MAPOVANIE A KLASIFIKÁCIA URBÁNNYCH PÔD NA PRÍKLADE MIEST BRATISLAVA, TRNAVA A ŽILINA

Martin Saksa*, Jaroslava Sobocká*, Daniel Szatmári**, Monika Kopecká**,
Ján Feranec**

* Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy,
Trenčianska 55, 821 09 Bratislava, martin.saksa@nppc.sk jaroslava.sobocka@nppc.sk

** Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava,
daniel.szatmari@savba.sk, monika.kopecka@savba.sk, feranec@savba.sk

Urban soil mapping and classification in the example of cities: Bratislava, Trnava and Žilina

Urban soil survey, mapping and classification is a relatively new but dynamically developing scientific issue worldwide, especially due to increased interest in urban areas in terms of the quality of life of their inhabitants. This survey also seems to not be unified and standardized in recent research. We present the methodical procedure of urban soil mapping, which was primarily based on land cover and land use mapping with using satellite images and subsequently used concept of pedo-urban complex, enabling the mapping of urban soils in large or middle scales. The example of this mapping method was demonstrated in three cities in Slovakia – Bratislava, Trnava and Žilina. We also discuss the issue of classification of urban soils including their diagnostics, which together with their mapping is also inconsistency. Two classification systems, the Slovak Morphogenetic Soil Classification System (MKSP 2014) and the World Reference Base for Soil Resources (WRB 2015) were used for the soil map unit's classification. The created soil maps show a spatial mosaic-like form of pedo-urban complexes and the alternation of several basic soil units, mixed with areas with sealed or other degraded soils. Better knowledge and mapping of urban soils is essential for the development of urban areas and as well as useful tool for urban planning practice.

Key words: urban soils, soil mapping, soil classification, pedo-urban complex, Bratislava, Trnava, Žilina

ÚVOD

Urbánne pôdy sú pôdy vyvinuté v urbanizovanom, priemyselnom, banskom a vojenskom území. Pojem „urbánne pôdy“ ako prvý zaviedol Burghardt (1994) a identifikuje ich ako pôdy vyskytujúce sa v hraniciach mesta (intraviláne), kde možno nájsť: a) prírodné a poloprárodné pôdy (napr. mestské lesoparky), b) pôdy ovplyvnené človekom (pôdy s pôvodnou morfológiou, ale so zmeneným chemizmom, napríklad v dôsledku emisného spádu), c) človekom zmenené pôdy (hlbokou kultiváciou pretvorené pôdne profily) a d) človekom vytvorené umelé pôdy (navážky a vrstvenie pôdneho a iného materiálu). Pojem „antropogénne pôdy“ používame pre pôdy, ktoré nimi sú v zmysle kritérií daného klasifikačného systému pôd (Bedrna 1995 a Sobocká 1999). Tieto dva termíny sa teda nevylučujú, ale nie sú tiež úplne synonymné.

Výskum urbánnych pôd je relatívne novým vedeckým smerovaním v rámci pôdozvedectva a pedogeografie. Ich výskum začal v 80. rokoch 20. storočia, a to hlavne v Nemecku, kde bol a je enormný tlak na využitie krajiny s potrebou obnoviť staré industriálne miesta, často kontaminované, resp. inak zdevastované. V predchádzajúcom období sa o urbánnych pôdach neuvažovalo ako o pôdach, ale len ako o pozemkoch, ostatných plochách či povrchoch, resp. nevyužitých, alebo naopak

mnohofunkčných plochách. V posledných dekádach sa však výskum urbánnych pôd rapídne rozvinul (napr. De Kimpe a Morel 2000) a Certini a Scalenghe (2011) hovoria o novej ére – antropocéne, v ktorej antropogénne pôdy a ich výskum budú zohrávať významnú úlohu. Na Slovensku sa výskumom urbánnych pôd zaoberali napr. Sobocká et al. (2007). Napriek desaťročiam výskumu urbánnych pôd, ich mapovanie a klasifikácia u nás, ale ani vo svete, nie sú dostatočne metodicky vyriešené a štandardizované. Tento stav možno pripísať rýchlemu a nekoordinovanému výskumu urbánnych pôd, ktorý je rozptýlený v jednotlivých krajinách a lokálnych výskumných pracoviskách, ako aj rôznym koncepciám a systémom kartografického spracovania a porovnávania týchto pôd na rôznych úrovniach (Levin et al. 2017). Mnoho krajín začalo vyvíjať vlastné systémy klasifikácie antropogénnych pôd, ktoré sú väčšinou veľmi rozdielne a s odlišnou koncepciou klasifikácie. Okrem toho existuje terminologická a nomenklatúrna nejednotnosť, ako aj definície pôdy v mestách, čo samozrejme sťažuje štúdium týchto pôd.

V nasledujúcej časti priblížujeme vývoj klasifikácie antropogénnych pôd v klasifikačných systémoch na Slovensku a uvádzame aj prehľad klasifikácie antropogénnych pôd v súčasnosti medzinárodne platnej Svetovej referenčnej báze pre pôdne zdroje (IUSS Working Group 2015).

V rámci bývalého Československa antropogénny vplyv na pôdu rozoberal už Novák (1955). Za prvú aplikovanú klasifikáciu pôd možno potom považovať *Geneticko-agronomickú klasifikáciu pôd ČSSR* (Němeček et al. 1966 a 1967) použitú pri Komplexnom prieskume poľnohospodárskych pôd (KPP). Už v tejto je medzi 17 základnými genetickými pôdnymi typmi bývalého Československa zaradená aj *antropogénna pôda* s hlavnými diagnostickými horizontmi – ornica (*Orh*), tiež hlbším humusovým horizontom (*h*) a premiestneným substrátom (*P*). V súvislosti s rozšírením, podmienkami a faktorom pôdotvorného procesu a genézy sa uvádza, že ide o pôdy vytvorené rekultiváciou hald, výsypiek a plôch po ťažbe niektorých zemín, alebo o pôdy, ktoré výraznou kultiváciou stratili pôvodné vlastnosti pôdneho profilu. V charakteristike sa ďalej uvádza, že ide o pôdy rôznych vlastností podľa charakteru substrátu a spôsobu rekultivácie (urovnanie povrchu, navážanie humózných zemín, zapravenie organických hnojív atď.). Činnosťou človeka (rigolovanie a terasovanie) silne pozmenené pôdy sa zaradovali ako subtypy príslušných pôdných typov (subtyp: *antropogénna*), z ktorých sa vytvárali.

Po roku 1970 boli v Geneticko-agronomickej klasifikácii pôd a v jej doplnkoch, resp. zmenách uplatnených v legendách pôdných máp, antropogénne pôdy logicky rozdelené na *kultisoly* a *antropogénne pôdy* (Hraško et al. 1991). Pôdne jednotky súpisu Ústavu pre hospodársku úpravu lesov vo Zvolene z roku 1975 v rámci Príručky pre prieskum lesných pôd rozlišujú len *rigolovanú pôdu* a *banskú haldú* a súpis VŠLD Zvolen (Šály in Hraško et al. 1991) uvádza *antropickú pôdu rigolovú* a *antropickú pôdu haldovú*. Prvý jednotný klasifikačný systém pôd bývalého Československa bol najprv predložený ako návrh VI. Československej pôdoznaleckej konferencie v Nitre v roku 1985 a neskôr bol tiež publikovaný ako Morfogenetický klasifikačný systém pôd ČSFR (Hraško et al. 1991). Bazálna referenčná taxonómia založená na pôdných kategóriách: skupina – typ – subtyp – varieta – forma, uvádza skupinu pôd *antropických* s výrazným antropickým (melioračným aj degradačným) pôdotvorným procesom a pôd s antropicky prerušeným pôdotvorným procesom. V rámci tejto skupiny pôd sú dva základné pôdne typy: *kultizem*, ako pôda s antropickým pretvoreným A-horizontom bez ďalších diagnostických horizontov,

alebo s ich plným pretvorením minimálne do hĺbky 60 cm a *antrozem*, ako pôda s antropickým umelým A-horizontom na umele vytvorenom podloží.

