

JOZEF JAKÁL

PRÍSPEVOK K POZNANIU VZNIKU KRASOVÝCH PRIEHLBNÍ  
V SLOVENSKOM KRASE

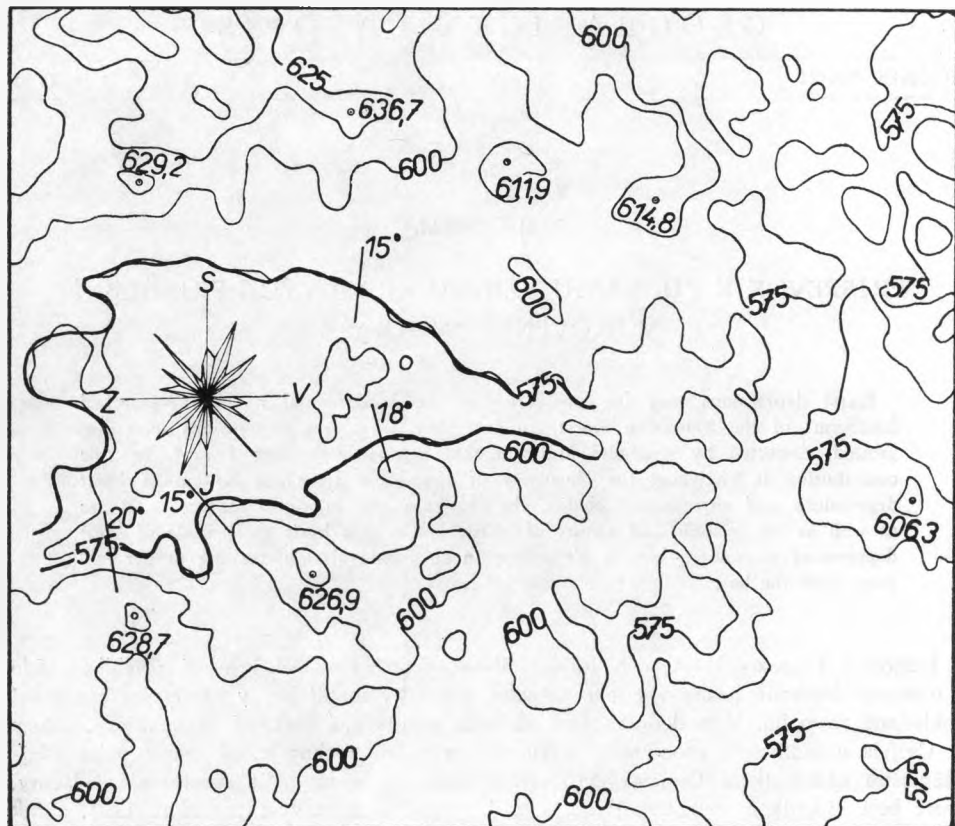
Karst depressions may be considered as the fundamental not yet researched landforms of the Slovakian Karst. In fact they are closed depressions with flat ground, dissected by sinkholes and not reaching an area over 1 km<sup>2</sup>. In this contribution is analysing the chemistry of limestones from the bottom of karst depressions and surrounding chains, the structure and microtectonic of limestones as well as the tectonic and nature of hillsides. On this basis the genesis of karst depressions is solving, having its source in chemical solution, making deeper and more wide the bottom.

Jednou z najpozoruhodnejších foriem Slovenského krasu sú krasové priehlbne. Ide o uzavreté depresné formy väčšieho rozsahu, ktoré by mohli byť v klasickom ponímaní pokladané za polja. V poslednom čase sú však revidované niektoré dlhoplatiace názory J. Cvijića a jedným z problémov, o ktorom sa vážne diskutuje, sú práve polja. Najväčším nedostatkom Cvijićových názorov bolo to, že za polja označoval aj formy, ktoré boli výsledkom selektívnej erózie, t. j. vznikli nekrasovým procesom (19), a tak ich nemôžeme ku krasovým formám počítať. Mnohé tektonicky poklesnuté priehlbne krasových území tiež nie sú výsledkom korozívneho procesu a v iných, nekrasových územiach by boli označené ako priekopové prepadliny. Spoločným znakom takýchto priehlbni, pokiaľ vznikli v karbonatických horninách alebo sú nimi uzavreté, je ich hydrografia, podzemné odvodňovanie celého bazénu. V snahe vyhnúť sa tejto problematike začínajú sa podobné formy, najmä v nemeckej literatúre, označovať ako Karstbecken — krasové kotliny (17). Správnejšie by však bolo označenie kotliny v krase (krasová priehlbňa).

