.

I. Ztvrdlé a cementované horizonty rozeznáváme dva. **Ortštein** (Bsd) je cementovaný Bhs horizont u podzolů arenických. **Fragipan** (x) je za sucha tvrdá, za vlhka lomivá vrstva, cementovaná SiO₂. Často v ní nacházíme vybělenou polygonální síť, patrnou na horizontálním řezu profilem. Půdní voda a kořeny rostlin mohou pronikat pouze preferenčními cestami (vyskytuje se u luvisolů).

3.2.2.4. SUBSTRÁTY A HORIZONTY ČI VRSTVY NÍŽE SOLA

Substráty a horizonty či vrstvy níže sola (část profilu s genetickými horizonty) zahrnují všechny vrstvy vyskytující se pod samotným půdním tělem. Může se jednat o samotný půdotvorný substrát, minimálně zvětralé horniny či pohřbené horizonty.

A. Půdotvorný substrát, z něhož vznikají genetické horizonty, označujeme písmenem C. *Skeletovitý rozpad* pevné horniny (Cr), charakterizovaný přítomností větších horninových bloků a částečně zvětralého materiálu, nacházíme jako půdotvorný substrát především u mladých půd z třídy Leptosolů. Dále rozlišujeme tzv. *bazální souvrství* substrátu vzniklého z téže horniny (II C), vyskytující se nejčastěji u kambizemí. Jedná se o svahovinu (tedy materiál posouvající se po svahu vlivem gravitačních procesů), ležící na rozpadu horniny, resp. na sutinové zvětralině horniny. Má zrnitost a barvu blízkou zvětralině horniny, ze které vzniká (Němeček et al. 1990). Kromě bazálního souvrství rozlišujeme nad ním ležící hlavní souvrství (mocnost 30–140 cm, jemnozrnější, hnědší barvy se všesměrným uspořádáním skeletu; v tomto souvrství se vytváří kambický horizont Bv) a krycí souvrství (mocnost 5–80 cm, kamenitá suť ve vyšších polohách). Tento sled souvrství vychází z německého konceptu stratigrafie svahovin (Schilling a Wiefel 1962), který rozlišuje tzv. Basisfolge (bazální souvrství), Hauptfolge (hlavní souvrství) a Deckfolge (krycí souvrství).

B. Půdní sediment (M), vznikající periodickým ukládáním materiálu (nivní či svahové sedimenty), je jako půdotvorný substrát vyčleňován u Fluvisolů.

C. Minimálně zvětralá **pevná hornina** (R) může vystupovat přímo pod půdním tělem (u iniciálních půd, např. litozemí) či pod vrstvou zvětralého substrátu.

D. Podložní hornina. V případě, že se pod půdotvorným substrátem, ze kterého půda vzniká, nachází odlišná hornina (např. pískovec pod spraší u černozemí), značíme tuto vrstvu písmenem D.

E. Fosilní a pohřbené horizonty označujeme písmenem f před názvem horizontu, např. fBt.

3.2.3. *Diagnosticke znaky*

Kromě diagnostických horizontů jsou důležitým vodítkem pro správnou klasifikaci půdy tzv. diagnostické znaky, určující některé specifické vlastnosti půd.

Stadia **vyluhování** hodnotí půdu dle obsahu *karbonátů*. Rozlišujeme karbonátové půdy, u kterých jsou karbonáty přítomné přímo v solu, a vyluhované půdy, u kterých se karbonáty nacházejí pouze v substrátu. Stadia **debazifikace** a **acidifikace** rozlišují půdy dle *nasycení sorpčního komplexu*. Eubazické půdy mají sorpční komplex nasycen z více než 60 % u zemědělských a z více než 50 % u lesních půd. Sorpční nasycení u mesobazických půd se pohybuje mezi 35–60 % (zemědělské půdy), resp. 20–50 % u lesních půd. Oligobazické půdy jsou sorpčně nenasyčené (pod 35 % u zemědělských půd, pod 20 % u lesních půd).

Znaky trofismu vyjadřují *minerální sílu půdy* (celkový obsah živin) a hodnotí se především u lesních půd. O trofismu rozhodují především uvolňování organických látek při mineralizaci nadložního humusu a minerální síla půdního substrátu. Rozlišujeme oligotrofní (nízká zásoba živin, minerálně chudé substráty, formou nadložního humusu je mor až moder), oligomesotrofní (nižší až střední zásoba živin, formou nadložního humusu je převážně moder), mesotrofní (střední zásoba živin, na minerálně bohatších substrátech, formou nadložního humusu je mulový moder až mul) a eutrofní půdy (z bazických a ultrabazických substrátů, minerálně bohaté, podmínky pro tvorbu kvalitního humusu).

Hydromorfismus je hodnocen podle morfologických znaků (*stupně hydromorfismu* 0–4) ve čtyřech hloubkových intervalech.

Stupně **zasolení** jsou hodnoceny dle vodivosti nasyceného extraktu. Stupně **soloncování** odpovídají podílu Na v sorpčním komplexu.

Fluvické znaky, které jsou výsledkem *periodické sedimentace*, zahrnují nepravidelné rozložení nebo zvýšené množství organických látek v profilu a vrstevnatost profilu.

Vertické znaky, mezi něž patří tvorba hlubokých trhlin, klínovitých pedů a šikmých skluzných ploch, odpovídají tvorbě půd na těžkých *smektitických jílech*.

Znaky eroze vyjadřují snížení mocnosti půdních horizontů vlivem *půdní eroze*. Rozlišujeme fáze erodované a smyté půdy. Opakem tohoto procesu je akumulace, při které je erodovaný materiál transportován po svahu a uložen v podsvahových polohách. **Znaky akumulace** zahrnují *navrstvení* humózního materiálu tak, že humusová vrstva přesahuje mocnost původní ornice, popřípadě vrstevnatost profilu (vlivem orby je ovšem materiál často homogenizován).

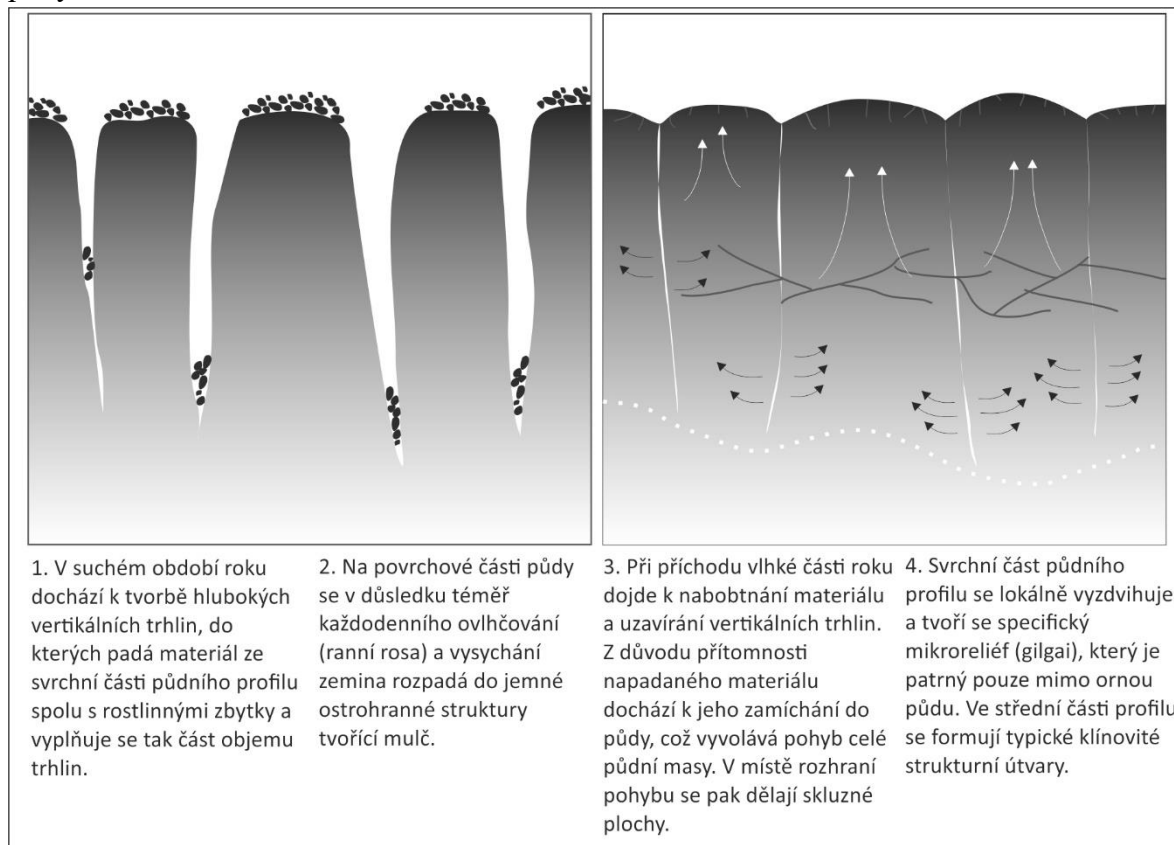
Znaky překrytí vyjadřují překrytí profilu nehumózním či smíšeným materiálem, v němž nejsou vyvinuty žádné diagnostické horizonty.

Antropogenní ovlivnění představuje *výraznější zásah do půdního profilu*, který však ještě umožňuje zařazení k určitému půdnímu typu; rozlišuje se na úrovni subtypu (antropický, urbický, hortický). Jedná se například o hlubokou orbu, rigolování či terasování, dále intenzivní přidávání organických hnojiv.

Znaky kontaminace představují překročení svrchní meze požadovaných obsahů rizikových látek, **znaky intoxikace** identifikujeme, pokud je překročen limit zátěže půd.

Box 12 *Vertické znaky*

Proces vedoucí ke vzniku vertických znaků (Obr. 14) v půdách je podmíněn jednak specifickým typem jílových minerálů s převahou silně *bobtnavých jílů*, jednak výraznou *sezónností* v chodu srážek. Tzv. smektitické jíly vznikají za zvláštních podmínek. Struktura jejich krystalové mřížky s vyšší mezivrstevní vzdáleností (cca 14 nm) než je tomu v případě nebobtnavých jílů umožňuje v období dostatečné vlhkosti expanzi, tj. adsorpci vody mezi jednotlivými vrstvami. Dochází tedy ke zvětšování jejich objemu – *bobtnání*. Naopak ztráta vody vede v suchém období ke *smršťování* krystalové mřížky. Při periodickém opakování těchto protichůdných procesů dochází ke snížení plasticity půdy a vzniku hlubokých *trhlin*. Ty se postupně plní povrchovým materiálem (povrchový mulč). Při další vlhké periodě tento materiál zabírá prostor potřebný pro bobtnání půdy. Na půdu tak působí tlak, který vede ke vzájemnému posouvání částí půdní masy v tzv. *skluzných plochách* (slickensides). Křížení těchto ploch má za následek vznik klínových pedů, jejichž velikost stoupá spolu s hloubkou půdy.



Obr. 14 Schéma postupného vytváření vertických znaků.

3.2.4. *Popis půdních jednotek*

V následující kapitole jsou stručně shrnuty *diagnostické charakteristiky* a obecný popis jednotlivých referenčních tříd a půdních typů (referenční třídy Natrisoly a Andosoly nejsou uvedeny vzhledem k tomu, že v ČR nebyly popsány). Příklady typických půdních profilů a znaků jsou uvedeny v barevné sekci na Obr. 16 až Obr. 18. Podrobná klasifikační kritéria a soupis nižších taxonomických jednotek lze nalézt v TKSP (Němeček et al. 2011).

3.2.4.1. LEPTOSOLY

Leptosoly (z řeckého *leptos* – tenký) jsou půdy v *počátečním stupni vývoje*, vytvářející se z rozpadů pevných či zpevněných hornin či jejich bazálních souvrství. Vyznačují se výraznou *skeletovitostí*, často i mělkostí profilu. Profil sestává ze sekvence O–Ah (případně Au či Am)–Cr(k)–R. Ve vyvinutějších Leptosolech mohou být přítomny náznaky kambického horizontu či mikropodzolizace. Leptosoly se vyskytují zejména v dynamickém, svažitém reliéfu v oblastech pahorkatin, vrchovin a hornatin, či v místech skalních výchozů. V rámci referenční třídy rozeznáváme čtyři půdní typy, lišící se typem substrátu a vyvinutostí profilu.

- **Litozemě (LI)** jsou velmi slabě vyvinuté půdy charakteristické *mělkostí profilu* (pevná skála se vyskytuje do 10 cm od povrchu půdy). Vyskytují se především na výchozech pevných hornin v oblastech vrchovin a hornatin. Podle typu matečné horniny rozlišujeme subtypy modální (na silikátových horninách), karbonátová (na karbonátových horninách) a hořečnatá (většinou na hadcích).
- **Rankery (RN)** vznikají ze *skeletovitých rozpadů silikátových hornin*, obsah skeletu v profilu přesahuje 50 %. Humózní horizont se tvoří v závislosti na substrátu a dalších faktorech, a to buď běžný Ah, u rankerů z ultrabazických hornin melanický Am, v případě rankerů z kyselých hornin ve vyšších polohách pak umbrický Au. U vyvinutějších rankerů pozorujeme přechody k dalším půdním typům, zejména kambizemím. Typická stratigrafie profilu je O–Ah (případně Am nebo Au, u zemědělsky využívaných Ap)–Cr–R. Rankery se vyskytují rozptýleně v rozsáhlém území od pahorkatin po hornatiny, a to v *členitém terénu*. Jejich využití závisí na hloubce a typu A horizontu a stupni skeletovitosti. Podle typu humusového horizontu vyčleňujeme dále subtypy ranker umbrický a melanický, přechody k vyvinutějším půdám charakterizují rankery kambické a podzolové, dále rozeznáváme subtypy litický (pevná skála v hloubce do 30 cm) a suťový (výrazná skeletovitost).
- **Rendziny** jsou podobně jako rankery výrazně skeletovité půdy, vyvíjející se ovšem z rozpadů *karbonátových hornin* (vápence, dolomity). Vzhledem k charakteru substrátu dochází, především u povrchově odvápněných rendzin, k tvorbě hlubších, tmavých *melanických* horizontů. Hlubší humusové horizonty jsou předpokladem pro zemědělské využití rendzin, a to především pro pěstování vinné révy. Přirozeně na rendzinách převládá suchomilná bylinná vegetace; ostrůvky s výskytem rendzin jsou charakteristická přirozená stepní a lesostepní stanoviště a xerothermní trávníky. Vzhledem k omezenému výskytu vápenců na našem území jsou rendziny zastoupeny v půdním krytu pouze na malé ploše, a to na území *Českého krasu*, na Moravě potom v oblasti *Moravského krasu* a Pálavy (dále potom v menší míře na lokálních výchozech vápenců). Ze subtypů lze uvést rendzinu melanickou (Am nad 25 cm), přechody k vyvinutějším půdám (rendzina kambická, chromická), dále vyluhovanou, litickou a suťovou.

- **Pararendziny** vznikají z rozpadů *karbonátosilikátových hornin* (opuky, slínovce, vápnité pískovce, slepence, břidlice). Vykazují širokou škálu skeletovitosti od silně skeletovitých po pararendziny s pouhou příměsí skeletu. Z humózních horizontů se vyskytují Ah nebo Am. Vyluhované (odvápněné) pararendziny často vykazují známky přechodu ke *kambizemím* (pararendzina kambická). Pararendziny se nacházejí zejména v oblastech křídových a flyšových sedimentů (*Česká křídová tabule, východní Morava*). Většina pararendzin slouží jako zemědělská půda (spíše vápnomilné plodiny, omezený přístup železa). Původní vegetací jsou především listnaté lesy (doubravy a dubohabřiny). Pararendziny mohou dosahovat různého zrnitostního složení v závislosti na substrátu (subtypy arenická z výrazně písčitého materiálu a pelická na jílovitých substrátech).

3.2.4.2. REGOSOLY

Regosoly (z řeckého *rhegos* – pokrývka) jsou podobně jako Leptosoly půdy v iniciálním stadiu vývoje. Vznikají z *nezpevněných sedimentů*, převážně písků a štěrkopísků, ale i z hlinitých sedimentů jako jsou spraše a sprašové hlíny. Půdní horizonty se omezují na běžné humusové horizonty (Ah, Ap) a půdotvorný substrát (C); výraznější vnitřní horizonty (kambický) chybí. Referenční třída Regosolů je u nás zastoupena jediným půdním typem, a to Regozemí.

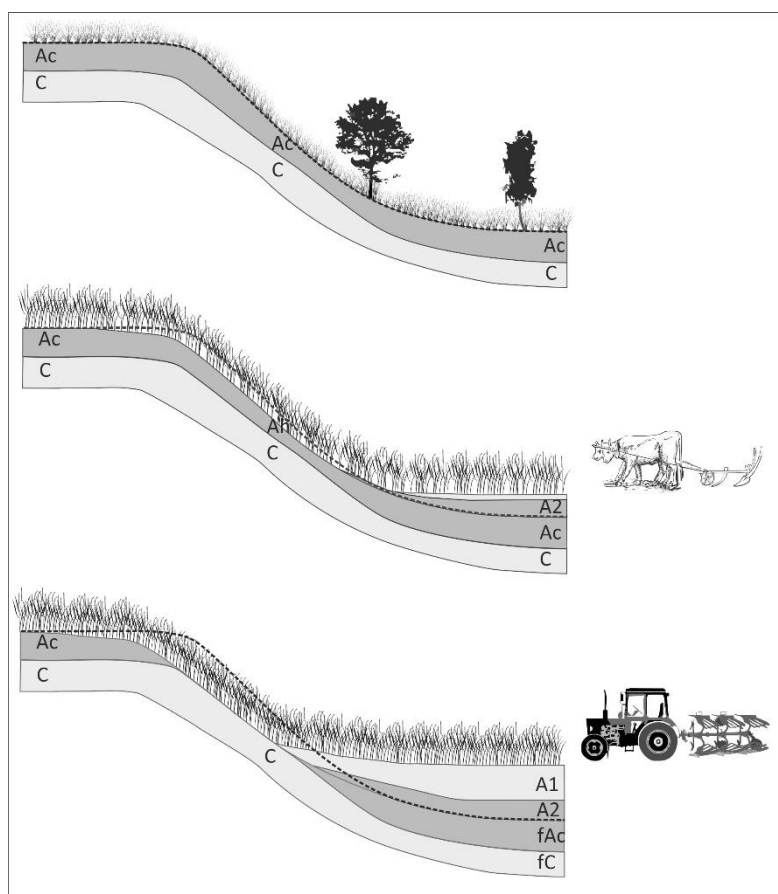
- **Regozemě (RG)** jsou půdy vyvinuté ze *sypkých sedimentů*, kde minerálně chudý substrát (především písky a štěrkopísky) či krátká doba pedogeneze zabráňují výraznějšímu vývoji profilu. Regozemě arenické (na písčích) a psefitické (ze štěrkopísků) nacházíme především v oblastech s výskytem terasových štěrků a štěrkopísků (např. *Polabí*) či vátých písků. Svými specifickými vlastnostmi (záhřevnost) jsou vhodné především k pěstování rané zeleniny. Problémem jsou nepříznivé sorpční vlastnosti, nízká retenční kapacita a s tím související nebezpečí znečištění půd i podzemních vod rizikovými látkami. Častým pokryvem jsou borové háje. U výrazně sorpčně nenasyčených regozemí dystrických (z křemitých písků) může docházet k pozvolné podzolizaci. Regozemě z jiných substrátů (spraš, slínovec...) vznikají především v oblastech ovlivněných výrazným erozním smyvem, a to narušením profilu původních půd (např. černozemí, hnědozemí) odnosem horizontu A.