Od roku 1993 vyšli doposiaľ dve vydania Morfogenetického klasifikačného systému pôd Slovenska, a to v roku 2000 a v roku 2014 (Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy v Bratislave a Societas pedologica slovacica 2000 a Societas pedologica slovacica 2014). V prvom z nich, z roku 2000, došlo len k úprave a doplneniu jednotlivých pôdných subtypov, variet a foriem už zavedených pôdných typov skupiny pôd *antropických*: *kultizem* a *antrozem*, ale vo vydaní z roku 2014 už nastáva zásadné rozšírenie a rozdelenie pôdnej taxonómie na skupinu pôd kultivačných a v rámci nich pôdneho typu *kultizem* a „nového“ pôdneho typu *hortizem* a ďalej skupinu pôd technogénnych; v rámci nich pôdneho typu *antrozem* a pridaného pôdneho typu *technozem*. Takto celkový počet pôdných typov na Slovensku vzrástol na 24, ktoré patria do štrnástich hierarchicky vyšších skupín pôd. K pôdnym typom *kultizem*, *hortizem*, *antrozem* a *technozem* boli navyše pridané príslušné pôdne subtypy, variety a formy, ktoré sú ešte rozdelené na eróznokumulatívne pôdne formy, humusové formy, formy antropických zásahov a ostatné formy.

Pri klasifikácii pôd v tomto príspevku sme vychádzali z posledného platného Morfogenetického klasifikačného systému pôd Slovenska MKSP 2014 (Societas pedologica slovacica 2014).

Podľa neho skupina *kultivačných* pôd zahŕňa pôdy s výrazným kultivačným pôdotvorným procesom (pôdy *in-situ*). V prípade *kultizemí* ide o pôdy s dominantným kultivačným melioračným diagnostickým (*A_{kj}*) horizontom > 35 cm, s možnými príznakmi alebo aj so zvyškom pôvodného diagnostického horizontu a v prípade *hortizemí* s dominantným kultivačným *hortickým* diagnostickým (*A_{ko}*) horizontom, ktorý zároveň spĺňa kritériá pre *molický* (*A_m*) horizont.

Diagnostickým horizontom pre skupinu *technogénnych* pôd je *antropogénny* (*A_d*) povrchový horizont vytvorený človekom z rôznorodých premiestnených materiálov v kumulatívnej hĺbke > 60 cm. *Antropogénne premiestnený materiál* (APM) je človekom transportovaný a zmenený materiál, ktorý bol premiestnený ľudskými aktivitami (pomocou mechanizačných prostriedkov alebo manuálne) z iných zdrojových území a tvorí povrchové horizonty. APM nezahrnuje prípady premiestnenia materiálu pri vodnej či veternej erózii, záplavách, prirodzenej koluviácii materiálu alebo prírodných katastrofách, avšak zahŕňa prípady deštrukcie pôd vojenských území. APM sú buď z prírodných materiálov s podielom *artefaktov* < 10 % (y) a/alebo prírodno-technogénnych materiálov s podielom *artefaktov* 10 – 40 % (w) a/alebo technogénnych materiálov s podielom *artefaktov* > 40 % (x).

Prvá oficiálna verzia Svetovej referenčnej bázy pre pôdne zdroje (WRB) bola prezentovaná na 16. svetovom pôdoznaleckom kongrese v Montpellieri v roku 1998 (FAO 1998). Na tomto podujatí bol tiež schválený a prijatý Systém pre koreláciu pôd a medzinárodnú komunikáciu v rámci Medzinárodnej únie pôdoznaleckých vied (IUSS). Po niekoľkých rokoch intenzívneho celosvetového testovania a zbere údajov sa vydáva niekoľko verzií WRB, a to v rokoch 2006 a 2007 (IUSS Working Group 2006 a 2007) a následne tiež v rokoch 2014 a 2015 (IUSS Working Group 2015), pričom verzia z roku 2015 je posledná a používaná doposiaľ.

Svetová referenčná báza pre pôdne zdroje (IUSS Working Group 2015) – (ďalej len ako WRB 2015, rozlišuje 32 referenčných pôdných skupín a dve z nich patria medzi pôdy so silným ľudským ovplyvnením, a to *Anthrosols*, ako pôdy s dlhodo-

bým a intenzívnym poľnohospodárskym využívaním a *Technosols*, ako pôdy obsahujúce významné množstvo artefaktov (*artefacts*). Za *artefacts* sa považujú pevné alebo kvapalné látky, ktoré boli vytvorené alebo podstatne modifikované človekom ako súčasť priemyselného alebo remeselného procesu alebo sa na povrch dostávajú v dôsledku ľudských aktivít z väčšej hĺbky. Príkladmi artefaktov sú tehly, keramika, sklo, rozdrvený a triedený kameň, drevené dosky, priemyselný odpad, smeti, spracované ropné produkty, bitúmen, banská hlušina a surová ropa. Diagnostickým kritériom pre *Technosols* je obsah artefaktov 20 % (objemových, váženým priemerom) alebo viac, do 100 cm od povrchu alebo po súvislú horninu alebo stmelenú a spevnenú vrstvu, ak je plytšia. Pre *Anthrosols* je diagnostickým kritériom horizont *hortický* (*hortic*), čo je z latinského slova *hortus* = záhrada, človekom ovplyvnený minerálny povrchový horizont, ktorý je výsledkom hlbkej kultivácie, intenzívnej fertilizácie a/alebo dlhodobej aplikácie ľudských a zvieracích odpadov a iných organických zvyškov (napr. maštalné hnojivo, kuchynský odpad, kompost a odpady žúmp).

Výskum a mapovanie urbánnych pôd v mestách v súčasnosti nadobúda význam najmä v súvislosti s enormne narastajúcou mestskou populáciou (UN 2018). Veľké mestá sú čoraz viac vystavené riziku vyplývajúcej z globálnych dosahov klimatickej zmeny, sucha alebo straty biodiverzity. Zábery a degradácia pôd súvisiace s rastom mestskej populácie toto riziko zvyšujú a spôsobujú prekážky budúceho rozvoja (Sobocká et al. 2020a).

Posledné štúdie týkajúce sa rôznych techník mapovania a konceptov v rámci výskumu urbánnych pôd vo svete boli uskutočnené v mestách New York (Hernandez a Galbraith 1997, Shaw a Isleib 2017 a Huot et al. 2018), Moskva (Stroganova et al. 1998, Prokofyeva et al. 2011 a 2014 a Prokofyeva a Martynenko 2017), v niekoľkých nemeckých mestách (Holland et al. 1997, Schleuss et al. 1998 a Makowsky a Schneider 2017) a v poľských mestách Toruň (Charzyński et al. 2011a, Charzyński a Hulisz 2017 a Huot et al. 2018), Zielona Góra (Greiner 2015 a Huot et al. 2018) a Inowrocław (Pindral et al. 2020).

Hlavným cieľom príspevku je návrh mapovania, charakteristiky a klasifikácie urbánnych pôd na príklade troch veľkých miest Slovenska: Bratislavy, Trnavy a Žiliny. Mapovanie urbánnych pôd vychádza z originálneho prístupu spočívajúceho v prvotnom mapovaní krajinej pokrývky a využitia krajiny v intraviláne miest a v ich bezprostrednom okolí na základe satelitných snímok a následného využitia konceptu pedo-urbánnych komplexov (Sobocká et al. 2020b) ako priestorových jednotiek, pomocou ktorých možno pôdy v meste mapovať a hodnotiť.

MATERIÁL A METÓDY

Mapovanie a klasifikácia urbánnych pôd boli názorne vykonané na troch mestách Slovenska – hlavného mesta SR Bratislavy a dvoch krajských miest – Trnavy a Žiliny. Z hľadiska geografických pomerov možno konštatovať, že Bratislava je príkladom mesta na veľkej rieke a rozhraní pohoria a nížiny, Trnava je príkladom mesta na pahorkatine na sprašovej tabuli a Žilina príkladom mesta s reliéfom kotlinovej pahorkatiny.

Prvým krokom bola identifikácia tried krajinej pokrývky a využitia krajiny aplikáciou počítačom podporovanej vizuálnej interpretácie satelitných snímok SPOT-4/1998, SPOT-5/2007, Sentinel-2/2016, využívajúcej ďalej vektorovú údajovú vrstvu Urban Atlas (2012), rozšírenú legendu Urban Atlas (2012), ako aj úda-

je o výške budov a parkoviskách zo ZB GIS® (Szatmári et al. 2018 a Feranec et al. 2019a a 2019b).

