

# PRÍSPEVOK K POZNANIU PALEOGEOGRAFICKÝCH A PALEOPEDOLOGICKÝCH POMEROV V SLOVENSKOM KRASE

Ján Košťálik

Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Ústav geografie, Jesenná 5, 041 54 Košice; ug@upjs.sk

## **J. Košťálik: Contribution to knowledge of palaeogeographic and palaeopedologic relations in the Slovak Karst**

**Abstract:** The occurrence of kaolin clays has large extent in the Slovak Karst. This paper refers to the example of Wetterstein dolomites in the locality Kečovo that the intensive chemical weathering has been passed during the Mesozoic on the plateaus of the Slovak Karst. The type of weathering has been sialitic-allitic, deep crusts of the weathering have been grown up. Kubiens (1953) identified them as a soils type terrae calcis. Their genesis passed already in the Middle Triassic, they are syngenetic also in other periods of Mesozoic, Palaeogene, Neogene to Pleistocene. Upper horizons are shuffled with Pleistocene aeolian sediments. Forming of the weathering crusts, soil type terrae calcis and kaolin clays is not as explicit as in the existing literature.

**Key words:** soils type terrae calcis, sialitic-allitic weathering, Slovak Karst, Kečovo

## ÚVOD

Podrobné geologické výskumy územia Slovenského krasu prinášajú nové poznatky o jeho geologickej stavbe, stratigrafii a tektonike. Už poznatky Bystrického (1964, 1972), ako aj Mella a kol. (1977) pri štúdiu triasovej fácie karbonátovej platformy predpokladajú medzi prechodom z werfénskeho do gutensteinského súvrstvia v celom sedimentačnom priestore tektonické pohyby a s nimi spojené paleogeografické zmeny. Tieto spôsobili splytčenie mora až nástup lagunárnych sebchových podmienok, čo sa odrazilo v sedimentácii dolomitov, rauvakov, brekcií a pestrých vápencov.

V Slovenskom krae, ako možno zistiť z geologickej mapy 1:50 000 (Mello a kol., 1997), objemovo najväčšie plochy zaberajú stredno- a vrchnotriasové sedimenty silického príkrovu. Za najvýznamnejšie sedimenty fácie karbonátovej platformy sa považujú najmä gutensteinské, steinalmské, wettersteinské, waxenecké/tisosovské a dachsteinské vápence, ktoré svojimi vlastnosťami podmienili vznik rozsiahlych krasových planín Slovenského krasu s výraznými povrchovými a podzemnými krasovými formami.

Značný rozsah výskytu dolomitov, rauvakov a brekcií vo forme rôznych polôh a šošoviek je podľa Mella a kol. (1997) odrazom zmien sedimentačných podmienok, ktoré nastali medzi spodným a stredným triasom, a tektonickej disharmónie medzi odlišne disponovanými horninami spodného a stredného triasu (brekcie a azda aj časť rauvakov). Ich charakteristickým znakom je výrazné červenohnedé sfarbenie (Munsel 10 R 4/6-8), zlepcovo-brekciovitý charakter a uloženie na svahoch, v puklinách i na povrchu planín Slovenského krasu. Vyskytujú sa na viacerých lokalitách Slovenského krasu (Drienovec, Hrhov, Host'ovce, Včeláre, Kečovo, Gombasek a iné) a boli predmetom štúdia špecialistov rôznych vedných odborov.

## GENÉZA, VÝSKYT A STRATIGRAFIA BREKCIÍ, TEKTONICKÝCH BREKCIÍ, RESP. TMELENÝCH SUTÍN V SLOVENSKOM KRASE

V geologickej literatúre s pojmom brekcie sa oboznamujeme pri štúdiu mezozoických komplexov budujúcich Slovenský kras.