Forma, ktorú pokladáme za krasovú, mala by mať základ svojho vzniku v korozívnom procese, aj keď erozívny proces nemožno vylúčiť. Ten sa však obmedzuje skôr na odnos nerozpuštného autochtónneho alebo alochtónneho materiálu. Náš predpoklad vychádza z toho, že v nemeckej škole (1, 11) sa pokladá za krasovatenie čisto korozívny proces, kým vo francúzskej (4) celkový odnos vápencovej hmoty, teda pri spolupôsobení korózie s eróziou.

Touto krátkou úvahou sme chceli poukázať na to, že v ďalšom štúdiu krasových priehlbni sa budeme pridržať korozívneho procesu, ktorý formoval tieto útvary a môžeme ich teda pokladať za krasové formy.

V Slovenskom krasi sa s týmito formami stretáme na viacerých miestach a už skôr na ne upozornil F. Skřivánek (21). Najklasickejšie je vyvinutá a dodnes dobre konzervovaná krasová priehlbňa Bučiny v SZ časti Silickej planiny. Menej výrazná



0 0,5 1,0 1,5 km

1. interval vrstevníc 25m

2. — hranica krasovej priehlbe 3.  $\frac{\text{---}}{15^\circ}$  sklon svahov

4. v strede priehlbe diagram smeru puklín drobnej tektoniky

Mapa 1. Krasová priehlbeň Bučiny.

je priehlbeň SZ obce Silice a krasová priehlbeň severne od Ostrých vrškov na Plešivskej planine. Ich pôvodný tvar bol v dôsledku mladších tektonických pohybov silne porušený a len ťažko ich možno v teréne presne ohraničiť.

Pre štúdium ich genézy nám teda najlepšie vyhovuje krasová priehlbeň Bučiny. Venovali sme pozornosť podrobnej geomorfologickej analýze širšieho územia, ktorá vychádzala z podrobného geomorfologického mapovania, ďalej z otázok chemizmu vá-

rencov a ich vlastností a sledovali sme aj otázku drobnej tektoniky územia. Skôr ako prejdeme k nadhodnoteným problémom, venujme pozornosť opisu vlastnej formy.

Krasová priehľbeň Bučiny svojim dnom dosahuje výšku 560 m n. m., čo je 300 m nad úrovňou rieky Slanej, ktorá je odvodňujúcim tokom územia (12) (pozri mapu 1). Vlastná priehľbeň je zahĺbená do pôvodného stredohorského zarovnaného povrchu z obdobia panónu (15). Celková rozloha priehľbne presahuje 1 1/2 km<sup>2</sup>. Okolité chrbty, ktoré lemujú a uzatvárajú priehľbeň, sú vo výškach okolo 625 m. Na juhu sú to kóty 628,7, 626,9, 629,5, 623,3, na severe 629,2, 601, 588,2. Z uvedeného vyplýva, že priehľbeň dosahuje hĺbku až 65 m. Krasová priehľbeň má tvar nepravidelného trojuholníka, ktorého dve strany sa zbiehajú na východe a smerom na západ sa rozchádzajú. Tu je ohraničená líniou S-J. Vo východnej a západnej časti má priehľbeň zúžené pokračovanie v tvare doliny. Ide pravdepodobne o staré doliny, ktoré sú dnes prehĺbené a rozčlenené krasovými jamami (závrtmi).

Dno priehľbne je pomerne ploché a v západnej časti vyššie položené (obr. 1). Rozčleňuje ho systém krasových jám, ktoré sú v porovnaní s krasovými jamami iných častí planiny menšej dimenzie. Chrbty oddeľujúce jednotlivé krasové jamy sú silne zoškrapované. Miestami vystupujú zvyšky červenice. Priehľbeň je bez povrchového toku, odvodnená systémom ponorov, ktoré sú poväčšine na dnách krasových jám.

Z geologického hľadiska je krasová priehľbeň vytvorená na pomerne čistých wettersteinských vápencoch, ktoré tvoria tak dno, ako aj okolité chrbty priehľbne. Tento moment nám sťažuje vysvetlenie jej vzniku. V literatúre sa totiž stretávame s názorom



Obr. 1. Krasová priehľbeň Bučiny s výrazne plochým dnom.