Celkovo bolo identifikovaných 25 tried krajinnej pokrývky a využitia krajiny, z toho 18 je charakteristických pre urbánny priestor. Minimálna rozloha areálu v zastavanom území je 0,25 ha. Areály sídelnej zástavby boli ďalej delené podľa podielu nepriepustnej vrstvy (S. L.) na súvislú sídelnú zástavbu (nad 80 % podielu nepriepustnej vrstvy) a nesúvislú sídelnú zástavbu (do 80 % podielu nepriepustnej vrstvy) a tá ďalej na hustú zástavbu, s podielom nepriepustnej vrstvy 51 až 80 %, stredne hustú (31 – 50 %), riedku (11 – 30 %) a veľmi riedku nesúvislú sídelnú zástavbu (do 10 % podielu nepriepustnej vrstvy). Vo všetkých troch územiach bolo dohromady identifikovaných 2 354 areálov tried krajinnej pokrývky a využitia zeme.

Pedo-urbánny komplex (PUK) je geografická a kartografická jednotka na mapovanie systému abiotických, biotických a sociálno-ekonomických komponentov urbánnych ekosystémov v topickej alebo chorickej geografickej dimenzii (Sobocká et al. 2020b).

V ďalšom kroku boli jednotlivým triedam krajinnej pokrývky a využitia zeme expertne priradené charakteristické pôdne jednotky s vyjadrením ich dominancie (pôdne jednotky na prvom mieste), subdominancie (sprievodné pôdne jednotky – :) a lokálneho výskytu (sporadické pôdne jednotky – []), a týmto spôsobom vznikli pedo-urbánne komplexy (tab. 1).

Pôdne jednotky boli klasifikované podľa dvoch klasifikačných systémov – v slovenskom morfogenetickom systéme pôd MKSP 2014 (Societas pedologica slovac 2014) a v medzinárodnej Svetovej báze pre pôdne zdroje (IUSS Working Group WRB 2015). Posledným krokom bolo vytvorenie pôdných máp všetkých troch miest, ktoré dostatočne kartograficky reprezentujú pôdne pomery urbánnych priestorov (obr. 1, 2 a 3). S týmto cieľom boli pôdne pomery prírodných a poloprárodných pôd v okolí urbánnych priestorov klasifikačne zjednodušené. Pôdne mapy sú vzhľadom na rozsah príspevku vyjadrené len v slovenskom klasifikačnom systéme MKSP 2014 (Societas pedologica slovac 2014).

VÝSLEDKY

Z hľadiska krajinnej pokrývky a využitia krajiny možno pôdy všeobecne rozdeliť na lesné, poľnohospodárske a urbánne. Z hľadiska vplyvu človeka potom na prírodné (človekom neporušené pôdy), ktoré sa vyskytujú v širšom území (extraviláne) ľudských sídiel, podobne ako pôdy poloprárodné, s čiastočným vplyvom človeka.

Za poloprárodné pôdy považujeme najmä poľnohospodárske pôdy využívané ako orná pôda, vinohrady či sady. Tie pôdy, ktoré sa využívajú ako orná pôda (mimo urbánneho priestoru), majú *kultizemný* pôdny subtyp, čiže majú *kultivačný orničový* (*Akp*) horizont so znakmi kultivácie alebo prímiesou agrochemikálií v hĺbke 10 – 35 cm. Spolu s *kultivačným melioračným* (*Akj*) horizontom a *kultivačným hortickým* (*Ako*) horizontom patrí do skupiny *kultivačných* povrchových horizontov (*Ak*).

Tab. 1. Charakteristické pôdne jednotky tried krajinej pokrývky a využitia krajiny

Triedy krajinej pokrývky a využitia krajiny	Pôdne jednotky podľa MKSP 2014 (Societas pedologica slovac 2014)	Pôdne jednotky podľa IUSS Working Group WRB (2015)
Súvislá sídelná zástavba (S.L. > 80 %)	ANä/ae [ANä/au]	TC-ek-rc [TC-ub]
Nesúvislá hustá sídelná zástavba (S.L. 51 – 80 %)	ANä/ae: ANä/au : ANô/au	TC-ek-rc : TC-ub: RG-tn
Nesúvislá stredne hustá sídelná zástavba (S.L. 31 – 50 %)	ANä/au: ANô/au: ANä/ae	TC-ek-rc : RG-tn: TC-ub
Nesúvislá riedka sídelná zástavba (S.L. 11 – 30 %)	KTm/az: ANä/ae	AT-ht : TC-ek-rc
Nesúvislá veľmi riedka sídelná zástavba (S.L. ≤ 10 %)	KTm/az [ANä/ae]	AT-ht [TC-ek-rc]
Izolovaná sídelná zástavba	KTm/az, ANä/ae	AT-ht, TC-ek-rc
Školy, zdravotnícke zariadenia, obchody a úrady	ANä/ae: ANä/au : ANô/au	TC-ek-rc: TC-ub: RG-tn
Výrobné a skladovacie areály	ANä/ae: ANô/au	TC-ek-rc: RG-tn
Autostrády a príslušné areály	TZä/ae [ANô/w/au]	TC-lc [RG-im.tn]
Ostatné cesty a príslušné areály	TZä/ae [ANô/w/au]	TC-lc [RG-im.tn]
Železnice a príslušné areály	TZä/ae [ANô/w/au]	TC-lc [RG-im.tn]
Areály prístavov	ANä/ae [ANä/au]	TC-ek-rc [TC-ub]
Areály letísk	ANä/au: ANä/ae	TC-ub : TC-ek-rc
Areály ťažby nerastných surovín a skládky odpadu	TZä/ad TZô/ap (x)	TC-sp TC-ga (tx)
Areály výstavby (nové zóny)	ANä/ae [ANô/ak]	TC-ek-rc [RG-te]
Areály krajiny bez súčasného využitia	ANä/au: ANä/ae	TC-ub: TC-ek-rc
Areály sídelnej vegetácie: Cintoríny:	ANô/au ANä/ae: ANä/au : ANô/au	RG-tn TC-ek : TC-ub: RG-rc
Areály športu a zariadení voľného času	ANô/au: ANä/ae	RG-tn: TC-ek-rc
Orná pôda s jednoročnými plodinami	Poloprirodné pôdy (pôdny subtyp: <i>kultizemná</i> , doplnkový kvalifikátor <i>Aric</i>)	
Trvalé kultúry (vinohrady)	Poloprirodné pôdy (pôdna forma: <i>rigolovaná</i> , doplnkový kvalifikátor: <i>Escalic</i>)	
Trávne porasty – lúky a pasienky	Poloprirodné pôdy	
Heterogénne poľnohospodárske areály	KTm/az [ANä/ae]	AT-ht [TC-ek-rc]
Sady	Poloprirodné pôdy	
Lesy	Prírodné pôdy	
Prírodné lúky	Prírodné pôdy	
Močiare	Prírodné pôdy	
Povrchové vody		

ANä/ae – antrozem iniciálna/ekranická
 ANä/au – antrozem iniciálna/urbická
 ANô/au – antrozem rekultivačná/urbická
 KZm/az – kultizem modálna/záhradná
 TZä/ae – technozem iniciálna/ekranická
 ANô/e/au – antrozem rekultivačná/kontaminovaná imisná/urbická
 TZä/ad – technozem iniciálna/haldová
 TZô/ap (x) – technozem rekultivačná/deponiová (kontaminovaná toxická)
 ANô/ak – antrozem rekultivačná/nástielková

TC-ek-rc – Ekranic Technosol (Relocatie)
 TC-ub – Urbic Technosol
 RG-tn – Regosol (Transportic)
 AT-ht – Hortic Technosol
 TC-lc – Linic Technosol
 RG-im.tn – Regosol (Immissic, Transportic)
 TC-sp – Spolic Technosol
 TC-ga (tx) – Garbic Technosol (Toxic)
 RG-te – Regosol (Technic)

Obr. 1. Pedo-urbané komplexy mesta Bratislava a jeho okolia

Obr. 3. Pedo-urbánne komplexy mesta Žilina a jeho okolia

V medzinárodnej klasifikácii pôd (IUSS Working Group WRB 2015) sa orba vyjadruje doplnkovým kvalifikátorom *Aric*, čo znamená oraný do hĺbky viac ako 20 cm od povrchu pôdy. Pôdnu formu rigolovanú uplatňujeme pri kultivácii pôd rigolovaním vo vinohradoch, sadoch a chmeľniciach. V medzinárodnej klasifikácii pôd (IUSS Working Group WRB 2015) možno terasované pôdy vinohradov označiť doplnkovým kvalifikátorom *Escalic*, čo znamená vyskytujúci sa na terasách vytvorených človekom.

