

MILAN LEHOTSKÝ*

HODNOTENIE TLMIVEJ SCHOPNOSTI PÔD SLOVENSKA VOČI ANTROPOGÉNNEMU ZAKYSLOVANIU

Milan Lehotský: The Buffering Capacity of Soils in Slovakia As Evaluated in Relation to Anthropogenic Acidification. Geogr. Čas., 42, 1990, 4; 1 fig., 3 tables, 26 refs.

In the article we present a system of evaluating soil units in Slovakia from^l the viewpoint of their buffering capacity in relation to anthropogenic acidification. By means of the ball method and on the basis of both criteria T [maximum sorption capacity] and V (sorption saturation degree) we have ascertained 7 degrees of soils buffering. At the same time we have identified 9 taxa of their spatial patterns.

Vplyv človeka na krajinné systémy má rôzne podoby a efekty. Závisí od mnohých faktorov vyplývajúcich z procesu spoločenskej reprodukcie, legislatívnych a riadiacich opatrení. Pôsobenie človeka na krajinu má však aj rôznu priestorovú dimenziu. Niektoré vplyvy majú lokálny, iné regionálny i nadregionálny charakter. V poslednom čase sa však začínajú prejavovať aj vplyvy, ktoré postihujú fungovanie geosystémov, resp. ekosystémov v globálnej dimenzií. V priemyselne rozvinutých oblastiach je jedným z veľmi aktuálnych problémov antropogénna acidifikácia geosystémov postihujúca najmä ich prírodné štruktúry. V najširšom slova zmysle pod ňou chápeme dlhodobý proces prebiehajúci v relatívne stálych bioklimatických podmienkach, počas ktorého pôsobením kyslej atmosferickej depozície a priemyselných hnojív dochádza k znižovaniu pH pôdy a vody s následným ohrozovaním fungovania lesných a polnohospodárskych ekosystémov. V našom štáte, ktorý patrí medzi krajiny najviac ohrozované kyslou atmosferickou depozíciou a v ktorom prebieha intenzívne aplikovanie priemyselných hnojív do pôdy, je riešenie problematiky tlmiacej schopnosti pôd voči antropogénnemu zakyslovaniu nepochybne aktuálne a spoločensky prospešné.

* RNDr. Milan Lehotský, CSc., Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava.

PROCES ANTROPOGÉNNÉJ ACIDIFIKÁCIE PÔDY, JEHO FORMY A PREJAVY

Proces zakyslovania geosystémov je veľmi zložitý a až do súčasnosti poznaný iba nedokonale. Niet však pochýb, že kyslá depozícia pôsobí v kombinácii s inými činiteľmi, t. j. s ostatnými škodlivinami v ovzduší, pôde a vode na pôdu negatívne a že mechanizmus tohto javu je neobyčajne komplikovaný [18].

Podstatou antropogénnej acidifikácie pôdy je zintenzívnená eluácia a vertikálny posun bázických zložiek pôdy do nižších horizontov, resp. až do podzemných vôd. Vertikálny posun bázických zložiek a ostatných živín v pôde je za istých podmienok dej reverzibilný (vzlinanie, agrotechnika, agromeliorácia). Ak však ide o vertikálny pohyb bázických zložiek a ich sprievodných iónov až do podzemných vôd (ireverzibilný dej), tieto zložky sú z pôdy nielen vylúhované, ale dochádza tiež ku kontaminácii podzemných a povrchových vôd. Pri posune Ca^{2+} - a Mg^{2+} -iónov má ich úbytok z pôdnego profilu negatívny vplyv na reakciu tohto profilu v kyslom smere a s tým spojený anormálny úrodnostný stav [11]. Podľa J. Hrašku [11] môžeme rozlísiť dve formy tohto procesu.

Prvou formou procesu antropogénnej acidifikácie pôd je znižovanie ich pH kyslou atmosferickou depozíciou. Kyslé atmosferické prímesi (SO_2 , NO_x , CO_2) sa z ovzdušia dostávajú do pôdy suchou (spádom) alebo mokrou (vertikálne a horizontálne zrážky) cestou, pričom suchá cesta je v porovnaní so zrážkami podstatne pomalší proces. Na rozdiel od zrážok však prebieha neustále. V celkových bilanciách za dlhšie obdobie suchá depozícia v priemyselných oblastiach niekoľkonásobne prevyšuje mokrú. Vo vidieckej krajine je efekt oboch približne rovnaký, naopak, v najodľahlejších oblastiach od priemyselných centier, v našich podmienkach najčastejšie v horskej krajine, prevažuje mokrá depozícia [25].

Podľa J. R. Charlsona a H. Rodheho [14] možno predpokladať, že bez príčinenia človeka by v Európe mala mať dažďová voda aciditu 4,8–5,3. V skutočnosti je však jej pH omnoho nižšie. Na území ČSFR sa kyslosť dažďových vôd znižuje od severozápadných hraníc (priemerné hodnoty pH sa pohybujú okolo 4,1) smerom na juhovýchod. Najnižšiu kyslosť majú zrážky v nížinných oblastiach Slovenska, kde dosahuje ich pH hodnotu okolo 4,5 [25], čo je však nižšia hodnota ako pH predpokladané spomenutými autormi. Z uvedeného je teda evidentné, že proces acidifikácie pôd prebieha na území celého štátu, ale zvlášť v krajinných systémoch s premyvným režimom pôd. Za činiteľa najviac vplyvajúceho na znižovanie pH pôdy sa všeobecne považuje oxid siričitý, ktorý sa do pôdy dostáva atmosferickými zrážkami, resp. absorbuje sa priamo zo vzduchu, pričom jeho absorpciu do pôdy ovplyvňuje jej vlhkosť, reakcia, obsah humusu a pôdne alkálie. Zvyšuje sa tak výmenná kyslosť pôdy, v dôsledku čoho dochádza k úbytku bázických zložiek.

Druhou formou antropogénnej acidifikácie pôd je znižovanie ich pH hnojením zvýšenými dávkami priemyselných hnojív, a to zvlášť vysokokoncentrovanými dusíkatými, fosforečnými a draselnými hnojivami. Vysoká koncentrácia dusíka a draslíka v hnojivách sa v pôde prejavuje úbytkom vápnika, resp. horčíka. Ak rastliny neresorujú dusíkaté hnojivá, nitrátové formy dusíka sa ľahko z pôd vyplavujú. S NO_3^- sa takto dostávajú do pohybu a v zodpovedajúcom množstve vyplavujú najmä Ca^{2+} a M^{2+} .

Pri hnojení draselnými hnojivami prijímajú rastliny väčšie množstvo draslíka

ako Cl^- a SO_4^{2-} , ktoré podobne ako NO_3^- pôsobia na uvoľnenie katiónov zo sorpčného komplexu.

Škodlivý vplyv kyslej depozície na pôdu sa takto prejavuje v postupnej deba-zifikácii sorpčného komplexu, poklesom pH a s nimi súvisiacou deštrukciou organickej a minerálnej zložky, zmenami v biologickom živote pôdy, uplatňovaním nepriaznivých chemických procesov a režimov živín. Ako sme už spomenuli, antropogénna acidifikácia pôdy je jav prejavujúci sa v globálnej úrovni. Neprebieha však rovnako rýchlo a intenzívne pri všetkých typoch pôd. Vplyv kyslej depozície na pôdu má diferencovaný priebeh, závisí od vlastnosti rôznych typov a druhov pôd a ich schopnosti odolávať tomuto javu.

