

KEGELKARST – ÜBERRESTE IM "SLOWAKISCHEN PARADIES" (WESTKARPATEN)

Juraj ČINČURA, Bratislava*

mit 4 Abb. im Text

INHALT

<i>Abstract</i>	227
<i>Zusammenfassung</i>	228
1 Einführung in die Problematik	228
2 Die westkarpatischen Verhältnisse	229
3 Das Slowakische Paradies	231
4 Schlussfolgerungen und Danksagung	235
5 Literaturverzeichnis	236

Abstract

Cone karst remnants in the Slovak Paradise (Western Carpathians)

Plateau paleokarst is a significant feature of the Middle/Upper Triassic carbonate sequences of the Slovak Paradise. Above all Wetterstein limestones are present. In the southern part of the mountains there is a karst depression. From its bottom rises the limestone cone of Ostrá skala (970 m) which is surrounded by the infill of the depression – fresh water limestones, conglomerates and shales of Upper Cretaceous age. The cone of Ostrá skala is taken to be a remnant of tropical cone karst of the pre Upper Cretaceous age.

* Dr. Juraj ČINČURA, Geologisches Institut der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, SK-84226 Bratislava, Dúbravská 9; e-mail: geolcinc@savba.sk, <http://www.sav.sk/>

Zusammenfassung

Plateaupaleokarst ist ein bedeutendes Merkmal der Karbonatsequenzen der mittleren/oberen Trias des Slowakischen Paradieses. Die Paleokarstplateaus werden meistens aus Wettersteinkalken gebildet. Im Südtail des Gebirges liegt eine Karstdepression, aus der der Kalkkegel Ostrá skala (970 m) emporragt. Dieser Kalkkegel ist von der Füllung der Depression – Süßwasserkalke, Konglomerate und Schiefer oberkretazischen Alters ringsherum umgeben. Der Kalkkegel Ostrá skala ist ein Überrest tropischen Karstes aus der voroberkretazischen Zeit.

1 Einführung in die Problematik

In klassischen Karstgebieten bilden residuale Kalkkegel einen regelmässigen Bestandteil der Landschaft. Diese Vollformen tragen verschiedene Namen, die meistens von den örtlichen Bezeichnungen abgeleitet wurden. Im ehemaligen Jugoslawien sind individuelle Kalkhügel als *Hum* bekannt, in Frankreich als *Buttes témoins*. Im deutschsprachigen Raum bezeichnet man Vorkommen dieser Vollformen als *Kegelkarst* oder *Karstinselberglandschaft*. In der Karibik sind es *Pepino hills* (Puerto Rico) und auf Kuba werden größere Formen mit fast vertikalen Abhängen als *Mogot* bezeichnet.

Die geographische Verbreitung dieser morphologischen Formen (Mittelamerika, Europa, SE-Asien) und die daraus resultierende Zuordnung zu unterschiedlichen Klimazonen, kompliziert durch junge sowie fossile/relikte (Paläokarst) Vorkommen, führte zur unterschiedlichen Interpretation ihrer Entstehung. Die zwei diametral abweichenden Anschauungen sind folgende:

1. Kegelkarst wurde als ein spezifisches Merkmal der feuchten Tropen und Subtropen angesehen (LEHMANN 1954 und andere Anhänger der Klimageomorphologie).
2. Im Gegensatz zu dieser Meinung steht die Auffassung über die Abhängigkeit des Kegelkarstes von der Struktur des Muttergesteines (PANOŠ & ŠTELCL 1968).

Im Folgenden wird auf das Vorkommen ähnlicher Formen in den angrenzenden Gebieten hingewiesen, wo ältere Kegelkarst-Vorkommen nicht selten sind. Kegelartige Paläokarstformen im Mährischen Karst stammen höchstwahrscheinlich aus der Unterkreide. Einzelne Karstkegel sind bis 50 m hoch und teilweise von lateritischen Verwitterungskrusten umgeben (PANOŠ 1964). Bohrungen in der alpidischen/karpatischen Vortiefe (Österreich und Tschechien) enthüllten im Liegenden tertiärer Sedimente an devonischen und jurassischen Kalken die Existenz einer Kalkkegeltopographie (SCHOTT & STOPPEL 1976). Diese Kegelkarstformen stammen aus dem Paläogen (BOSÁK et al. 1989). Im Transdanubischen Mittelgebirge in Ungarn gibt es auch kegelartige Formen. An einigen Stellen, meistens in der Nachbarschaft tiefer Dolinen, befinden sich auch mehrere Karstkegel oder Karsttürme. Dieser Paläokarst wurde durch eine oberkretazische Transgression begraben und gehört der voroberkretazischen Karstphase (BÁRDOSSY & KORDOS 1989) an. Ähnliche Bedingungen