Pôdy so silným antropogénnym vplyvom, alebo tiež urbánne pôdy, možno všeobecne rozdeliť do štyroch skupín na pôdy kultivačné – *kultizeme*, nezastavané pôdy urbánnych zón – *antrozeme*, pôdy s nepriepustným materiálom na povrchu – „*ekranozeme*“ (všeobecne používaný termín pre pôdy s nepriepustným povrchom, môžu byť *antrozeme* aj *technozeme*) a pôdy vyvinuté na premiestnených technogénnych materiáloch – *technozeme*. V nasledujúcej časti textu uvádzame charakteristiku ôsmich hlavných pôdných jednotiek vyskytujúcich sa vo všetkých troch mapovaných mestách.

Kultizeme

Kultizeme modálne/záhradné

Všeobecne ide o všetky pôdy v rámci intravilánu obcí, ktoré sú človekom kultivované s cieľom dosiahnutia lepšej pôdnej úrodnosti a poľnohospodárskej produkcie. *Kultivačný melioračný (Akj)* horizont (diagnostický pre *kultizeme*) je humusový povrchový horizont pretvorený obrábaním, hnojením alebo inými kultivačnými zásahmi, ktorý má nasledujúce vlastnosti: hrúbku viac ako 35 cm, značný obsah organického uhlíka ($C \geq 0,3 \%$ hm.), prímes podpovrchových a/alebo artefaktov a znaky kultivácie – znaky orby, homogenizácia vrstvy, zreteľný až ostrý prechod, farebne odlišený, zhutnenie na jeho spodnej hranici alebo prímes agrochemikálií, vápenca, maštalného hnoja, pozberových zvyškov a iných organicko-minerálnych zúrodňovacích komponentov MKSP 2014 (Societas pedologica slovacica 2014).

Ide najmä o intenzívne kultivované pôdy v záhradkárskych oblastiach a prido-mových záhradách pridávaním zúrodňovacích komponentov, ako sú komposty, pesticídy a iné (pôdna forma: *záhradná*). Nachádzajú sa v nesúvislej sídelnej zástavbe (so stupňom nepriepustného povrchu do 80 %), kde vo veľmi riedkej až riedkej nesúvislej sídelnej zástavbe sú dominantnými pôdnymi typmi a v stredne hustej až hustej sídelnej zástavbe staršieho, vidieckeho typu (s prido-movými záhradami) sú sprievodnými pôdnymi typmi k dominantným *antrozemiám*.

Majú zväčša priaznivejšie produkčné vlastnosti ako orná pôda v okolí (v extraviláne). Vplyv človeka na pôdu je spravidla pozitívny a takéto pôdy sa vyznačujú svojou vyššou kvalitou a v urbánnom prostredí plnia viaceré funkcie s pozitívnym účinkom na životné prostredie človeka.

V klasifikačnom systéme existuje niekoľko subtypov *kultizemí*, s príznakmi alebo aj so zvyškom pôvodného diagnostického horizontu: *regozemná*, *fluvizemná*, *černozemná*, *čiernicová*, *hnedozemná*, *luvizemná*, *kambizemná*, *pseudoglejová*, *glejová*, *slanisková* a *slancová*. Bez podrobnejšieho terénneho prieskumu je však ich určenie veľmi problematické a z tohto dôvodu sme ostali len pri subtype *modálna* (bez ďalších diagnostických horizontov) alebo ich príznakov. Vzhľadom na fyzicko-geografické pomery mapovaných miest možno v Bratislave hypoteticky očakávať výskyt *kultizemí fluvizemných* a *kultizemí kambizemných*, ako aj veľmi kvalitných *kultizemí černoze-mných* a *kultizemí čiernicových*, ktoré dominujú

v Trnave. V Žiline sú to potom najmä *kultizeme kambizemné* a *kultizeme pseudoglejové*. Problematické je tiež určenie pôdneho typu *hortizem* v urbánnom prostredí. Bez terénneho prieskumu možno ich výskyt len predpokladať, a to najmä v Trnave a v černoze-mno-černicovej oblasti na juhu, juhovýchode a východe Bratislavy. Tieto pôdy majú *kultivačný hortický* (*Ako*) diagnostický horizont s hrúbkou ≥ 35 cm, ktorý spĺňa farebné kritérium pre horizont *molický*, vysoký obsah organického uhlíka ($C \geq 1$ % hm.), biologické oživenie (koprolity, zooedafón a iné) viac ako 20 % objemových, obsah P_2O_5 v 1 % kyseline citrónovej > 250 mg.kg⁻¹ a spravidla slabú alkalickú reakciu.

V medzinárodnej klasifikácii WRB 2015 (IUSS Working Group WRB 2015) označujeme takéto pôdy ako *Hortic Anthrosols*, čiže pôdy s dlhodobým a intenzívnym poľnohospodárskym využívaním a diagnostickým *hortickým* (*hortic*) horizontom, ktoré sa nachádzajú všade na svete, kde ľudia zúrodňujú pôdu domácim odpadom a hnojivom. Charakteristické sú najmä pre Európu a Čínu ako pôdy záhradné.

Antrozeme a technozeme

Skupina pôd technogénnych zahŕňa pôdy s pôdotvornými procesmi výrazne ovplyvnenými technogénnou činnosťou človeka (pôdy *ex-situ*), s diagnostickým *antropogénnym horizontom* (*Ad*), *iniciálnym* (*Adi*) alebo *rekultivačným* (*Adr*), vytvoreným z prevažne premiestnených *prírodných a prírodno-technogénnych* materiálov v prípade *antrozemí* a z prevažne premiestnených *technogénnych* materiálov v prípade *technozemí*. Za substráty (materiál) *prírodného* pôvodu sa považujú: piesky, hliny, íly, štrky, zahlinené štrkopiesky, kamenitý až balvanovitý materiál, zmiešaný hlinito-štrkovo-piesčitý a kamenitý materiál, rašelinový a humolitový materiál. Za substráty *prírodno-technogénneho* pôvodu sa považujú: hlušinový odpad banského priemyslu, hlušinový odpad metalurgického priemyslu a zmiešané technologicko-rekultivačné materiály. Nakoniec za substráty *technogénneho* pôvodu pri *technozemiach* sa považujú: stavebný odpadový materiál (s komponentmi tehla, betón, izolačný materiál, malta, cement, kovy, sklo, smola atď.), popolčeky (produkt spracovania čierneho a hnedého uhlia, horľavý odpad), troska a škvara (odpad spracovania železa a farebných kovov), smetiskový odpad (s komponentmi domového a komunálneho odpadu), odkaliská (kalový odpad), industriálny odpad (odpadové produkty chemického, metalurgického, plastického, drevospracujúceho, farbiarskeho a plynárenského priemyslu) a tiež biotechnologický odpad (kompostovaný organický odpad).

Podľa medzinárodnej klasifikácie pôd (IUSS Working Group WRB 2015) takéto pôdy zaradíme do referenčnej pôdnej skupiny *Technosols*. Ich diagnostickým kritériom je 20 % alebo viac artefaktov, čo nemusia spĺňať všetky urbánne pôdy. V takých prípadoch sa zaradujú medzi *Regosols*.

Najčastejšími pôdnymi jednotkami *antrozemí* a *technozemí* v urbánnom prostredí sú:

Antrozeme rekultivačné/urbické

Pôdy urbánnych zón s povrchovým *antropogénnym rekultivačným* (*Adr*) horizontom obohateným o humus a vytvoreným rekultiváciou z antropogénne premiestnených materiálov prírodného pôvodu (*antropogénny rekultivačný prírodný* *Adry* horizont) a prírodno-technogénneho pôvodu (*antropogénny rekultivačný prírodno-technogénny* *Adrw* horizont), s hrúbkou viac ako 10 cm. Vznikli navezením organo-minerálneho materiálu na umelo vyrovnané alebo spustnuté plochy v urbanizova-

ných oblastiach a pozdĺž dopravných komunikácií (pôdna forma: *urbická*), pričom v druhom prípade možno pridať aj pôdnu varietu: *kontaminovaná imisná*, čiže je imisne antropogénne kontaminovaná (v zmysle platných noriem) aspoň časť pôdneho profilu.