Pôda predstavuje zložitý dynamický systém, ktorý je značne odolný voči pôsobeniu vonkajších vplyvov. Prirodzené zmeny jej vlhkosti, teploty, sorpcie rôznych druhov iónov, ako aj roztokov slabých kyselín sú činitele, ktoré len veľmi málo a pomaly ovplyvňujú zmenu jej aktuálnej reakcie. Táto vlastnosť, t. j. schopnosť pôdy odolávať zmenám aktuálnej reakcie pri zvyšovaní obsahu kyslých látok v nej, sa nazýva tlmivá schopnosť pôdy voči kyselinám. Všeobecne ju podmienujú roztoky slabých zásad a solí, ktoré nazývame tlmivé roztoky (pufry). Tlmivosť pôdy sa najčastejšie spája s pohlcovaním alebo uvoľňovaním iónov, procesom prechodu zlúčenín do iónových a naopak, molekulových formiem a nakoniec s neutralizáciou a vylúčením takto sformovaných látok [15].

Tlmivú schopnosť pôdy voči antropogénnej kyslej depozícii môžeme teda odvodzovať z uvedených faktorov, čo značí, že je tým vyššia, čím sa v pôde nachádza viac zlúčenín, ktoré sú schopné neutralizovať umelo vnesené kyslé látky. Najrozšírenejším typom takýchto zlúčenín v pôde sú karbonáty vápnika, horčíka a sodíka, soli slabých organických kyselín, fosforečnany železa, hliníka, vápnika a vodné oxidy železa, hliníka a horčíka. Z tohto hľadiska najvyšší stupeň tlmivosti voči kyselinám vykazujú humózne, málo vylúhované pôdne typy s vysokým obsahom uhličitanov.

Miera tlmivosti pôd voči kyselinám ďalej závisí od koloidného stavu a zloženia sorpčného komplexu, od pomeru organickej a neorganickej zložky, ktoré sú v stave koloidnej disperzie schopné viazať vodík z pôdneho roztoru [17]. Čím je vyšší stupeň disperznosti pôdy a čím je vyšší obsah organických a minerálnych koloidov, t. j. maximálna sorpčná kapacita (T -hodnota), obsah výmenných báz (S -hodnota), stupeň sorpčného nasýtenia (V -hodnota), tým vyššia je aj tlmivosť pôdy voči kyslej depozícii. Najmenšiu tlmivú schopnosť majú preto piesočnaté, málo humózne pôdy s nízkym obsahom báz, a naopak, najvyššiu tlmivú schopnosť majú ilovité pôdy s veľkým obsahom humusu, montmorillonitu a výmenných báz.

HODNOTENIE TLMIVEJ SCHOPNOSTI PÔD, METODIKA A VÝSLEDKY

Vyjadrenie tlmivej schopnosti pôd voči zakyslovaniu, podobne ako metódy jej určovania, nie sú unifikované [11]. V odbornej literatúre nachádzame len málo príkladov hodnotenia pôd z uvedeného aspektu. J. Pelíšek [20] vo svojej práci určuje v tabuľkovej forme na základe zmeny pH pôdy vplyvom $5 \text{ cm}^3 0,1 \text{ N H}_2\text{SO}_4$ 4 stupne tlmivosti, ale bez špecifikácie pôdných typov. V. A. Kovda [15] uvádza tabuľku tlmivosti vybraných pôdných typov ZSSR, ktorá je zostavená na základe porovnávania ich tlmivej schopnosti voči tlmivej schopnosti

Tab. 1. Baly hodnoty T a V pôdnych jednotiek a stupeň ich tlmivosti

Pôdna jedn.	Baly za T						Baly za V					ε_{T+V}	Stupeň tlmiv.	
	0	1	2	3	4	5	6	0	1,5	3	4,5	6		
LI	+							+						1
RM1		+						+						1
RM2			+									+	8	5
RM3	+							+					0	1
R1					+							+	10	6
R2				+	+							+	10	6
R3			+		+						+		7,5	4
R4				+							+		10	6
R5			+								+		7,5	4
R6			+								+		7,5	4
ČM1						+					+		11	7
ČM2						+					+		11	7
ČM3					+						+		10	6
ČM4				+							+		9	5
ČM5						+					+		11	7
ČM6							+				+		12	7
ČM7							+				+		12	7
SM											+		8,5	5
HM1			+								+		7,5	4
HM2			+								+		6	3
HM3			+								+		9,5	6
LM1			+								+		6	3
LM2			+								+		6	3
LM3			+								+		6	3
LM4			+								+		4,5	3
KM1					+						+		7	4
KM2					+						+		7	4
KM3					+						+		7	4
KM4					+						+		7	4
KM5						+					+		8	5
KM6						+					+		8	5
KM7							+				+		4,5	3
KM8								+			+		7	4
KM9									+		+		5,5	3
KM10									+		+		4	2
KM11										+	÷		3,5	2
PZ1										+			1	1
PZ2										+			2	1
PZ3										+			3	2
PG1											÷		4,5	3
PG2											+		5,5	3
PG3											+		4,5	3
FM1											+		8,5	5
FM2											+		8,5	5
FM3											+		10	6
FM4											+		9,5	6
FM5											+		11	7
FM6											+		9,5	6
ČA1											+		9,5	6
ČA2											+		9,5	6
ČA3											+		12	7
ČA4											+		12	7
ČA5											+		12	7

Vysvetlivky k tabuľke 1. a k textu

- LI — litozem typická, ranker typický, lokálne podzol typický na silikátových substrátoch.
- RM1 — regozem arenická až kambizem arenická, sprievodne regozem arenická glejová na silikátových pieskoch s ilovitým podložím.
- RM2 — regozem arenická až černozem arenická prevažne na karbonátových pieskoch.
- RM3 — regozem arenická až kambizem arenická kyslá, sprievodne podzol arenický, lokálne glej arenický na pieskoch silikátových.
- R1 — rendzina typická až rendzina kambizemná, sprievodne rendzina litická a sutinová a kambizem rendzinová na zvetralinách pevných karbonátových hornín.
- R2 — rendzina typická alitická a plytké pokrovy rendziny rubefikovanej, lokálna litozem karbonátová na vápencoch.
- R3 — rendzina typická vylúhovaná, sprievodne rendzina kambizemov a litozem karbonátová na zvetralinách pevných karbonátových hornín.
- R4 — rendzina tanglová, sprievodne litozem karbonátová na zvetralinách pevných karbonátových hornín.
- R5 — pararendzina na stredne ľahkých až ľahších silikátovo-karbonátových terciérnych sedimentoch, sprievodne hnedozem typická a luvizemná erodovaná na polygenetických hlinách.
- R6 — pararendzina typická až kambizemná, sprievodne kambizem typická na zvetralinách pieskovcovo-ilovcových a silikátovo-karbonatických hornín.
- ČM1 — černozem typická karbonátová, lokálne erodovaná na sprašiach.
- ČM2 — černozem typická nasýtená, lokálne erodovaná na sprašiach.
- ČM3 — černozem arenická karbonátová a černozem typická, sprievodne regozem arenická karbonátová na karbonátových pieskoch s tenkým pokrovom spraši.
- ČM4 — černozem hnedozemná na sprašiach.
- ČM5 — černozem typická karbonátová, sporadicky čiernica černozemná karbonátová, na starých fluviálnych sedimentoch.
- ČM6 — černozem čiernicová, sprievodne čiernica černozemná, sporadicky salinické subtypy.
- SM — šedozem typická a hnedozemná, hnedozem typická, miestami erodovaná na sprašiach.
- KM11 — kambizem pseudoglejová kyslá, sprievodne pseudoglej primárny, lokálne glej typická na stredne ľahkých až ľahkých zvetralinách rôznych hornín.
- PZ1 — podzol typický až ranker podzolovaný na zvetralinách kremencov.
- PZ2 — podzol kambizemný, sprievodne ranker kambizemný a podzolovaný a podzol typický na ľahkých zvetralinách kyslých hornín.
- PZ3 — podzol typický až organozemný, sprievodne ranker podzolovaný, podzol kambizemný, lokálne organozem typická na ľahkých zvetralinách kyslých hornín.
- PG1 — pseudoglej primárny, sprievodne luvizem pseudoglejová na sprašových hlinách.
- PG2 — pseudoglej primárny, lokálne glej typický.
- PG3 — pseudoglej primárny, sprievodne luvizem pseudoglejová, lokálne glej organozemný a organozem typická.
- FM1 — fluvizem typická, sprievodne fluvizem glejová na nekarbonátových nivných sedimentoch.
- FM2 — fluvizem typická, sprievodne fluvizem glejová na nekarbonátových nivných sedimentoch a regozem arenická nekarbonátová.
- FM3 — fluvizem typická karbonátová, sprievodne fluvizem glejová karbonátová.
- FM4 — fluvizem pelická a glejová, sprievodne glej typický na veľmi ľahkých nekarbonátových nivných sedimentoch.
- FM5 — fluvizem glejová, sprievodne glej typický na karbonátových i nekarbonátových nivných sedimentoch.
- FM6 — fluvizem glejová pelická, sprievodne glej typický, sporadicky salinické pôdy.
- ČA1 — čiernica typická, sprievodne čiernica glejová prevažne na nekarbonátových nivných sedimentoch.
- ČA2 — čiernica typická až arenická, sprievodne čiernica glejová a glej typický prevažne na ľahkých nekarbonátových nivných sedimentoch, lokálne regozem arenická na nekarbonátových pieskoch.
- ČA3 — čiernica typická karbonátová, sprievodne čiernica glejová karbonátová, sprievodne čiernica glejová karbonátová, lokálne organozem typická.