3.2.4.3. FLUVISOLY

Fluvisoly (z latinského *fluvius* – řeka) jsou půdy diagnostikované na základě *fluvických znaků*. Nemají vyvinuty výrazné diagnostické horizonty. Vznikají periodickým usazováním sedimentů (nivních či erozních) v nivách řek či pod svahy. Důsledkem sedimentace je *nepravidelný* a většinou zvýšený *obsah humusu* do hloubky 1 m, případně *zvrstvení* profilu, dané přínosem materiálu různého charakteru (různý obsah skeletu, zrnitost, obsah humusu). Při delší době sedimentačního klidu (například staré, již nezaplavované nivy) se v těchto půdách mohou postupně vyvíjet znaky typické pro další půdní typy (kambické, luviské...). V rámci referenční třídy rozlišujeme dva půdní typy, lišící se především charakterem sedimentace a původem materiálu.

- **Fluvizemě (FL)** jsou půdy charakterizované pouze fluvickými znaky. Typická stratigrafie profilu je O–Ah/Ap–M–C, kde M je půdní sediment. Vytvářejí se v *nivách řek* a potoků z povodňových (nivních) sedimentů. Charakter ukládaného materiálu ovlivňuje i vlastnosti a využití těchto půd. Vzhledem k regionálnímu původu sedimentů (řeka přináší materiál i z poměrně vzdálených oblastí) nemusí vlastnosti fluvizemí odpovídat charakteru okolních půd

(např. nacházíme vápnité fluvizemě v oblastech silikátových hornin). Tvorba kambického horizontu je možná u fluvizemí ve starých, nezaplavovaných částech niv (fluvizem kambická), u fluvizemí s aktivní sedimentací je těžko prokazatelná. V profilu lze nalézt novotvary podobné argilanům (jílovým povlakům), které ovšem vznikají tlakovými změnami při vsakování vody, nikoliv illimerizací. Vzhledem k často zvýšené hladině podzemní vody v prostoru nivy jsou v některých profilech fluvizemí vyvinuty redoximorfnní znaky (fluvizem glejová, příp. oglejená). Fluvizemě bývají poměrně úrodné půdy s vyšším obsahem humusu, jsou však ohroženy kontaminací rizikovými látkami. Většina fluvizemí slouží jako orná půda, často na úkor lužních lesů a travních společenstev po napřimování toků. Původní společenstva se liší v závislosti na charakteru půd a hloubce podzemní vody (olšiny, jaseniny). Ze subtypů fluvizemí uveďme např. fluvizem stratifikovanou (výrazná vrstevnatost), kambickou (přechod ke kambizemi), karbonátovou (karbonáty nad 3 % do 60 cm), psefitickou (ze štěrkopísků), arenickou či pelickou.



Obr. 15 Formování kolvizemí v černozemních oblastech. Původně černozemní profil je vlivem zrychlené eroze postupně zanášen materiálem erodovaným v horní části svahu. Vzniká mocný profil kolvizemě, nejprve tvořený převážně humusovým materiálem, později překrytý nehumózním materiálem z obnaženého substrátu.

Kolvizemě (KO) jsou půdy vznikající sedimentací erozních půdních sedimentů v tzv. koluviálních pozicích v terénu (úpatí svahů, průlehy a suchá údolí, konkávní polohy ve svahu, za terénními překážkami). Jejich stratigrafie je většinou Ap–Az (antropický humózní horizont, po němž následují další přirozené horizonty, které nově nanesený materiál pohřbívá. Mocnost akumulovaného horizontu přesahuje 50 cm. Vznik kolvizemí úzce souvisí s lidským působením v krajině, zejména s odlesněním a intenzivní zemědělskou činností, které zvyšují rychlost a intenzitu eroze (Obr. 15). Výskyt a mocnost kolvizemí tedy odráží skutečnou míru erozního odnosu a akumulace materiálu v krajině. Původ

ukládání materiálu je, na rozdíl od fluvizemí, lokální; kolvizemě tedy “dědí” některé své vlastnosti z mateřských erodovaných půd. Liší se od nich mohou obsahem humusu, jílu, bází, živin a dalších látek, které se přednostně akumulují spolu s půdní hmotou. Úrodnost

koluvizemí závisí na charakteru ukládaného materiálu. Pokud se jedná o humózní materiál, navyšuje se mocnost A horizontu a často stoupá i obsah humusu. Tyto koluvizemě jsou tedy půdy s obdobnou, případně vyšší úrodností než původní půdy v dané lokalitě. V oblastech s intenzivní erozí dochází k akumulaci humusem chudého obnaženého podorničí; úrodnost koluvizemí v tomto případě klesá. Koluvizemě jsou roztroušeny v celé zemědělské krajině bez ohledu na substrát či půdní jednotku; nejrozsáhlejší plochy hlubokých koluvizemí jsou zaznamenávány v erozně náchylných oblastech půd ze spraše (černozemě, hnědozemě).

3.2.4.4. VERTISOLY

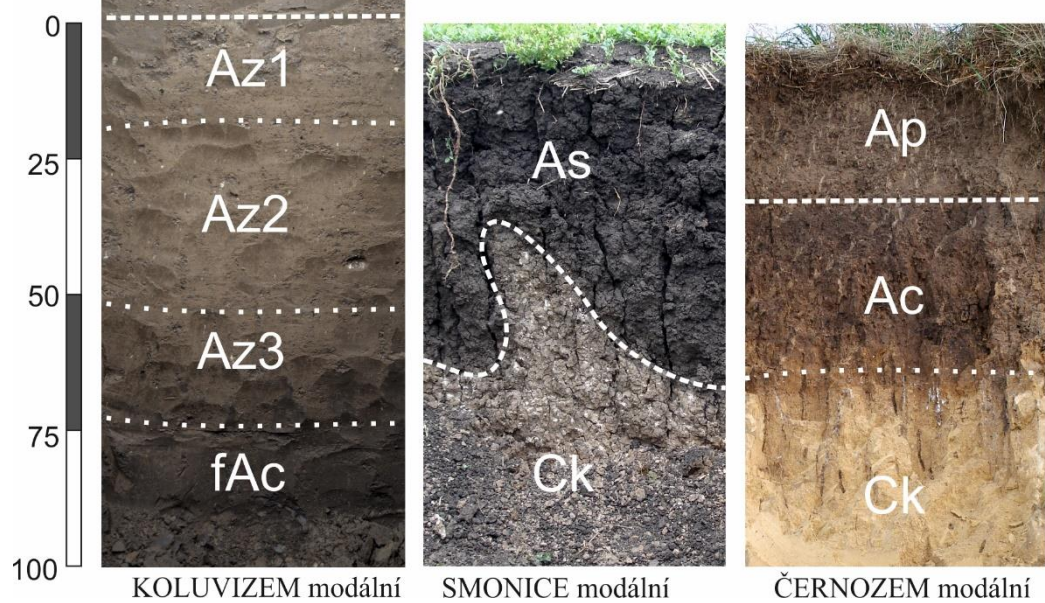
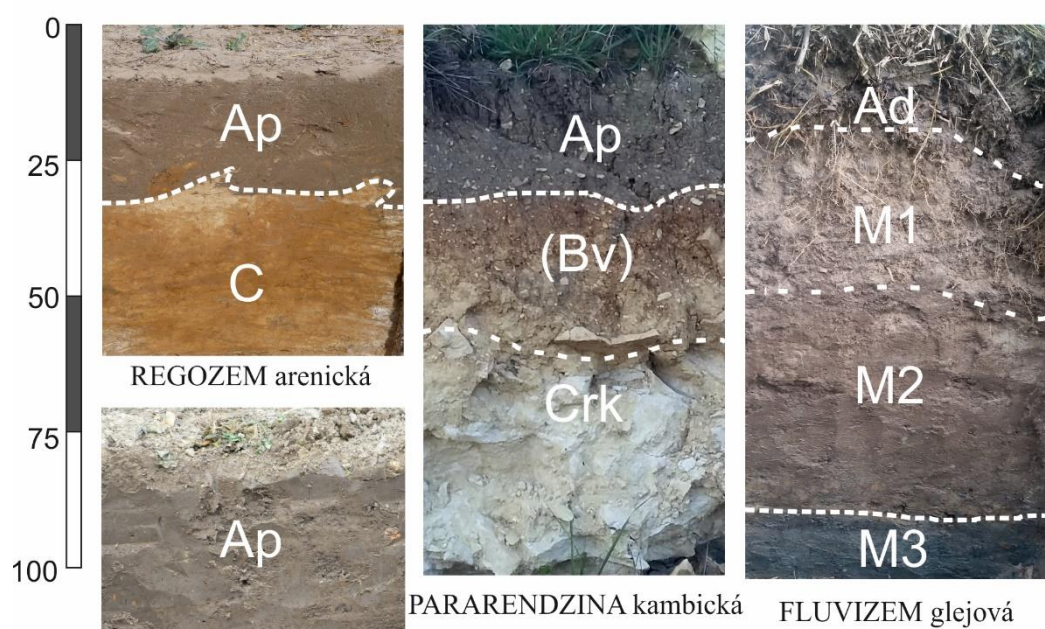
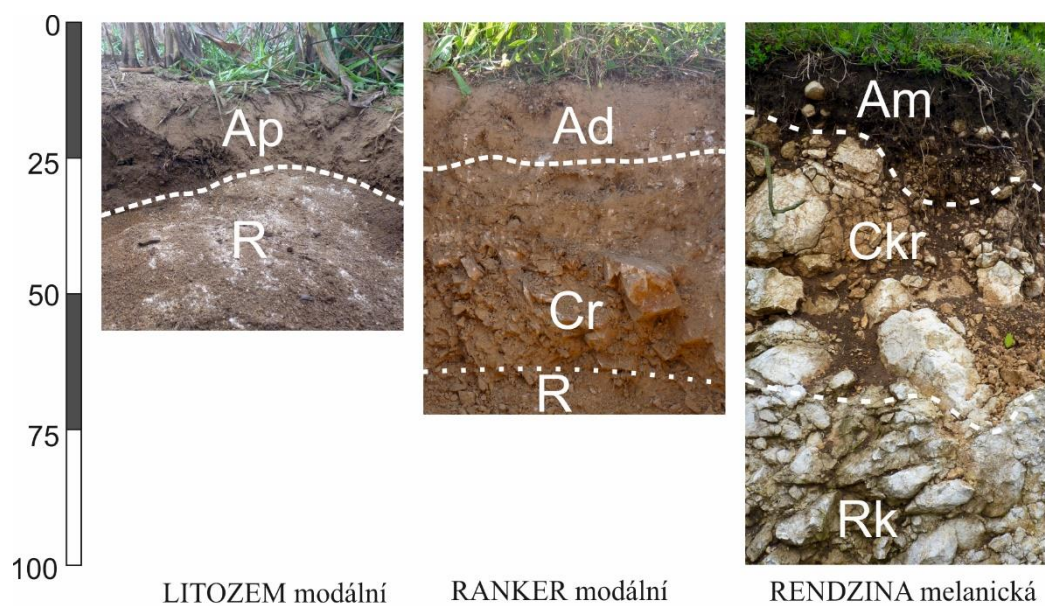
Vertisoly (z latinského *vertere* – obracet) jsou půdy s *vertickými diagnostickými znaky* vyvinuté z těžkých substrátů (smektitické jíly) na malém území ČR. Jediným zástupcem je půdní typ smonice.

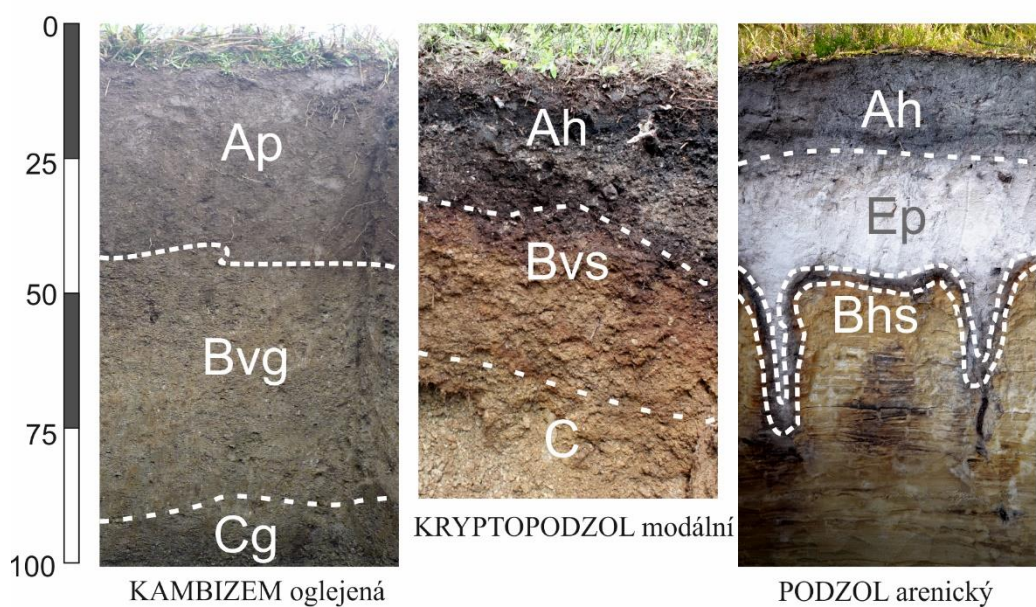
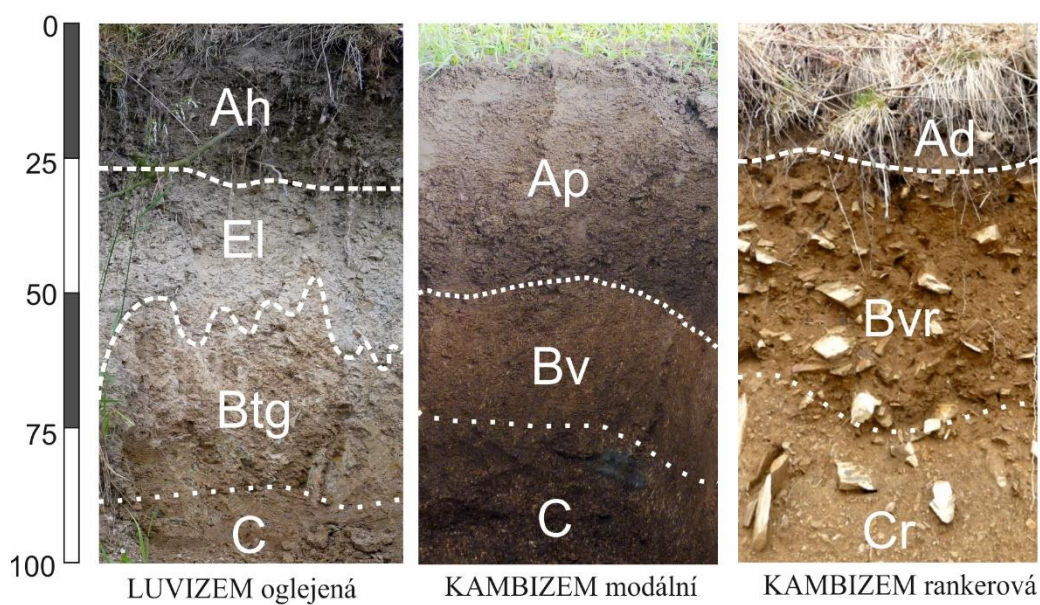
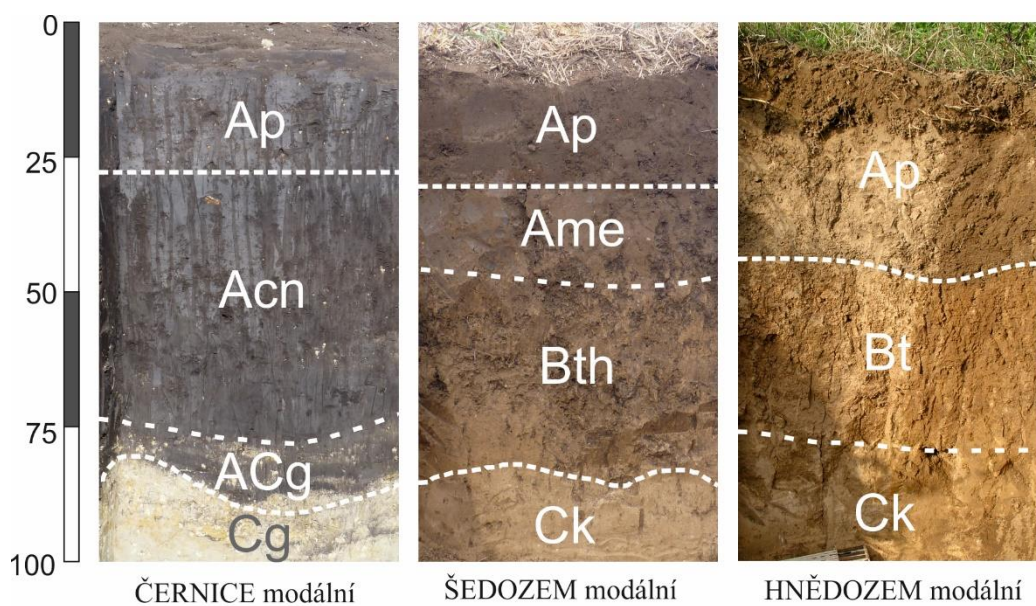
- **Smonice (SM)** jsou charakteristické přítomností tmavého *tirsového* humusového horizontu (As o mocnosti 40–60 cm), ve kterém jsou vyvinuty typické vertické znaky, tedy *trhliny, klínovité pedy a šikmé skluzné plochy*, které jsou výsledkem objemových změn ve smektitických jílech v důsledku změny vlhkosti (bobtnání, smršťování). Stratigrafie profilu je Ap–As–As/Ck–Ck. Jedná se o velmi těžké půdy s obsahem jílu často značně přesahujícím 30 %. Úrodnostní parametry jsou negativně ovlivněny fyzikálními vlastnostmi smonic a jejich vodním režimem; někdy jsou označovány jako tzv. *hodinové půdy*. Tento název vyjadřuje velmi omezenou dobu, kdy jsou ve vhodném intervalu vlhkosti obdělávatelné. Chemicky jsou smonice příznivé půdy s vysokým obsahem kvalitního humusu (v tomto odpovídají černozemím), vysokou KVK a nasyceným sorpčním komplexem. Většina smonic slouží jako orná půda, u které jsou nutné speciální agrotechnické postupy (zkrácené období, kdy lze půdu zpracovávat, udržování příznivé struktury a vláhových poměrů). Je vhodná i pro náročnější druhy plodin (slunečnice, pšenice, kukuřice), naopak sadovnictví je nevhodné kvůli nepříznivému vlivu objemových změn v půdě na kořeny stromů. Smonice se vyskytují ve velmi omezené míře v nejsušších částech našeho území, v *severozápadních Čechách* (Chomutovsko; zde byla jejich plocha redukována těžbou uhlí) a na *jižní Moravě* (Hodonínsko).