Keďže tieto pôdy zväčša neobsahujú viac ako 20 % artefaktov nemožno ich podľa medzinárodnej klasifikácie pôd (IUSS Working Group WRB 2015) zaradiť medzi *Technosols*, ale len medzi *Regosols*, presnejšie *Regosols (Transportic)*, kde kvalifikátor *Transportic* vyjadruje, že majú na povrchu vrstvu 30 cm alebo hrubšiu z pevného alebo tekutého materiálu, ktorá bola cieľenou ľudskou aktivitou navezená zo zdroja územia mimo bezprostrednej blízkosti pôdy, obvyčajne pomocou mechanizmov a bez zásadného pretvorenia alebo rozmiestnenia prírodnými silami.

Antrozeme rekultivačné/urbické dominujú v areáloch športu a zariadení voľného času, ale najmä v areáloch sídelnej vegetácie – mestské parky, trávniky a aleje. Ako sprievodné pôdne jednotky sa vyskytujú tiež v nesúvislej hustej a stredne sídelnej výstavbe, v areáloch škôl, zdravotníckych zariadení, obchodov a úradov a tiež v priemyselných a obchodných areáloch. S pôdnou formou *kontaminovaná imisná* tvoria tiež príslušné areály cestných komunikácií a železníc. V rámci IUSS Working Group WRB (2015) potom ide o *Regosols (Immissic, Transportic)*.

V moderných novovybudovaných mestských štvrtiach sa vyskytujú *antrozeme rekultivačné/nástielkové*, kde pôdna forma *nástielková* je s krátkodobou organickou, minerálnou alebo priemyselnou pokrývkou povrchu pôdy hrubou < 10 cm (napr. drevotriesky, mulčovací textilie, fólie a iné). V medzinárodnej klasifikácii (IUSS Working Group WRB 2015) označujeme takéto pôdy ako *Regosols (Technic)*, pričom doplnkový kvalifikátor *Technic* vyjadruje, že pôdy majú 10 % alebo viac (objemových, váženým priemerom) artefaktov vo vrchných 100 cm od povrchu pôdy alebo do súvislej horniny, alebo stmelenej či stvrdnutej vrstvy, ak je plytšia.

Antrozeme iniciálne/urbické

Pôdy urbánnych zón, ktoré nemajú rekultivačný, ale len *antropogénny iniciálny* (*Adi*) horizont v primitívnom štádiu vývoja, vytvorený z antropogénne premiestnených materiálov prírodného pôvodu (*antropogénny iniciálny prírodný Adi* horizont) a *prírodno-technogénneho* pôvodu (*antropogénny iniciálny prírodno-technogénny Adi* horizont) s hrúbkou 1 – 10 cm.

V medzinárodnej klasifikácii (IUSS Working Group WRB 2015) označujeme takéto pôdy ako *Urbic Technosols*, kde principiálny kvalifikátor *Urbic* znamená: majúci vrstvu 20 cm alebo hrubšiu do 100 cm od povrchu pôdy s 20 % alebo viac (objemových, váženého priemeru) artefaktov obsahujúcich ≥ 35 % (objemových) stavebnej suty a odpadu z ľudských sídiel.

Vyskytujú sa najmä v staršej obytnej zástavbe. Ďalej sa vyskytujú ako sporadické až sprievodné pôdne jednotky v súvislej a hustej sídelnej zástavbe a tiež v riedkej a veľmi riedkej sídelnej zástavbe a ako dominantné pôdne jednotky v nesúvislej stredne hustej sídelnej zástavbe. Takisto sa vyskytujú v priemyselných a obchodných areáloch, areáloch prístavov a letísk a opustených sídelných areáloch.

Antrozeme iniciálne/ekranické

Patria medzi pôdy s nepriepustným materiálom na povrchu, ktoré možno všeobecne označiť ako „*ekranozeme*“. Majú *antropogénny iniciálny* horizont a neprie-

pustný alebo polopriepustný *technogénny* materiál na povrchu pôdy, ako je betón, asfalt, dlažba s hrúbkou menšou ako 20 cm, ktorý pokrýva viac ako 80 % poly-pedónu.

V medzinárodnej klasifikácii (IUSS Working Group WRB 2015) ide o *Ekranic Technosols (Relocatic)*, kde principiálny kvalifikátor *Ekranic* znamená, majúci *technický* materiál (*technic hard material*) do 5 cm od povrchu pôdy, pričom za technický materiál sa považuje spevnený materiál, ktorý je výsledkom priemyselného procesu s vlastnosťami podstatne odlišnými od prírodných materiálov a je súvislý alebo má voľný priestor do 5 % v horizontálnom smere. Príkladmi technického materiálu sú asfalt, betón alebo súvislá vrstva opracovaných kameňov. Doplnkový kvalifikátor *Relocatic* vyjadruje premodelovanie ľudskou činnosťou in situ do hĺbky 100 cm (napr. hlbokou orbou, opätovným zakopávaním pôdných jám alebo niveláciou pôdy) a po celej zmene so žiadnym vývojom horizontu najmenej medzi 20 cm a 100 cm od povrchu pôdy.

Takéto pôdy sú charakteristické pre zastavané územia a intravilány obcí. Domínujú v súvislej sídelnej zástavbe, nesúvislej hustej sídelnej zástavbe, v areáloch škôl, zdravotníckych zariadení, obchodov a úradov a tiež v priemyselných a výrobných areáloch.

Prevládajú tiež v areáloch cintorínov, ktoré majú špeciálne postavenie medzi areálmi sídelnej zelene. Pôdy cintorínov možno všeobecne nazvať ako „*nekrozeme*“/„*nekrosoly*“. Ide o komplex pôdných jednotiek (IUSS Working Group WRB 2015): *Ekranic Technosols*, *Urbic Technosols* a *Relocatic Regosols*, ktoré takto popísali Charzyński et al. (2011b) a podľa MKSP 2014 (Societas pedologica slovac 2014) ide o komplex pôdných jednotiek: *antrozem iniciálna/ekranická*, *antrozem iniciálna/urbická* a *antrozem rekultivačná/urbická*.

Technozeme rekultivačné/reduktické/depóniové

Technozeme sú pôdy vytvorené z prevažne premiestnených technogénnych materiálov v kumulatívnej hrúbke > 60 cm. V prípade pôdneho subtypu rekultivačná ide o prítomnosť *antropogénneho rekultivačného technogénneho* (*Adrx*) horizontu, ktorý vznikol zo substrátu technogénneho pôvodu. Sú to pôdy, ktoré vznikli navesením organicko-minerálneho materiálu na skládky odpadov prevažne chemicky aktívneho materiálu – depóniá komunálnych a priemyselných odpadov s možnosťou metagenézy (pôdna varieta: *reduktická*, pôdna forma: *depóniová*).

V medzinárodnej klasifikácii pôd (IUSS Working Group WRB 2015) takéto pôdy označujeme ako *Garbic Technosols*, kde principiálny kvalifikátor *Garbic* znamená majúci vrstvu 20 cm alebo hrubšiu, do 100 cm od povrchu pôdy, s 20 % alebo viac (objemových, váženým priemerom) *artefaktov*, obsahujúcich 35 % alebo viac (objemových) organického odpadu.

Tieto pôdy vznikli na rekultivovaných skládkach odpadu. Majú len lokálne priestorové rozšírenie. V mapovaných územiach sú to rekultivované skládky odpadu v Trnave a v Považskom Chlmci v rámci Žiliny.

Technozeme iniciálne/ekranické

Podobne ako *Antrozeme iniciálne/ekranické* patria medzi pôdy s nepriepustným materiálom na povrchu – „*ekranozeme*“, ale majú *antropogénny iniciálny technogénny* (*Adix*) horizont.

V medzinárodnej klasifikácii pôd (IUSS Working Group WRB 2015) označujeme takéto pôdy ako *Linic Technosols*, pričom principiálny kvalifikátor *Linic* vyjadruje majúci súvislú, veľmi slabo priepustnú až nepriepustnú stavebnú geomembránu akejkoľvek hrúbky do 100 cm od povrchu pôdy.

Vyskytujú sa ako pôdy pod cestnými komunikáciami a železnicami, preto majú líniový charakter priestorového rozšírenia.