- ČA4** — čiernica glejová, sprievodne čiernica typická a glej typický na karbonátových a nekarbonátových nivných sedimentoch.
- ČA5** — čiernica karbonátová a čiernica glejová, sporadicky salinické pôdy na karbonátových nivných sedimentoch.
- HM1** — hnedozem typická, miestami erodovaná na polygenetických hlinách, sprievodne pararendzina typická až kambizemná na stredne fažkých až ľahších silikátovo-karbonátových terciérnych sedimentoch.
- HM2** — hnedozem luvizemná až luvizem typická na sprašových hlinách.
- HM3** — hnedozem pseudoglejová, sprievodne pseudoglej luvizemný na sprašových a polygenetických hlinách.
- LM1** — luvizem typická až pseudoglejová, sprievodne pseudoglej luvizemný až typický na sprašových hlinách.
- LM2** — luvizem typická až pseudoglejová na sprašových hlinách, sprievodne rendzina typická na zvetralinách pevných karbonátových hornín.
- LM3** — luvizem typická na tenkých prekryvoch spraší, sprievodná kambizem typická, lokálne pararendzina typická na skeletnatých sedimentoch.
- LM4** — luvizem pseudoglejová, sprievodný pseudoglej primárny a luvizemný, lokálna kambizem typická na skeletnatých sedimentoch.
- KM1** — kambizem typická a kambizem typická kyslá, sprievodne ranker typický a kyslý, lokálne kambizem pseudoglejová, na stredne fažkých až ľahších skeletnatých zvetralinách rôznych hornín.
- KM2** — kambizem typická nasýtená až kyslá, sprievodne kambizem pseudoglejová, lokálne pseudoglej primárny a glej typický na stredne fažkých zvetralinách rôznych hornín.
- KM3** — kambizem typická nasýtená, sprievodne rendzina a pararendzina typická a kambizemná na zvetralinách silikátovo-karbonátových hornín.
- KM4** — kambizem typická a andozemná až andozem, sprievodne ranker, typická na zvetralinách neutrálnych neovulkanitov a ich pyroklastik.
- KM5** — kambizem pelická pseudoglejová, sprievodne kambizem pseudoglejová a čiernica typická na zvetralinách pieskovcovovo-šlovčových flyšových hornín.
- KM6** — kambizem pseudoglejová, sprievodne pseudoglej primárny a kambizem typická, lokálne glej typický na stredne fažkých až fažkých zvetralinách rôznych hornín.
- KM7** — kambizem typická kyslá, lokálne ranker typický kyslý.
- KM8** — kambizem typická kyslá, sprievodne rendzina typická vylúhovaná na zvetralinách silenitých vápencov a silikátovokarbonátových hornín.
- KM9** — kambizem typická kyslá a kambizem andozemná, sprievodne ranker typický nasýtený a andozemný, na zvetralinách neutrálnych vulkanických hornín.
- KM10** — kambizem typická kyslá až podzol kambizemný, sprievodne ranker typický kyslý a kambizemný, lokálne podzol typický na ľahších zvetralinách kyslých hornín.

piesku. Vozbuckaja [15] identifikuje 4 typy tlmivosti pôd na základe zmeny ich pH pôsobením 0,1 N HCl. Tieto práce predstavujú len jednoduché vyjadrenia tlmivosti rôznych typov pôd voči antropogénnemu zakyslovaniu bez detailnejšieho opisu metodiky a priestorového zobrazenia.

Metodicky rozpracovanejšie sú práce našich autorov K. Holobradého [8] a M. Tomáška [23]. K. Holobradý vypracoval návrh normy RVHP, ktorá by posudzovala tlmivú schopnosť pôd voči pôsobeniu kyslej depozície z dvoch hľadísk, a to na základe ich odolnosti a citlivosti, pričom berie do úvahy kritériá ako obsah a kvalitu humusu, prehumóznenie, obsah frakcií pod 0,1 a 0,001 mm, ilové minerály, substrát a hodnotu T .

Podobný prístup je aplikovaný aj v práci M. Tomáška [23], ktorý tabuľkovou formou na základe hodnôt V a T (pričom bral do úvahy aj ostatné relevantné vlastnosti) zostavil balový hodnotový systém tlmivej schopnosti pôd voči kyslým zrážkam.

Z uvedených prác, ako aj z predchádzajúcej kapitoly vyplýva, že hlavným agentom ovplyvňujúcim tlmivosť pôd sú vlastnosti sorpčného komplexu, ako aj vlastnosti pôdy, ktoré ho ovplyvňujú.

Uvedené fakty predstavujú metodickú bázu našej práce. Za cieľ sme si určili deduktívne zostavenie ordinálneho klasifikačného systému pôd Slovenska a ich teritoriálnych štruktúr (pattern), ktoré by poskytli obraz o ich priestorovej diferenciácii z hľadiska tlmivej schopnosti voči antropogénemu zakyslovaniu v mierke 1:500 000. Základné informácie o priestorovom rozložení pôdnich jednotiek Slovenska sme čerpali z mapy mierky 1:500 000, publikovanej v Atlase SSR [12]. Materiál o hodnotách V a T pôdnich jednotiek, ako hlavných hodnotových kritérií, sme získali z literatúry [1, 9, 10, 17, 20, 23, 26]. Hodnoty T (v mval/100 g) a hodnoty V (v %) boli podľa veľkosti zoradené do ordinálnej škály, pričom sme k ich jednotlivým stupňom priradovali balové hodnoty (od 0 do 6) (tab. 2, 3). Sumáciou hodnôt T a V v baloch sme získali celkovú balovú hodnotu tlmivosti pôdnej jednotky voči antropogénemu zakyslovaniu (tab. 1). Rozdelením početnosti sumovaných balových hodnôt T a V sme dospeli k určeniu 7-stupňového hodnotového systému. Celý hodnotiaci proces a jeho výsledky sú prezentované v tabuľke 1, 2, 3 a v mapovej prílohe.