herrschen auch in der nördlichen Frankenalb. Dort entstand während der Unterkreide im feuchten und warmen Klima eine Karstlandschaft mit Karsttürmen und Dolinen, die in der Mittel- und Oberkreide durch fluviale und marine Sedimente bedeckt wurde (PFEFFER 1986). Zusammenfassend kann man sagen, dass die Mehrzahl der angeführten Beispiele ein verhältnismäßig hohes Alter der Kegelkarstbildung zeigt. Die Oberfläche vieler mittel- und südosteuropäischer Mittelgebirge, die in dieser Zeit durch Karbonatkomplexe gebildet worden war, unterlag nachfolgend einer bedeutenden Periode paläo- bzw. mesoalpiner Karstplanatation.

2 Die westkarpatischen Verhältnisse

In der Wölbung der Westkarpaten befinden sich fast in allen Gebirgen Kalke und Dolomite. Karbonatgesteine sind so häufig, dass sie ungefähr ein Fünftel der Gesamtfläche der Slowakei bilden. Karstformen findet man also nicht nur vereinzelt, sondern verkarstete Karbonatkomplexe bilden sogar ganze Gebirgsgruppen, zum Beispiel den Slowakischen Karst (Slovenský kras), bzw. das Slowakische Paradies (Slovenský raj).

In den Westkarpaten gibt es an mehreren Stellen verkarstete kegel-, turm- bzw. kuppenartige Berge/Hügel aus massiven, chemisch reinen mittel/obertriadischen Kalken. Solche Formen – relativ mehr als 100 m über dem Niveau des Plateaus – sind am Koniar und Plešivec Paläokarstplateau und anderswo im Slowakischen Karst anzutreffen. Kuppenartige Berge/Hügel (60 m über dem Niveau des Plateaus) findet man sowohl in dem nicht weit entfernten Pelc Paläokarstplateau im Slowakischen Paradies sowie in den weit entfernten Kleinen Karpaten, wo die Höhenunterschiede zwischen den Gipfeln der turmartigen Hügel und dem Plateau aber nicht so bedeutend sind (vgl. Abb. 1).

Die kegel-, turm- bzw. kuppenartigen Karstvollformen, die über die fast ebene Oberfläche der Paläokarstplateaus emporragen, wurden bis jetzt nicht komplex untersucht. In einigen Artikeln wurde versucht, trotzdem ihre Entstehung zu erklären und ihr Alter zu ermitteln.

Über die Herkunft der kegel-, turm- bzw. kuppenartigen Karstvollformen herrschen heutzutage zwei diametral verschiedene Ansichten. LUKNIŠ (1973) hält sie für Überreste eines tropischen Karstes aus dem Pannon (in der zentralen Paratethys ist Pannon eine Stufe des Obermiozäns, deren absolutes Alter mit 11,0/11,5-7,1 Mio. Jahren angegeben wird). Nach JAKÁL (1983) handelt es sich:

1. um strukturell-tektonisch bedingte Formen, die an der so genannten Mittelgebirgsverebnung aus dem Pannon erhalten blieben, und
2. um Reste einer älteren Karstverebnung. Dieser Autor behauptet, dass diese morphologischen Formen keine Beziehung zum tropischen Karst haben.

Beide Autoren sind sich trotz verschiedener Deutung der Herkunft dieser Formen über ihr Alter einig. Sie plädieren gemeinsam für ein obermiozänes (pannonisches) Alter der Karstverebnungen, an denen sich die kegel-, turm- bzw. kuppenartige Formen befinden.