Značné polohy brekcií z obdobia stredného a vrchného triasu z rozhrania werfénskeho súvrstvia a gutensteinských vápencov najmä z JV svahov Plešivskej planiny pri Gombaseku a severných a severovýchodných strání Silickej planiny opisujú Bystrický (1964), Mello a Reichwalder (1979), Mello a kol. (1997). Ako ďalšia lokalita je Drienovec, kde sa v gutensteinských vápencoch a dolomitoch vyskytujú polohy vápencovo-dolomitových a hematitových brekcií. V dvoch odkryvoch v Drienovci sú opísané hrubozrnné zlepenca a brekcie uložené na wettersteinských vápencoch, tmelené červeným piesčito-vápenatým tmelom, s mocnosťou cca 9 m (Bystrický in Fusan a kol., 1962). Z ich bazálnej polohy Matějka (1958), Chmelík (1959) a Barkáč (1985) udávajú výskyt bauxitov.

O brekciách neznámeho veku východne od Štítnika z južného úpätia Teplej stráne s kótou Roveň (683 m) v nadmorských výškach 380 až 420 m sa zmierňuje Bystrický (in Fusan a kol., 1992). Sedimenty reprezentujú deluviálne spevnené sutiny (brekcie i zlepenca), miestami štrky zložené z neopracovaného materiálu resedimentované z priľahlého mezozoického komplexu zvaného Valce. Brekcie sú tmelené karbonátovým tmelom, pričom v niektorých častiach odkryvu je viditeľná ich vrstevnatosť.

Mello a Snopková (1973) opisujú hnedožlté až okrovito-lateritické krusty z vrchnej kriedy (santon – kampan) na skrasovatených vápencoch z veľkolomu Gombasek.

Z lokality Drienovec sú opísané hrubozrnné zlepenca a brekcie s mocnosťou cca 9 m tmelené červeným piesčito-vápenatým tmelom (Bystrický in Fusan a kol., 1962).

Z obdobia pleistocénu z lokalít Plešivec, Gombasek, Hrhov a Včeláre tmelené sutiny prípadne červené brekcie až tektonické brekcie opisujú Ložek a Záruba (1964), Horáček a Ložek (1988), Cílek (1999) a ďalší autori. V súčasnosti ako najlepšie študovaný objekt možno využiť vodovodnú štôľňu nad Hrhovom dlhú 56 až 63 m, ktorú dokumentoval Cílek (1999). V defilé profilu opisuje spevnené červené brekcie, ktoré sa striedajú so svetlými karbonátovými polohami s pedogenetickým kalcitom s prímiesou eolických sedimentov.

Sutinové brekcie sú dobre cementované medznou hmotou reliktných pôd typu terra ross, ktoré vznikali v mediteránnych podmienkach, keď v karbonátovom prostredí dochádzalo k vytváraniu hnedého goethitu a červeného hematitu.

## CHARAKTERISTIKA TERRA ROSS Z VYBRANÝCH LOKALÍT SLOVENSKEHO KRASU

O pôvode a vzniku terra ross existuje rozsiahla geologická a pôdoznalecká literatúra. Značná časť geológov opisujúcich terra rossy v Slovenskom krase je toho názoru, že terra rossy obsahujú materiál, ktorého pôvod nemožno odvodit' z podložných karbonátových hornín (čiže z vápencov a dolomitov). Ilustrujú to obsahom  $Fe_2O_3$  z wettersteinských vápencov z lokality Gombasek (0,11 – 0,31 %), kým nadložné červenozeme na Silickej planine obsahujú  $Fe_2O_3$  až 8,61 %, v Gombaseku 15,58 %, resp. 8,14 %, v Gemerskej Hôrke 10,89 % (Andrusov et al., 1958; Činčura, 1973).

S uvedenými názormi geológov možno súhlasiť. Pri podrobnom geomorfologickom a pedologickom výskume územia Slovenského krasu a priľahlých kotlín (Rimavskej, Rožňavskej a Turnianskej) v rámci grantovej úlohy sme zachytili mozaiku zvetralinových plášťov červenej farby a pôd typu terrae calcis. Na detailné posúdenie lokalít je dôležité študovať georeliéf, formy a polohy výskytu terra ross, ako aj celkový charakter krajiny.