(6), že nie všetky vápence sú rovnako náchylné ku krasovateniu, a tak v jednom a tom istom území môže dôjsť k vytvoreniu rozsiahlejších priehlbni na vápencoch s väčšou rozpúšťacou schopnosťou oproti vápencom menej rozpustným. Súvisí to s tzv. urýchlenou koróziou. V našom prípade, zdá sa, nemôžeme takýto proces predpokladať, ale pokúsme sa sledovať vlastnosti wetternsteinského vápenca, v ktorom priehlbne vznikla. Charakter horniny sa môže meniť tak v jej horizontálnom smere, ako aj vo vertikálnom slede v dôsledku zmien sedimentácie. Môže ísť o rôzne litologické typy v súvrství wetternsteinských vápencov. Vlastnosti vápenca sa mohli zmeniť tiež pod vplyvom tektonického vývoja celého územia. Pre naše chemické analýzy sme odobrali vzorky tak, aby reprezentovali všetky tri hlavné prvky reliéfu: a) dno priehlbne (vz. 1—3), b) stráne (vz. 4), c) chrbty, lemujúce priehlbne (vz. 5, 6). Jednotlivé vzorky sme odobrali z povrchu terénu. Chemické analýzy urobil Dr. M. Krivý, CSc.

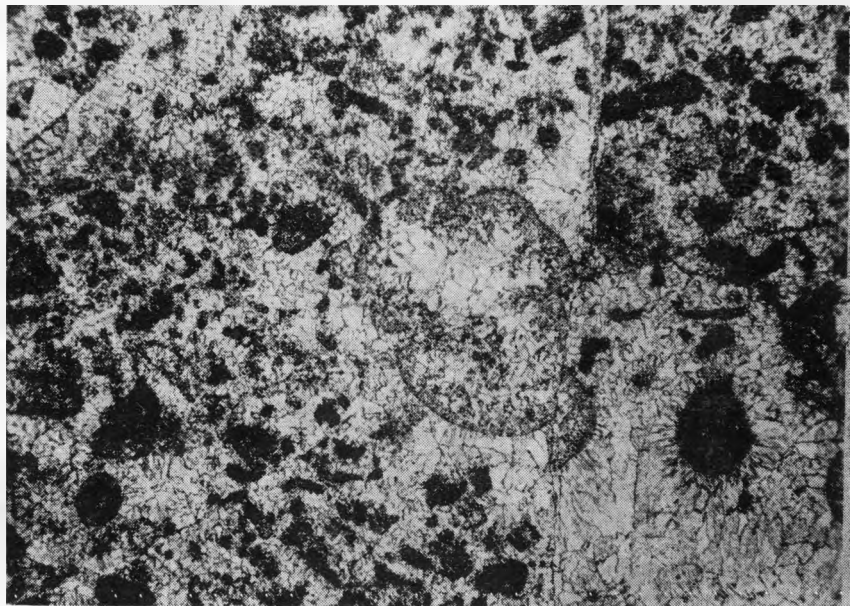
Tabuľka 1

Chemické zloženie vápencov (lokality Bučiny)

Vzorka č.	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Ner. zb.	CaCO <sub>3</sub>
1	52,71	1,00	42,46	4,60	3,82	91,85
2	54,26	0,82	43,47	3,73	1,45	94,82
3	54,50	0,35	43,17	1,63	1,97	96,40
4	54,74	0,31	43,30	1,42	1,64	96,94
5	54,18	0,18	42,71	0,31	2,93	96,26
6	54,63	0,40	43,32	1,84	1,64	96,52

*Chemizmus.* Wetternsteinský vápenec je prevažne bielej až sivej farby, väčšinou masívny. Má organodetrítickú štruktúru, ktorej intraklasty sú tvorené väčšinou fragmentmi rias s inkruštnou a drúzovou mezimiedzerovou hmotou (tab. 1). Ako vidieť z tab. 1, obsah CaCO<sub>3</sub> je vo všetkých vzorkách pomerne rovnaký okrem vzorky č. 1. Rozdiely v chemickej čistote vápenca na dne priehlbne a chrbtov nie sú veľké. Pri vápencoch na dne priehlbne pozorovať väčší stupeň dolomitizácie, čo by podľa Gerstenhauera (7) malo znižovať rýchlosť krasovatenia, avšak novšie výskumy ukazujú, že menší stupeň dolomitizácie sa nemusí prejaviť v rýchlosti krasovatenia (18). Pri porovnaní iných chemických analýz (8, 2, 16) sa nám však celý komplex v skúmanom území javí ako menej čistý. Sledovanie nerozpustného zvyšku vápenca nesvedčí o nijakých zákonitostiach, pokiaľ ide o rozdiel medzi dnom a chrbtom. Výkyvy obsahu CaO a SiO<sub>2</sub> sú výsledkom sekundárneho znečistenia, ktoré sa viažu na dislokácie, poruchové pásma a s nimi spojené krasovatenie (2), a nie je výsledkom primárnej diferenciacie chemického zloženia vápencov. Z toho záveru by nám mohlo vyplývať (a uvidíme to aj neskôr), že práve v tomto pásme sa nachádza zóna náchylná na krasovatenie. Väčšia prímies nerozpustných látok môže byť spôsobená aj tým, že vzorky sme odobrali z povrchu.