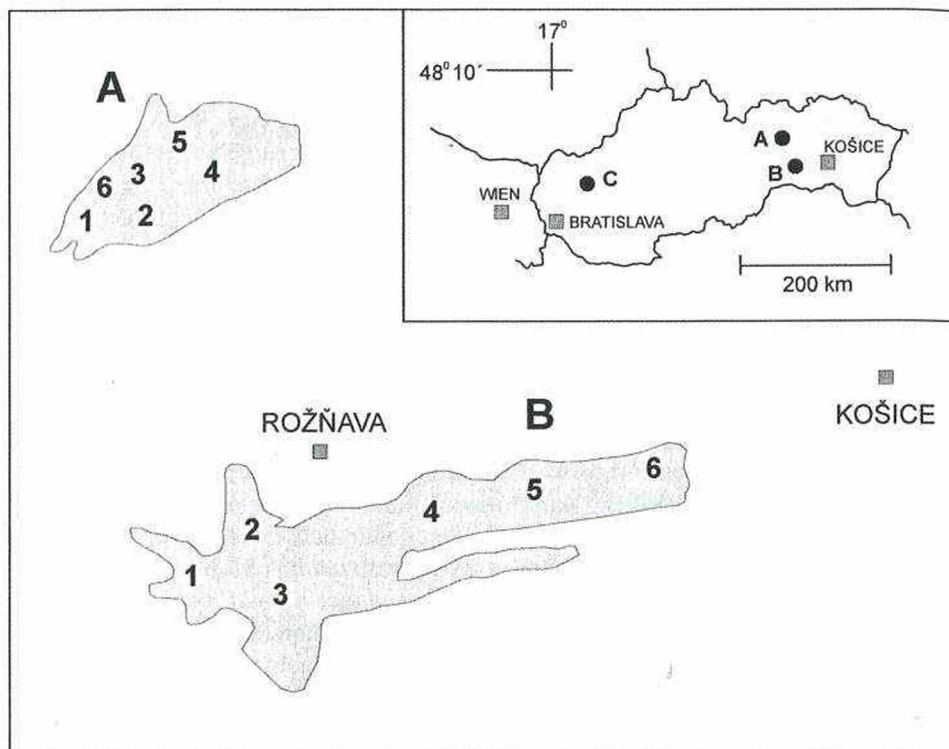


Abb. 1: Situationskizze der Paläokarstplateaus

A – Slowakisches Paradies, 1 – Duča, 2 – Pelc, Havrania Skala, 4 – Geravy, 5 – Glac, 6 – Depression mit dem Karstkegel, B – Slowakischer Karst, 1 – Koniar, 2 – Plešivec, 3 – Silica, 4 – Horný vrch, 5 – Zádiel, 6 – Jasov, C – Kleine Karpaten

Beide Ansichten haben leider nur eine sehr beschränkte Geltung, da sie durch keine relevanten geomorphologischen, geologischen oder paläogeographischen Beweise gestützt werden: Weder in der Frage des vorausgeschätzten Alters der Karstverebnung (Pannon) noch bezüglich der Existenz eines tropischen Klimas im Obermiozän in den Westkarpaten.

Trotzdem steht fest, dass diese verkarsteten kegel-, turm- bzw. kuppenartigen Formen lange Zeit, nämlich vom Untermiozän an, ununterbrochen der Abtragung und Karstlösung ausgesetzt waren. Denn die oben erwähnten Karstgebiete wurden das letzte Mal im Paläogen durch eine Transgression überflutet.

Den mangelnden Kenntnissen über den Kegelkarst in den Westkarpaten entspricht es, dass bis in die jüngste Vergangenheit einer kegelartigen Vollform im "Slowakischen Paradies" nicht die entsprechende Aufmerksamkeit gewidmet wurde. Dieser Kalkkegel liegt nicht an einem Paläokarstplateau, sondern er befindet sich in einer Depression.

3 Das Slowakische Paradies

3.1 Hauptzüge des Reliefs

Das Slowakische Paradies stellt eines der bedeutendsten Karstgebiete der Slowakei dar. Die typischsten Merkmale des Slowakischen Paradieses sind weiträumige Paläokarstplateaus, die sich am Karbonatkomplex der Stratená-Einheit der Silica Decke/Silicikum (MAHEL' 1986) entwickelt haben. Diese tektonische Einheit ist das wichtigste Bauelement des Gebirges. Für das Silicikum sind mächtige Karbonatkomplexe der mittleren/oberen Trias, die in seichten und warmen Seen an weiträumigen Karbonatplattformen entstanden sind, charakteristisch.