Technozeme iniciálne/haldové

Tieto pôdy sa vyvinuli z premiestnených, spravidla prírodno-technogénnych a technogénnych substrátov, akými sú ťažobné a priemyselné haldy, výsypky, výplne, odkaliská a podobne.

V medzinárodnej klasifikácii pôd (IUSS Working Group WRB 2015) označujeme takéto pôdy ako *Spolic Technosols*, kde principiálny kvalifikátor *Spolic* znamená: majúci vrstvu 20 cm alebo hrubšiu, do 100 cm od povrchu pôdy, s 20 % alebo viac (objemových, váženým priemerom) *artefaktov*, obsahujúcich 35 % alebo viac (objemových) priemyselného odpadu (banská hlušina, vytŕažený materiál, troska, popol, suť, atď.).

V mapovaných územiach reprezentujú najmä iniciálne nekontaminované pôdy na starých ťažobných haldách a výsypkách, najmä po ťažbe štrkopieskov (v Bratislave). Majú len lokálne rozšírenie.

Technozeme iniciálne/kontaminované toxické/depóniové

Pri týchto pôdach je toxicky antropogénne alebo geogénne kontaminovaná (v zmysle platných noriem) aspoň časť pôdneho profilu.

V medzinárodnej klasifikácii pôd (IUSS Working Group WRB 2015) ich označujeme ako *Spolic Technosols (Toxic)*, kde doplnkový kvalifikátor *Toxic* znamená: majúci v niektorej vrstve do 50 cm od povrchu pôdy toxické koncentrácie organických alebo anorganických látok, iných ako sú ióny Al, Fe, Na, Ca a Mg alebo sú rádioaktívne nebezpečné pre človeka.

Z hľadiska ľudského zdravia sú to nebezpečné pôdy, často označované ako environmentálne záťaž, aj keď ich priestorové rozšírenie nebýva vždy rozsiahle.

V Bratislave ide najmä o nasledovné environmentálne záťaž: skládka Agátová ulica v Dúbravke, areál Istrochem v Novom Meste, areál bývalého závodu Matador v Petržalke, lokalita južne od PD Podunajské Biskupice, ďalej skládka Čierny les, areál bývalého závodu Gumon, vtokový objekt Malého Dunaja a širší priestor závodu Slovnaft v Ružinove a najmä mediálne známa skládka na Vrakunskej ceste vo Vrakuni. V Trnave je to časť bývalého areálu Trnavských automobilových závodov (v likvidácii), rušňové depo Cargo, a. s., a dve čerpace stanice pohonných hmôt na Bratislavskej a Nitrianskej ulici. V Žiline sú environmentálnymi záťažami bývalý areál ZVL, neriadená skládka odpadov Považský Chlmec, rušňové depo Cargo, a. s., východné priemyselné pásmo (areál SAD a Považské chemické závody – Celulóžka) a čerpacia stanica pohonných hmôt Montáža. V širšom okolí Žiliny sem patrí aj skládka popolčeka (odkalisko) v Rosine, odkalisko popolčeka v Trnovom a neriadené skládky tuhého komunálneho odpadu v Gbeľanoch a Tepličke nad Váhom.

DISKUSIA

Pôdne mapy miest Bratislava, Trnava a Žilina sú výsledkom konceptuálneho pôdneho mapovania na základe princípu pedo-urbánneho komplexu, bez uskutočnenia terénneho výskumu. Možno ich považovať len za akýsi model pôdných pomerov v intravilánoch mapovaných miest a v ich bezprostrednom okolí. Pre detailnejšie poznanie pôdných pomerov urbánnych priestorov by bolo potrebné vykonať cielený pedologický výskum. Ten sa čiastočne uskutočnil v Bratislave (Sobocká et al. 2007). Z jeho poznatkov sme čerpali aj v tomto príspevku.

Pri použití dvoch klasifikačných systémov MKSP 2014 (Societas pedologica slovacica 2014) a (IUSS Working Group WRB 2015) v urbánnom prostredí sa objavilo aj niekoľko klasifikačných problémov. Pri použití klasifikácie IUSS Working Group WRB (2015) je sporným miestom zaradenie evidentne urbánnych pôd do poslednej referenčnej pôdnej skupiny v systéme – *Regosols*, kam spadajú ostatné pôdy. IUSS Working Group WRB (2015) v tomto naráža na fakt, že jej základným princípom nie je genéza pôd, ale ide o klasifikáciu založenú na deskripcii pôd, jej diagnostických horizontov, diagnostických vlastností a diagnostických materiálov. Takto sa mnoho urbánnych pôd, ktoré nespĺňajú základné klasifikačné kritérium pre *Technosols* (kam by mali logicky – geneticky patriť) vzhľadom na obsah viac ako 20 % artefaktov, následne klasifikuje „len“ ako *Regosols*. Nevhodné sa nám tiež javí pomenovanie referenčnej pôdnej skupiny *Anthrosols* ako pôd s dlhým a intenzívnym poľnohospodárskym využitím. Vhodnejší by bol termín *Cultisols*, keďže ide o ľudskú kultiváciu a skôr pozitívny vplyv na pôdu.

Morfogenetická klasifikácia MKSP 2014 (Societas pedologica slovacica 2014) – naopak – oveľa lepšie reflektuje antropogénny vplyv na pôdu, kde *kultizeme* a *hortizeme* predstavujú pôdy pretvorené kultiváciou, *antrozeme* pôdy s povrchovým horizontom vytvoreným človekom z prírodných a prírodno-technogénnych materiálov a *technozeme* ako pôdy s povrchovým horizontom vytvoreným človekom z technogénnych materiálov – umelo vytvorené pôdy.

Modelové mapovanie urbánnych pôd samozrejme tiež odкрýva celý rad ďalších klasifikačných problémov. Uvedomujeme si, že nie všetky pôdy v záhradkárskych osadách a pridomových záhradách majú *kultivačný melioračný* horizont s hrúbkou viac ako 35 cm a teda môžu byť klasifikované ako *kultizeme*. Takisto je otázny výskyt a priestorové rozšírenie *hortizemí* v týchto areáloch, čiže pôd s ešte kvalitnejším kultivačným hortickým, človekom vytvoreným povrchovým horizontom. Domnievame sa, že takéto pôdy sa vyskytujú v urbánnom prostredí len fragmentálne. Aj z tohto dôvodu by sme navrhovali zvážiť zaradenie *hortizeme* do zoznamu pôdných typov Slovenska a uprednostniť skôr subtyp *hortizemná* pre pôdny typ *kultizem*, namiesto jej subtypov *černozečná* a *čiernicová*.

Pri mapovaní *kultizemí* v sídelnej zástavbe je dôležité rozlišovať sídelnú zástavbu (a to akejkol'vek hustoty) s vidieckym charakterom, s pridomovými záhradami staršieho typu, pretože v modernej sídelnej zástavbe, aj charakteru rodinných domov, zväčša človekom kultivované pôdy chýbajú a sú nahrádzané najmä *rekultivačnými* a *nástielkovými* subtypmi, resp. pôdnymi formami *antrozemí* až *technozemí*.

Rozlišovanie pôdných subtypov *iniciálna* a *rekultivačná* je pri mapovaní urbánnych pôd tiež sporné. Výstavba väčšiny sídlisk na Slovensku prebehla v socialistickej dobe s veľkoplošnými a etapovitými stavebnými postupmi, pri ktorých bola pôvodná pôda na veľkej rozlohe odstránená alebo rozrušená a upravovaná až po

ukončení stavebných prác. Rozprestretie a zarovnanie (nivelácia) pôdneho materiálu však nemožno považovať za rekultivačný proces. Pôdny subtyp *iniciálna* sme preto priradzovali skôr k starším sídliskám a subtyp *rekultivačná* k tým modernejším, kde mohli byť použité aj moderné rekultivačné postupy pozostávajúce aj z niekoľkoročných technických a biologických procesov.

Problematické sa tiež javí mapovanie urbánnych pôd z hľadiska zrnitosti (textúry pôdy), ktoré by bolo v kontexte aplikovaných výskumov mestského prostredia ešte oveľa vhodnejším aplikačným nástrojom než mapovanie pôdnych pomerov prostredníctvom pôdnej taxonómie. Treba si však uvedomiť, že práve pri finálnych stavebných prácach na sídliskách nemusela byť vždy, a väčšinou ani nebola, použitá zemina z miesta výstavby, čo značne komplikuje konceptuálne mapovanie pôd z hľadiska ich zrnitosti.