*Štruktúra.* Rozdielne ohraničenie jednotlivých individuí kryštálov sa prejavuje v rozdielnom stupni krasovatenia (7). Tento rozdiel je najmarkantnejší pri vápencoch s cukrovitou štruktúrou, v ktorých sú jednotlivé zrná ohraničené priamymi líniami, oproti vápencom so zúbkovitými viac členitými individuami. Tento rozdiel sa pri krasovatení



Obr. 2. Prestúpenosť vápenca kalcitom.

prejaví len v extrémnych prípadoch a tieto rozdiely nie je možné postrehnúť na vzorkách, ktoré sme sami odobrali. Pri mikroskopickom štúdiu výbrusov sme pozorovali zmenu charakteru štruktúry (veľkosť zŕn, rozdielnosť medzimedzerovej hmoty), ale nie v ich členitosti. Jednotlivé vzorky nebolo možné od seba výrazne odlišiť, pretože stupeň rozdielnosti bol nepatrný. Určitá odlišnosť je v stupni rekryštalizácie. Keď vzorky 1–3 majú slabší stupeň rekryštalizácie, tak pri vzorke 5–6 môžeme hovoriť o silnom stupni rekryštalizácie.

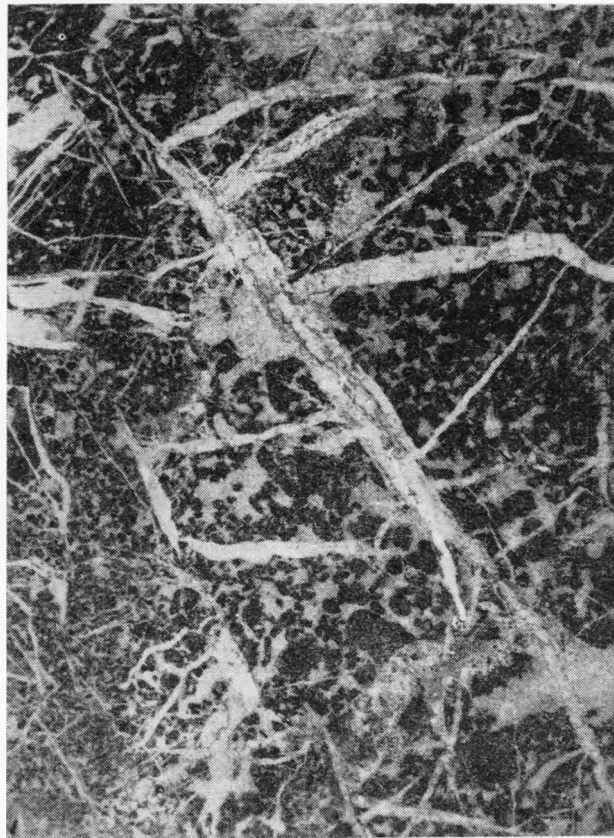
*Mikrotektonika.* Pri mikroskopickom sledovaní výbrusov možno pozorovať, predovšetkým vo vzorkách 1–3, silnú prestúpenosť vápenca drobnými puklinami, ktoré sú vyplnené kalcitom. Ide o viac generácií puklín (obr. 2). V ostatných vzorkách tento jav nepozorujeme v takom rozsahu. To by znamenalo, že vápenec, ktorý dnes tvorí dno priehlbne, bol tektonicky silno postihnutý. To poukazuje opäť na už naznačenú problematiku sekundárneho znečistenia.

Z predchádzajúcej analýzy nám vystupujú do popredia dve skutočnosti, ktoré mohli na jednej strane podmieniť urýchlenú koróziu a na druhej strane usmernenie procesu krasovatenia. Sú to:

- a) silná rekryštalizácia vápenca, ktorý buduje okolité chrbty,
- b) mikrotektonicky porušený vápenec dna priehlbne v dôsledku dislokačných procesov.

Bod a) poukazuje na zväčšenie odolnosti vápenca voči krasovateniu.

Bod b) zase na jeho oslabenie a zväčšenie náchylnosti vápenca na krasovatenie. Je pravdepodobné, že na túto slabšiu zónu sa viazali už aj staršie miocénne doliny. Vápenec na dne priehlbne je aj pri makroskopickom prehladnutí silne pretkaný sieťou drobných puklín. Škrapové výčlenky sa pod úderom kladiva rozpadajú. Tento jav je



Cbr. 3. Mikrotektonické pukliny  
vo vápenci.

výraznejší vo východnej časti priehlbne ako západnej. Z toho vyplýva, že aj dno priehlbne v západnej časti je kompaktniešie s lokálnymi vyvýšeninami, východná časť je silnejšie rozčlenená množstvom drobných krasových jám.