Die Plateauoberfläche liegt in Höhen um 1.000 und mehr Meter und zeichnet sich durch eine generelle Neigung nach Norden aus. Den höchsten Punkt des Gebirges bildet der Gipfel Ondrejisko (1.270 m). Zu den bedeutendsten Paläokarstplateaus des Gebirges gehören Duča, Pelc, Havrania Skala, Geravy und Glac (vgl. Abb. 1). Die ursprünglich morphologisch einheitliche Kalkplatte, deren Herkunft in der mittel/obertriadischen Sedimentation an einer Karbonatplattform zu suchen ist, wurde durch canyonartige Täler (bis 170 m tief) der Zuflüsse der Flüsse Hornád und Hnilec in einzelne Paläokarstplateaus zergliedert.

Am Bau der Paläokarstplateaus beteiligen sich meistens Wettersteinkalke, die 800 bis 1000 m mächtig sind. Mit Ausnahme des Plateaus Geravy sind alle anderen Plateaus aus weißen bis grauen, manchmal auch schwarzgrauen, meistens massiven Wettersteinkalken aufgebaut. Steinalmkalke kommen an den steilen Abhängen der Plateaus von Duča und Pelc vor. Das Paläokarstplateau Geravy wird aus Dachsteinkalken der oberen Trias, die ca. 150 m mächtig sind, gebildet.

Die Oberfläche der Paläokarstplateaus wird durch verschiedene Dolinen gegliedert. Unter der Oberfläche der Paläokarstplateaus gibt es mehrere Höhlen.

Die Anwesenheit von Relikten paläogener Basalkonglomerate an der Oberfläche des Paläokarstplateaus Glac, ebenso in den Gängen der Bärenhöhle (DROPPA 1977) im Nordteil des Gebirges, belegt die Tatsache, dass die Paläokarstplateaus im Nordteil des Slowakischen Paradieses exhumierte Formen darstellen, die älter als die Basalschichten des zentralkarpatischen Paläogens sind (vgl. Abb. 2). Im Südteil des Gebirges ist die Situation wahrscheinlich unterschiedlich, weil an der Oberfläche der Paläokarstplateaus (Havrania Skala, Pelc, Duča) bis jetzt keine Überreste paläogener Basalkonglomerate gefunden worden sind.

3.2 Überreste von Kegelkarst

Die Paläokarstplateaus im Südteil des Gebirges sind im Gegensatz zum Nordteil voneinander nicht nur durch enge canyonartige Täler getrennt, sondern inmitten der Plateaulandschaft liegt eine Depression, die der Fluss Hnilec durchfließt. Die Depression hat eine mehr oder weniger rechteckige Gestalt. Ihre längeren Seiten (SW-NO) sind von der umgebenden höheren Plateaulandschaft durch Bruchabhänge abgegrenzt. Dies ist auch der Fall an der SW-Begrenzung der Depression. Nur die

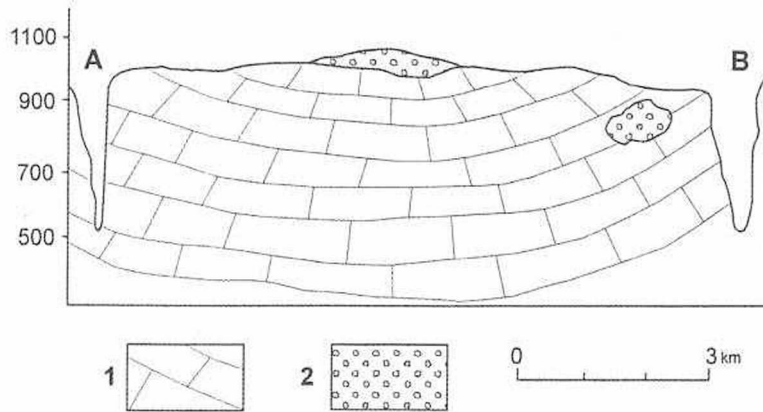


Abb. 2: Schematisches Profil des Paläokarstplateaus Glac im Nordteil des Slowakischen Paradieses (die Relikte der Basalschichten des Paläogens an der Oberfläche des Paläokarstplateaus und in der Bärenhöhle sind überdimensioniert dargestellt)

1 – Wettersteinkalk, 2 – Basalschichten des zentralkarpatischen Paläogens, Canyon der Vel'ká Biela voda, B – Canyon der Tomašovská Belá

NE-Abgrenzung ist nicht eindeutig tektonisch. Die Füllung dieser Depression bilden oberkretazische Sedimente.