ZÁVER

Vytvorené pôdne mapy ukazujú, že urbanizovaná krajina sa vyznačuje priestorovou mozaikovitou formou pedo-urbánnych komplexov a striedaním niekoľkých základných pôdnych jednotiek, ktoré sú spoločné pre každý urbánny priestor, bez ohľadu na jeho fyzicko-geografické danosti. Z tohto dôvodu je potrebné k ich mapovaniu pristupovať odlišným spôsobom ako pri pôdnom mapovaní v poľnohospodárskej či lesnej krajine.

Mapovanie urbánnych pôd v tomto príspevku je založené na prvotnom mapovaní krajiny pokrývky a využitia krajiny v mestskom prostredí, resp. jeho intraviláne. Krajinná pokrývka a využitie krajiny je v podstate dominantným faktorom geografickej regionalizácie pôdnych pomerov urbánneho prostredia, na rozdiel od okolitej poľnohospodárskej, prípadne lesnej krajiny, kde ním je spravidla georeliéf. V kombinácii s následným konceptom pedo-urbánneho komplexu, ako základnej mapovacej jednotky so striedaním nepriepustného povrchu a rôznych typov urbánnych, človekom silne ovplyvnených pôd (rôzne pôdne jednotky urbánnych pôd), sa nám tento metodický postup javí ako veľmi vhodný nielen na zlepšenie poznatkov o urbanizovanej krajine všeobecne, ale aj na hodnotenie kvality urbánnych pôd a ich ekosystémových služieb.

Pôdu považujeme za kľúčový komponent urbánneho ekosystému s rôznymi environmentálnymi funkciami. Urbánna pôda slúži ako: 1) základňa pre život a životné prostredie človeka, 2) základňa pre život a životný priestor zvierat, rastlín a pôdnych organizmov, 3) komponent prírodnej a hydrologickej rovnováhy, 4) filtračné a pufrčné médium (acidita a ťažké kovy), 5) transformačné médium (úloha mikroorganizmov), 6) komponent živinového cyklu, 7) archív prírody a kultúry, 8) médium pre infiltráciu, zadržiavanie a prúdenie vody a 9) regulačné teleso klímy s chladiacim efektom. Lepšie poznanie a mapovanie urbánnych pôd je preto nevyhnutným nástrojom pre rozvoj mestských území a zabezpečenie lepšej kvality života a zdravia jej obyvateľov.

Moderné stavebné postupy v posledných dvoch desaťročiach sa však zameriavajú na zintenzívnenie zástavby na úkor voľných plôch s pôdou, ktorú navyše nahradzajú umelo vytvorenými pôdami a rôznymi nástiolkovými povrchmi, ktoré nie sú schopné plniť ekosystémové a environmentálne funkcie. Nazdávame sa, že mapovanie urbánnych pôd by malo preto mať svoj priemet najmä do územnoplánovacej praxe, kde doposiaľ dochádza napríklad k zámene bonitovaných poľnohospodárskych pôd s pôdami urbánnymi so silným antropogénnym vplyvom.

Momentálne neexistujú žiadne medzinárodne akceptované smernice pre urbánne pôdy a ich mapovanie, preto je každý príspevok k tejto téme veľmi cenným. V súvislosti so stále narastajúcim tlakom na riešenie problémov mestského prostredia je rozvoj pedogeografického prístupu mimoriadne naliehavým. Pre urbanistov a projektantov urbanizovanej krajiny je zároveň dôležitou výzvou akceptovať popis, klasifikáciu a mapovanie urbánnych pôd ako užitočný nástroj v rámci územnoplánovacej praxe.

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia projektu APVV-15-0136 Vplyv nepriepustného pokrytia pôdy na klímu miest v kontexte klimatickej zmeny.

LITERATÚRA

- BEDRNA, Z. (1995). Príspevok ku klasifikácii a mapovaniu pôd pozmenených antropogénnou činnosťou. *Geografický časopis*, 47, 119-129.
- BURGHARDT, W. (1994). Soils in urban and industrial environments. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 157, 205-214. DOI: <https://doi.org/10.1002/jpln.19941570308>.
- CERTINI, G., SCALENGHE, R. (2011). Anthropogenic soils are the golden spikes for the Anthropocene. *The Holocene*, 21, 1269-1274. DOI: <https://doi.org/10.1177/0959683611408454>.
- De KIMPE, C. R., MOREL, J. L. (2000). Urban soil management: A growing concern. *Soil Science*, 165, 31-40. DOI: 10.1097/00010694-200001000-00005.
- FAO (1998). *World reference base for soil resources*. ISSS-ISRIC-FAO. World Soil Resources Report No. 84, Rome (FAO).
- FERANEC, J., HOLEC, J., ŠTASTNÝ, P., SZATMÁRI, D., KOPECKÁ, M. (2019a). Visualising a comparison of simulated urban heat islands: A case study of two Slovakian cities. In Fujita, H., ed. *Advances in Cartography and GIScience of the ICA. Vol. 1*. Tokyo (International Cartographic Association), pp. 1-8. Dostupné na: <https://doi.org/10.5194/ica-adv-1-6-2019> [cit.: 21-07-2021].
- FERANEC, J., KOPECKÁ, M., SZATMÁRI, D., HOLEC, J., ŠTASTNÝ, P., PAZÚR, R., BOBÁĽOVÁ, H. (2019b). A review of studies involving the effect of land cover and land use on urban heat island phenomenon, assessed by means of the MUKLIMO model. *Geografie*, 124(1), 383-101.
- GREINERT, A. (2015). The heterogeneity of urban soils in the light of their properties. *Journal of Soils and Sediments*, 15, 1725-1737. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-014-1054-6>.
- HERNANDEZ, L. A., GALBRAITH, J. M. (1997). *Soil survey of LaTourette Park, Staten Island*. Lincoln (USDA – Natural Resources Conservation Service and Cornell University).
- HOLLAND, K., LEHMANN, A., STAHR, K. (1997). Bodeninventur in Stuttgart. In Blume, H. P., Schleuss, U., eds. *Bewertung anthropogener Stadtböden*. Abschlussbericht des BMBF-Verbundvorhabens der Universitäten Berlin (TU), Halle-Wittenberg, Hohenheim, Kiel und Rostock sowie des „Büro für Bodenbewertung“, Kiel. Kiel (Schriftenreihe Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde & Ökologie Zentrum, Universität Kiel) 38, 281-307.
- HRAŠKO, J., LINKES, V., NĚMEČEK, J., NOVÁK, P., ŠÁLY, R., ŠURINA, B. (1991). *Morfogenetický klasifikačný systém pôd ČSFR (Bazálna referenčná taxonómia, Referenčný klasifikačný systém, Klasifikácia pôdotvorných substrátov)*. Bratislava (VUPÚ).
- HUOT, H., HULISZ, P., CHARZYNSKI, P., GREINERT, A. (2018). Urban soil resources of medium-sized cities in Poland: A comparative case study of Toruń and Zielona Góra. *Journal of Soils and Sediments*, 18, 358-372. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-016-1596-x>.