Definitívnejšie závery z rozboru vlastností hornín by sme mohli urobiť až po starostlivejšom výbere väčšieho počtu vzoriek, a to nielen z povrchu, ale aj z vertikálneho sledu, resp. odobratie orientovaných vzoriek a vyhodnotenie orientovaných výbrusov. Vyžadovať sa bude doplnenie chemického rozboru a obsahu  $\text{SiO}_2$  a iných prímiesí.

*Drobná tektonika.* Pre objasnenie vzťahu vývoja krasových priehlbni k tektonickým pomerom územia urobili sme podrobné merania smerov puklín drobnej tektoniky na viacerých miestach priehlbne (mapa 1). Výsledky merania nenasvedčujú, že by bola priama súvislosť medzi tvarom krasovej priehlbne a hlavnými smermi tektonických puklín. K tomuto konštatovaniu nás viedol trojuholníkový tvar priehlbne, ktorého strany sa nezhodujú so smerom puklín. Jej severné ohraničenie má smer ZZS—VVJ ( $65-245^\circ$ ). Južné ohraničenie ZZJ—VVS ( $110-290^\circ$ ). Západné ohraničenie má smer S—J ( $0-180^\circ$ ). Priamočiarosť tohoto ohraničenia nasvedčuje na zlomové línie, proti čomu však svedčí charakter svahov. Treba ešte poznamenať, že tieto línie sú zálivovite rozčlenené v dôsledku korozívneho ústupu svahov. V porovnaní s uvedeným smerom, najmä línie drobnej tektoniky, sa javia nasledovne: S—J až SSV—JJZ ( $0-180^\circ$ ,

350—170°) a SV—JZ (330—150°). Menej výrazný je smer SZ—JV (70—250°), teda údaje odlišné od predošlých, z čoho vyplýva, že tvar priehlbne nie je závislý od drobnej tektoniky. Drobná tektonika hrá skôr úlohu pri usmernení vývoja radu krasových jám. Najčastejšie sú usporiadané v smere S—J.

*Stráne krasových priehlbni.* Sledovanie profilu strání môže objasniť niektoré otázky genézy krasových priehlbni. Spomenuli sme, že dno priehlbne je pomerne ploché a možno sledovať určitú úroveň starého dna, aj keď je toto rozčlenené systémom krasových jám. Stráne, ktoré zbiehajú do priehlbne, majú prevažne konkávny charakter. Pre ústup svahov, ktorý prebieha za pôsobenia ich korozívneho podrezávania, by boli charakteristické skôr konvexné svahy. S takýmito sme sa stretli len na dvoch miestach. Všeobecne ide o malý sklon. Stráne, ktoré sa končia priamo nad dnom priehlbne, majú sklon okolo 20°. Svahy, ktoré vnikajú do priehlbne chrbtovými výbežkami, majú sklon len 10—15°. Treba však upozorniť na moment vplyvu periglaciálneho procesu, ktorý zotrel výrazné hrany. V studenej vlhkej klíme je vápenec najmenej odolný voči odnosu.

Za predpokladu korozívneho podrezávania svahov by sme mohli očakávať, že krasové jamy budú sústredené na okrajoch priehlbne a slúžili pre jej odvodňovanie. Zo skúseností vieme, že priehlbne menšieho rozsahu, resp. krasové jazera bývalú odvodňované systémom ponorov, ktoré sú v určitej výške nad hladinou vody na brehoch jazera. Keď hladina vody stúpne, tieto ponory začnú fungovať a jazero odvodňujú. Tak sa udržuje určitá stala úroveň korozívneho podrezávania a ústupu svahov, čím nadobúdajú často charakter strmých a kolmostenových strání. Aj vertikálne jaskyne (priepasti), ktoré vznikli práve v dôsledku toho, že mnohé pukliny sa stali odvodňovacími cestami, sa najčastejšie vyskytujú na obvode krasovej priehlbne. Vzorným príkladom je priehlbne na Plešivskej planine.