Na vybranej lokalite Kečovo môžeme dokumentovať genézu i charakteristiku terra ross priamo v závislosti od podložia, ako aj sedimentačnú zložku v profile doloženú analýzami zrnitosti obsahu ílových minerálov na difraktogramoch a záberoch elektrónovým mikroskopom, doplnené mikromorfologickým opisom vybraných vzoriek.

Lokalita **Kečovo** – asi 300 m juhozápadne od obce v blízkosti futbalového ihriska

Poloha: Silická planina, korózna depresia (mikrozávrť)

Nadmorská výška: 380 m

Hornina: strednotriasové wettersteinské dolomitické vápence

Klíma: oblasť teplá, okrskok A<sub>6</sub>, teplý, mierne vlhký s chladnou zimou

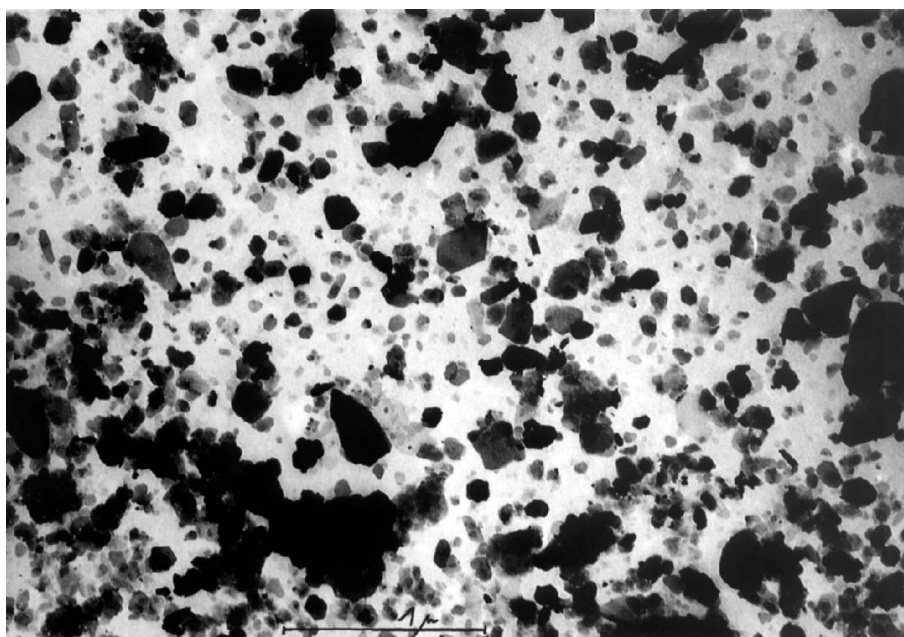
Vegetácia: *Linaria vulgaris*, *Plantago media*, *Medicago upulina*, *Festuca ovina*,  
*Thymus species*, *Leontodon hispidus*

### Opis profilu

Ah	0 – 19 cm	10 R 3-4/4, ílovitý, hrudovitý až polyedrickej štruktúry, bezkarbonátový, prekorenený, prechod zreteľný,
B <sub>1</sub> tf	19 – 54 cm	10 R 4/4 íl, polyedrickej až prizmatickej štruktúry, slabo prekorenený, drobné zrníčka Mn, bezkarbonátový, prechod postupný,
B <sub>2</sub> tf	54 – 92 cm	7,5 R 9/6 íl, zliatej až nevýrazne prizmatickej štruktúry, stopy po Mn, ojedinele konkrécie MnO <sub>2</sub> , bezkarbonátový, prechod postupný,
B <sub>3</sub> tf	92 – 158 cm	7,5 R 4/6 íl, zliatej až polyedricko-prizmatickej štruktúry s drobnými zrnami Mn, na orientovaných úlomkoch je lesklý, prechod postupný,
C	158 – 290 cm	7,5 R 4/6 íl, výraznej prizmatickej štruktúry, stopy po Mn, ojedinele koloidné záteky, prechod výrazný do rozvetraných strednotriasových dolomitických vápencov svetlej farby.