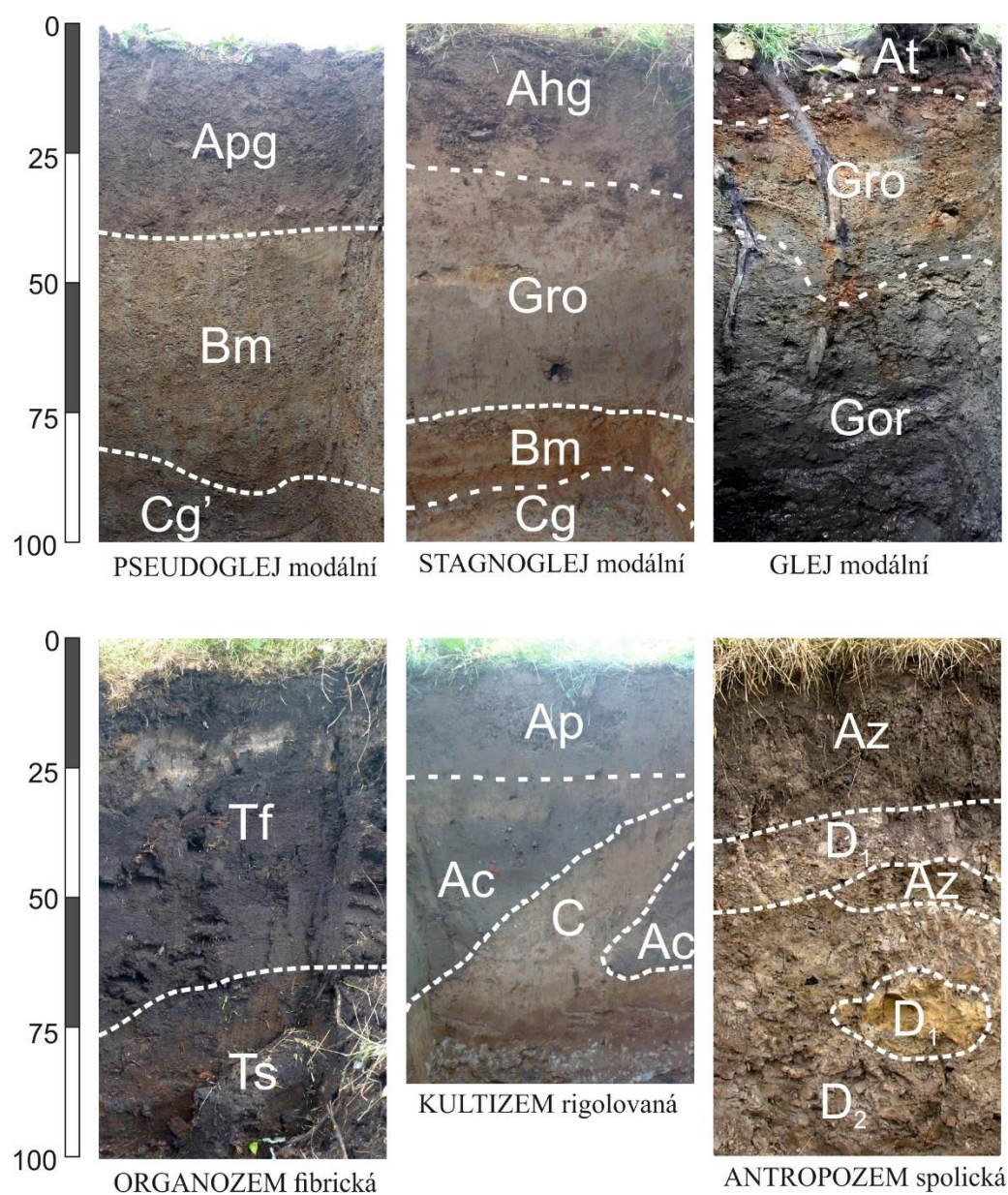
3.2.4.5. ČERNOSOLY

Černosoly jsou půdy s hlubokým (40–60 cm) tmavým černickým horizontem s drobtovitou až zrnitou strukturou, většinou vyvinuté na nepevněných karbonátových substrátech. Hlavním půdotvorným procesem je *humifikace* a intenzivní *bioakumulace*. Jsou našimi nejúrodnějšími půdami. Referenční třída zahrnuje dva půdní typy.

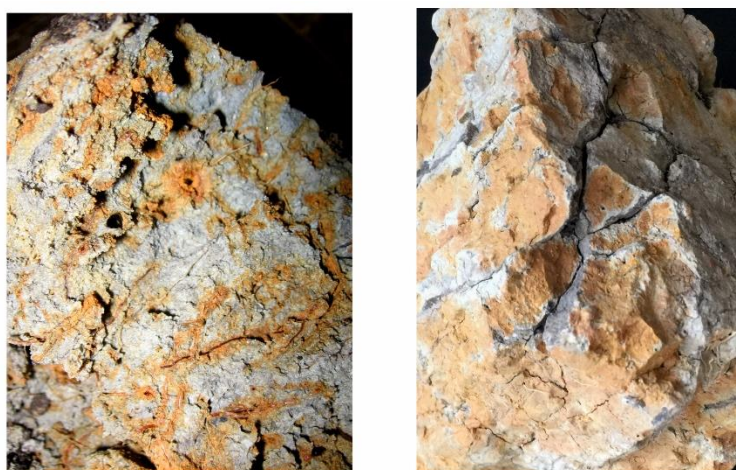
- **Černozemě (CE)** jsou hlubokohumózní půdy s *černickým* horizontem Ac (40–60 cm), vyvinuté nejčastěji na sprašových pokryvech (dále na slínovci – pelický subtyp, zavápněných písčitých sedimentech – arenický subtyp). Typická stratigrafie profilu je Ap–Ac–Ac/Ck–K–Ck. Obsah humusu v černickém horizontu se pohybuje mezi 2–4,5 %.



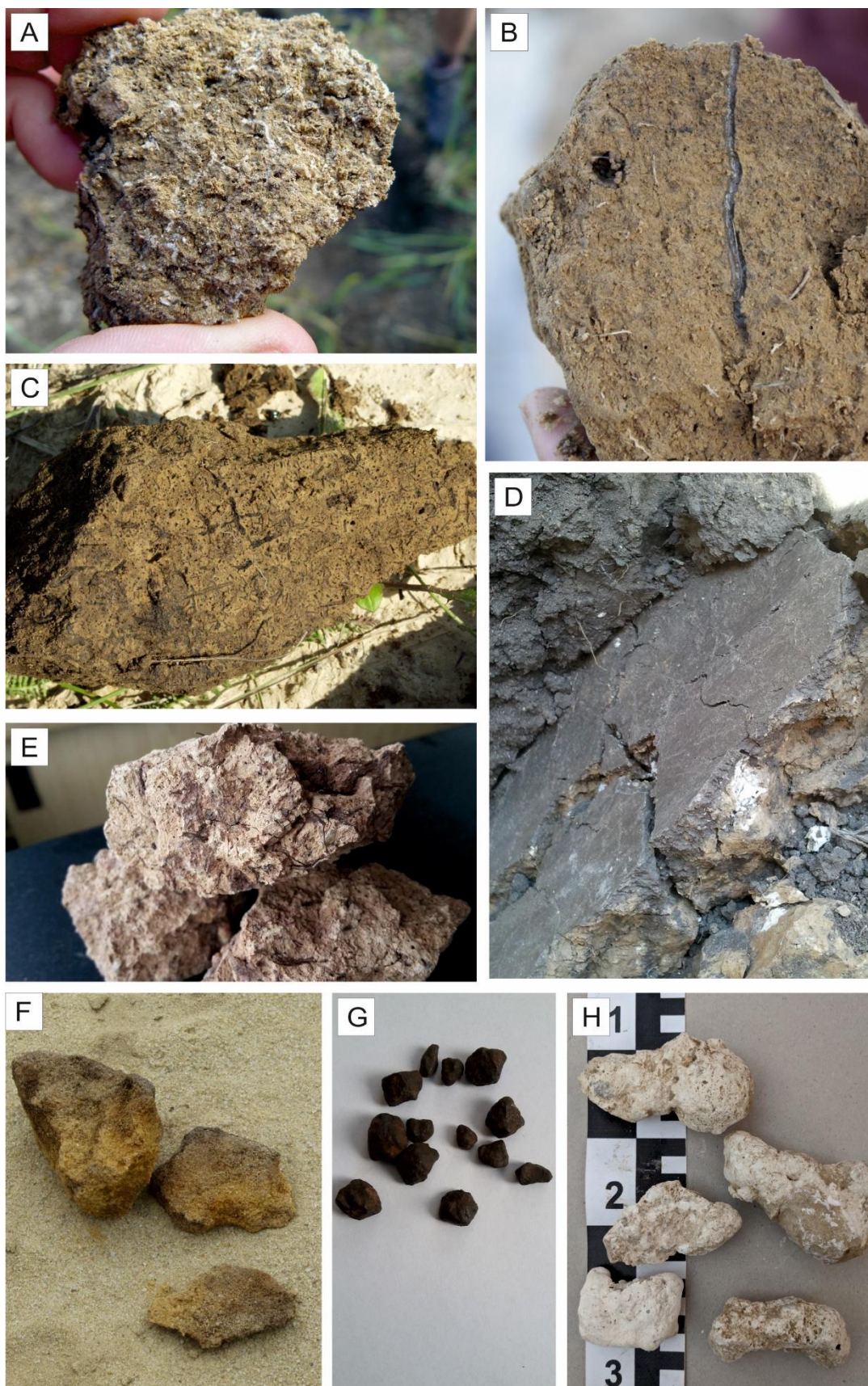




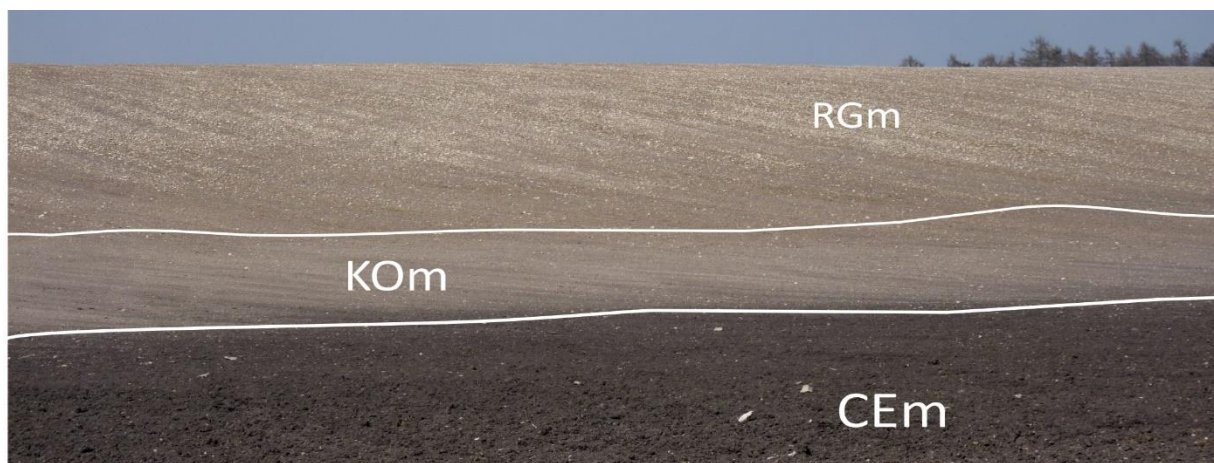
Obr. 16 Příklady typických půdních profilů hlavních půdních typů.



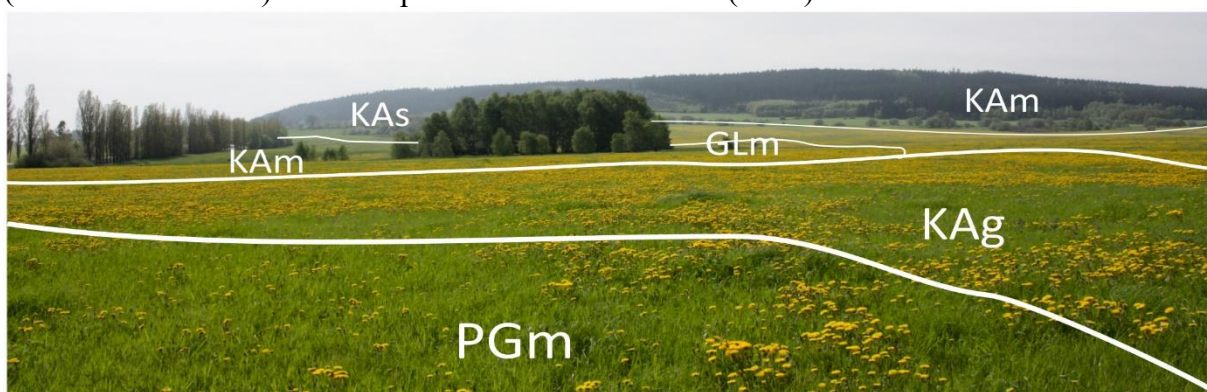
Obr. 17 Rozdíl půdní matrice u glejového (vlevo) a mramorovaného horizontu (vpravo).



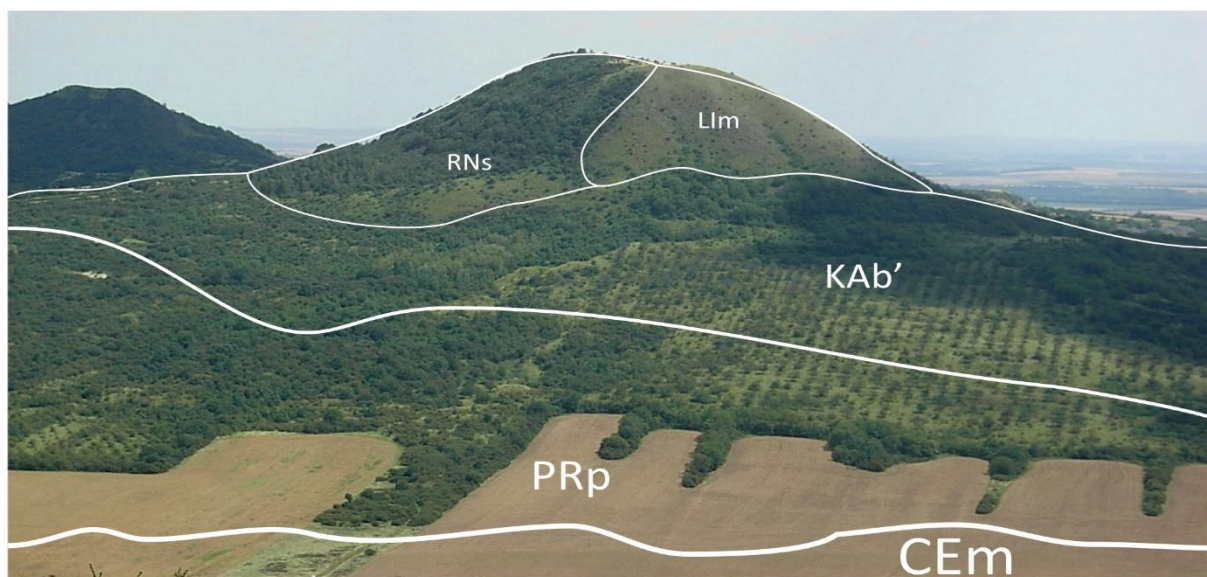
Obr. 18 Vybrané morfologické znaky půd: pseudomycelia (A), chodby po kořenech a žížalách (B), humuso-iluviální povlaky u šedozemě (C), skluzné plochy u smonice (D), jílové povlaky - argilany (E), ortšejn (F), železito-manganičité bročky (G) a cicváry (H).