Aus der sedimentären Füllung dieser Depression, deren Zusammensetzung und Alter bekannt sind, ragt ein kegelartiger Kalkhügel empor. Die Füllung ist zweiteilig. Ihren unteren Teil bilden Süßwasserkalke, die Süßwasseralgen (*Munieria grambasti*) enthalten und graue Schiefer mit Kohlenflözen. Der obere Teil der Füllung wird durch bunte Konglomerate mit Lagen roter und grüner Schiefer gebildet und belegt eine Ablagerung im marinen Milieu. Im NE der Depression sind die Konglomerate steil aufgerichtet, was auf Bewegungen nach ihrer Ablagerung zurückgeht. Das Alter des unteren Teiles der sedimentären Füllung der Depression wird als Oberkreide (Untersantonian-Unterkampanian), jenes des oberen Teiles als Oberkreide (Maastricht) und jünger angegeben (BYSTRICKÝ 1978, MELLO et al. 2000; vgl. Abb. 3.).

Zu gleicher Zeit bilden oberkretazische Süßwasserkalke und Konglomerate den Saum des Kalkkegels (Ostrá skala 970 m), der ca. 110 m über die Talaue des Flusses Hnilec (860 m) emporragt. Der Kalkhügel hat eine kegelartige Gestalt und verengt sich von der Basis zum Gipfel. Seine Basis ist oval bis leicht ellipsenförmig, mit einem Durchmesser von 180 bis 200 m. Die Art der Ablagerung der oberkretazischen Sedimente, fast ringsherum um den Kalkkegel, mit der Ausnahme der NW-Abhänge, die der Seitenerosion des Flusses Hnilec ausgesetzt sind, deutet auf die Existenz dieses Kalkkegels schon vor dem Beginn der oberkretazischen terrestrischen Periode und der nachfolgenden marinen Sedimentation hin. Man kann also voraussetzen, dass der Karstkegel Ostrá skala schon höchstwahrscheinlich an der Wende Mittel/Oberkreide existierte.

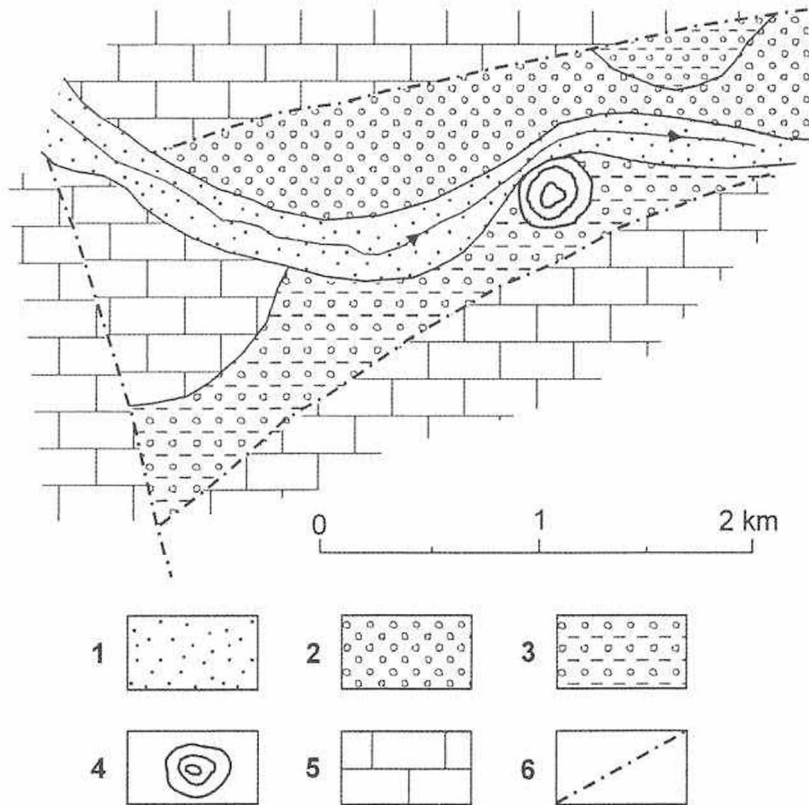


Abb. 3: Geomorphologische Skizze der Depression im Slowakischen Paradies

1 – Talaue des Flusses Hnilec, 2 – Abhangsedimente, 3 – Süßwasserkalke, Konglomerate, Schiefer (Oberkreide), 4 – Kalkkegel Ostrá skala (970 m), 5 – Karbonatkomplex (mittlere/obere Trias), 6 – Brüche