Tab. 1. Základná analytická charakteristika pôdneho profilu na lokalite Kečovo  
 Tab. 1. Basic analytical characteristics of the soil profile in the locality Kečovo

Číslo vzorky	Hĺbka horizontu [cm]	Zrnitostné zloženie [mm]					Karbonáty	Humus	pH v KCl	T [mval/100]	V [%]
		0,001	0,001–0,01	0,01–0,05	0,05–0,025	0,025–2,00					
1	0 – 19	48,5	23,6	24,1	3,1	0,7	stopy	3,10	7,1	32,5	95,4
2	19 – 54	63,1	12,6	23,6	0,1	0,6	–	1,10	6,8	33,0	91,5
3	54 – 92	81,6	7,5	8,1	2,7	0,1	stopy	0,57	7,0	30,0	93,3
4	92 – 158	95,1	3,5	1,0	0,4	–	stopy	0,46	7,1	33,0	95,4
5	158 – 290	97,6	1,1	1,0	0,3	–	–	0,29	7,1	29,0	96,6



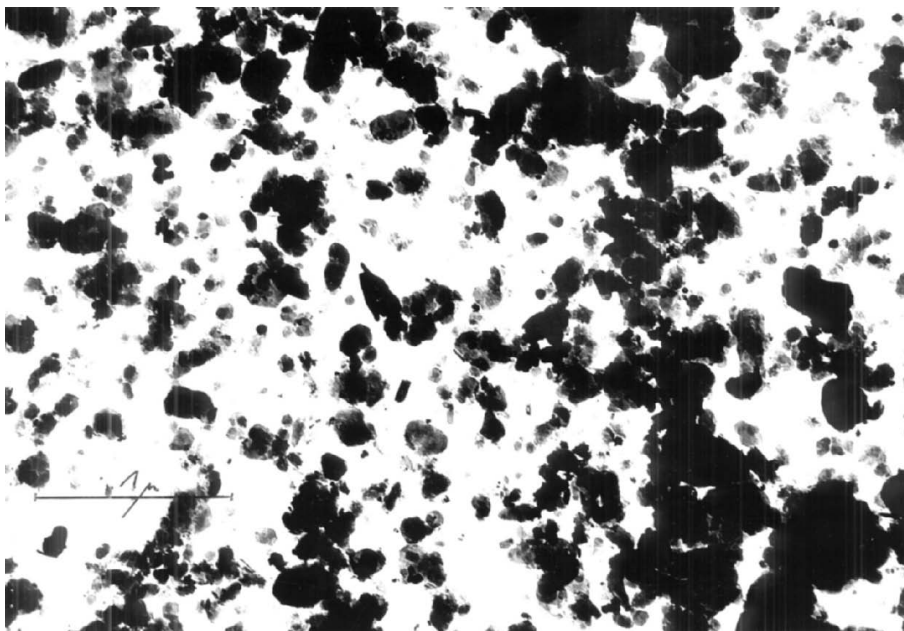
Obr. 1. Záber pôdy typu terra rossa z lokality Kečovo (hĺbka 92 – 158 cm) pozorovaný elektrónovým mikroskopom. Prevláda minerál kaolinit, vedľajšie sú illit, hydrosľuda, Fe-minerály a kremeň. Zväčšené 38 000x

Fig. 1. View of terra rossa from the locality Kečovo (92 – 158 cm depth) observed by the electron microscope. Dominant is kaolinite; accessories are: illite, hydromica, Fe-minerals and quartz. Magnify 38 000x

Tab. 2. Výsledky elektrónovej mikroskopie  
 Tab. 2. Results of electron microscope

Lokalita	Hĺbka horizontu [cm]	Minerály		
		Hlavné	Vedľajšie	Stopy
Kečovo	0 – 19	K	I, H, Fe, Q	–
	92 – 158	K	I, H, Fe, Q	–
	158 – 290	K	I, H, Fe, Q	–

K – kaolinit, I – illit, H – hydrosľuda, Fe – železité minerály, Q – kremeň



Obr. 2. Záber pôdy typu terra rossa z lokality Kečovo (hĺbka 158 – 290 cm) pozorovaný elektrónovým mikroskopom. Prevláda minerál kaolinit, vedľajšie sú illit, hydrosľuda, Fe-minerály a kremeň. Zväčšené 38 000x