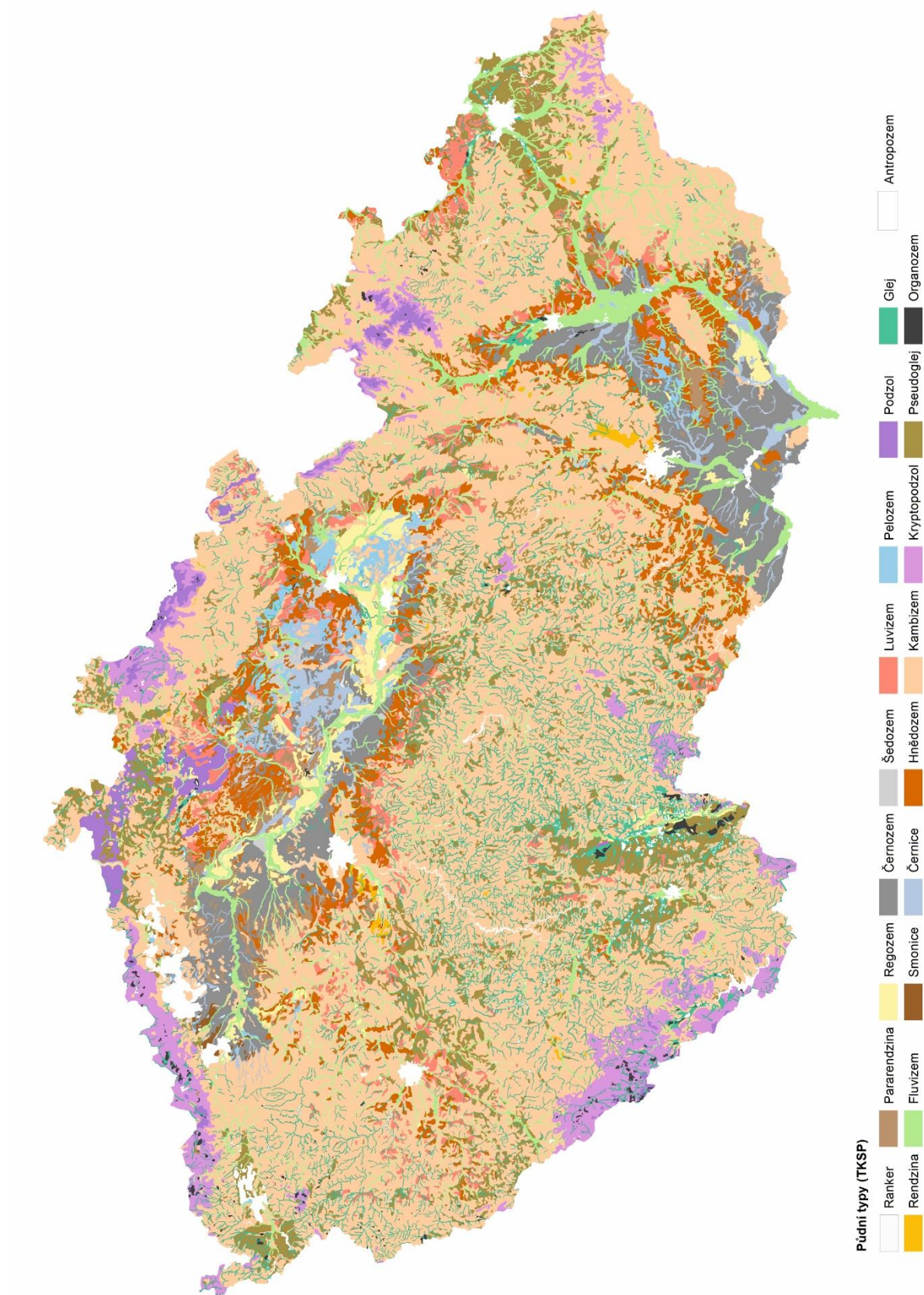
Obr. 19 Intenzivní zemědělství vede v úrodných oblastech k erozi a rozčlenění půdního pokryvu na erodované plochy s regozeměmi (RGm), plochy akumulace erodovaného materiálu (koluvizemě - KOm) a místa s původními černozeměmi (CEm).



Obr. 20 Typické uspořádání půd na málo svažitéch částech vrchovin. Horní partie s kambizeměmi (KA) přecházejí do nižších partií ovlivněných stagnující vodou s oglejenými kambizeměmi (KAg) až pseudogleji (PGm). Ve výraznějších terénních depresích se tvoří s ohledem na vysokou hladinu podzemní vody gleje (GLm).



Obr. 21 Typická toposekvence půd Českého Středohoří. Svahy jsou pokryty Leptosoly (RNs, LIm) a kambizeměmi eutrofními (KAb). Nižší části území jsou tvořeny pararendzinami na křídových sedimentech (PRp). V nejnižších partiích se vyskytuje černozem na spraši (CEm).



Obr. 22 Půdní mapa České republiky (zdroj: PUGIS, 1:250 000).

Humus je *kvalitní*, s převahou silně polymerizovaných huminových kyselin a příznivým poměrem C:N (pod 10). Černický horizont je typicky bez obsahu karbonátů, které se koncentrují níže v kalcickém horizontu. Ten nemusí být vždy přítomen, zejména v oblastech s vyššími srážkovými úhrny, kde jsou sekundární karbonáty z profilu vyplaveny. V těchto oblastech se mohou vyskytovat rovněž černozemě luvické se slabým procesem illimerizace a horizontem Bth pod Ac (stratigrafie Ac–Bth–BCk–Ck). Přejít k hydromorfním černicím tvoří černozemě černické. Těžké jílovité černozemě se slabě vyvinutými vertikálními znaky řadíme k subtypu černozemí vertikálních.

Černozemě patří mezi naše *nejúrodnější půdy* (tomu odpovídá i nejvyšší bodová výnosnost této půdy, konkrétně černozemě černické). Jsou téměř beze zbytku součástí zemědělského půdního fondu. Vysoký obsah a kvalita humusu, dobrá struktura, zrnitost nejčastěji ve střední části spektra, příznivé sorpční vlastnosti i výskyt v nejteplejších částech našeho území umožňují pěstovat na černozemi naše *nejnáročnější plodiny* (pšenice, kukuřice na zrno, slunečnice, cukrovka atd.). Jistými omezeními bývají riziko sucha, které je možné řešit závlahami (platí obzvláště pro arenické černozemě na jižní Moravě), fixace fosforu a značná náchylnost k erozi, která je obzvláště problematická v oblastech s členitějším reliéfem. Černozemě jsou klimaxovými (vrcholnými ve smyslu vývoje) půdami stepí a lesostepí, proto se u nás často považují za tzv. relikty (pozůstatky) kulturních stepí. Na našem území se černozemě rozprostírají v klimaticky sušších, teplých, nížinných oblastech do nadm. výšky 250 m n. m. (*Polabí, jižní Morava*).

- **Černice (CC)** jsou, podobně jako černozemě, hlubokohumózní půdy s tmavým černickým horizontem (nad 30 cm). Jsou výrazně ovlivněny *redoximorfními podmínkami* v profilu (hladina podzemní vody většinou v 100–200 cm), jedná se tedy o půdy semihydromorfní. Černický horizont má vzhledem k pomalejší mineralizaci v hydromorfním prostředí často vyšší obsah humusu než je tomu u černozemí. Hydromorfní znaky se projevují výskytem bročků (Acn). Substrátem jsou nezpevněné karbonátové či alespoň sorpčně nasycené sedimenty. Typická stratigrafie je Ap–Acn–ACg–Cg. Černice se vyskytují v nižších *depresních polohách černozemních regionů* (i ve starých nezatopovaných nivách), případně na těžších substrátech v humidnějších oblastech. Díky vysokému obsahu kvalitního humusu, příznivým sorpčním vlastnostem, dobré struktuře a dostatku vláhy patří černice k našim *nejúrodnějším půdám*. Ze subtypů uveďme černici fluvickou ze starých nivních sedimentů, černici glejovou s výraznými znaky hydromorfismu níže 60 cm či subtypy vyjadřující extrémní zrnitost (pelická, arenická).

3.2.4.6. LUVISOLY

Luvisol (z latinského *luere* – vymývat) jsou půdy s dominantním procesem *illimerizace*. Jsou definovány přítomností luvického diagnostického horizontu Bt a méně či více výrazného eluviálního (albického), jílem ochuzeného horizontu E (není přítomen vždy). Luvisol se nacházejí převážně v rovinatých územích s mírně vyšší nadmořskou výškou i srážkovými úhrny než je tomu u Černosolů (250–450 m n. m.). Substrátem jsou nejčastěji karbonátové i nekarbonátové nezpevněné sedimenty (spraše, prachovice, polygenetické hlíny). Luvisol jsou půdy střední až vyšší úrodnosti (v případě poklesu pH v eluviálním horizontu i nižší), hojně zemědělsky využívané. Do třídy Luvisolů řadíme tři půdní typy.

- **Šedozemě (SE)** tvoří jakýsi přechod mezi Černosoly a Luvisoly, obsahující znaky typické pro obě třídy – *hluboký humusový horizont a horizont iluviace jílu*. Humusovým horizontem u šedozemí je většinou šedý melanický horizont (degradovaný černický), ve spodní části jílem ochuzený (Ame), případně běžný humusový horizont omezující se svou hloubkou na ornici. U intenzivněji vyluhovaných šedozemí se vyskytuje i plavohnědý eluviální horizont Ev níže Ap. U všech šedozemí je přítomen luvický horizont Bth s *tmavými*, humusem obohacenými *argilany* polyedrické až prismatické struktury. Typická stratigrafie profilu je Ap–Ame–Bth–Ck nebo Ap–(Ev)–Bth–Ck u intenzivněji vyluhovaných šedozemí. Šedozemě jsou půdy s marginálním výskytem, vyskytující se místy na *okraji rozšíření černoze* ze *spraše* v nadmořských výškách 200–300 m n. m. Jedná se o zemědělsky využívané půdy s příznivými úrodnostními parametry (vyšší obsah humusu, nasycený sorpční komplex, mírně kyselé reakce).
- **Hnědozemě (HN)** jsou typickým zástupcem třídy Luvisolů s profilem rozděleným na plavohnědý eluviální horizont Ev, přecházející bez jazykovitých zátek do hnědého luvického horizontu Bt s *hnědými jílovými povlaky* a výraznou polyedrickou či prismatickou strukturou. Eluviální horizont u oraných půd často chybí – je součástí ornice. Humusový horizont má pak poněkud světlejší barvu a nižší obsah humusu (průměrně okolo 1,8 %). Typická stratigrafie půdního profilu je O–Ah nebo Ap–(Ev)–Bt–B/C–C či Ck. Texturní diferenciaci (poměr obsahu jílu v Bt ku obsahu jílu v nad ním ležícím horizontu, např. Ev) dosahuje hodnoty alespoň 1,3. Zemědělsky využívané hnědozemě jsou sorpčně nasycené půdy, u lesních může nasycenost v Ev klesnout na 35–60 %. Hnědozemě se vytvořily hlavně v rovinném či mírně zvlněném reliéfu *nižších a středních poloh*. Půdotvorným substrátem jsou nejčastěji *spraše*, *prachovice* a polygenetické hlíny. Jedná se o půdy se střední až vyšší úrodností, obecně u nás patří ke *kvalitním zemědělským půdám* s příznivým chemismem. Erozi podléhají především o jílu ochuzené svrchní horizonty, naopak těžší luvický horizont s pevnou strukturou je poměrně odolný. Vhodné jsou především pro pěstování obilnin.
- **Luvizemě (LU)** jsou půdy, ve kterých probíhá *intenzivní proces illimerizace*, často spojený se stagnací vody. V profilu identifikujeme vybělený eluviální horizont El s destičkovitou až lístkovitou strukturou. Eluviální horizont přechází často do luvického horizontu *jazykovitými zátekami*, kde dochází k porušování jílových povlaků. Luvický horizont (Btd–degradovaný) vykazuje vysvětlené povrchy pedů, střídající se s pedy s hnědými argilany. Ornice, podobně jako u hnědozemí, vzniká smísením humusového horizontu a vrchní části, nebo i celého, albického horizontu. Je světlá, s velkou náchylností k erozi. Texturní diferenciaci činí u těchto půd nejméně 1,8. Luvický horizont pozvolna přechází do substrátu. Horizont Bt je nasycen obvykle nad 60 %, v eluviálním horizontu může doházet k výrazné *acidifikaci* a poklesu nasycení pod 30 % (luvizem dystrická pod lesními porosty). V některých takto silně vyluhovaných luvizemích pozorujeme náznaky vzniku mikropodzolu. Vzhledem k výskytu těžšího, méně propustného luvického horizontu, dochází u luvizemí velice často ke stagnaci vody a následnému vzniku hydromorfních znaků, nejčastěji ve formě bročků a skvrn či mramorování (luvizem oglejená). Acidifikace a oglejení se projevují zvýšeným obsahem amorfního volného železa (FeO). Obsah humusu v ornících zemědělských půd činí 1,7 až 2,2 % a zvyšuje se při nárůstu acidifikace a oglejení.

Tyto půdy se vytvářejí hlavně v rovinách a v mírně zvlněném reliéfu z prachovic, polygenetických hlín, místy i z lehčích, eolickým materiálem obohacených substrátů. Typická stratigrafie profilu je O–Ah nebo Ap–El–Btd–BC–C.

3.2.4.7. KAMBISOLY

Kambisoly jsou naše *prostorově nejrozšířenější půdy*. Vyznačují se přítomností horizontu s výraznými znaky vnitropůdního zvětrávání. Nejčastěji se vyskytují ve *sklonitém reliéfu* na souvrstvích přemístěných zvětralin pevných, zpevněných i nezpevněných hornin. Vzhledem k pestrosti substrátů i dalších přírodních podmínek jsou tyto půdy charakteristické širokou škálou zrnitosti, chemických parametrů (půdní reakce, sorpční charakteristiky), hydromorfních znaků a typů humózních horizontů i nadložního humusu. Kambisoly jsou v naší klasifikaci zastoupeny dvěma půdními typy.

- **Kambizemě (KA)** jsou půdy se stratografií O–Ah nebo Ap–Bv–IIC, s kambickým hnědým horizontem, vyvinutým převážně v souvrství *svahovin* magmatických, metamorfických a sedimentárních hornin, případně v nezpevněných lehčích až středně těžkých sedimentech. Jedná se o půdy převážně svažitého území pahorkatin až hornatin. V menší míře, zejména na sypkých substrátech, vznikají i v rovinatém reliéfu. Kambizemě jsou relativně mladé, *středně vyvinuté půdy*, u nichž je potenciál pokročilejší pedogeneze snižován přesuny materiálu v nepříliš stabilních podmínkách svahů. Charakteristický kambický horizont se liší od níže ležícího substrátu především výraznější barvou a půdní strukturou odlišnou od struktury matečné horniny. Z hlediska chemických a fyzikálních vlastností i úrodnostních parametrů se jedná o mimořádně *pestré půdy*. Je to dáno jednak bohatou škálou půdotvorných substrátů s různým složením, jednak širokým rozmezím klimatických a vegetačních podmínek. Najdeme je v podstatě ve všech klimatických regionech a u většiny vegetačních stupňů. Tím jsou určeny rozdíly v akumulaci humusu a jeho kvalitě, ve vyluhování půdního profilu, zvětrávání, a to v interakci s vlastnostmi substrátů. Podle specifických lokálních podmínek nalézáme u kambizemí veškeré formy nadložního humusu. Vedle běžných horizontů Ah je možný vznik melanických (kambizem melanická) i umbrických horizontů (kambizem umbrická), určujících variety až subtypy kambizemí. Směrem k chladnějším a humidnějším oblastem narůstá obsah humusu v ornici (1–6%) i v horizontech Bv (0,4 až nad 1,0 %), zároveň ovšem s rostoucí acidifikací klesá jeho kvalita: snižuje se poměr HK : FK a zvyšuje se podíl slabě vázaných huminových kyselin a volných fulvokyselin, migrujících do horizontu Bv (kambizem dystrická). Obecně obsah a kvalita humusu stoupá od nejlehčích k těžším půdám a půdám z bazických substrátů. Podobně jako obsah a kvalita humusu kolísají v závislosti na podmínkách i pH a nasycenost sorpčního komplexu. Podle nasycenosti v horizontu Bv můžeme půdy zařadit k eu- (> 60 %), meso- (60–35 %) až oligobazickému (< 35 %) stadiu. V diagnostice těchto stádií nám pomáhá nasycenost sorpčního komplexu výměnným hliníkem. Acidifikace se odráží i v nárůstu amorfního FeO a na pH závislé KVK. Z hlediska zrnitosti nacházíme zastoupení všech texturních kategorií. Extrémní zrnitost vyjadřují subtypy arenický a pelický. Výrazná skeletovitost profilu je vyjádřena subtypem rankerovým.

Kambizemě mají nejvýraznější podíl v půdním fondu ČR; zaujímají *více než polovinu našeho území*. Zemědělsky je využíváno asi 60 % kambizemí. Obecně lze kambizemě považovat za půdy *střední až nižší úrodnosti*; nejlepší podmínky poskytují kambizemě na

minerálně silných substrátech (například čedič, zrnitostně těžší sedimenty) s nasyceným sorpčním komplexem a dostatkem kvalitního humusu (zejména kambizemě melanické a eubazické). Kambizemě vyšších poloh s výraznějšími projevy acidifikace (kambizemě dystrické) slouží spíše jako lesní stanoviště. Z hlediska skladby plodin mají kambizemě jednoznačně největší podíl v bramborářské výrobní oblasti (brambory, obiloviny, řepka a píce), výrazně ovšem zasahují do ostatních výrobních oblastí (mimo kukuřičnou).

- **Pelozemě (PE)** jsou *zrnitostně těžké půdy* s kambickým pelickým horizontem. Stratigrafie profilu O–Ah nebo Ap–Bp–IIC je podobná jako u kambizemí. Pelický horizont Bp má vzhledem k vysokému podílu jílu (nad 35 %) poněkud jiné vlastnosti než hnědý kambický horizont u kambizemí. Vzniká *pedoplasmací* (zvětráváním) slabě zpevněných jílu a slínů v souvrstvích svahovin břidlic a ostatních jílovitě zvětrávajících hornin, kdy se z původní stavby vyvíjí homogenizovaná jílová masa. Pelický horizont má charakteristickou plazmatickou nebo porfýrickou stavbu půdní matrice s lesklými povrchy, které ovšem nejsou dány akumulací jílu (argilany), ale jejich tlakovou orientací. Vzhledem k vysokému podílu jílu mají tyto půdy i vysokou kationtovou výměnnou kapacitu. Vyluhováníází je omezeno charakterem substrátu; tyto půdy nedosahují oligobazického stadia acidifikace. Značná je naopak tendence k oglejení. Vedle tvorby běžného horizontu Ah je možná tvorba melanického horizontu. Rozšíření těchto půd je dáno především rozšířením specifických substrátů, jako jsou jílovce či slínovce.