Do prvého hodnotového stupňa *najmenej* tlmivých pôd patria pôdne jednotky s hodnotami 0—2 baly (pôdne jednotky LI, RM1, RM3 — pozri vysvetlivky k tab. 1). Ich hodnoty T sa pohybujú výrazne pod 15 mval/100 g, hodnoty V do 30 %.

Druhý hodnotový stupeň *veľmi málo* tlmivých pôd tvoria jednotky KM10, KM11 a PZ3. Ich hodnoty dosahujú 3—4,5 balov. Hodnoty T väčšinou nedosahujú nad 20 mval/100 g, ich priemer je okolo 15 mval/100 g. Hodnoty V sú nízke do 30 %, maximálne však 50 %.

Do tretieho hodnotového stupňa začleňujeme *málo* tlmivé pôdne jednotky HM2, LM1, LM2, LM3, LM4, KM7, PG1, PG2, PG3 a KM9. Suma ich hodnôt sa pohybuje v rozmedzí od 4,5 do 6 balov. Priemerná hodnota T je okolo 19 mval/100 g, hodnota V okolo 50 %.

Štvrtý hodnotový stupeň *stredne až málo* tlmivých pôd predstavujú pôdne jednotky s balovými hodnotami 7 až 7,5. Sú to R3, R5, R6, HM1, KM1, KM2, KM3, KM4 a KM8. Hodnoty T sú okolo 20 mval/100 g, hodnoty V 50—70 %.

Do piateho hodnotového stupňa začleňujeme pôdne jednotky, ktoré dosahujú hodnoty 8—9 balov. Takéto jednotky klasifikujeme ako stredne tlmivé s hodnotami T okolo 22 mval/100 g a hodnotami V okolo 75 %. Stupeň zahŕňa jednotky RM2, ČM4, SM, KM5, KM6, FM1 a FM2.

Tab. 2. Balové hodnoty za T

Baly	T (mval/100 g)
0	8
1	8—12
2	12—15
3	15—19
4	19—22
5	22—30
6	30

Tab. 3. Balové hodnoty za V

Baly	V (%)
0	0—30
1,5	30—50
3	50—75
4,5	75—90
6	90—100

Siesty stupeň veľmi tlmivých pôdnych jednotiek predstavujú pôdy s hodnotami 9,5—10 balov. Hodnoty ich T , ako aj V sú vysoké a dosahujú hodnoty okolo 22 mval/100 g, resp. 75—90 až 100 %. Stupeň zahŕňa jednotky R1, R2, R4, ČM3, HM3, FM3, FM4, ČA1 a ČA2.

Siedmy stupeň najtlmivejších pôd charakterizujú hodnoty 11—12 balov. Hodnoty ich T sa pohybujú okolo 30 mval/100 g, hodnoty V od 90 do 100 %. Do stupňa sme začlenili pôdne jednotky ČM1, ČM2, ČM6, ČM7, FM5, FM6, ČA3, ČA4 a ČA5.

Priestorový obraz hodnotových stupňov zobrazený v mape pruhované predstavuje zložitosť štruktúry pôdneho krytu Slovenska diagnostikovanú z hľadiska jeho tlminej schopnosti voči antropogénnemu zakyslovaniu. Táto štruktúra odzrkadluje len priestorovú projekciu uvedených kritérií a súčasne sa javí ako štruktúra, ktorá je ľahko definovateľná z formálneho (kompozičného) i genetického aspektu. Pre hlbšie pochopenie jej charakteru z uvedených aspektov sme zostavili nadstavbový klasifikačný systém typov priestorových štruktur (pattern) tlminej pôd (čísla v mape). Pri jeho tvorbe sme ako kritériá použili tie vlastnosti pôdneho krytu, ktoré umožňujú z uvedených aspektov hlbšie analyzovať štruktúru hodnotových stupňov, t. j. kritériá plošnej dominancie hodnotových stupňov, zložitosť patternu (pomer medzi veľkosťou plôch jednotlivých hodnotových stupňov a ich počet, ako aj počet hodnotových stupňov a ich kontrastnosť) a dominanciu pedogenetických procesov. Jeho analýzu sme došli k týmto záverom:

1. — typ s dominantnými najtlmivejšími pôdnymi jednotkami a relatívne jednoduchým patternom hodnotových stupňov zaberá podstatnú časť Podunajskej nížiny a Latorickej roviny. Jeho formovanie je spojené s paleohydromorfou až recentnou hydromorfou akumuláciou humusu a akumuláciou Ca, Mg a Na karbonátov (Podunajská nížina), resp. akumuláciou ľahkých flotitých sedimentov (Latorická rovina),

2. — typ s dominantnými veľmi tl瀛vými pôdami, s relatívne zložitejšou horizontálnou štruktúrou hodnotových stupňov je vývojovo podmienený:

a) recentnou až paleohydromorfou akumuláciou humusu,
b) litogénne podmienenou akumuláciou tmavých foriem humusu na karbonátových horninách,

c) akumuláciou humusu s procesmi pulzácie karbonátov a ilimerizácie na ľahších sprašovitých sedimentoch.

Priestorove rozšírený je v Dolnomoravskej nížine a v centrálnej časti Východoslovenskej nížiny, v Strážovských vrchoch, Slovenskom krase, severných a južných častiach Nízkych Tatier, Slovenskom raji, časti Hornonitrianskej kotlyny, Bystrickom podolí, časti Chočských vrchov, Západných a Belanských Tatrách,

3. — typ s dominantnými stredne tl瀛vými pôdami nachádzame rozšírený v pahorkatinovom stupni Podunajskej nížiny, kde je štruktúra hodnotových stupňov málo zložitá a ich vývoj je podmienený akumuláciou humusu, ilimerizáciou a zvetrávaním minerálov (subtypy 3.1, 3.3, 3.5). Ostatné subtypy (3.2, 3.4) boli vývojovo podmienené procesmi zvetrávania minerálov a hromadenia humusu na mierne kyslých a ľahkých horninách spojených s pseudoglejovým procesom. Horizontálna štruktúra týchto subtypov je zložitejšia, nachádzame ich v Žilinskej, Liptovskej, Popradskej, Hornádskej kotlinе, Ondavskej a Laboreckej vrchovine a Spišsko-šarišskom medzihorí.