Fig. 2. View of terra rossa from the locality Kečovo (158 – 290 cm depth) observed by the electron microscope. Dominant is kaolinite; accessories are: illite, hydromica, Fe-minerals and quartz. Magnify 38 000x

### Mikromorfologický opis profilu

#### Vzorka 1 (hĺbka 0 – 19 cm)

Plazma je hnedej farby, rozložená rovnomerne. Humus je jemne rozptýlený v pôdnej plazme s ojedinelým výskytom hrubších úlomkov humifikovaných rastlín a korenkov. Mikroštruktúra horizontu je agregátovo-prachovitá. Mikroagregáty jednoduchej stavby vystupujú z dispergovanej plazmy. Na viacerých miestach sú obmedzené drobnými medziagregátovými pórmi. Opticky sú slab orientované. Póry sú puklinové i okrúhle s veľkosťou 0,7 – 1,2 mm. Minerálny skelet je tvorený prevažne klastickým kremeňom (s veľkosťou 0,05 – 0,1 mm). Akcesoricky sa vyskytuje aj kalcit (obr. 2). Z novotvarov ojedinele sa vyskytujú organominerálne glebule.

#### Vzorka 3 (hĺbka 54 – 92 cm)

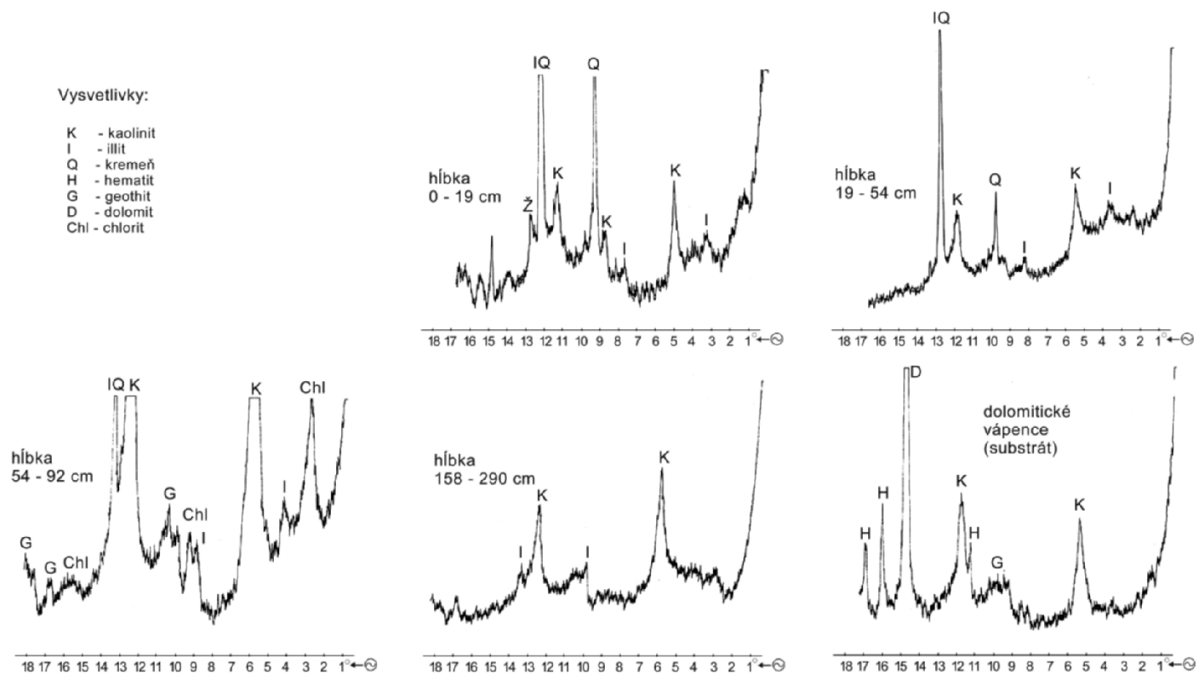
Základná plazma so zvýšeným obsahom Fe je sfarbená do červena. V nej zisťujeme svetlejšie, tmavšie až čierne Mn škvry. Plazma je bezskeletnatá, ukazuje na „brekciovitú“ štruktúru. Jednotlivé úlomky zhášajú undulózne a vlnovite. Sú tmelené prevažne plazmou svetlejšej farby. V plazme je viacero trhliniek a trhlinových pórov s priemerom 0,01 – 0,12 mm, ktorými je vzorka rozdelená na dve časti. Novotvarov je málo a sú orientované pozdĺž pórov. V niektorých častiach výbrusu pozorujeme orientovaný pohyb ílových častíc.