3.2.4.8. PODZOSOLY

Podzosity jsou *silně kyselé půdy* se spodickými diagnostickými horizonty. Typicky vznikají v horských polohách s nízkými teplotami a vysokými srážkovými úhrny; v nižších polohách jsou vázány na chudé silikátové, většinou písčité substráty. Typická je *nízká nasycenost bázemi* a naopak vysoké nasycení *hliníkem*, nízké pH a výrazná tendence k vytváření surového humusu. Definovány jsou dva půdní typy, lišící se především v intenzitě podzolizačního procesu.

- **Kryptopodzoly (KP)** tvoří přechod mezi kyselými kambizeměmi a podzoly. V důsledku intenzivního vnitropůdního zvětrávání dochází u těchto půd k uvolnění velkého množství volného železa. Stmelením částic jílu a prachu tímto amorfním železem vznikají typické zaoblené mikroagregáty, projevující se v půdě vysokou *kyprostí* a nízkou objemovou hmotností (pod 1,0 g.cm⁻³). Diagnostickým horizontem, ve kterém probíhají tyto procesy, je rezivý spodický horizont Bvs s typickou *rezivou* až žlutorezivou barvou. Humusovou formou je u těchto půd nejčastěji mor s přechody k moderu. Jsou to půdy silně kyselé s tvorbou sekundárního chloritu v horizontu Bvs, vysoce nasycené hliníkem s velmi výrazným uvolněním volných oxidů Fe a Al. Vytvářejí se v horských podmínkách v souvrstvích přemístěných zvětralin lehčího zrnitostního složení (žul, pískovců apod.), zčásti v písčích nižších poloh. Typická stratigrafie profilu je O–Ah nebo Ap–Bvs–C.
- **Podzoly (PZ)** jsou půdy se stratografií O–Ah nebo Ap–Ep–Bhs–Bs–C. Jejich profil je výrazně diferencován na vybělený (albický) horizont Ep (někdy infiltrovaným humusem zbarven šedě) a iluviální spodické horizonty. Pod eluviálním horizontem se typicky nachází humusoseskvioxidický horizont Bhs rezivočernohnědé barvy, která je způsobena iluviací humusových látek spolu se seskvioxydy. Níže přechází v seskvioxidický horizont Bs rezivé barvy s iluviací oxidů Fe a Al. Ve specifických případech může jeden ze spodických horizontů chybět. Humusovou formou je převážně surový humus (mor). Podzoly se vytvářejí

ve dvou ekologicky odlišných oblastech. V nejvyšších horských polohách vznikají na svahovinách lehčích zvětralin (žuly, pískovce apod.). V chladném a srážkově bohatém prostředí jejich profil prakticky neprosychá. V místech dlouhodobějšího provlhčení může na povrchu docházet k výrazné akumulaci organického materiálu a vzniku histického horizontu (podzol histický). V nižších polohách se podzoly vyskytují na silikátových píscích s minimem bází (podzol arenický), často doprovázeny regozeměmi arenickými.

Podzoly jsou půdy se sorpčním komplexem výrazně nenasyceným bázemi, s vysokou nasyceností hliníkem. Proces podzolizace je indikován výraznou migrací chelátů – komplexů Fe, Mn, Al s organickými kyselinami o malé molekule (fulvokyselinami). Obsah humusu je vysoký nejen v humusovém horizontu (v ornících > 4–5 %), ale i v Bhs (> 5 %). Jedná se o kyselý humus s výraznou převahou fulvokyselin nad huminovými kyselinami. Obsah humusu u podzolů nižších poloh z písků je nižší, ale jeho hromadění v Bhs výrazné. Při prosychání profilu podzolů nižších poloh může vznikat ztvrdlý horizont *ortšejn*.

Podzosoly jsou *typické lesní půdy*; zejména smrky jsou na vysoký podíl hliníku, který je pro řadu druhů rostlin toxický, dobře adaptovány. V zemědělském půdním fondu je proto minimum ploch na podzolech. Většinou se jedná o plochy s trvalým travním porostem.

3.2.4.9. STAGNOSOLY

Stagnosoly jsou semihydromorfní půdy s výrazným *redoximorfním* mramorovaným horizontem. Ten vzniká v důsledku periodického, většinou *povrchového*, převlhčení v místech zhoršených podmínek pro proudění vody v profilu. Jeho horní hranici nacházíme do hloubky 50 cm od povrchu půdy. Výraznost mramorování většinou *do hloubky klesá*. Mramorování nalézáme přímo pod horizontem akumulace humusu či pod vyběleným eluviálním horizontem s hydromorfními znaky (Fe-Mn bročky, rourkovité novotvary). V případě delšího povrchového převlhčení je možná tvorba hydrogenních forem nadložního humusu až histického horizontu. Ve třídě Stagnosolů rozlišujeme dva půdní typy, lišící se především intenzitou hydromorfismu.

- **Pseudogleje (PG)** jsou půdy se stratigrafií O–Ahn či Ap–En–Bmt–BCg–C nebo O–Ahn či Ap–Bm–Bcg–C. Jsou charakterizovány výskytem výrazného mramorovaného, redoximorfního diagnostického horizontu Bm či Bmt. Mramorovaný horizont vzniká i) transformací *kambického* či *pelického* horizontu při stagnaci vody z důvodu zvrstveného (např. písčitojílovitého) či hůře propustného (jílovitého) substrátu (Bm, Bmp) nebo ii) transformací *luvického* horizontu s vyšším obsahem jílu a horší propustností (Bmt). U půd vyvinutých z luvizemí nalézáme nad mramorovaným horizontem vybělený horizont (En) s velkým výskytem výrazných nodulárních novotvarů (Fe-Mn bročeků). Nodulární novotvary nacházíme obecně blízko povrchu půdy (Ahn). V případě výskytu těchto půd ve svahu s převažujícím laterálním prouděním vody je výskyt nodulárních novotvarů minimální a eluviální horizont nazýváme Ew (hydroeluviální).

Humusovou formou pseudoglejů je nejčastěji moder či hydromoder. Humusový horizont má zvýšený obsah humusu ve srovnání s okolními anhydromorfními půdami. V ornících se obsah humusu pohybuje v rozmezí 2,5–3,5 %.

Pseudogleje nalézáme v *rovinatých* či *depresních částech reliéfu* ve vlhčích regionech (dostatek srážek pro nastartování procesu oglejení). Největší souvislé plochy zaznamenáváme v oblasti *jihomočeských pánví* (jílovitý substrát), dále jsou časté v asociaci s kambizeměmi a luvizeměmi ve výše položených místech našich *pahorkatin a vrchovin*. V

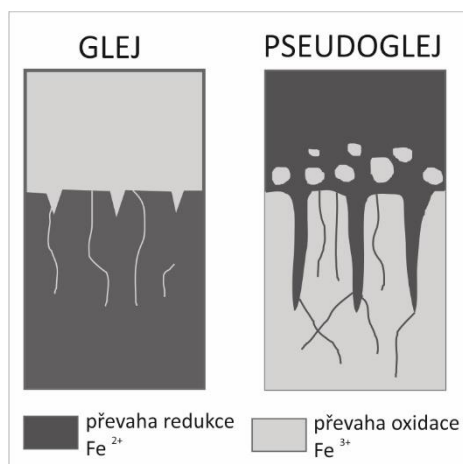
minulosti byly masivně odvodňovány. Zemědělsky jsou využívány více než dvě třetiny plochy těchto půd; kromě pěstování obilnin, píce či řepky jsou často zatravněny.

- **Stagnogleje (SG)** jsou specifickými představiteli pseudoglejů, u nichž vedlo *dlouhodobé povrchové převlhčení* profilu k rozvoji silně redukovaného glejového horizontu s oxidačními partiemi. Na rozdíl od glejů znaky hydromorfismu do hloubky klesají – glejový horizont se nachází nad mramorovaným horizontem, což svědčí o saturaci převážně povrchovou vodou. Typická stratigrafie je Ot–Ahg či At–Gro–Bm–Cg. Pod hydrogenním nadložním horizontem se často nachází zrašelinělý humusový horizont At, někdy až rašelinný horizont T (stagnoglej histický). Tento půdní typ se vytváří v lokálních podmínkách dlouhodobějšího povrchového oglejení než u pseudogleje.

3.2.4.10. GLEJSOLY

Glejsoly jsou hydromorfní půdy s výrazným glejovým horizontem (Obr. 23), který odpovídá dlouhodobé saturaci profilu především *podzemní vodou* (možné je i převlhčení povrchovou vodou ze svahových pramenišť).

- **Glej (GL)** je jediným zástupcem třídy Glejsolů se stratografií Ot–At až T–Gro–Gr. Horní hranice glejového horizontu se vyskytuje do hloubky 50 cm. Vzájemné poměry mocnosti jednotlivých horizontů, absence některého z glejových horizontů i podoba nadložních a humusových horizontů odpovídají délce a intenzitě převlhčení a obecně vodnímu režimu těchto půd. Podle znaků tohoto vývoje rozeznáváme subtypy (např. výrazně zamokřený akvický s dominancí horizontu Gr, histický s vrstvou rašelinného horizontu T, hydroeluviovaný indikující laterální proudění vody v profilu). Podobně jako pseudogleje podléhaly gleje intenzivnímu odvodnění. Dnes je velká část glejových poloh pod trvalými travními porosty; vlhké louky typické pro tyto oblasti jsou často stanovištěm vzácných druhů rostlin a živočichů.



Obr. 23 Rozdíl v projevech oglejení a glejového procesu v profilech hydromorfních půd.

3.2.4.11. SALISOLY

Salisoly jsou půdy s výraznými znaky *zasolení*. To znamená, že mají po část roku v profilu vysoké koncentrace rozpustných solí.

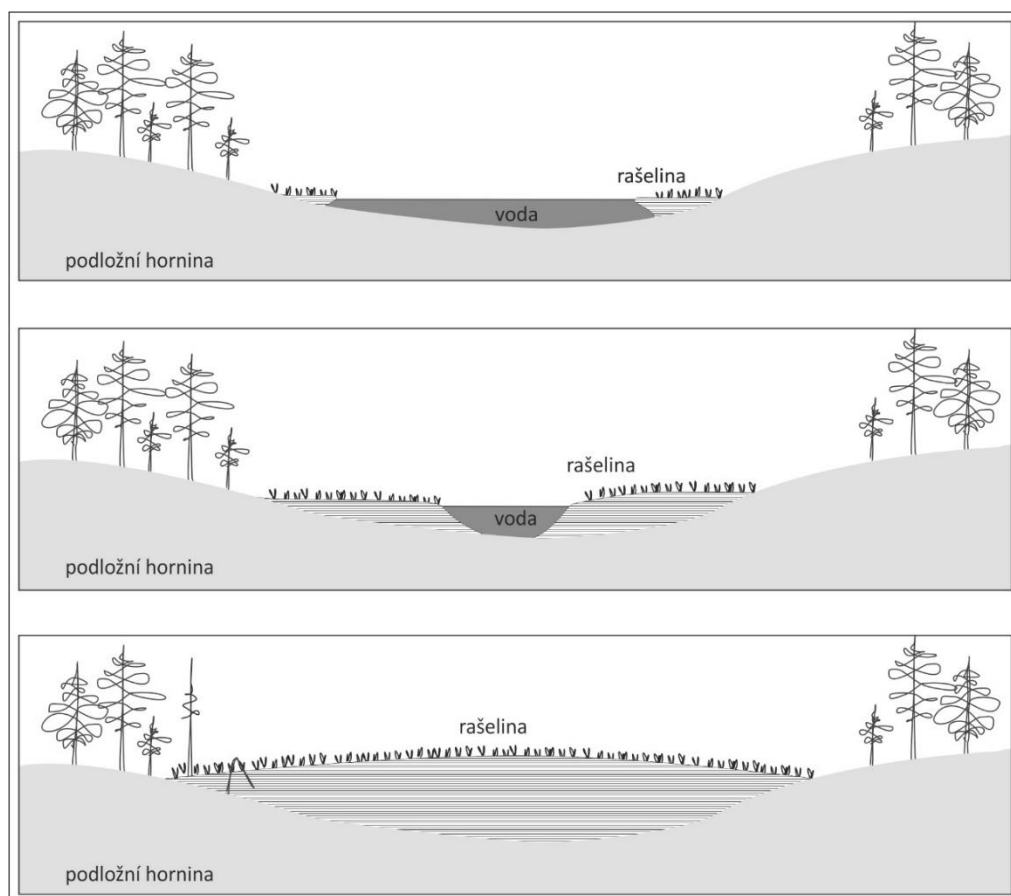
- **Solončaky (SK)** se stratografií Ah–S–Cs jsou jediným zástupcem Salisolů. Jejich výskyt je v ČR značně omezen, výjimečně se mohou vyskytovat na *jižní Moravě*. Ostrůvky zasolených půd, většinou nedosahujících kritérií pro identifikaci solončaku, se dále nacházejí v nejsušších oblastech *severozápadních Čech* (Žatecko, Chomutovsko). Diagnostickým horizontem solončaků je salický horizont S, jehož přítomnost je indikována určitou vodivostí nasyceného extraktu. Typická je halofytní vegetace, spolehlivě prozrazující místa s vyšším výskytem solí (např. jitrocel přímořský, slanorožec rozprostřený, solnička rozprostřená). V

tomto ohledu je možné o těchto půdách hovořit i v místech v okolí silnic s vysokým vstupem posypové soli, která se dostává do půdy (tzv. liniové zasolení).

3.2.4.12. ORGANOSOLY

Organosoly jsou půdy s holorganickými, hlavně *rašelinnými* horizonty o mocnosti nad 50 cm (nad pevnou skálou nad 30 cm).

- Zastoupeny jsou půdním typem **Organozem (OR)** s rašelinným horizontem T o mocnosti > 60 cm. Vznikají v místech dlouhodobého převlhčení a hromadění nedokonale rozložené organické hmoty. Organozemě jsou půdy nesmírně cenných stanovišť se specifickým druhovým složením (např. borovice blatka, suchopýr, rosnatka atd.). Podle způsobu vzniku rozeznáváme vrchovištní (Obr. 24), slatinná a přechodová rašeliniště. V ČR se vyskytují především ve vrcholových partiích hor (vrchoviště), dále v oblasti Třebońska (přechodová) a v mrtvých ramenech řek (slatiny). Význam rašelin je, kromě specifčnosti celého jejich ekosystému, v zadržení velkého *množství vody*. Fungují i jako *zásobárna uhlíku*. Člověkem jsou rašeliny dlouhodobě těženy a využívány jako palivo, pro léčebné účely či jako zahradnické substráty. Vzhledem k velmi pomalému přirůstání rašeliny je po vytěžení rašeliniště prakticky nenávratně zničeno. Většina rašelinišť u nás dnes podléhá *ochraně*.



Obr. 24 Vznik rašeliniště vrchovištního typu.

3.2.4.13. ANTROPOSOLY

Antroposoly jsou půdy *přímo ovlivněné člověkem*. Vznikají buď výraznou modifikací půdních horizontů kultivačními či melioračními opatřeními, pohnutím původních půdních horizontů

nebo se jedná o zcela uměle vytvořené půdy vzniklé z přemístěných materiálů, půdy překryté (soil sealing) či půdy silně kontaminované.

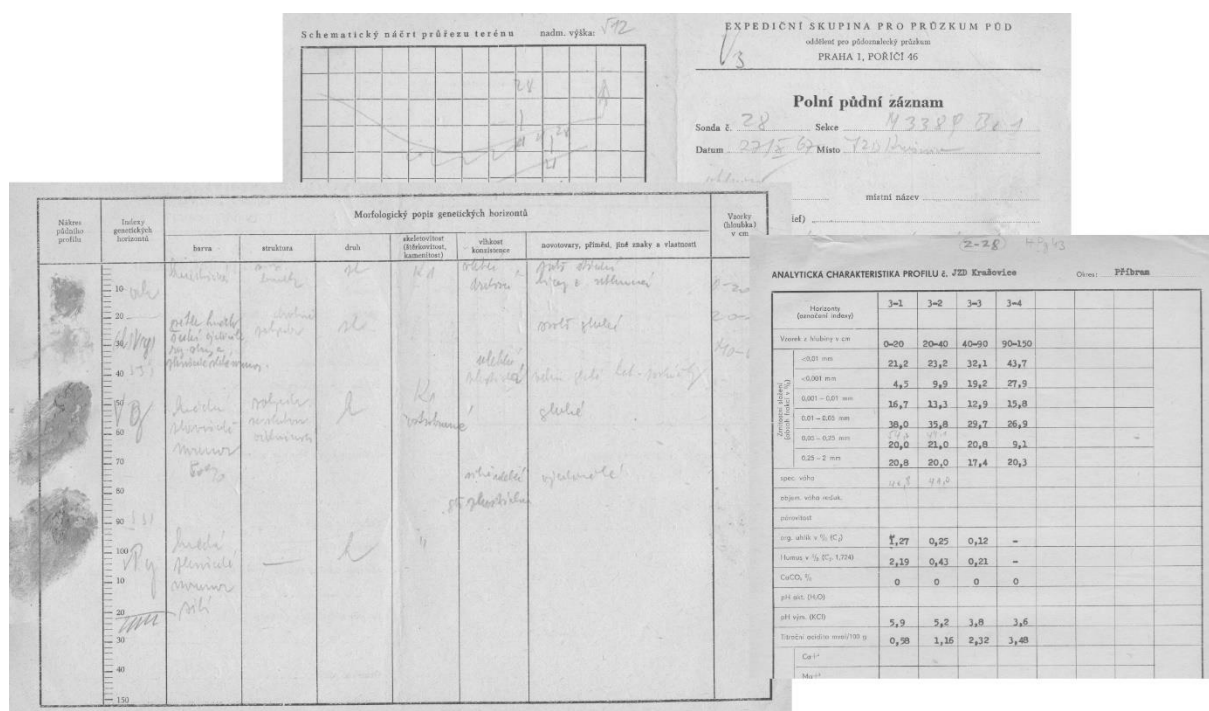
- **Kultizemě (KU)** jsou půdy vzniklé kultivační činností člověka, která svým vlivem přesahuje vytvoření ornice a běžné zlepšování jejích vlastností minerálním a organickým hnojením a zpracováním půdy. Dále se jedná o půdy, u kterých meliorační zásahy přesahují vliv úprav vodního režimu odvodněním, drenáží či závlahou. Výrazné úpravy půdy běžnými agrotechnickými a melioračními zákroky hodnotíme na úrovni antropických subtypů půd. Kultizemě vznikají při mimořádném zapravování zúrodňovacích materiálů do ornice, dále pak *hloubkovým kypřením*, *rigolováním*, zapravením izolačních folií apod. U těchto půd můžeme identifikovat podle zachovaných profilových znaků event. ze zbytků horizontů rozvlečených antropogenní turbací, že půda vznikla in situ (na místě). Typickými zástupci jsou u nás například *rigolované půdy vinic*.
- **Antropozem (AN)** je půda vytvořená z člověkem *nakupených substrátů* získaných při těžební a stavební činnosti. Charakter půd je dán jednak vlastnostmi původního materiálu, jednak antropogenním vrstvením či mísením materiálu, dále pak usměrněním procesu pedogeneze po *rekultivacích*, sledujících úpravy půdních vlastností pro zemědělské, lesnické a rekreační využití. Pouhé navrstvení materiálů vytváří pouze antropické substráty. Specifické podmínky se mohou vytvářet po rekultivaci skládek odpadů. Patří sem i městské půdy překryté, např. pod chodníky. Vzhledem k původu materiálu se často jedná o půdy kontaminované různými rizikovými látkami. Využití antropozemí závisí na charakteru materiálu (zrnitost, obsah humusu), míře kontaminace a způsobu rekultivace. V ČR se velké souvislé plochy těchto půd nacházejí ve *městech* a těžebních oblastech, zejména v *Podkrušnohoří*.