3.3 Diskussion

Der Kalkkegel Ostrá skala trägt Zeichen eines isolierten, residualen Hums/Mogots bzw. Karstinselbergs und erinnert somit an ein Formenelement des Kegelkarstes. Das Vorkommen dieser Form im gemäßigten mitteleuropäischen Klima – falls es tatsächlich ein Kegelkarstüberrest ist – belegt, dass es sich um eine Vorzeitform handelt. Die Verbreitung des Kegelkarstes ist heutzutage auf die Karbonatkomplexe der Tropen, Randtropen und sommerheißen Gebiete Monsunasiens beschränkt (PANOŠ 1964, PFEFFER 1978).

Im Weiteren wird versucht, das Alter und die Entstehungsbedingungen des Kalkkegels Ostrá skala im paläogeomorphologischen und paläogeographischen Zusammenhang zu überprüfen. Denn die Kegel- bzw. Turmform dieser Vorzeitform alleine ist noch keineswegs ein Merkmal, welches die Zuordnung zum Kegelkarst rechtfertigt.

3.4 Das Alter

Im Nordteil des Gebirges gibt es (den Paläokarstplateaus angelagert) Relikte paläogener Basalschichten (vgl. Abb. 2). Es handelt sich um exhumierte Vorzeitformen, die von mächtigen Schichten des zentralkarpatischen Paläogens bedeckt waren und während des Miozäns exhumiert wurden. Wann die Exhumierung vollendet war, kann man nicht beantworten, da in der Umgebung keine korrelativen Sedimente erhalten geblieben sind.

Der Kalkkegel von Ostrá skala stellt eine noch ältere Vorzeitform als die Paläokarstplateaus im Norden des Gebirges dar. Die Art der Ablagerung der oberkreidatischen Sedimente, die fast ringsherum den Kalkkegel umgeben, deutet auf die Existenz dieses Kalkhügels schon an der Wende Mittel/Oberkreide hin. Einen interessanten Hinweis für den Charakter des Karstes an der Wende Mittel/Oberkreide in der Umgebung des Kalkkegels von Ostrá skala bieten die Süßwasserkalke mit der Alge *Munieria grambasti* (BYSTRICKÝ 1978). Sie belegen die Existenz einiger Hohlformen, höchstwahrscheinlich dolinen- bzw. uvalaartiger Vertiefungen, die während der niederschlagsreichen Jahreszeit als kleinere Seebecken fungierten, in denen sich Regenwasser sammelte. So kam es zur Ablagerung von Kalkschlamm zusammen mit biogenen Stoffen. Das fast vollständige Fehlen terrestrischer Beimischung in den Süßwasserkalken weist darauf hin, dass sich die Ablagerung in einem verhältnismäßig verebneten Relief abgespielt hat.