- CHARZYŃSKI, P., BEDNAREK, R., CHMURZYŃSKI, M. (2011a). Właściwości gleb tworzących się na budowach miasta Torunia. In Jankowski, M., eds. *Wybrane problemy genezy, systematyki, użytkowania i ochrony gleb regionu kujawsko-pomorskiego*. Wrocław, Warszawa (PTSH, PTG), pp. 97-116.
- CHARZYŃSKI, P., BEDNAREK, R., ŚWITONIAK, M., ŻOŁNOWSKA, B. (2011b). Ekranie technosols and urbic technosols of Toruń Necropolis. *Geologija*, 53, 179-185.
- CHARZYŃSKI, P., HULISZ, P. (2017). The case of Toruń, Poland. In Levin, M. J., ed. *Soils within cities*. Stuttgart (Catena-Schweizerbart), pp. 123-128.
- IUSS Working Group WRB (2006). *World reference base for soil resources 2006*. World Soil Resources Report No. 103, Rome (FAO).
- IUSS Working Group WRB (2007). *World reference base for soil resources 2006*. First Update 2007. World Soil Report No. 103. Rome (FAO).
- IUSS Working Group WRB (2015). *World reference base for soil resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. World Soil Resources Report No. 106. Rome (FAO).
- LEVIN, M. J., KIM, K.-H. J., MOREL, J. L., BURGHARDT, W., CHARZYŃSKI, P., SHAW, R. K. (2017). *Soil within cities (Global approaches to their sustainable management – composition, properties, and functions of soil of the urban environment)*. Stuttgart (Catena-Schweizerbart).
- MAKOWSKY, L., SCHNEIDER, J. (2017). The case of Germany. In Levin, M. J., ed. *Soils within cities*. Stuttgart (Catena-Schweizerbart), pp. 113-122.
- NĚMEČEK, J., DAMAŠKA, J., HRAŠKO, J., BEDRNA, Z., KALENDA, M., ZUSKA, V., TOMÁŠEK, M. (1966). *Prieskum poľnohospodárskych pôd ČSSR. Súborná metodika, časť A, Metodika terénneho prieskumu, zostavovania pôdných máp, kartogramov a sprievodných zpráv. Geneticko-agronomická klasifikácia pôd ČSSR*. Bratislava (Laboratórium pôdoznectva).
- NĚMEČEK, J., DAMAŠKA, J., HRAŠKO, J., BEDRNA, Z., ZUSKA, V., TOMÁŠEK, M., KALENDA, M. (1967). *Průzkum zemědělských půd ČSSR. Souborná metodika, Díl první, Metodika terénního průzkumu, sestavování půdních map, kartogramů a průvodních zpráv. Geneticko-agronomická klasifikace půd ČSSR*. Praha (Ministerstvo zemědělství a výživy).
- NOVÁK, V. (1955). O potřebě typologické revise kulturních půd. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae. Zborník Vysoké školy zemědělské a lesnické fakulty v Brně*, 2, 125-134.
- PINDRAL, S., KOT, R., HULISZ, P., CHARZYŃSKI, P. (2020). Landscape metrics as a tool for analysis of urban pedodiversity. *Land Degradation & Development*, 31, 2281-2294. DOI: <https://doi.org/10.1002/ldr.3601>.
- PROKOFYEVA, T. V., MARTYNENKO, I. A., IVANNIKOV, F. A. (2011). Classification of Moscow soils and parent materials and its possible inclusion in the classification system of Russian soils. *Eurasian Soil Science*, 44, 561. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229311050127>.
- PROKOFYEVA, T. V., GERASIMOVA, M. I., BEZUGLOVA, O. S., BAKHMATOVA, K. A., GOŁEVA, A. A., GORBOV, S. N., ZHARIKOVA, E. A., MATINYAN, N. N., NAKVASINA, E. N., SIVTSEVA, N. E. (2014). Inclusion of soils and Soil-like bodies of urban territories into the Russian soil classification system. *Eurasian Soil Science*, 47, 959-967. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229314100093>.
- PROKOFYEVA, T. V., MARTYNENKO, I. A. (2017). The case of Moscow, Russia. In Levin, M. J., ed. *Soils within cities*. Stuttgart (Catena-Schweizerbart), pp. 129-137.
- SCHLEUSS, U., WU, Q., BLUME, H. P. (1998). Variability of soils in urban and peri-urban areas in Northern Germany. *Catena*, 33, 255-270. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(98\)00070-8](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(98)00070-8).
- SHAW, R. K., ISLEIB, J. T. (2017). The case of the New York City Soil Survey Program, United States. In Levin, M. J., ed. *Soils within cities*. Stuttgart (Catena-Schweizerbart), pp. 107-112.

- SOBOCKÁ, J. (1999). Súčasný stav poznania a hodnotenia antropogénnych pôd na Slovensku. *Roštlinná výroba*, 45, 237-244.
- SOBOCKÁ, J., JAĎUĎA, M., RUŽEKOVÁ-POLTÁRSKA, K., ŠURINA, B. (2007). *Urbané pôdy (príklad Bratislavy)*. Bratislava (Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy).
- SOBOCKÁ, J., SAKSA, M., FERANEC, J., SZATMÁRI, D., HOLEC, J., BOBÁĽOVÁ, H., RÁŠOVÁ, A. (2020a). Mapping of environmentally sensitive areas in Bratislava city. *Journal of Soil and Sediments*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02682-4>.
- SOBOCKÁ, J., SAKSA, M., FERANEC, J., SZATMÁRI, D., KOPECKÁ, M. (2020b). A complexity related to mapping and classification of urban soils (A case study of Bratislava city, Slovakia). *Soil Science Annual*, 71, 321-333. <https://doi.org/10.37501/soilsa/127525>.
- SOCIETAS PEDOLOGICA SLOVACA (2014). *Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bazálna referenčná taxonómia*. Druhé upravené vydanie. Bratislava (NPPC – VÚPOP).
- STROGANOVA, M. N., MIAGKOVA, A. D., PROKOFYEVA, T. V., SKVORTSOVA, I. N. (1998). *Soils of Moscow and urban environment*. Moscow (PAIMS).
- SZATMÁRI, D., KOPECKÁ, M., FERANEC, J., SVÍČEK, M. (2018). *Rozšírená legenda Urban Atlas 2012*. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- UN (2018). *World urbanization prospects: The 2018 revision*. Dostupné na: <https://population.un.org/wup/Download/> [cit.: 10-05-2021].
- URBAN ATLAS (2012). <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>
- VÝSKUMNÝ ÚSTAV PODOZNALECTVA A OCHRANY PÔDY V BRATISLAVE, SOCIETAS PEDOLOGICA SLOVACA (2000). *Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska (Bazálna referenčná taxonómia)*. Bratislava (Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy).
- ZBGIS <http://www.gku.sk/gku/produkty-sluzby/zbgis/>

*Martin S a k s a, Jaroslava S o b o c k á, Daniel S z a t m á r i,
Monika K o p e c k á, Ján F e r a n e c*

URBAN SOIL MAPPING AND CLASSIFICATION IN THE EXAMPLE OF CITIES: BRATISLAVA, TRNAVA AND ŽILINA

Urban soils are soils developed in urban, industrial, mining and military areas. Urban soil research is a relatively new scientific direction in the field of soil science and pedogeography. This trend began in the 1980s in connection with the enormous pressure on land use with the need to restore old industrial sites, often contaminated or otherwise devastated. In the previous period, urban soils were not considered as soils, but only as a land, other areas, or surfaces, respectively, unused or, conversely, multifunctional areas. In recent decades, research on urban soils has developed rapidly.

Despite decades of research of urban soils, their mapping and classification in our country and the world, has not been sufficiently methodically solved and standardized. In this paper, we present the development in the classification of urban or anthropogenic soils in the classification systems in Slovakia and we also present an overview of the two applied classifications, currently valid, National Morphogenetic Soil Classification and the World Base for Soil Resources.

The main goal of this paper is to map, describe and classify urban soils in the example of three larger cities: the capital city Bratislava and regional centres Trnava and Žilina. The elaborated soil maps show that a spatial mosaic-like form of pedo-urban complexes and the alternation of several basic soil units, which are common to each urban area, regardless of

their physical-geographical conditions. For this reason, it is necessary to approach their mapping in a different way than when soil mapping in an agricultural or forest landscape.

The mapping of urban soils was primarily based on land cover and land use mapping using satellite images of urban areas and in their immediate surroundings. Land cover and land use is basically a leading factor in the geographical regionalization of the soil conditions in the urban environment, in contrast to the surrounding agricultural or forest landscape, where there is usually a leading factor of regionalization georelief. In combination with the subsequently used concept of pedo-urban complex, which is a basic mapping unit with alternation of impermeable surface and various types of urban, anthropogenic heavily influenced soils (various urban soil units), this methodological procedure seems not to be very suitable for not only improving knowledge of the general urban environment, but also the need to evaluate urban soils and their ecosystem services.

Research and mapping of urban soils in the cities is currently gaining importance, especially in connection with the enormously growing urban population. Big cities are increasingly exposed to the risks of global impacts of climate change, drought or loss of biodiversity. Land consumption, soil sealing and soil degradation related to urban population growth increase this risk and cause obstacles to future development.

There are currently no internationally accepted guidelines for urban areas and their mapping, so any contribution to this topic is valuable and in the context of ever-increasing pressure to address urban issues. The development of this scientific direction is essential and an urgent challenge for urban planners to include a description, classification and mapping of urban soils as a useful tool for urban planning practice.

Article first received: February 2021

Article accepted: June 2021