3.3. Historické půdní klasifikace

3.3.1. Geneticko-agronomická klasifikace

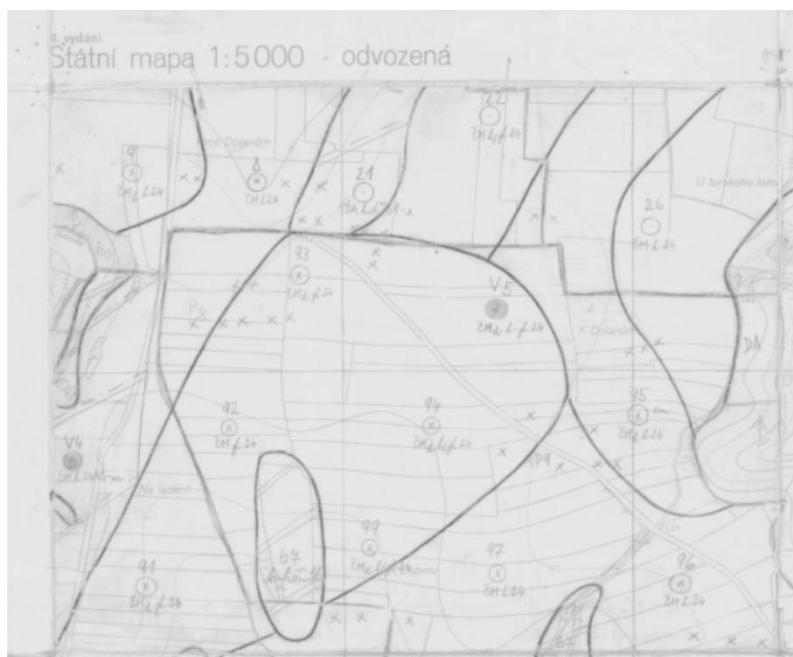
3.3.1.1. KOMPLEXNÍ PRŮZKUM ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD

Geneticko-agronomická klasifikace byla vytvořena pro účely rozsáhlé půdní mapovací kampaně, tzv. **Komplexního průzkumu zemědělských půd** (dále KPP). Průzkum byl realizován na základě vládního usnesení a následně vyhlášky č. 47/1961 z roku 1961. Vypracování celého projektu bylo rozplánováno na 10 let. Cílem průzkumu bylo především získat objektivní vědecké podklady pro efektivnější využívání zemědělského půdního fondu a řízení zemědělství. Základní součástí KPP byl jednorázový půdoznalecký průzkum, který měl poskytnout nejdůležitější poznatky o geneticko-agronomických vlastnostech zemědělských půd, umožňující řešení otázek zúrodňování půd (Němeček et al. 1967). K uskutečnění projektu byla vypracována *komplexní metodika*, zahrnující otázky organizace průzkumu i jeho odbornou náplň.



Obr. 25 Ukázka polního půdního záznamu KPP a protokolu s analýzami výběrové sondy.

Půdoznalecký průzkum sestával z několika etap: *terénní průzkum půd* (přípravné práce, rekognoskace terénu, výkop a popis profilů, odběr vzorků, náčrt půdní mapy), *laboratorní zpracování* půdních vzorků a *kancelářské zpracování* výsledků průzkumu (vyhotovení půdních map a kartogramů a vypracování průvodních zpráv). V průběhu akce bylo otevřeno přes 700 000 kopaných sond a byly provedeny více než 2 miliony rozborů odebraných půdních vzorků. Kopané sondy byly rozděleny do tří kategorií z hlediska hustoty sondážní sítě a rozsahu sledovaných znaků a vlastností (tabulka 2). **Základní sondy** (celkem 352 908 sond, 1 sonda na 7–18 ha dle heterogenity půdního pokryvu) představovaly všechny popsané profily kopaných sond, na jejichž podkladě byly vymezeny okrsky základních půdních představitelů. Ke každé sondě byl pořízen polní půdní záznam s popisem půdního profilu (genetické horizonty a morfologické znaky) a s dalšími informativními údaji (lokalizace sondy, substrát, rostlinný kryt a další). Odběr vzorků ze základních sond se prováděl v ornici a podorníci, u vzorků byla hodnocena zrnitost (frakce tzv. jílnatých částic 0–0,01 mm) a půdní reakce. **Výběrové sondy** (celkem 36 735, 1 sonda na 70–180 ha) sloužily k získání analytické charakteristiky celků genetických půdních představitelů. V jednotlivých genetických horizontech byly určovány zrnitost, obsah humusu, obsah CaCO₃, půdní reakce, sorpční vlastnosti (výměnná kationtová kapacita, nasycenost sorpčního komplexu) a přístupné živiny (draslík, fosfor; Obr. 25). **Speciální sondy** (celkem 1 520, 1 sonda na 175–360 ha) sloužily k získání všestranné analytické charakteristiky typických půdních představitelů v celostátním měřítku. Odebírány byly jak porušené, tak neporušené půdní vzorky; rozsah určovaných vlastností byl oproti výběrovým sondám rozšířen o detailnější fyzikální (struktura, specifický povrch, technologické hodnoty) a chemické analýzy (frakce humusu, obsah dusíku, výměnné kationty, volné oxidy), v případě potřeby se prováděly i mikromorfologická analýza či identifikace jílových minerálů.



Obr. 26 Výřez mapy KPP zakreslované do SMO-5.

družstva a státní statky) v **měřítku 1:10 000**. Pro části území byly z důvodů nedostupnosti topografických map 1:10 000 zakreslovány půdní mapy do SMO5 (Státní mapa odvozená v měřítku 1:5 000).

Pro potřeby praxe byly tedy vypracovány v rámci průzkumu následující materiály:

- průvodní zprávy
- základní půdní mapy a sondy
- kartogramy zrnitosti, skeletovitosti a zamokření
- kartogramy návrhů opatření ke zvýšení půdní úrodnosti (vápnění, podryvání, odvodnění a jiné)

Tabulka 2 Typy sond prováděné v rámci KPP a jejich charakteristiky.

Typ sondy	Počet sond	Průměrná hustota ha/sonda	Struktura vzorkování	Počet půdních vzorků	Analýzy
Základní	352 908	12	Ornice a podorníčí	697 415	Textura zjednodušeně Půdní reakce
Výběrové	36 735	121	Jednotlivé půdní horizonty	144 803	Textura Půdní reakce Obsah CaCO ₃ Obsah humusu Sorpční charakteristiky Živiny
Speciální	1 520	2 700	Jednotlivé půdní horizonty	6 230	Jako u V sond + fyzikální charakteristiky

Zmíněné materiály doplňuje okresní průvodní zpráva, do níž byly zařazeny i další doplňkové mapy a kartogramy okresů v měřítku 1:50 000 (mapa půd obsahující půdní jednotky na úrovni subtypů a půdotvorné substráty, mapa zrnitosti, mapa půdotvorných substrátů). Kromě těchto map byly ještě vytvořeny kartogramy přístupných živin v měřítku 1:200 000.

3.3.1.2. GENETICKO-AGRONOMICKÁ KLASIFIKACE

Geneticko-agronomická klasifikace půd (dále GAK) byla vytvořena jako účelová klasifikace pro potřeby mapování půdy v rámci KPP. GAK je komplexní klasifikační systém, jehož objektem je kromě samotné klasifikace půdy (taxonomický systém) i klasifikace půdních horizontů, klasifikace půdotvorných substrátů a doplňková klasifikace některých vlastností půdy. GAK byla budována na genetickém základě, ovšem genetické jednotky byly definovány skupinou *diagnostických znaků* a jejich limitů u zemědělsky využívaných půd (Němeček et al. 1967). Agronomický aspekt v klasifikaci znamená zdůraznění těch genetických znaků a vlastností, které jsou důležité pro agronomické hodnocení půdy. Kritéria, podle nichž jsou teoreticky prověřovány taxonomické jednotky, jsou:

- Znaky půdního profilu vzniklé v procesu geneze půdy a podmíněné vlastnostmi substrátu (základ pro klasifikaci).
- Soubor dílčích procesů probíhajících v půdě, které vedly ke vzniku genetických znaků (teoretický podklad pro vymezení diagnostických znaků).
- Soubor půdotvorných faktorů a podmínek půdotvorného procesu (pomocné kritérium).

Na úrovni klasifikace půdních horizontů rozlišuje GAK *diagnostické horizonty*, *substrátové horizonty* a *horizonty podložní horniny*:

- Diagnostické horizonty jsou genetické horizonty, které jsou výsledkem působení různých specifických půdotvorných procesů nebo jejich různých kombinací.
- Substrátové horizonty jsou horizonty, které nebyly přeměněny půdotvornými procesy, ale byly zdrojem materiálu pro vývoj půdy.
- Horizont podložní horniny znamená inertní materiál, horninu, která se na vzniku půdy nepodílela vůbec, nebo jen minimálně a nepřímo, avšak byla identifikována v půdním profilu.

GAK rozlišuje celkem 14 základních (geneticky čistých) **diagnostických horizontů** (tabulka 3). Diagnostické horizonty mají genetickou nomenklaturu a uvádějí se poznatky o jejich genezi. Identifikace se však řídí morfologickými a analytickými znaky. Platí, že:

- Definice diagnostických horizontů v GAK se opírá o objektivní pozorovatelné morfologické znaky či měřitelné analytické charakteristiky půdy.
- Jednotlivé diagnostické horizonty jsou na základě stupně kvalitativních a kvantitativních projevů vnitřních morfologických a analytických vlastností uvažované jako výrazně vyvinuté, vyvinuté a vyvinuté pouze v náznacích.
- Povoluje i smíšené horizonty, které jsou výsledkem různé míry uplatnění se více půdotvorných procesů a přechodné horizonty se znaky dvou, vzájemně sousedících diagnostických horizontů.

- Jako doplňkové charakteristiky diagnostických (a substrátových) horizontů jsou navíc chápány přítomnost karbonátů a rozpustných solí a znaky související s vývojem půdy (reliktnost nebo fosilnost a znaky recentní akumulace).
- V terénním záznamu z průzkumu je klasifikace diagnostického horizontu vyjádřena jeho signaturou. Velkým písmenem je u vnitřních horizontů značen výrazný projev půdotvorného procesu, malým písmenem, které je často užito u horizontů smíšených a přechodných, je vyjádřen méně výrazný projev, písmenem v závorce potom nevýrazný projev (např. Vi(g) pro horizont hnědnutí se znaky iluviace jílu a nevýrazným oglejením).

Půdní horizonty definované v rámci GAK

V tabulce 3 jsou uvedeny diagnostické horizonty, rozlišované v GAK, a jejich ekvivalenty v TKSP a FAO.

Tabulka 3 Přehled genetických horizontů rozlišovaných v Geneticko-agronomické klasifikaci (GAK) a jejich přibližné ekvivalenty v Taxonomickém klasifikačním systému půd ČR (TKSP) a mezinárodní směrnici pro popis půd (FAO 2006)

Skupina horizontů GAK	Signatura GAK	Název horizontu GAK	Signatura FAO (FAO 2006)	Signatura TKSP	Název horizontu TKSP
akumulace organických látek,	O	horizont nadložního humusu	O	O	h. organických látek
nesmísené s minerální složkou	T	rašelinový horizont	H	T	rašelinový
akumulace organických látek,	thg, thG	zrašeliněný horizont		At	zrašelinělý
přechodné	hg, hG	hydrogenní humusový		Ahg, Ahn	hydrogenní humusový
akumulace organických látek,	H	tmavý sorpčně nasycený humusový	A	Ac, As	černický, melanický, tirsový
smísené s minerálním podílem	h	humusové jiných vlastností	h. A	Ah, Au, Am, Ad	lesní, drnový, umbrický
	Orh, OrH	ornice	Ap	Ap	orniční
eluvialní	E, e	eluvialní horizont	E	Ev, El, Ep, En, Ew	vybělený, plavohnědý
iluvialní	I, i	texturní iluvialní	Bt	Bt, Bth	luvicový
	Ina, ina	slancový horizont	Bn	Bn	natrický
	Ihs, Is, ihs, is	Humusosesqui-oxidový	Bhs, Bs	Bhs, Bs	seskvi-oxidický humusoseskvioxidický

Skupina horizontů GAK	Signatura GAK	Název horizontu GAK	Signatura FAO (FAO 2006)	Signatura TKSP	Název horizontu TKSP
metamorfické	V, v	horizont hnědnutí a tvorby jílu	Bw	Bv	hnědý
	Vm, vm	metamorfický strukturní	Bw	Bp	pelický
	Vis	rezivohnědý	Bw, Bs	Bvs	rezivý
horizonty výrazného projevu redukčních pochodů	g	mramorovaný horizont	Bg	Bm, Bmt	mramorovaný
	G, Gox, Gred	glejový, glejový oxidační, glejový redukční	Bl, Br	Go, Gor	glejový
podložní horizonty	P	substrátový horizont	C	C	půdotvorný substrát
	D	podložní hornina	2C	D	podložní hornina
	M	pevná hornina	R	R	pevná hornina

Klasifikace půdy v GAK představuje hierarchicky uspořádaný systém tříd (taxonomický systém), který rozlišuje **celkem čtyři taxonomické úrovně**:

- **Půdní typ** je základní jednotkou GAK a zároveň nejvyšší taxonomickou úrovní a představuje výsledek působení specifické kombinace půdotvorných procesů. Je charakterizován typickou sekvencí genetických horizontů (přehled půdních typů je uveden v tabulce 4).
- **Půdní subtyp** na nižší taxonomické úrovni reprezentuje genetický přechod mezi půdními typy nebo významnou modifikaci fyzikálních nebo chemických vlastností půdy pod vlivem vývoje na extrémních půdotvorných substrátech.
- **Varieta** vyjadřuje na nižší taxonomické úrovni modifikaci půdních subtypů vlivem náznaků jiných půdotvorných procesů nebo přítomnost karbonátů.
- **Forma** představuje nejnižší taxonomickou úroveň GAK, reprezentuje erozní formu půdy, která vyjadřuje narušení půdotvorného procesu erozí, akumulací nebo překryvem (aluviální půdy).

Půdní jednotka klasifikovaná na nejnižší taxonomické úrovni (forma) je v GAK označována jako **genetický půdní představitel** (dále jako GPP). GPP reprezentuje půdní jednotku, která je výsledkem působení půdotvorných procesů bez ohledu na možnou modifikaci jejich projevů vlivem působení půdotvorného substrátu, jeho zrnitosti, charakteru, či zvrstvení.

Diagnostika půdy na úrovni GPP je v GAK zajištěna prostřednictvím:

- diagnostických horizontů (jejich přítomnosti, resp. nepřítomnosti) na úrovni typu,
- nespecifických diagnostických znaků (různé, podle konkrétní potřeby zvolené a speciálně v GAK nedefinované morfologické, resp. analytické charakteristiky půdy) na úrovni typu,

- diferenčních kritérií, která specifikují hlavní rozdíly mezi subtypy (varietami) jednoho půdního typu nebo i subtypy vícero, geneticky blízkých půdních typů pomocí diagnostických horizontů nebo i nespecifických diagnostických znaků,
- charakteristik hydromorfního vývoje a zasolení půd na úrovni typu, subtypu i variety,
- popisných charakteristik půdních subtypů (podmínky výskytu půd – reliéf, klima, půdotvorný substrát, vegetace),
- samostatných kritérií na úrovni erozní formy půdy (smyv, akumulace nebo překryv).

Nejnižší úroveň, na níž umožňuje GAK klasifikovat půdu je litogenní varianta GPP označovaná jako **základní půdní představitel** (dále jako ZPP). ZPP vytváří propojení na obsah půdních map a je definován:

- *půdotvorným substrátem* s tříděním na základě minerální síly na celkem 72 petrografických typů, jeho vrstevnatosti samostatně do 60 cm a nad 60 cm a případně smíšeným charakterem substrátu (kombinace více substrátů),
- *půdním druhem* (na základě Novákovy klasifikace zrnitosti půdy využívající obsah celkového jílu) a *skeletovitostí* půdy (čtyři kategorie), uvádí se pro ornici a podornici do 60 cm od povrchu půdy,
- *hloubkou půdy* (fyziologická hloubka půdy s vlastnostmi vhodnými pro růst rostlin), která je stanovena jako mocnost půdy nad pevnou matečnou horninou nebo jejím souvislým rozpadem či nad souvislým silně skeletovitým sedimentem.