*Vznik krasových priehlbni.* Pre pochopenie vzniku krasových priehlbni musíme stručne podať v hrubých črtách aj vývoj zarovnaného povrchu Slovenského krasu. Vznik plošín Slovenského krasu sa začleňuje do obdobia panónskeho zarovnávania reliéfu cestou ústupu svahov. Po jeho zarovnaní bola plošina pokrytá nerozpustným materiálom, ktorý preniesli alochtónne rieky z nekrasových území. Na tomto povrchu tiekli pomalé rieky vo veľmi nevýrazných dolinách. Na existenciu týchto tokov poukazujú aj drobné štrky nájdené v oblasti Sorošky a Silickej Brezovej, ktoré sú tak granulometricky, ako aj petrograficky odlišné od štrkov poltárskej formácie. Rieky mohli tieto štrky transportovať v období na rozhraní vlhko-horúcej a sucho-horúcej subtropickej klímy, ktorá v tomto období na študovanom území panovala. Podzemné odvodňovanie prestalo v dôsledku upchatia odvodňovacích kanálov, ale aj v dôsledku toho, že povrchové toky neboli hlboko zarezané.

Rozhodujúcu úlohu pri vzniku krasových priehlbni zohralo vyzdvihnutie územia v rhodanskej tektonickej fáze. Sem môžeme klásť začiatok ich tvorby. Hlavné toky usmernili svoje korytá do tektonicky predisponovaných línií a zarezávali sa do podložia (dnešné kaňony). Súbežne s týmto procesom nastal odnos zvetralín z krasového územia a obnovilo sa hlbkové krasovatenie a cirkulácia podzemnej vody.

Keď vychádzame zo skutočnosti, že vertikálne krasovatenie prebieha až do hĺbky, kým sa nedosiahne úroveň toku, ktorý odvodňuje krasové územia (11) a až v tejto úrovni nastane horizontálne rozširovanie priehlbne, musíme predpokladať po prvej fáze vyzdvihnutia obdobie tektonického pokoja a až potom rozhodujúcu fázu vyzdvihnutia. Prvá do výšky okolo 60 m, teda ide o výšku, ktorá predstavuje zahĺbenie krasovej priehlbne. Druhá znamenala podstatné vyzdvihnutie celého územia.

Naznačili sme, že po vyzdvihnutí územia obnovuje sa vertikálny proces krasovatenia a zahlbovanie krasových foriem. V našom prípade nastal tento proces tak na tektonických líniiach, kde sa tvorili krasové jamy, ako aj na niektorých starých dolinách. Tam, kde boli v dôsledku vlastnosti hornín priaznivé podmienky, nastal urýchlený proces krasovatenia. Občasné záplavy týchto území podmienili ešte rýchlejší proces, ktorý spôsobovali organické kyseliny, ktoré sa vo zvýšenej miere nachádzajú v močaristých vodách, a tak nastal proces nielen do hĺbky, ale aj do šírky. Rozhodujúci nástup horizontálneho ústupu svahov nastal však až po dosiahnutí hĺbky v úrovni vtedajšej rieky Slanej, teda priehľbeň Bučiny vznikla na miestach starej doliny, ktorá po obnovení krasovatenia sa začala na priaznivom mieste rozširovať. Určitú úlohu tu zohrali nielen spomenuté záplavové vody, ale aj mikrotektonicky porušené vápence a rekryštalizované vápence dnešných chrbtov, ktoré tento proces výrazne usmernili. (Tento proces by sme správne vystihli azda nemeckým „Eintiefung“.) Po opätovnom vyzdvihnutí Slovenského krasu (v hlavnom štádiu rhodanských tektonických pohybov) nastal opäť odnos zvetralín aj v zaplavených priehľbniach, prehlbovala sa rieka Slaná a nastala nová fáza hĺbkového krasovatenia, počas ktorého vznikli na dne krasovej priehľbne krasové jamy, ktoré sú menšej dimenzie ako krasové jamy, ktoré pokračovali v svojom zahlbovaní na starých tektonicky predisponovaných miestach.

Recentný proces vzniku krasových priehľbní možno sledovať v Dinárskom krase, keď na krasových rovinách vznikajú vhlbeniny. Tieto priehľbne sú 5–6 mesiacov v roku zaplavené. Proces krasovatenia tu prebieha tak vo vertikálnom, ako aj horizontálnom smere, čoho dôkazom sú výrazné klify na pobreží. Takýmto je napr. Buško blato. Zmienili sme sa už o riečnych dolinách. Ich existenciu nie je možné vylúčiť a štrky sú toho dôkazom. Avšak rekonštrukciu ich siete nebude ľahké urobiť. Je silne zmenená v dôsledku pokročilého stupňa krasovatenia od obdobia panónu, ako aj v dôsledku mladších tektonických deformácií sa pôvodné črty reliéfu strácajú. Napriek tomu, že v čisto krasových oblastiach budovaných vápencom sa vylučuje riečna erózia a tvorba fluviálnych dolín (20), možno predpokladať, že tento proces v začiatočnom štádiu krasovatenia nastupuje (12). Zvyšky riečnej siete, na ktorej sa vytvorili rozšírené formy „polja“, sú známe tak z tropických, ako aj z mediteránnych oblastí. Záverom si zrekapitulujeme vývoj krasových priehľbní, ktorý môžeme zhrnúť do 5 hlavných etáp (obr. 4).