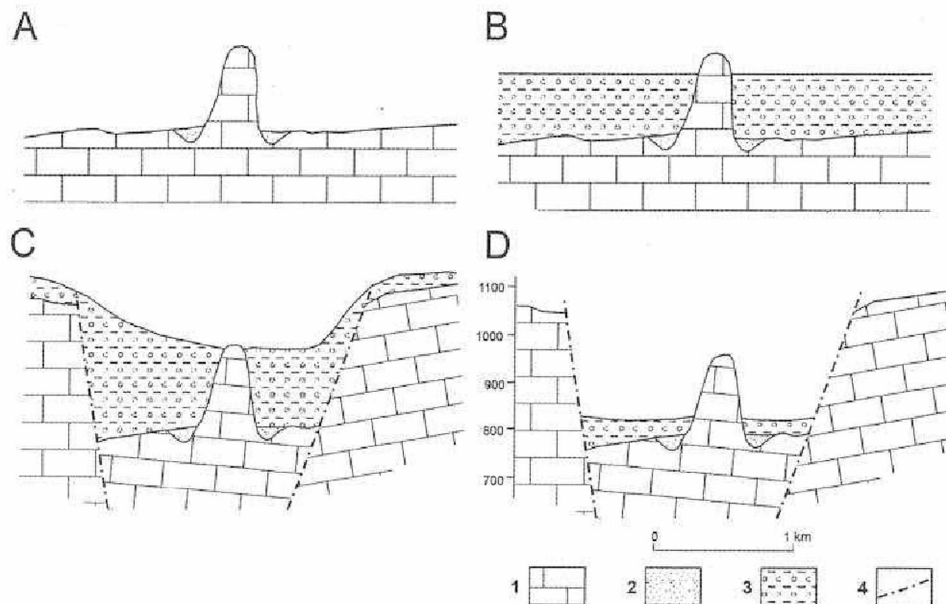


Abb. 4: Schema der Entwicklung des Kalkkegels Ostrá skala (970 m)

A – Wende Mittel/Oberkreide, B – Oberkreide, C – Miozän, D – Heute.

1 – Karbonatkomplex (Mittel/Obertrias), 2 – Süßwasserkalke (Oberkreide), 3 – Konglomerate, Schiefer (Oberkreide), 4 – Brüche.

Die nachfolgende oberkretazische Transgression überflutete wahrscheinlich ein warmes Tieflandgebiet und hat im Südteil des heutigen Gebirges eine Karstperiode beendet und dabei den Karst samt dem Kalkkegel Ostrá skala begraben. Die heutige Depression entstand erst nach der Oberkreide (steil geneigte Konglomerate der Oberkreide an den Bruchabhängen der Depression). Von den Paläokarstplateaus wurden die wenig widerstandsfähigen oberkretazischen Sedimente während des Miozäns abgetragen (vgl. Abb. 4).

3.5 Hauptzüge des Klimas an der Wende Mittel/Oberkreide

Das Klima des westkarpatischen Raumes an der Wende Mittel/Oberkreide war in erster Linie durch die damalige Lage der Westkarpaten bestimmt, also durch plattentektonische Bewegungen. Der Mikrokontinent Kreios (TOLLMANN 1978), mit dem westkarpatischen und dem angrenzenden austroalpinen Raum, lag im Nordteil des tropischen Ozeans Tethys. Der westkarpatische Raum lag höchstwahrscheinlich zwischen den Breitengraden 24-30°N (ČINČURA 1987). Der austroalpine Raum befand sich vermutlich zwischen den Breitengraden 30-32°N (MAURITSCH & BECKE 1987). Diese Angaben ergänzen sich gegenseitig und in beiden Fällen kann man über die Zugehörigkeit zu einer klimatischen Zone mit monsunaler atmosphärischer Zirkulation sprechen (PARRISH & CURTIS 1982, ČINČURA 1987).

Der ausgedehnte nördliche Kontinent (Fennosarmatia bzw. Euroasische Platte) hat sich während der heißen Sommer schneller erwärmt als die Gewässer des Ozeans Tethys. Feuchte ozeanische Luft floss über den Mikrokontinent zum Tief über den Kontinent und der Sommermonsun hat ergiebige Niederschläge gebracht. Im Winter hat sich die Großwetterlage diametral geändert und aus dem Hoch über dem Kontinent flossen trockene Luftmassen über den Mikrokontinent zur Tethys. Einen Beweis der monsunalen atmosphärischen Zirkulation an der Wende von Mittel- zur Oberkreide bieten die Bauxitvorkommen aus dieser Zeit im Slowakischen Karst, im Slowakischen Paradies und im NE Ungarns (BÁRDOSSY 1987, ČINČURA 2000).

Aus aktualistischer Sicht gesehen, steht den kretazischen klimatischen Bedingungen wahrscheinlich das Klima der Küstengebiete des Südchinesischen See nahe, wo auch bedeutende Vorkommen von Kegelkarst vorhanden sind.

4 Schlussfolgerungen und Danksagung

Der Kalkkegel Ostrá skala im Südteil des Slowakischen Paradieses stellt eine Vorzeitform dar, die an der Wende Mittel/Oberkreide im sommerheißen Monsunklima der nördlichen Tethys entstanden ist. Die Datierung des Kalkkegels und die Ermittlung der Entstehungsbedingungen führt zur Annahme, dass es sich um einen Überrest eines tropischen Karstes handelt.

Der Verfasser möchte sich hiermit für die Unterstützung dieser Arbeit durch die Slowakische wissenschaftliche Grant-Agentur (VEGA) bedanken.