Tabulka 4 Půdní typy vymezené v GAK a jejich ekvivalenty v TKSP

Popis	půdní typ v GAK	půdní typ v TKSP
půdy s hlubokým tmavým humusovým horizontem, zahrnuje vyluhované půdy	Černozem	Černozem
půdy s hlubokým tmavým humusovým horizontem a vertikálními znaky		Smonice
půdy s migrací jílu a humusu, tmavé povlaky	Hnědozem	Šedozem
půdy s migrací jílu, nasycené		Hnědozem
silně vyluhované půdy s výraznou migrací jílu, albickými eluviálními horizonty, často s jazykovitými záteky	Ilimerizovaná půda	Luvizem
půdy s redoximorfními znaky	Oglejená půda	Pseudoglej
půdy s hnědými horizonty vnitropůdního zvětrávání a transformace minerálů	Hnědá půda	Kambizem
půdy s hnědými horizonty vnitropůdního zvětrávání a transformace minerálů, silně jílovité		Pelozem
půdy s rezivými horizonty vnitropůdního zvětrávání a transformace minerálů, počínající podzolizace		Kryptopodzol
slabě vyvinuté půdy, často skeletovité, na pevných karbonátových horninách	Rendzina	Rendzina
slabě vyvinuté půdy, často skeletovité, na pevných karbonátosilikátových horninách		Pararendzina
půdy s výraznými projevy podzolizace	Podzolová půda	Podzol
slabě vyvinuté písčité půdy na nezpevněných substrátech	Drnová půda	Regozem

Popis	půdní typ v GAK	půdní typ v TKSP
půdy na nivních sedimentech, stratifikované či s nepravidelnou koncentrací humusu	Nivní půda	Fluvizem
půdy na koluviálních sedimentech, stratifikované či s nepravidelnou koncentrací humusu		Koluvizem
půdy s hlubokým tmavým humusovým horizontem, ovlivněné hydromorfismem, nasycené	Lužní půda	Černice
slabě vyvinuté silně skeletovité půdy na rozpadech pevných hornin	Nevyvinutá půda	Ranker
slabě vyvinuté mělké půdy		Litozem
půdy s dominantním glejovým procesem	Glejová půda	Glej
půdy s mocnými organickými horizonty	Rašeliništní půda	Organozem
půdy s vysokým obsahem rozpustných solí	Solončak	Solončak
půdy silně ovlivněné kultivací	antropický subtyp	Kultizem
člověkem uměle vytvořené půdy	Antropogenní půda	Antropozem

3.3.2. *Morfogenetický klasifikační systém půd*

Postupné sjednocování lesní a zemědělské klasifikace a větší důraz na morfologii půd vedly ke vzniku **Morfogenetického klasifikačního systému půd Československa** (Hraško et al. 1987, 1991; dále MKSP). MKSP vznikl na základě potřeby sjednotit *klasifikaci lesních a zemědělských půd*, jejichž hodnocení bylo doposud dvoukolejné. Dalším významným impulsem byla příprava komplexních půdních map v měřítkách 1:50 000 (zpracovatel Český geologický ústav, později Česká geologická služba) a 1:200 000 (Syntetická půdní mapa, zpracovatel Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd), jejichž legendy bylo nutné zpracovat v jednotné půdní klasifikaci. Systém byl řešen jako bazální půdní klasifikace s uplatněním zásady neklasifikovat nepůdní znaky (tedy půdotvorné činitele a režimy). Genetická koncepce byla použita pouze jako teoretický základ pro třídění půd a při výběru diagnostických znaků. Koncepcí MKSP je dále hodnotit půdy v co nejvyšší možné míře na základě *morfologických znaků*. Snahou bylo vytvořit logickou návaznost na jiné dosud užívané klasifikační systémy u nás i v zahraničí. Oproti Geneticko-agronomické klasifikaci doznalo značných změn především půdní názvosloví. MKSP byl po svém uvedení v plném rozsahu převzat Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHUL) pro potřeby klasifikace lesních půd (doplňen byl pouze o některé potřebné jednotky lesních půd z klasifikačního systému půd ÚHÚL).

Systém rozlišoval šest taxonomických úrovní, které byly v základních rysech zachovány i v navazující TKSP:

Skupiny půd jsou nejvyšší taxonomické jednotky, rozčleněné podle typu hlavního půdotvorného procesu. Zařazení půdních typů do skupin umožňuje jejich napojení na mezinárodní klasifikace.

Půdní typy jsou kategorizovány podle diagnostických horizontů (u nichž jsou dominantní vizuální morfogenetické znaky). U mladých půd (např. fluvizemí) také podle kombinace diagnostických horizont – půdotvorný substrát.

Subtypy jsou zařazovány na základě identifikace méně výrazných diagnostických horizontů či diagnostických horizontů, které mají mezitypový charakter (např. Bvm). Subtyp dále odlišuje modifikace půdních typů, které jsou dané i velmi výraznou litologií, acidifikací apod.

Do **variet** se zařazují půdy na základě chemických vlastností podmíněných genezí půdy, které se zpravidla zjišťují analyticky (např. acidita, obsah karbonátů, zasolení, alkalita, vyluhování).

Subvarieta definuje půdy podle zásoby živin (hlavně bází) v závislosti na půdotvorném substrátu (oligotrofní–mezotrofní).

Forma identifikuje přítomnost erozně-akumulačních a antropických znaků, případně formy nadložního humusu.

Základní rozdělení skupin půd a půdních typů je uvedeno v tabulce 5. Je patrné, že oproti aktuálnímu TKSP jsou některé půdní typy řazeny do odlišných půdních skupin. Například u litozemě a regozemě je akcentován především nízký stupeň jejich vývoje, zatímco u dalších slabě vyvinutých půd (ranker, pararendzina, rendzina) je zdůrazněn vývoj tmavých humusových horizontů (skupina melanických půd). Vertisoly a Černisoly jsou na základě výskytu tmavého, hlubokého, nasyceného A horizontu sdruženy do skupiny molických půd.

Tabulka 5 Přehled půdních skupin a typů rozlišovaných v MKSP.

Skupina půd	Půdní typy
Skupina půd iniciálních (Primosoly a Regosoly)	Litozem Regozem
Skupina půd melanických (Leptosoly)	Ranker Rendzina Pararendzina
Skupina půd molických	
a. Vertisoly	Smonice
b. Černisoly	Černozem Černice
Skupina půd illimerických (Luvisoly)	Šedozem Hnědozem Luvizem
Skupina půd hnědých	
a. Kambisoly	Kambizem Pelozem
b. Andisoly	Andozem
Skupina půd podzolových (Podzisoly)	Podzol Kryptopodzol
Skupina půd hydromorfních	
a. Stagnosoly	Pseudoglej
b. Glejsoly	Glej
c. Organosoly	Organozem
Skupina půd nivních (Fluvisoly)	Fluvizem

Skupina půd	Půdní typy
Skupina půd salinických	
a. Halisoly	Solončak
b. Sodisoly	Slanec
Skupina půd antropických (Antroposoly)	Kultizem Antrozem

3.3.3. *Lesotypologická klasifikace*

Lesotypologická klasifikace je postavena na poněkud odlišném konceptu, než je tomu u tradičních půdních klasifikací. Půdy jsou chápány jako jedna z *ekologických podmínek* pro růst lesa; zásadní jsou vlastnosti půdy charakterizující její úživnost pro různá lesní společenstva.

Lesnická typologie, jako základní disciplína hospodářské úpravy lesů, se zabývá klasifikací trvalých ekologických podmínek. Rozděluje lesy na segmenty s podobnými růstovými podmínkami, vyhodnocuje tyto podmínky a vyvozuje závěry pro vhodné lesnické hospodaření. Typologický klasifikační systém používaný při hospodářské úpravě lesů v ČSR vznikl v letech 1970–71 jako výsledek typologického průzkumu, tj. první etapy typologie lesů v ČSR.

Základní jednotkou diferenciací růstových podmínek je **lesní typ** (Zlatník 1956), který je charakterizován významnou kombinací druhů příslušné fytocenózy, půdními vlastnostmi, výskytem v terénu a potenciální bonitou dřevin. Vyšší typologickou jednotkou je **soubor lesních typů**, který spojuje lesní typy podle ekologické příbuznosti vyjádřené hospodářsky významnými vlastnostmi stanoviště. Soubory lesních typů jsou základními jednotkami typologického systému. V ekologické síti jsou soubory typů vymezeny **edafickými (půdními) kategoriemi** a **lesními vegetačními stupni** (lvs). Kategorie příbuzné vegetací (lesním společenstvům), příp. stanovištěm (extrémnost polohy, ovlivnění vodou) tvoří **ekologické řady**.

Půdní komponent je kategorizován v podobě tzv. **edafických kategorií**, sdružujících se v rámci ekologických řad. Edafická (půdní) kategorie (značena velkým písmenem, např. B) je jednotka diferencující lesní stanoviště na základě fyzikálních a chemických půdních vlastností a terénních vlastností. Hlavními kritérii jsou trofismus půdy, nasycenost sorpčního komplexu, vodní režim půdy, obsah skeletu a tvar terénu. Pro potřeby klasifikace půd v rámci lesotypologické klasifikace byl vytvořen samostatný klasifikační systém půd ÚHUL (Houba 1965, 1970), který byl v roce 1976 dále doplněn a upraven (Plíva 1976). Základní jednotkou systematiky je **půdní typ** (jednotka charakteristická určitou kombinací genetických půdních horizontů; např. syrozem, rendzina, glej), který se dále dělí na **subtypy** (výrazná specifika uvnitř typu, přechody k jiným půdním typům; např. typická rendzina, podzolový ranker), **variety** (modifikace podle geneticky významných znaků, minerální síla půd, formy humusu; např. eutrofní hnědá půda, mullový glej) a **subvariety** (přidání názvu půdotvorného substrátu; např. eutrofní hnědá půda na čediči). Dále byly rozlišovány **půdní varianty**, které třídí půdní subtypy a variety podle zrnitosti, hloubky půdy, méně výrazných znaků oglejení atd. Přehled půdních typů definovaných v klasifikaci půd ÚHUL je uveden v tabulce 6.

Tento klasifikační systém se v současné době pro klasifikaci lesních půd již neužívá. Pro účely lesotypologické klasifikace se aktuálně využívá systém TKSP, který byl zpracováván již s ohledem na jeho využitelnost při klasifikaci a mapování lesních půd.

Tabulka 6 Přehled půdních typů definovaných v klasifikaci půd ÚHUL (Plíva 1976) a jejich stručná charakteristika.

Půdní typ	Stručná charakteristika
Syrozem	iniciální půda, dále rozlišujeme podle substrátu (silikátová, karbonátová) a hloubky (mělká, hluboká)
Antropogenní půda	půda vzniklá přímým vlivem lidské činnosti (dále dělíme na haldové, rigolové)
Ranker	skeletovité půdy na silikátových horninách, dělí se dle stupně genetické zralosti (např. typický, hnědý a podzolový ranker)
Rendzina	skeletovité půdy na karbonátových horninách, dělí se dle stupně genetické zralosti a příměsi jiných materiálů na typickou, šedou, hnědou, sprašovou a degradovanou
Pararendzina	skeletovité půdy na karbonátosilikátových horninách, dělení je obdobné jako u rendzin
Slinovatka	půdy se stratigrafií A–C vznikající převážně na vápnatých jílech, často oglejené, dále dělíme jako rankery dle genetické vyzrálosti
Pelosol	půdy vznikající vnitropůdním zvětráváním na silně jílovitých substrátech, na rozdíl od slinovatek neobsahují karbonáty
Černozem	půdy se stratigrafií A–C s tmavým hlubokým sorpčně nasyceným svrchním horizontem. Mezi nižší taxonomické jednotky patří typická, degradovaná, hnědá, illimerizovaná, lužní černozem a smonica
Hnědozem	půdy s texturním iluviálním horizontem bez projevů degradace, dále dělíme na typickou, vápnitou, černozemní hnědozem a parahnědozem (přechod k illimerizovaným půdám)
Hnědá půda	půdy s hnědým horizontem vnitropůdního zvětrávání, dělíme dle trofismu (oligotrofní, mezotrofní, eutrofní) a dalších vlastností (např. horská, koluviální, podzolovaná, illimerizovaná, pseudoglejová, glejová)
Illimerizovaná půda	půdy s výrazným eluviálním horizontem pronikajícím do texturního iluviálního horizontu, dělí se podle stupně hydromorfismu a dalších znaků (koluviální, podzolovaná)
Podzol	půda vznikající procesem podzolizace, dle výskytu dělíme na železitý podzol (nížiny a pahorkatiny) a humusový podzol (horské polohy), dále rozlišujeme drnový, hnědý a kaolinický podzol
Terra fusca	vápnitá, jílovitá, vysoce plastická půda, fosilní či reliktní
Pseudoglej	půdy se znaky redoximorfního procesu, dále se dělí na pravý, podhorský, hnědý či podzolový pseudoglej
Stagnoglej	půdy na přechodu mezi pseudoglejem a glejem při dlouhodobém vlivu stagnující vody
Naplavená půda	půdy vzniklé aluviální akumulací, dále se dělí na nevyvinutou, šedozemní, hnědozemní, černozemní a vápnitou
Glej	půdy s redukováným glejovým horizontem, kromě pravého gleje rozlišujeme např. pelosolový, podzolový, horský glej či semiglej

Půdní typ	Stručná charakteristika
Solná půda	půdy se značným podílem rozpustných solí, dále se dělí na solončak a soloněc
Rašelinná půda	půdy s převládajícím obsahem organických látek a vysokou hladinou podzemní vody, dále rozlišujeme glejovou, vrchovištní, přechodnou a slatinnou rašelinu

V následujícím souhrnu jsou uvedeny hlavní charakteristiky ekologických řad. Detailní popis, včetně rostlinných druhů charakteristických pro jednotlivá stanoviště, uvádí Plíva (1987).

Extrémní ekologická řada sdružuje stanoviště, na nichž silně exponovaná poloha a nepříznivé půdní nebo klimatické podmínky vedou k zakrsání nebo přirozenému rozvolňování porostů. Z půdních typů se nejčastěji uplatňují litozemě, rankery, kambizemě či podzoly.

Kyselá ekologická řada je plošně nejvýznamnější řada na minerálně chudých kyselých půdách, geneticky vyvinutých, většinou dobře provzdušněných, se zhoršenou humifikací. Zhoršený vodní režim se projevuje menším vázáním vody a snazším vysycháním, horší chemické vlastnosti nižším stupněm nasycení sorpčního komplexu půdy. V podrostu převládají acidofilní druhy. Plošně výrazně zastoupenými půdami jsou podzoly, kryptopodzoly, kambizemě, rankery a luvizemě dystrikové.

Živná ekologická řada sdružuje stanoviště na půdách minerálně středně bohatých až velmi bohatých. Jsou to většinou půdy geneticky plně vyvinuté, dobře provzdušněné, převážně s příznivou vlhkostí i dobrou humifikací. V podrostu převažují rostlinné druhy mezofilní, omezeny jsou druhy acidofilní, vysloveně kalcifilní a nitrofilní. Tato řada čítá širokou škálu půd od kambizemí a kryptopodzolů, přes rankery a pararendziny až po hnědozemě a luvizemě.

Humusem obohacená ekologická řada má typický zvýšený obsah humusu, což je často dáno laterálním pohybem materiálu po svahu. Půdy se vyznačují dobrou nitrifikací, vyjádřenou nitrofilními druhy vegetace, a velmi příznivou humifikací. Základní kategorii této řady tvoří stanoviště sutí a roklin, z půdních typů se vyskytují rankery, pararendziny, kambizemě, případně rendziny na svazích a hnědozemě či koluvizemě v podsvahových částech.

Vodou obohacená ekologická řada spojuje lužní společenstva na nivních sedimentech, pravidelně nebo občasně zaplavovaná, a přechodová i klimaxová společenstva obohacená proudící vodou. Stejně jako řada obohacená humusem vyniká většinou dobrou nitrifikací a příznivou humifikací. Charakteristická je účast nitrofilních druhů. Společenstva se vyskytují především na hydromorfních a semihydromorfních půdách – fluvizemích, černicích, glejích, pseudoglejích a oglejených subtypech dalších půdních typů.

Oglejená ekologická řada je vymezena především režimem půdní vody; v tomto rámci jsou rozlišeny kategorie podle bohatosti. Charakteristickou vlastností je špatně propustná, nedostatečně provzdušněná, periodicky zamokřená půda. Průběh humifikace i složení fytoceózy se řídí příslušnou kategorií. Významné je zastoupení druhů indukujících střídavě vlhké půdy. Z půdních typů jsou nejčastější pseudogleje a oglejené subtypy dalších půdních typů.

Glejová ekologická řada je trvale pod vlivem stagnující podzemní vody, jejímž vysokým stavem během roku je podmíněno vytvoření glejových horizontů. Vyskytují se bohatší i chudší

gleje, což podmiňuje rozdíly v humifikaci a ve složení fytocenózy. V druhové kombinaci je význačný výskyt vlhkomilných a mokřadních druhů. Dominují gleje s vložkami stagnoglejů.

Rašelinná ekologická zahrnuje slatinné, přechodové a vrchovištní rašeliništní půdy s rašelinnou vrstvou o mocnosti nejméně 50 m. Přirozenými společenstvy jsou olšiny, smrčiny, rašelinné bory a kleč na organozemích.