4. — typ s dominantnými málo až stredne tlmivými pôdnymi jednotkami je podmienený vývojom mezobázických, mierne kyslých kambizemí a luvizemí s procesmi vnútropôdneho zvetrávania minerálov, ilimerizácie a pseudoglejovým procesom. Relatívne jednoduchšiu horizontálnu štruktúru hodnotových stupňov nachádzame vo vulkanických pohoriach, Bielych Karpatoch a Veľkej Fatre (subtyp 4.1). Zložitejšiu štruktúru, ako aj väčšiu kontrastnosť hodnotových stupňov vykazuje subtyp 4.2 v Šarišskej vrchovine a Rimavskej kotline,

— identifikujeme dva typy (typ 5. a 6.) s nevýrazne dominantnými stupňami tlmivosti a zložitým patternom, najmä pri type 5. Pri tomto type sú zastúpené prevažne pôdne jednotky málo až stredne tlmivé, pri type 6 prevažne málo tlmivé. Piaty typ je rozšírený v Malých Karpatoch, Považskom Podolí, Turzovskej a Podbeskydskej vrchovine. Šiesty typ je rozšírený v Slovenskom rudohorí, Javorníkoch, Kysuckej vrchovine, Tríbeči, Východoslovenskej nížine, Bukovských vrchoch, Ondavskej a Laboreckej vrchovine, Nízkych Tatrách, Lučeneckej a Rimavskej kotlinе. Za hlavné procesy formovania oboch typov považujeme vnútropôdne zvetrávania v mierne kyslom prostredí a ilimerizáciu; k nim sa pridružujú procesy hromadenia tmavých foriem humusu a jeho hydro-morfná akumulácia,

— v Slovenskom rudohorí, Malej Fatre, Skorušinských vrchoch a Oravských Beskydách sa nachádza typ s dominantným zastúpením veľmi málo tlmivých pôd, s jednoduchou horizontálnou štruktúrou hodnotových stupňov (typ 7). Vývojove bol podmienený vnútropôdnym zvetrávaním a akumuláciou humusu v kyslom prostredí,

— identifikujeme dva typy s dominantnými najmenej a veľmi málo tlmivými pôdami, s relatívne jednoduchou horizontálnou štruktúrou hodnotových stupňov, ktorých vývoj bol podmienený procesmi podzolizácie a hromadenia humusu na viatych pieskoch (typ 8) a tendenciami vývoja organozemí (typ 9). Rozšírené sú v Záhorskej nížine (typ 8), Tatrách a Nízkych Tatrách (typ 9).

ZÁVER

Uvedený systém hodnotenia pôd Slovenska z hľadiska ich tlmivej schopnosti voči antropogénemu zakyslovaniu predstavuje príklad deduktívnej procedúry. Nevyužívame pritom exaktné metódy spracovania veľkého počtu dát, čo niekedy vyvoláva nie celkom presné postihnutie reality. Na základe identifikácie 7 stupňov tlmivosti pôdných jednotiek Slovenska voči antropogénemu zakyslovaniu a identifikáciou 9 hlavných taxónov typov ich štruktúr (patternov) načrtávame základné vlastnosti priestorovej diferenciácie tlmivej schopnosti. Vyčlenené areály typov štruktúr tlmivosti pôd umožňujú v prehľadnej forme získať základný obraz o priestore Slovenska z uvedeného hľadiska. Areály typov predstavujú takto základné územné jednotky, ktoré je potrebné pri riešení problematiky zakyslovania prostredia antropogénnou depozíciou rešpektovať.

LITERATÚRA

1. BEDRNA, Z.: Pôdotvorné procesy a pôdne režimy. Veda, Bratislava 1977. — 2. BUBLÍNEC, E.: Vplyv pevných imisií na zmenu pôdnich vlastností. Zborník prednášok zo seminára o ochrane pôdy. SVTS, Bratislava 1972, 137—143. — 3. DUCHOUFOUR, P.: Osnovy počvovedenia evolucia počv. Moskva 1970. — 4. FULAJTÁR, E., ČURLÍK, J.:

Pôdne druhy, skeletnatosť a zamokrenie, mapa 1:500 000. Atlas SSR, Bratislava 1980.
— 5. HOLOBRADÝ, K.: Disrupcia pôdneho fondu SSR vplyvom emisií. (Zborník prednášok zo seminára o ochrane pôdy). SVTS, Bratislava 1972, 128—136.
— 6. HOLOBRADÝ, K.: Vplyv priemyselných imisií na produkčnú schopnosť pôd. Zborník Hodnotenie produkčnej schopnosti pôd SSR. VÚPVR, 1981, 73—82.
— 7. HOLOBRADÝ, K.: Kontaminácia pôdneho fondu, mapa 1:1 500 000, Atlas SSR, Bratislava 1980.
— 8. HOLOBRADÝ, K.: Norma RVHP 01—66504: Ochrana prírody—pôdy. VÚPVR, Nitra 1983.
— 9. HRAŠKO, J.: BEDRNA, Z., SOTÁKOVÁ, S.: Polnohospodárske pôdoznalectvo. SVPL 1968.
— 10. HRAŠKO, J.: Genéza a recentné procesy v černozemných pôdach Podunajskej nížiny. (Doktorská dizertačná práca.) VÚPVR, 1974.

11. HRAŠKO, J.: Vyjadrovanie pôdnej reakcie. In: MASARYK, Š. a kol.: Vápnenie pôd. Príroda 1980.
— 12. HRAŠKO, J., LINKEŠ, V., ŠURINA, B.: Pôdne typy, mapa 1:500 000, Atlas SSR, Bratislava 1980.
— 13. HRAŠKO, J., LINKEŠ, V.: Geography of the Soil in West Carpathians and Inner-Carpathian Lowlands. Geogr. Čas., 40, 1—2, 1988, 12—25.
— 14. CHARLSON, R. J., RODHE, H.: Factors controlling the acidity of natural tsínwater. Nature, 295 (5851), 683—685.
— 15. KOVDA, V. A.: Osnovy učenia a počvach., I, II. Nauka, 1973.
— 16. LINKEŠ, V.: Pôdná reakcia a obsah uhličitanov, mapa 1:1 500 000, Atlas SSR, Bratislava 1980.
— 17. MASARYK, Š. a kol.: Vápnenie pôd. Príroda 1980.
— 18. MOLDAN, B.: Úvod. In: ČERNÝ, J.: Kyselá atmosferická depozícia a její důsledky. ČSBS pri ČSAV, Praha 1985.
— 19. PAČES, T.: Sources of acidification in Central Europe estimated from elemental budget in small basins. Nature, 315, 6014, 1985, 31—36.
— 20. PELÍŠEK, J.: Výšková pôdní pásmovitost Střední Evropy. ČSAV 1966.

21. SMITH, W. H.: Les i atmosfera. Moskva 1985.
— 22. ŠÁLY, R.: Izmenenia reakcií v nekotorych lesnych počvach posle 7—21 let. In: Soil in relation to the phytomass production and landscape formation. VÚPVR, Nitra 1985, 366—375.
— 23. TOMAŠEK, M.: Odolnosť pôd proti účinkom kyselých zrážek. Rostlinná výroba, LVIII, 11, 1985, 1179—1186.
— 24. ZÁVODSKÝ, D.: Meranie kyslej depozície. In: ČERNÝ, J.: Kyselá atmosferická depozice a její důsledky. ČSBS pri ČSAV, Praha 1985, 7—10.
— 25. ZÁVODSKÝ, D.: Regionálna emisná situácia v strednej Európe. In: ČERNÝ, J.: Kyselá atmosferická depozice a její důsledky. ČSBS pri ČSAV, Praha 1985, 18—20.
— 26. ZRUBEC, F.: Sorpčná kapacita a sorpčný komplex, mapa 1:1 500 000. Atlas SSR, Bratislava 1980.

Милан Леготски

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ СЛОВАКИИ ПРОТИВ АНТРОПОГЕННОЙ АЦИФИКАЦИИ

Одним из очень актуальных видов влияния человека на ландшафтные системы, проявляющийся в глобальном масштабе, является их антропогенная ацификация (кислование). Под этим термином в наиболее широком смысле понимается длительный процесс, протекающий в относительно постоянных биоклиматических условиях, в течение которого в результате кислой атмосферной депозиции и применения промышленных удобрений наблюдается понижение pH почвы и воды, в результате чего подвержено опасности функционирование лесных и сельскохозяйственных экосистем. В качестве главного фактора, влияющего на устойчивость почв, считаются свойства сорбционного комплекса, равно как и свойства почвы влияющие на него. В результате суммирования баллов за T (максимальный сорбционный объем) и V (степень сорбционного насыщения) нами получены общие балльные значения устойчивости почвенных единиц против антропогенной ацификации. Путем подразделения численностей суммированных балльных значений T и V нами раз-

работана семиступеньчатая система оценивания устойчивости почв Словакии. Для более глубокого понимания пространственной структуры (паттерна) оценочных ступеней устойчивости почв нами составлена классификационная система типов их структур. В качестве критериев нами применены их площадное преобладание, сложность паттерна и преобладание педогенетических процессов. На основе семиступеньчатой шкалы устойчивости почвенных единиц Словакии против антропогенной ацификации и девятиклассной шкалы типов их структур (паттернов) нами излагаются основные свойства их пространственной дифференциации.