1. Zarovnaný povrch krasového územia je pokrytý zvetralinami. Po povrchu tečú toky v plytkých dolinách.

2. V prvej fáze tektonického vyzdvihnutia koncentrujú sa toky na tektonicky predisponované miesta a zahlbujú sa. Nastáva odnos zvetralín z krasových plošín a nastupuje proces podzemného odvodnenia a hĺbkového krasovatenia.

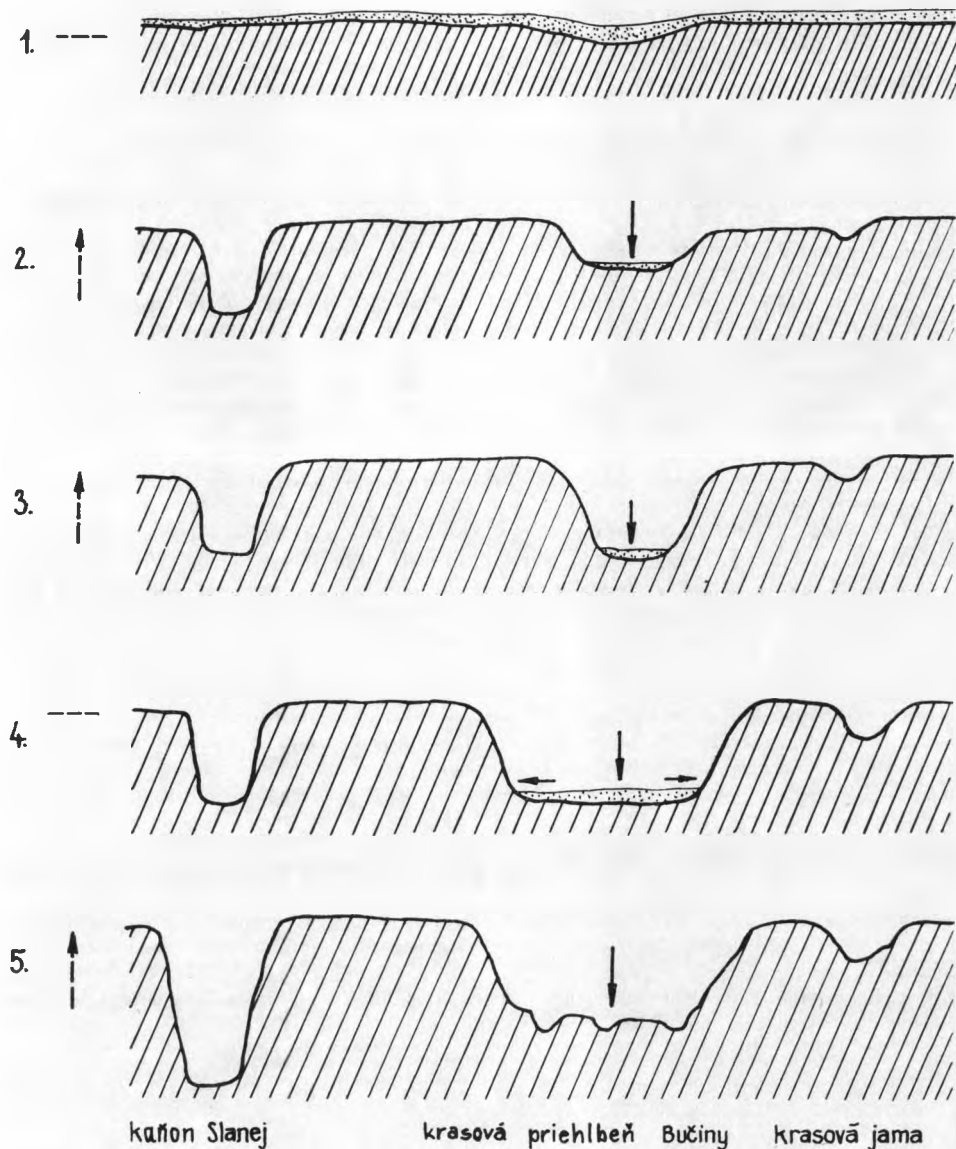
3. V období tektonického pokoja pokračuje hĺbkové krasovatenie až na úroveň zahlbeného toku, ktorý odvodňuje krasové územie.