4. PŮDNÍ KRYT ČR

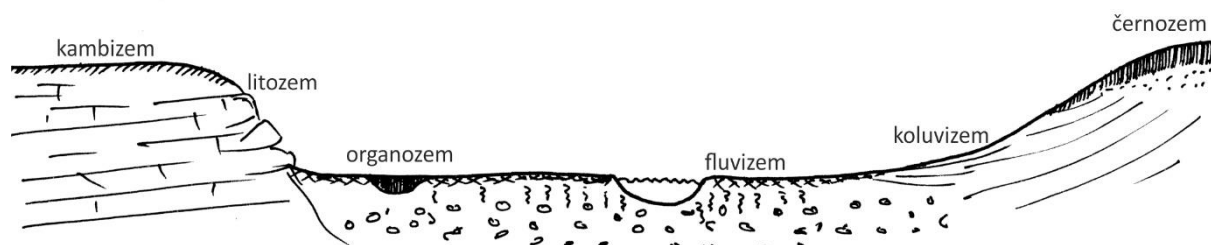
PŮDNÍ KRYT České republiky je *neobyčejně pestrý* (Obr. 22) Zastoupeno je značné množství půdních typů (celkem 23), lišících se půdotvorným procesem, strukturou profilu i úrodnostními parametry. Nejrozšířenější kambizemě zaujímají cca 55 % plochy, následují pseudogleje, černozemě, luvizemě a hnědozemě (do 10 %); některé půdní typy, jako smonice, rendziny či organozemě, naopak vzhledem ke své vazbě na specifické substráty či podmínky prostředí nedosahují plošně ani jednoho procenta. Přesto se jedná o důležité střípky v unikátní mozaice našich půd. Půdní kryt ČR a jeho heterogenita jsou výsledkem vzájemného působení několika zásadních faktorů a podmínek vývoje půd (podle Pavlů et al. 2019):

- **Geologicko-geomorfologický faktor:** pestrost půdního pokryvu je do značné míry dána *skladbou půdotvorných substrátů*. Ty jsou u nás mimořádně různorodé. Většinou přemístěné zvětraliny starých metamorfitů (ruly, fylity, krystalické břidlice) či hlubinných vyvřelin (žuly, diority, gabra) jsou střídány polohami křídových sedimentů (pískovce, slínovce, opuky), pozůstatků třetihorního vulkanismu (Obr. 21) či tzv. flyšových sedimentů. Tzv. *extrémní horniny* (se specifickým chemismem), jakými jsou například hadce či vápence, výrazně ovlivňují lokální charakter půd i na ně vázaných společenstev. Vývoj přírody v posledním geologickém období, *čtvrtohorách*, pak zásadním způsobem dotvořil mozaiku půdních substrátů. V období glaciálů (dob ledových) představoval náš region leduprostou enklávu mezi dvěma rozsáhlými oblastmi zalednění (alpské a skandinávské pevninské zalednění); převažovalo zde tzv. *periglaciální klima*, kde měly hlavní slovo procesy mrazového zvětrávání. Docházelo ke vzniku rozsáhlých poloh svahovin, sutí, kamenných moří či deluvií. Dalším fenoménem chladných období byla intenzivní činnost *větru*, která vedla v oblastech s řídkou vegetací ke vzniku vápnitých *spraší*. Tyto sedimenty, ze kterých vznikají naše nejúrodnější půdy, pokrývají v mocnosti jednotek až desítek metrů poměrně rozsáhlé oblasti zejména v nižších nadmořských výškách. Výše přecházejí v odvápněné sprašové hlíny a prachovice. Dalšími čtvrtohorními eolickými sedimenty, ovšem s poměrně omezeným výskytem, jsou *váté písky*. Jedním z nejvýraznějších prvků naší krajiny jsou rovněž *říční terasy*, na velkých tocích často patrné v několika stupních. K jejich vzniku přispěly výrazné změny v chodu teplot a srážek v průběhu čtvrtohor vedoucí ke změnám ve vodnosti toků a v intenzitě říční eroze a sedimentace. Podél vodních toků vznikaly ukládáním fluvialních sedimentů *říční nivy*.
- Členitý **reliéf**, charakteristický především pro naše střední a vyšší polohy, se odráží ve značném zastoupení půd v *nižším stupni vývoje* (zejména kambizemí). Tyto půdy vznikají většinou na svazích ze souvrství přemístěných zvětralých hornin (tzv. svahovin). Probíhá zde intenzivní laterální výměna látek a materiálu; limitujícím faktorem složitějšího vývoje půd je tedy *čas*. Pro oblasti s plošším reliéfem jsou charakteristické zralejší půdy s výrazněji stratifikovaným profilem.
- **Klimatický faktor** se v ČR, vzhledem k relativně malé ploše našeho území, projevuje především ve smyslu *vertikální půdní zonality*. Změny v termickém a hydrickém režimu půd jsou tedy silně závislé na *nadmořské výšce*. Na jednotlivé klimatické stupně navazovaly před počátkem zásahů člověka do krajiny různorodé **vegetační formace** – od travních společenstev a lesostepí přes listnaté, smíšené a jehličnaté lesy až po klečové pásmo ve vrcholových partiích hor. Tato společenstva měla zásadní vliv na utváření půdy, především

prostřednictvím opadu a kořenových systémů. Regionálně se potom projevuje poloha ve srážkovém stínu hor. U nás je to patrné především v oblasti Podkrušnohoří. *Horizontální zonalita* se nejvýrazněji uplatňuje v regionu jižní Moravy, náležející svým teplým a suchým podnebím již k Panonské oblasti.

- **Vliv člověka** se na podobě půdního pokryvu a změnách jeho struktury podílí *přímo i nepřímo*. Přímým vlivem rozumíme vytváření *nových půd*, nejčastěji ve městech, průmyslových zónách či v těžebních oblastech. Nepřímo člověk působí především prostřednictvím dlouhodobého *využívání* a kultivace půd či *kontaminací* půd škodlivinami z průmyslu či dopravy. Ke změnám ve skladbě půdních jednotek a utváření nových půdních jednotek (např. koluvizemí) vede zejména vliv intenzivní *půdní eroze* na zemědělských pozemcích (Obr. 19).

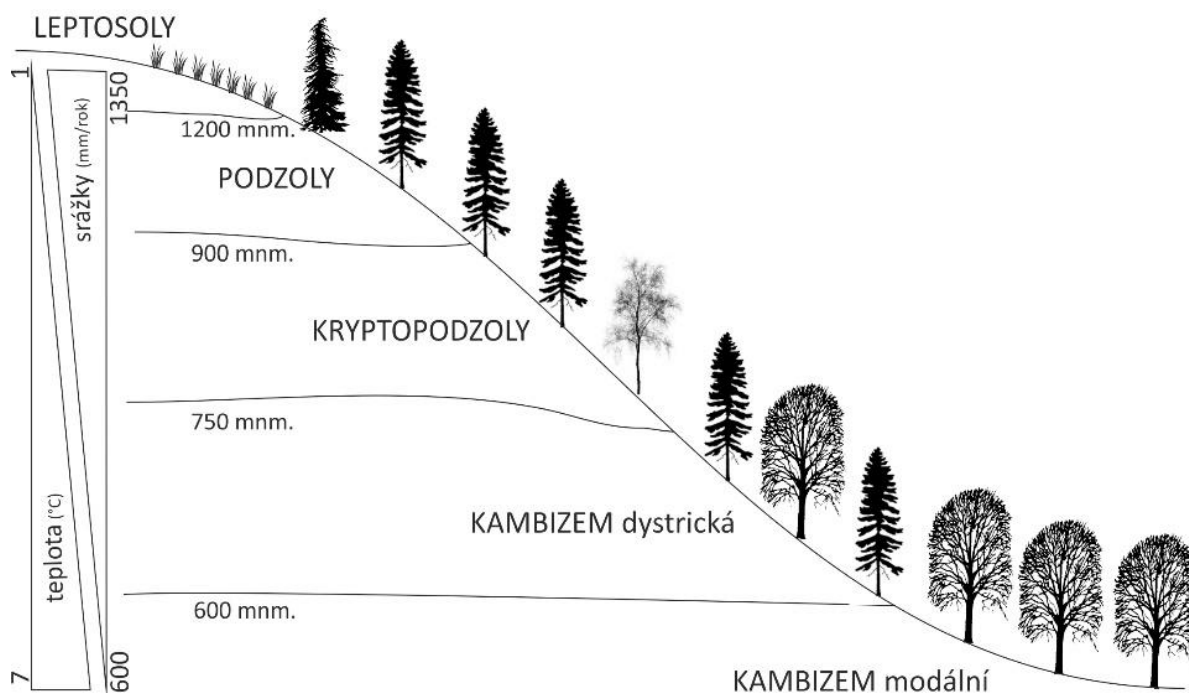
V České republice lze vymezit několik pedogeografických oblastí. V **nížinách** (Obr. 27) s převládajícím rovinatým reliéfem, sušším a teplejším podnebím tvoří půdotvorný substrát převážně různě mocné pokryvy spraší, písčitých spraší či slínů. Na těchto vápnitých sedimentech se pod původní stepní až lesostepní vegetací vytvářely *černozemě* – půdy s hlubokým a kvalitním humózním horizontem. Tato oblast, v Čechách zahrnující především Polabí a dolní Poohří, na Moravě její nejjižnější část a Moravské úvaly, je nejdéle osídleným a obdělávaným regionem u nás. Zachování bezlesí, související se zemědělskou činností (tzv. kulturní step), tak zřejmě znamenalo i zachování černozemních půd, které by pod lesními porosty podlehly postupné illimerizaci. Černozemě se vyskytují v různých zrnitostních subtypech, převážně v závislosti na substrátu. V depresních částech reliéfu či u vodních toků přecházejí do hydromorfně ovlivněných *černic*. Ve středním Pomoraví, v Podyjí, Poodří a v částech Polabí se na štěrkopískových terasách a vátých písčích v blízkosti řek vyskytují písčité *regozemě*, přímo v nivách potom *fluvizemě*. V oblastech s členitějším reliéfem vzniká v důsledku půdní eroze pestrá mozaika půd čítající regozemě na strmých svazích, černozemě v plošších částech a *koluvizemě* pod svahy a v údolnicích. Výskyt bobtnavých třetihorních jíílů (Mostecká pánev, okrsky na jižní Moravě) a sušší podnebí podmínily vznik velmi specifických tmavých půd – *smonic*. Jejich malý plošný výskyt byl ještě snížen povrchovou těžbou hnědého uhlí.



Obr. 27 Skladba půdních typů v oblastech našich nížin.

V regionech sousedících s černozemními oblastmi (střed, jižní a východní okraj České křídové tabule, okraje Moravských úvalů) a v **nižších částech pahorkatin** (Pražská plošina,

západočeské pahorkatiny, Jevišovická pahorkatina), kde zaznamenáváme poněkud vyšší srážkové úhrny, vznikaly ze spraší a příbuzných substrátů (sprašových hlín, prachovic a polygenetických hlín) půdy formované procesem illimerizace. Jedná se o *hnědozemě*, omezeně též *šedozemě* (V Čechy). V místech výchozů karbonátosilikátových hornin (opuky, slínovce, vápnité pískovce, často v České křídové tabuli) je doplňují *pararendziny*, na jílovcích potom *pelozemě* (V Čechy). V terénních vhloubeninách či v místech se sníženým odtokem nacházíme oglejené subtypy výše uvedených půd, při dlouhodobější stagnaci vody i *pseudogleje*.



Obr. 28 Výšková zonálnost půd v horských a vrchovinných oblastech

Ve **vyšších částech pahorkatin** s intenzivnějšími srážkami pozorujeme, především v místech s relativně plochým reliéfem, výskyt *luzic*, půd s výraznými projevy iluvace jílu, a *pseudoglejů* luvických. V severní části České tabule (Ralská pahorkatina) nacházíme ostrov *podzolů* arenických s velmi výraznou stratifikací profilu. Vznikají na rozpadech chudých křemitých pískovců.

V dynamickém reliéfu pahorkatin (Obr. 20), **vrchovin** a částečně i hornatin převažují vývojově mladé půdy – *kambizemě*, v rovinatějších partiích a v blízkosti vodních toků v asociaci s *pseudogleji* a *gleji*. Na strmějších svazích vznikají půdy v iniciálním stadiu vývoje – *rankery*, často pod bohatými suťovými lesy.

V **horských oblastech** (Obr. 28) s dostatkem srážek a nižšími teplotami se z lehčích zvětralin vytvářejí *kryptopodzoly* a *podzoly*, kyselé půdy charakterizované procesem podzolizace. Původní vegetací těchto regionů byly smíšené a jehličnaté lesy s produkcí surového humusu. Mozaika horských půd je dotvářena *organozeměmi* – rašelinnými půdami vznikajícími v místech s dlouhodobým převlhčením, a *rankery* a *litozeměmi*, které převládají ve vrcholových partiích hor v klečovém pásmu. Místy (Krkonose, Kralický Sněžník a Hrubý Jeseník) je možné nalézt i strukturní půdy, formované kryogenní činností.

V oblastech **pánví** (jihočeské pánve, Chebská pánev, Ostravská pánev), v jejichž podloží se v různých obdobích ukládaly méně propustné sedimenty, vznikaly především půdy s různým stupněm hydromorfismu – *pseudogleje* a *gleje* s vložkami *organozemí*.

Vápencové ostrovy, které se na větších plochách vyskytují v Českém a Moravském krasu či v oblasti Pálavy, podmiňují výskyt *rendzin*.

Antropozemě nacházíme v rozsáhlých regionech **těžby** uhlí (v menší míře dalších surovin), především v Podkušnohorských pánvích (půdy vznikající na rekultivacích těžebních jam a výsypek). Rozsáhlé plochy těchto půd existují rovněž ve městech.

5. POUŽITÁ LITERATURA

- AFES. 2008. Référentiel pédologique. INRA, Paris.
- 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.
- Dokuchaev VV. 1883. Ruskij chernozem, St. Petersburg.
- 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.
- 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.
- Gerasimov IP. 1979. Belozems. P251–255 in Gerasimov IP, editor. Genetic Soil Types of the Subtropics of Trans-Caucasian Region. Nauka Press, Moscow.
- Gong Zitong, editor. 1994. Chinese Soil Taxonomic Classification (First proposal). Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing.
- Heller JL. 1963. The nomenclature of soils, or what's in a name? Soil Science Society of America Proceedings **27**: 216–220.
- Hilgard E. 1892. A Report on the Relations of Soil to Climate. Weather Bureau, Washington DC.
- Hole FD, Hironaka M. 1960. An experiment in ordination of some soil profiles. Soil Science Society of America Proceedings **24**: 309–312.
- Houba A. 1965. Půdní typy a nižší taxonomické půdní jednotky typologického průzkumu půd. ÚHÚL Zvolen, pracoviště Brandýs n. L.
- Houba A. 1970. Půdní typy a nižší taxonomické půdní jednotky typologického průzkumu půd. ÚHÚL Zvolen, pracoviště Brandýs n. L.
- Hraško J, Linkeš V, Němeček J, Novák P, Šály R, Šurina B. 1991. Morfogenetický klasifikačný systém pôd ČSFR. VÚPÚ, Bratislava.
- Ibáñez JJ, Boixadera J. 2002. The search for a new paradigm in pedology: A driving force for new approaches to soil classification. P 93–110, in Micheli E, Nachtergaele F, Jones RJA, Montanarella L., editors. Soil Classification 2001, EU JRC, Ispra.
- 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.
- Jenny H. 1941. Factors of Soil Formation, A System of Quantitative Pedology. McGraw-Hill, New York.
- Klika J., Novák V. 1941. Praktikum rostlinné sociologie, půdoznalství, klimatologie a ekologie. Melantrich, Praha.
- Kopecký J. 1928. Půdoznalství (část agrofysikální). Publikace ministerstva zemědělství Číslo 73, Praha.
- 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.
- Krupenikov IA. 1981. History of Soil Science. Nauka Press, Moscow.

- Křížek M, Uxa T. 2013. Morphology, Sorting and Microclimates of Relict Sorted Polygons, Krkonoše Mountains, Czech Republic. *Permafrost and Periglacial Processes* **24**: 313–321.
- Kubiěna WL. 1953. *Bestimmungsbuch und Systematik der Boden Europas*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Láng V, Fuchs M, Waltner I, Michéł, E. 2013. Soil taxonomic distance, a tool for correlation: as exemplified by the Hungarian brown forest soils and related WRB reference soil groups. *Geoderma* **192**: 269–276.
- Ložek V. 1973. *Příroda ve čtvrtohorách*. Academia, Praha.
- McBratney AB, Mendonca Santos ML, Minasny B. 2003. On digital mapping. *Geoderma* **117**: 3–52.
- Michéłi 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.
- Minasny B, McBratney AB. 2007. Incorporating taxonomic distance into spatial prediction and digital mapping of soil classes. *Geoderma* **142**: 285–293.
- Minasny B, McBratney AB, Hartemink AE. 2009. Global pedodiversity, taxonomic distance, and the world reference base. *Geoderma* **155**: 132–139.
- Němeček J, Damaška J, Hraško, Bedrna Z, Zuska V, Tomášek M, Kalenda M. 1967. *Průzkum zemědělských půd ČSSR*. 1.díl. MZVŽ, Praha.
- Němeček J, Macků J, Vokoun J, Vavříček D, Novák P. 2001. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. ČZU, Praha.
- Němeček J, Mühlhanselová 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.
- Němeček J, Tomášek M. 1983. *Geografie půd ČSR*. Studie ČSAV 23. Academia, Praha.
- Nestroy O,
- Novák P, Khel T, Vopravil J, Lagová J. 2010. Do Andosols occur in the Czech Republic? *Soil and Water Research* **5**: 161–171.
- 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.
- Pelíšek J. 1957. *Lesnické půdoznalství*. Státní zemědělská nakladatelství, Praha.
- Plíva K. 1971. *Typologický systém ÚHÚL*. ÚHÚL, Brandýs n. L.
- Plíva K. 1976. *Typologický systém ÚHÚL*. ÚHÚL, Brandýs n. L.
- Rozanov, BG. 1977. *Soil Cover of the Globe*. Moscow State University Publishers, Moscow.
- Schelling J. 1970. Soil genesis, soil classification and soil survey. *Geoderma* **4**: 165–193.
- Schilling W, Wiefel H. 1962. Jungpleistozäne Periglazialbildungen und ihre regionale Differenzierung in einigen Teilen Thüringens unde des Harzes. *Geologie* **11**: 428–460.
- Shoba SA, editor. 2002. *Soil Terminology and Correlation*, 2nd edition. Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk.
- Schad P. 2008. New wine in old wineskins: Why soil maps cannot simply be “translated” from WRB 1998 into WRB 2006. P 120 in Blum WH, Gerzabek MH, Vodrazka M, editors. *EUROSOIL 2008, Book of Abstracts*. BOKU, Vienna.
- 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.
- Wilde SA. 1953. Soil science and semantics. *Journal of Soil Science* **4**: 1–4.
- Williams BJ. 1975. Aztec soil science. *Boletín del Instituto de Geografía* **7**: 115–120.
- Yaalon DH. 2003. Are the soils spatially a continuum? *Pedometron* **14**: 3–4.
- Zádorová T, Penížek V. 2011. Problems in correlation of Czech national soil classification and World Reference Base 2006. *Geoderma* **167–168**: 54–60.
- Zádorová T, Žížala D, Penížek V, Juřicová A. 2018. Harmonizace databáze KPP s klasifikací TKSP a WRB 2014. VÚMOP, Praha.
- Zádorová T, Žížala D, Penížek V, Vaněk A. 2020. Harmonisation of a large-scale historical database with the actual Czech soil classification system. *Soil and Water Research* **15**: 101–115.

Název: Základy půdní klasifikace I.

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: 74

Vydání: 2020, 1. vydání

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

ISBN: 978-80-213-3051-1