Рис. 1. Ступени и типы устойчивости почв против вторичной ацификации.

Табл. 1. Баллы за T и V значения почвенных единиц и ступени их устойчивости.

Табл. 2. Баллы за T .

Табл. 3. Баллы за V .

Легенда к рис. 1.:

Ступени:

- 1 — минимально устойчивая
- 2 — очень малоустойчивая
- 3 — малоустойчивая
- 4 — мало- и даже среднеустойчивая
- 5 — среднеустойчивая
- 6 — очень устойчивая
- 7 — наиболее устойчивая
- 8 — Типы структур (паттерна) устойчивости
 - 1 преобладание наиболее устойчивых почв
 - 2 преобладание очень устойчивых почв
 - 2.1 в ассоциации со среднеустойчивыми почвами
 - 2.2 в ассоциации с мало- и даже среднеустойчивыми почвами
 - 2.3 в ассоциации с малоустойчивыми почвами
 - 2.4 в ассоциации с малоустойчивыми, мало- и даже среднеустойчивыми и среднеустойчивыми почвами
 - 2.5 в ассоциации с наиболее устойчивыми почвами
 - 2.6 очень устойчивые почвы
 - 3 преобладание среднеустойчивых почв
 - 3.1 в ассоциации с очень устойчивыми и наиболее устойчивыми почвами
 - 3.2 в ассоциации с мало- и даже среднеустойчивыми а также с малоустойчивыми почвами
 - 3.3 в ассоциации с очень устойчивыми и мало- и даже среднеустойчивыми почвами
 - 3.4 в ассоциации с мало- и даже среднеустойчивыми почвами
 - 3.5 в ассоциации с минимально устойчивыми почвами
 - 4 преобладание мало- и даже среднеустойчивых почв
 - 4.1 в ассоциации с малоустойчивыми почвами
 - 4.2 в ассоциации преобладающие с очень устойчивыми и наиболее устойчивыми почвами
 - 4.3 мало- и даже среднеустойчивые почвы
 - 5 неотчетливое преобладание мало- и даже среднеустойчивых почв со сложной горизонтальной структурой
 - 5.1 в ассоциации с наиболее устойчивыми, очень устойчивыми и среднеустойчивыми почвами
 - 5.2 в ассоциации со среднеустойчивыми и малоустойчивыми почвами
 - 5.3 в ассоциации со средне-, очень и малоустойчивыми почвами
 - 5.4 в ассоциации с очень устойчивыми и малоустойчивыми почвами

- 6 нечетливое преобладание малоустойчивых почв со сложной горизонтальной структурой
- 6.1 малоустойчивые почвы
- 6.2 в ассоциации с мало- и даже среднеустойчивыми почвами
- 6.3 в ассоциации с очень малоустойчивыми почвами
- 6.4 в ассоциации с преобладающе очень малоустойчивыми почвами
- 6.5 в ассоциации с очень устойчивыми почвами
- 6.6 в ассоциации с очень малоустойчивыми и среднеустойчивыми почвами
- 6.7 в ассоциации с мало- и даже среднеустойчивыми и среднеустойчивыми почвами
- 6.8 в ассоциации со среднеустойчивыми почвами
- 6.9 в ассоциации с мало- и даже среднеустойчивыми и наиболее устойчивыми почвами
- 6.10 в ассоциации с очень устойчивыми и наиболее устойчивыми почвами
- 7 преобладание очень малоустойчивых почв
- 7.1 в ассоциации с минимально устойчивыми почвами
- 7.2 в ассоциации с малоустойчивыми и минимально устойчивыми почвами
- 8 преобладание минимально устойчивых почв в ассоциации с очень устойчивыми почвами
- 9 слабое преобладание минимально устойчивых почв в ассоциации с очень малоустойчивыми почвами

Легенда к таблице 1 и к тексту:

- LI — литозем типичный, ранкер типичный, местами подзол типичный на силикатных субстратах.
- RM1 — регозем аренический и даже камбизем аренический, сопровождающий регозем аренический глееватый на силикатных песках с илистым основанием.
- RM2 — регозем аренический и даже чернозем аренический преимущественно на карбонатных песках.
- RM3 — регозем аренический и даже камбизем аренический-кислый, сопровождающий подзол аренический, местами грунтово-глеевая ареническая почва на силикатных песках.
- R1 — rendzina типичная и даже rendzina камбиземная, сопровождающие rendzina неразвитая и осыпная и камбизем rendzinовый на выветренных прочных карбонатных породах.
- R2 — rendzina типичная и неразвитая и тонкие покровы rendziny рубефицированной, местами литозем карбонатный на известняках.
- R3 — rendzina типичная выщелоченная, сопровождающие randzina камбиземная и литозем карбонатный на выветренных прочных карбонатных породах.
- R4 — rendzina тангловая, сопровождающий литозем карбонатный на выветренных прочных карбонатных породах.
- R5 — парарендзина типичная на среднетяжелых и даже легких силикатно-карбонатных третичных седиментах, сопровождающие бурозем типичный и люваземный эродированный на полигенетических глинах.
- R6 — парарендзина типичная и даже камбиземная, сопровождающий камбизем типичный на выветренных песчанико-аргиллитовых и силикатно-карбонатных породах.
- CM1 — чернозем типичный карбонатный, местами эродированный на лессе.
- CM2 — чернозем типичный насыщенный, местами эродированный на лессе.
- CM2 — чернозем аренический карбонатный и чернозем типичный, сопровожда-

ющий рогозем аренический карбонатный на карбонатных песках с тонким покровом лесса.

СМ4 — чернозем буровземный на лесссе.

СМ5 — чернозем типичный карбонатный, спорадически луговая почва черноземная карбонатная, на древних флювиальных седиментах.

СМ6 — чернозем луговой карбонатный, сопровождающая луговая почва типичная и даже глееватая карбонатная на древних флювиальных седиментах.

СМ7 — чернозем луговой, сопровождающая луговая почва черноземная, спорадически засоленные субтипы.

SM — серозем типичный и буровземный, буровзем типичный, местами эродированный на лесссе.

HM1 — буровзем типичный, местами эродированный на полигенетических глинах, сопровождающая парarendзина типичная и даже камбиземная на среднетяжелых и даже легких силикатно-карбонатных третичных седиментах.

HM2 — буровзем лювиземный и даже лювизем типичный на лессовых глинах.

HM3 — буровzem псевдogleеватый, сопровождающая псевдogleевая почва лювиземная на лессовых и полигенетических глинах.

LM1 — лювизем типичный и даже псевдogleеватый, сопровождающая псевdogleевая почва лювиземная и даже типичная на лессовых глинах.

LM2 — лювизем типичный и даже псевdogleеватый на лессовых глинах, сопровождающаярендзина типичная на выветренных прочных карбонатных породах.

LM3 — лювизем типичный на тонких покровах лесса, сопровождающие камбизем типичный и местами парarendзина типичная на скелестистых седиментах.

LM4 — лювизем псевdogleеватый, сопровождающая псевdogleевая почва примарная и лювиземная, местами камбизем типичный на скелестистых седиментах.