5 Literaturverzeichnis

- BÁRDOSSY G. (1987), Karstbauxite. 1-454 (russisch). Moskva, Mir.
- BÁRDOSSY G., KORDOS L. (1989), Paleokarst of Hungary. In: BOSÁK P. (Hrsg.), Paleokarst – a systematic and regional review, S. 137-153. Prague, Academia.
- BOSÁK P., HORÁČEK I., PANOŠ V. (1989): Paleokarst of Czechoslovakia. In: BOSÁK P. (Hrsg.), Paleokarst – a systematic and regional review, S. 107-135. Prague, Academia.
- BYSTRICKÝ J. (1978), Der erste Fund unterkretazischer Sedimente in Stratená Bergland, Westkarpaten. In: Min. Slovaca, 10, 1, S. 17-22 (slowakisch).
- ČINČURA J. (1987), Climate dynamics in the beginning of neoid geomorphologic stage in the West Carpathian Mts. In: Geol. Zbor. Geol. carpath, 38, 5, S. 601-614.
- ČINČURA J. (2000), Der Bauxit von Brezová pod Bradlom (Kleine Karpaten, Slowakei) im Licht der vorgosauischen Paläogeographie. In: Jb. Geol. B.-A, 142, 2, S. 149-156.
- DROPPA A. (1977), Höhlen im Nordteil des Slowakischen Paradieses. In: Čs. kras, 29, S. 63-78 (slowakisch).
- JAKÁL J. (1983), Karstrelief und seine Bedeutung im geomorphologischen Bild der Westkarpaten. In: Geogr. čas., 35, 2, S. 160-183 (slowakisch).
- LEHMANN H. (1954), Das Karstphänomen in den verschiedenen Klimazonen. In: Erdkunde, 8, S. 112-122.
- LUKNIŠ M. (1973), Relief. In: LUKNIŠ M. (Hrsg.), Slowakei, 2 Natur, S. 124-202 (slowakisch).
- MAHEL' M. (1986), Geologischer Bau der tschechoslowakischen Karpaten. Paläoalpine Einheiten I. - 1 - 510 (slowakisch). Bratislava, Veda.
- MAURITSCH H.J., BECKE M. (1987), Palaeomagnetic investigations in the Eastern Alps and the southern border zone. In: FLÜGE H.W., FAUPL P. (Hrsg.), Geodynamics of the Eastern Alps, S. 282-308.
- MELLO J., ELEČKO M., PRISTAŠ J., REICHWALDER P., SNOPKO L., VASS D., VOZÁROVÁ A., GAÁL L., HANZEL V., HÓK J., KOVÁČ P., SLAVKAY M., STEINER A. (2000), Erläuterungen zur geologischen Karte des Slowakischen Karstes 1:50.000. – 1 - 255, Vydavateľstvo D. Štúra, Bratislava (slowakisch).
- PANOŠ V. (1964), Der Urkarst im Ostflügel der Böhmisches Masse. In: Z. Geomorph., 8, S. 105-162.
- PANOŠ V., ŠTELCL O. (1968), Physiographic and geologic control in development of Cuban mogotes. In: Z. Geomorphol., 12, S. 117-165.
- PARRISH J.T., CURTIS R.L. (1982), Atmospheric circulation, upwelling and organic-rich rocks in the Mesozoic and Cenozoic eras. In: Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 40, S. 31-66.
- PFEFFER K.-H. (1978), Karstmorphologie (= Erträge der Forschung, 79). Darmstadt, Wiss. Buchges. X, 131 S.
- PFEFFER K.-H. (1986), The karst area of the northern Frankonian Alb between Pegnitz and Vils. In: Z. Geomorphol., 69, S. 67-85.
- SCHOTT W., STOPPEL D. (1976), International map of natural gas fields in Europe – 1:2.500.000 Explanatory Note.
- TOLLMANN A. (1978), Plattentektonische Fragen in den Ostalpen und der plattentektonische Mechanismus des mediterranen Orogens. In: Mitt. d. Österr. Geol. Ges. (Wien), 69, S. 291-351.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2002

Band/Volume: [144](#)

Autor(en)/Author(s): Cincura Juraj

Artikel/Article: [Kegelkarst - Überreste im "Slowakischen Paradies" 227-236](#)