#### Vzorka 5 (hĺbka 158 – 290 cm)

Pôdna vzorka je žltohnedej, výrazne brekciovitej štruktúry so závalkami plazmy rozmerov od 0,4 mm do 2 mm. Z nej vystupujú ojedinele korodované zrná kremeňa. Póry sú trhlinové s priemerom 0,01 – 0,14 mm, sprevádzané orientovanými časticami koloidnej plazmy. V nich sa vyskytuje ojedinele kalcit. Novotvarov humuso-mangánovo-železitých je mnoho. Substancie koloidného ílu vytvárajú zhluky tehlovo- až sýtočervenej farby.

### ZHODNOTENIE DOSIAHNUTÝCH VÝSLEDKOV

Študovaný profil v Kečove v bazálnej časti (hĺbka 54 – 290 cm) typologicky predstavuje autochtónny zvyšok hlbokého iluviálneho (B) horizontu pôdy typu terra rossy, ktorá vznikala hydrolytickým rozkladom silikátových zvyškov na triasových dolomitických vápencoch Slovenského krasu. Pred odnosom sa zachovala vďaka formám mezo- a mikroreliefu (závrt, krasové kapsy). Vyznačuje sa vysokým obsahom ílovej frakcie



Obr. 3. Röntgenodifrakčný záznam ílovej frakcie <math> < 2\mu </math> z lokality Kečovo na Silickej planine. Vzorka solvatovaná glycerínom (Bonn, 1994)

Fig. 3. Röntgenographic record taken from the clay fraction which is smaller than  $2\mu$  from the locality Kečovo on the Silica Plateau. The sample is solvated by glycerol (Bonn, 1994)

(<math> < 0,001 \text{ mm}</math>; 95,1 – 97,6 %). Je bezkarbonátová, resp. so stopami karbonátov, veľmi slabo humózna (0,29 – 0,57 %), neutrálnej reakcie (pH 7,0 – 7,1) s vysokými až veľmi vysokými hodnotami sorpčnej kapacity (T 29 – 33), plne nasýtená (V 93,3 – 96,6). Na rtg difraktograme je zachytený vysoký obsah kaolinitu, illitu, geothitu, halozitu a chloritu (hĺbka 54 – 92 cm, 92 – 158 cm a 158 – 290 cm).

Mikromorfologické štúdium vybraných horizontov poukazuje na etapovitý vývoj bazálnych horizontov:

a) V prvej fáze vývoja boli hydráty Al a Fe prevažne premiešané vo forme jemnej suspenzie, resp. vo forme koloidných roztokov. Zmena klimatických podmienok a reakcia prostredia podmienila vyzrážanie koloidných roztokov za vzniku gélov, čím došlo k vytváraniu minerálov kaolinitovej skupiny a niektorých hydrátových kysličníkov Fe (najmä geothitu a hematitu).

b) Druhá fáza sa vyznačuje premiešovaním a formovaním suspenzie v samotnom prostredí. Pri chemických pochodoch karbonátových hornín dochádzalo k postupnej translokácii uvoľnených častíc, čím vznikla „brekciovitá“ štruktúra, v ktorej jednotlivé úlomky terra rossy sú tmelené dobre kryštalizovaným ílovým materiálom. Tento je oproti pôvodnému často svetlejších farieb s vysokým obsahom kaolinitu. Svetlé záteky ílu v puklinách a fluviálna textúra sú výsledkom iluviácie pravdepodobne v neskoršom období – po vzniku terra rossy. Iluviáciu koloidných roztokov, resp. suspenzie spôsobila voda, ktorá do svetlejších pruhov priniesla aj drobnejšie opracované úlomky terra rossy.