KM1 — камбизем типичный и камбизем типичный кислый, сопровождающий ранкер типичный и кислый, местами камбизем псевdogleеватый, на среднетяжелых и даже более легких скелестистых продуктах выветривания разных пород.

KM2 — камбизем типичный насыщенный и даже кислый, сопровождающий камбизем псевdogleеватый, местами псевdogleевая почва примарная и глеевая почва типичная на среднетяжелых продуктах выветривания разных пород.

KM3 — камбизем типичный насыщенный, сопровождающиерендзина и парarendзина типичная и камбиземная на выветренных силикатно-карбонатных породах.

KM4 — камбизем типичный и андоземный и даже андоземная почва, сопровождающий ранкер, типичный на продуктах выветривания нейтральных неовулканитов и их пирокластиков.

KM5 — камбизем пелический (пелосоловый) псевdogleеватый, сопровождающие камбизем псевdogleеватый и лугоцая почва типичная на продуктах выветривания песчанико-аргиллитовых флишевых пород.

KM6 — камбизем псевdogleеватый, сопровождающие псевdogleевые почвы примарные и камбизем типичный, местами глеевая почва типичная на среднетяжелых и даже тяжелых продуктах выветривания разных пород.

KM7 — камбизем типичный кислый, местами ранкер типичный кислый.

KM8 — камбизем типичный кислый, сопровождающаярендзина типичная выщелоченная на продуктах выветривания мергелистых известняков и силикатно-карбонатных пород.

KM9 — камбизем типичный кислый и камбизем андоземный, сопровождающий ранкер типичный насыщенный и андоземный на продуктах выветривания нейтральных вулканических пород.

KM10 — камбизем типичный кислый и даже подзол камбиземный, сопровождаю-

щий ранкер типичный кислый и камбиземный, местами подзол типичный на более легких продуктах выветривания кислых пород.

KM11 — камбизем псевдоглееватый кислый, сопровождающая псевдоглееватая почва примарная, местами глеевая почва типичная на среднетяжелых и даже тяжелых продуктах выветривания разных пород.

PZ1 — подзол типичный и даже ранкер подзолистый на выветренных кварцитах.

PZ2 — подзол камбиземный, сопровождающие ранкер камбиземный и подзолистый, а также подзол типичный на легких продуктах выветривания кислых пород.

FZ3 — подзол типичный и даже органоземный, сопровождающие ранкер подзолистый и подзол камбиземный, местами органозем типичный на легких продуктах выветривания кислых пород.

PG1 — псевдоглеевая почва примарная, сопровождающий лювизем псевдоглееватый на лессовых глинах.

PG2 — псевдоглеевая почва примарная, местами глеевая почва типичная.

PG3 — псевдоглеевая почва примарная, сопровождающий лювизем псевдоглееватый, местами глеевая почва органоземная и органозем типичный.

FM1 — флювизем типичный, сопровождающий флювизем глееватый на некарбонатных пойменных седиментах.

FM2 — флювизем типичный, сопровождающий флювизем глееватый на некарбонатных пойменных седиментах и регозем аренический некарбонатный.

FM3 — флювизем типичный карбонатный, сопровождающий флювизем глееватый карбонатный.

FM4 — флювизем пелосоловый и глееватый, сопровождающая глеевая почва типичная на очень тяжелых некарбонатных пойменных седиментах.

FM5 — флювизем глееватый, сопровождающая глеевая почва типичная на карбонатных и некарбонатных пойменных седиментах.

FM6 — флювизем глееватый и пелосоловый, сопровождающая глеевая почва типичная, спорадически засоленные почвы.

ČA1 — луговая почва типичная, сопровождающая луговая почва глеевая преимущественно на некарбонатных пойменных седиментах.

ČA2 — луговая почва типичная и даже ареническая, сопровождающие луговые почвы глеевые и глеевые почвы типичные преимущественно на легких некарбонатных пойменных седиментах, местами регозем аренический на некарбонатных песках.

ČA3 — луговая почва типичная карбонатная, сопровождающая луговая почва глеевая карбонатная, местами органозем типичный.

ČA4 — луговая почва глеевая, сопровождающие луговая почва типичная и глеевая почва типичная на карбонатных и некарбонатных пойменных седиментах.

ČA5 — луговая почва карбонатная и луговая почва глеевая, спорадически засоленные почвы на карбонатных пойменных седиментах.

Перевод: Л. Правдова

Milan Lehotský

THE BUFFERING CAPACITY OF SOILS IN SLOVAKIA AS EVALUATED IN RELATION TO ANTHROPOGENIC ACIDIFICATION

One of very topical human impacts on landscape systems, manifesting itself in the global dimension, is their anthropogenic acidification. Under the anthropogenic acidification in the widest sense we understand a long-term process running in relatively

constant bioclimatic conditions, in the course of which, through the action of acid atmospheric deposition and artificial manure, it comes to a lowering of both soil pH and water with subsequent jeopardizing the functioning of forest and agricultural ecosystems. The properties of sorption complex as well as the properties of soil, which exert the influence upon it, are considered as the primary agent exerting influence upon the buffering capacity of soils. By summing both ball values T (maximum sorption capacity) and V (sorption saturation degree) we have gained the ball value of buffering capacity of soil units in relation to anthropogenic acidification in total. By dividing the multitudes of summed ball values T and V we arrive at ascertaining a 7-degreeed system of values of buffering capacity of the soils of Slovakia. To understand more profoundly the spatial structure (pattern) of the value degrees of buffering capacity we have constructed a classification system of the types of their structures (patterns). Their areal dominance, the complicity of pattern and the dominance of pedogenetic processes were employed as criteria. On the basis of identifying the 7 degrees of buffering capacity of soil units in Slovakia in relation to anthropogenic acidification as well as through identifying 9 primary taxa of the types of their structures (patterns) we outline the basic properties of their spatial differentiation.

Fig. 1. Degrees and types of soil buffering capacity related to the secondary acidification.

Explanations to Fig. 1.

Value degrees:

- 1 — least buffering
- 2 — very little buffering
- 3 — little buffering
- 4 — little to moderately buffering
- 5 — moderately buffering
- 6 — buffering
- 7 — most buffering
- 8 — Types of the structures (patterns) of buffering capacity
- 1 most buffering soils dominant
- 2 very buffering soils dominant
 - 2.1 in association with moderately buffering soils
 - 2.2 in association with little to moderately buffering soils
 - 2.3 in association with little buffering soils
 - 2.4 in association with little, little to moderately and moderately buffering soils
 - 2.5 in association with most buffering soils
 - 2.6 very buffering soils
- 3 moderately buffering soils dominant
 - 3.1 in association with very and most buffering soils
 - 3.2 in association with little to moderately and with little buffering soils
- 4 little to moderately buffering soils dominant
 - 4.1 in association with little buffering soils
 - 4.2 in association prevailingly with very and most buffering soils
 - 4.3 little to moderately buffering soils
- 5 non-marked dominance of little to moderately buffering soils with complicated horizontal structure
 - 5.1 in association with most buffering, very and moderately buffering soils
 - 5.2 in association with moderately and little buffering soils
 - 5.3 in association with moderately, very and little buffering soils
 - 5.4 in association with very and little buffering soils

- 6 non-marked dominance of little buffering soils with complicated horizontal structure
 6.1 little buffering soils
 6.2 in association with little to moderately buffering soils
 6.3 in association with very little buffering soils
 6.4 in association with most marked representation of very little buffering soils
 6.5 in association with very buffering soils
 6.6 in association with very little and moderately buffering soils
 6.7 in association with little to moderately and with moderately buffering soils
 6.8 in association with moderately buffering soils
 6.9 in association with little to moderately and most buffering soils
 6.10 in association with very and most buffering soils
 7 very little buffering soils dominant
 7.1 in association with least buffering soils
 7.2 in association with little and least buffering soils
 8 least buffering soils dominant in association with very buffering soils
 9 least buffering soils less dominant in association with very little buffering soils

Table 1. Balls for *T* and *V* values of soil units and the degree of their buffering capacity.

Explanations to Table 1 and to the text:

- LI — typical lithosol, typical ranker, locally typical podzol on silicate substrata.
 RM1 — arenous regosol to arenous cambisol, associateably gley arenous regosol on silicate sands with clayey basement
 RM2 — arenous regosol to arenous chernozem predominantly on carbonate sands.
 RM3 — arenous regosol to acid arenous cambisol, associateably arenous podzol, locally arenous gley on silicate sands
 R1 — typical rendzina to cambisol rendzina, associateably lithic and debris rendzina as well as rendzina cambisol on weatherings of solid carbonate rocks
 R2 — typical and lithic rendzina and shallow sheets of rubified rendzina, locally carbonate lithosol on limestones
 R3 — leached typical rendzina, associateably cambisol rendzina and carbonate lithosol on weatherings of solid carbonate rocks
 R4 — tangle rendzina, associateably carbonate lithosol on weatherings of solid carbonate rocks
 R5 — typical pararendzina on medium-heavy to lighter silicate-carbonate Tertiary sediments, associateably typical and luvisol brown earth eroded on polygenetic loams
 R6 — typical to cambisol pararendzina, associateably typical cambisol on weatherings of sandstone-claystone and silicate-carbonate rocks
 ČM1 — carbonate typical chernozem, locally eroded on loesses
 ČM2 — saturated typical chernozem, locally eroded on loesses.
 ČM3 — carbonate arenous chernozem and typical chernozem, associateably carbonate arenous regosol on carbonate sands with a thin sheet of loesses
 ČM4 — brown-earth chernozem on loesses
 ČM5 — carbonate typical chernozem, sporadically fluvi-calcaric phaeozem, on old fluvial sediments.
 ČM6 — calcaro-haplic (calcaro-calcic) chernozem, associateably fluvi-gleyic phaeozem to fluvi-mollic gleysol (fluvi-calcaric phaeozem), on old fluvial sediments
 ČM7 — haplic phaeozem, associateably fluvi-haplic phaeozem, sporadically saline subtypes
 SM — orthic greyzem and luvis chernozem, orthic luvisol, in places eroded on loesses

- KM1 — dystric cambisol, associateley dystric planosol, locally eutric gleysol on medium-heavy to heavy weatherings of various rocks
- PZ1 — ferro-humic podzol to podzolized ranker on weatherings of quartzites
- PZ2 — spodo-dystric cambisol, associateley cambisol ranker and podzolized ranker as well as ferro-humic podzol on light weatherings of acid rocks
- PZ3 — ferro-humic podzol to histo-humic podzol, associateley podzolized ranker, spodo-dystric cambisol, locally eutric histosol on light weatherings of acid rocks.
- PG1 — dystric planosol, associateley albo-gleyic luvisol on loessy loams.
- PG2 — dystric planosol, locally eutric gleysol
- PG3 — dystric planosol, associateley albo-gleyic luvisol, locally histo-humic gleysol and eutric histosol
- FM1 — eutric fluvisol, associateley fluvi-eutric gleysol on non-carbonate alluvial sediments
- FM2 — eutric fluvisol, associateley fluvi-eutric gleysol on non-carbonate alluvial sediments and arenous regosol (non-calcaric)
- FM3 — calcaric fluvisol, associateley fluvi-eutric gleysol (calcaric fluvisol)
- FM4 — verti-eutric (fluvi-eutric) gleysol associateley eutric gleysol on very haevy non-calcaric alluvial sediments
- FM5 — fluvi-eutric gleysol, associateley eutric gleysol on calcaric and non-calcaric alluvial sediments
- FM6 — fluvi-eutric gleysol (verti-eutric gleysol), associateley eutric gleysol, sporadically saline soils
- ČA1 — fluvi-gleyic phaeozem, associateley fluvi-mollic gleysol predominantly on non-calcaric alluvial sediments
- ČA2 — fluvi-gleyic phaeozem to arenous phaeozem, associateley fluvi-mollic gleysol and eutric gleysol predominantly on light non-calcaric alluvial sediments, locally arenous eutric regosol on non-calcaric sands
- ČA3 — fluvi-gleyic phaeozem (fluvi-calcaric phaeozem), associateley fluvi-mollic gleysol (fluvi-calcaric phaeozem), locally eutric histosol
- ČA4 — fluvi-mollic gleysol, associateley fluvi-gleyic phaeozem and eutric gleysol on calcaric and non-calcaric alluvial sediments
- ČA5 — fluvi-calcaric phaeozem and fluvi-mollic gleysol, sporadically saline soils on carbonate alluvial sediments
- HM1 — orthic luvisol, in places eroded on polygenetic loams, associateley calcaric regosol to cambisol calcaric regosol on medium-heavy to lighter silicate-carbonate Tertiary sediments.
- HM2 — luvisol brown earth to orthic luvisol on loessy loams
- HM3 — stagno-gleyic luvisol, associateley plano-gleyic luvisol on loessy and polygenetic loams
- LM1 — albic luvisol to albo-gleyic luvisol, associateley planogleyic luvisol to dystric planosol on loessy loams
- LM2 — albic luvisol to albo-gleyic luvisol on loessy loams, associateley typical rendzina on weatherings of solid carbonate rocks
- LM3 — albic luvisol on thin sheets of loesses, associateley eutric cambisol, locally calcaric regosol on skeletal sediments
- LM4 — albo-gleyic luvisol, associateley dystric planosol and plano-gleyic luvisol, locally eutric cambisol on skeletal sediments
- KM1 — eutric cambisol and dystric cambisol, associateley typical cambisol acid, associateley typical and acid ranker, locally stagno-gleyic cambisol, on medium-heavy to lighter skeletal weatherings of various rocks
- KM2 — typical cambisol saturated to acid, associateley stagno-gleyic cambisol, locally dystric planosol and eutric gleysol on medium-heavy weatherings of various rocks
- KM3 — eutric cambisol saturated, associateley rendzina and pararendzina typical and of cambisol on weatherings of silicate-carbonate rocks

- KM4 — eutric cambisol to ando-humic cambisol to mollic andosol, associateley ranker, typical on weatherings of neutral neovolcanites and their pyroclastics.
- KM5 — vertic cambisol pseudogleyic, associateley stagno-gleyic combisol, and fluvi-gleyic phaeozem on weatherings of sandstone-claystone flysch rocks
- KM7 — stagno-gleyic cambisol, associateley dystric planosol and eutric cambisol, locally eutric gleysol on medium-heavy to heavy weatherings of various rocks.
- KM6 — eutric cambisol acid, locally typical ranker acid
- KM8 — eutric cambisol acid, associateley typical rendzina leached on weatherings of marly limestones and silicate-carbonate rocks
- KM9 — eutric cambisol acid and ando-humic cambisol, associateley typical ranker saturated and andosol ranker, on weatherings of neutral volcanic rocks
- KM10 — eutric cambisol acid to spodo-dystric cambisol, associateley typical ranker acid and cambisol ranker, locally ferro-humic podzol on lighter weatherings of acid rocks

Table 2. Ball values for *T*.

Table 3. Ball values for *V*.

Translated by A. Krajčíř