Nadložné horizonty v profile (v hĺbkach 0 – 19 cm a 19 – 54 cm) sa v porovnaní s bazálnymi polohami vyznačujú zvýšeným obsahom zrn hrubého prachu (frakcia priemeru 0,01 – 0,05 m; 24,1 – 23,6 %), čo poukazuje na eolický transport z obdobia pleistocénu. Sú ílovité až ílovito-hlinité (s priemerom 0,001; 48,5 – 63,1 %), mierne až stredne humózne (3,10 – 1,10 % humusu), neutrálnej pôdnej reakcie (pH 7,1 – 6,8), s veľmi vysokou hodnotou sorpčnej kapacity (T 32,5 – 33,0 mval) a plne nasýtené (V 95,4 – 91,5).

## ZÁVER

V Slovenskom krase sa vyskytujú zvetraliny červených farieb, ktoré z územia Európy Kubiena (1953) nazval pojmom terra. Vyznačujú sa vysokým obsahom kaolinitu, illitu a geothitu a ďalšími minerálmi. Sú zachované v puklinách, depresných formách reliéfu, na planinách (v závrtoch, poljach a dolinách) ako relikty, ktoré vznikali hydrolytickým rozkladom silikátových zvyškov na triasových vápencoch a dolomi-

toch Slovenského krasu už v období triasu – liasu – neogénu až kvartéru. Na základe ich výskytu možno rekonštruovať paleogeografické, paleoklimatické, litofaciálne a morfoštruktúrne zákonitosti vývoja tohto regiónu.

Výsledky nášho výskumu dokumentujú, že zvetraliny typu terra rossa sú syngenetické, resp. mladšie ako stredotriasové dolomity, keď boli vhodné klimatické podmienky pre sialiticko-allitické až allitické zvetrávanie a charakter reliéfu bol determinovaný celkovým tektonickým vývojom územia Slovenského krasu. Predpokladáme, že vznik červených kôr a zvetralín typu terra na mezozoických horninách prebiehal už od triasu cez obdobie mezozoika, neogénu až starého pleistocénu.

*Výskum sa realizoval v rámci grantovej úlohy č. 1/0365/03.*

## LITERATÚRA

- ANDRUSOV, D. 1953. Geologická stavba oblasti medzi Drnavou a Zádielskou dolinou (Spišsko-gemerské rudohorie) a jej vzťah k zrudneniu. Geologický sborník SAV, IV, 1–2, Bratislava.
- ANDRUSOV, D. – BORZA, K. – MARTÍNY, E. – POSPÍŠIL, A. 1958. O pôvode a dobe vzniku tzv. terra rossy južného a stredného Slovenska. Geologický sborník SAV, IX, 1, Bratislava.
- BARKÁČ, Z. 1985. Drienovec – bauxit. Záverečná správa, Geofond, Bratislava.
- BORZA, K. – MARTÍNY, E. 1964. Kôry vetrania, ložiská bauxitu a „terra rossa“ v slovenských Karpatoch. Geologický sborník SAV, XV, 1, Bratislava.
- BÜDEL, J. 1977. Klima geomorphologie. Gebrüder Borntraeger, Berlin – Stuttgart.
- BYSTRICKÝ, J. 1964. Slovenský kras. Stratigrafia a Dasycladaceae mezozoika Slovenského krasu. Ústr. ústav geologický, Bratislava.
- BYSTRICKÝ, J. 1972. Faziesverteilung der mittleren und oberen Trias in den Westkarpaten. Mitt. ges. geol. Berghanstadt Österreich, 21, 1, Innsbruck.
- ČÍLEK, V. 1999. Staropleistocenní suť Slovenského krasu a jejich význam pro tvorbu krasového reliéfu. In P. Bella, Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš.
- CHMELÍK, F. 1959. Zpráva o geologických výzkumech lokality bauxitových hornin u Drienovce na jižním Slovensku. Manuskript, ÚUG Praha, AP3315.
- ČINČURA, J. 1973. Weathering crusts on the carbonatic rocks of the Western Carpathians and their relation to climate and relief. Slovenský kras, 11, Martin.
- FUSAN, O. A KOL. 1962. Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, M-34-XXXIII Rimavská Sobota. Geofond, Vydavateľstvo GÚDŠ, Bratislava.
- KOŠTÁLIK, J. 1973. Beitrag zur Charakteristik und stratigraphie der Terrae calcis – Böden in der Umgebung Drevenik in der Slowakei. Geologický zborník Geologica Carpathica, XXIV, 2, Bratislava.
- KOŠTÁLIK, J. 1983. Pôdy typu „Terrae calcis“ na východnom Slovensku. Ich charakteristika a genéza. Zborník Pedagogickej fakulty Univerzity Pavla Jozefa Šafárika, Prírodné vedy, XXII, zv. 1, Bratislava.
- KOŠTÁLIK, J. 2000. Príspevok k štúdiu pôd typu „Terra rossa“ na lokalitách Kečovo a Soroška v Slovenskom krase. In J. Lacika, Ed. Zborník referátov z 1. konferencie Asociácie slovenských geomorfologov pri SAV. ASG pri SAV, Bratislava.
- KOŠTÁLIK, J. 2005. Výskyt, genéza a stratigrafia kôr zvetrávania tektonických brekcií a pôd typu terrae calcis v Slovenskom krase vo svetle najnovších výskumov. In Z. Hochmuth – V. Tomášiková, Eds. Zmeny v štruktúre krajiny ako reflexia súčasných spoločenských zmien v strednej a východnej Európe, III. medzinárodné geografické kolokvium (Danišovce). UPJŠ, Košice.
- KOŠTÁLIK, J. 2005. Paleorelief and plastosoles of the Slovak Karst of West Karpathen. Nyíregyháza Föiskola. Természettudományi Föiskola kar. Nyíregyháza.
- KUBIENA, W. L. 1953. Bestimmungsbuch und Systematik der Boden Europas. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- KRAUS, I. 1989. Kaolíny a kaolinizované íly Západných Karpát. Západné Karpaty – Sériá mineralógia, petrografia, geochemia, metalogenéza, 13, Bratislava.
- LOŽEK, V. – ZÁRUBA, Q. 1964. Pleistocenní suťové brekcie v krasových oblastiach Slovenska. Československý kras, 16, Praha.
- MATĚJKA, A. 1958. Výskyt bauxitických hornin u Drienovce na jižním Slovensku. Věstník ÚUG, 33, 4, Praha, 279–281.

- MELLO, J. – REICHWALDER, P. 1970. Geologické profily JV časťou Spišsko-gemerského rudohoria a priľahlou časťou Slovenského krasu. Tektonické profily Západných Karpát. Konferencie, sympózia, semináre. GÚDŠ, Bratislava.
- MELLO, J. 1977. Aplikácia litostratigrafickej analýzy triasových vápencov v tektonike (južná časť Plešivskej planiny). Geologické práce, Správy, archív GÚDŠ Bratislava.
- MELLO, J. A KOL. 1997. Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1:50 000. Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava.
- MELLO, J. – SNOPKOVÁ, P. 1973. Vrchnokriedový vek výplní v dutinách triasových vápencov gombaseckého lomu. Geologické práce, Správy, 61, Bratislava.
- MÜCKENHAUSEN, E. 1974. Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen Grundlagen. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- RAKÚS, M. 1967. Jura gemeríd Západných Karpát (Muránska planina, severogemeridná syklinála a Juhoslovenský kras). Manuskript – archív GÚDŠ, Bratislava AP 4207/23.
- ZECH, W. – GERD HINTERMEIER, E. 2002. Böden der Welt. Spektrum Akademischer Verlag GmbH Heidelberg – Berlin.