4. Po dosiahnutí tejto úrovne nastupuje fáza horizontálneho korozívneho procesu a rozširovanie priehľbne.

5. Opätovným vyzdvihnutím územia v hlavnej fáze rhodanských tektonických pohybov obnovuje sa proces hĺbkového krasovatenia na dne priehľbne, nastáva odnos zvetralín. Vznikajú nové krasové jamy, ktoré sú dnes menšej dimenzie ako krasové jamy, pri ktorých proces prehlbovania pokračoval aj v období tektonického pokoja, pretože nedosahovali úroveň odvodňujúceho toku (Vorfluter).

Z uvedeného vidieť, že ide o formu, ktorá vznikla koróznou, rozpúšťacou činnosťou vody a možno predpokladať fázu zahlbovania a fázu horizontálneho rozšírenia prie-





Vysvetlivky:

- tektonický pokoj      ---→ tektonický zdvih územia  
 → smer korózneho procesu  
 [diagonal lines] wettersteinský vápenec      [dotted] pokrývne sedimenty

Obr. 4. Vývojové štádiá vzniku krasových priehľbní.

hlbne. Nie definitívne je rozriešená otázka usmernenia tohoto procesu, a to by si vyžadovalo, ako sme už naznačili, podrobný výskum chemizmu vápencov na viacerých príkladoch.

## LITERATÚRA

1. Bögli A., *Kalklösung und Karrenbildung*, Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl. 2, Berlin 1960. — 2. Bystrický J., *Slovenský kras*, Bratislava 1964. — 3. Bystrický J. — Tomko I., *Vysokopercenčné vápence Slovenského krasu*, Geologické práce — Správy 29, Bratislava 1963. — 4. Corbel J., *Érosion en terrain calcaire*, Annales de Géographie, H. 366, Paris 1959. — 5. Cvijić J., *Das Karstphänomen*, Geogr. Abhandlungen, A. Penck, V, Wien 1893. — 6. Gams I., *Types of Accelerated Corrosion*, Problems of the Speleological Research, Praha 1965. — 7. Gerstehauer A. — Pfeffer K., *Beiträge zur Frage der Lösungsfreudigkeit von Kalkgestein*, Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde, H. 2, München 1966. — 8. Homola V., *Stratigrafie a paleografie Jihoslovenského krasu*, Sborník ÚÚG XXVIII, Praha 1951. — 9. Jakál J., *Prehľad názorov na vývoj krasových území a ich odraz vo výskume krasu Slovenska*, Geografický časopis, č. 2, Bratislava 1968. — 10. Kemény A., *Geomorfologické pomery planiny Koniar*, Geografický časopis, č. 2, Bratislava 1961. — 11. Lehmann H., *Der Einfluss des Klimas auf die morphologische Entwicklung des Karstes*, Report of the Commission on Karst Phenomena, Int. Geogr. Union, New York 1956. — 12. Lehmann H., *Diskussionsbemerkung zum Thema „Karstprozess und fluviale Erosion“*, Report of the Commission on Karst Phenomena, Int. Geogr. Union, New York 1956. — 13. Lukniš M., *Geomorfologický prehľad*, Vysvetlivky k prehľad. geolog. mape ČSSR 1:200 000, List Rimavská Sobota, Bratislava 1962. — 14. Lukniš M. — Mazúr E. — Kvitkovič J., *Geomorphological Conditions in the Region of the East Slovakian Ironworks*, Acta geologica et geographica Universitatis Comenianae. Geographica No 4, Bratislava 1964. — 15. Mazúr E., *Major Features of West Carpathians as a result of young tectonic Movements*, Problems of West Carpathians Geomorphology, Bratislava 1965. — 16. Petránek J., *Složení triasových vápenců od Gombaseku v Jihoslovenském krasu*, Sborník ÚÚG sv. 24, odd. geolog., Praha 1957. — 17. Pfeffer K., *Beiträge zur Geomorphologie der Karstbecken im Bereich des Monte Velino*, Frankfurten geogr. Hefte 42, 1967. — 18. Priesnitz K., *Zur Frage der Lösungsfreudigkeit von Kalkgesteinen in Abhängigkeit von der Lösungsfläche und ihren Gehalt im Magnesiumkarbonat*, Zeitschrift für Geomorphologie, H. 4, Berlin 1967. — 19. Roglič J., *Cvijićovo dílo o morfologii krasu*, Československý kras, Praha 1966. — 20. Roglič J., *Das Verhältnis der Flusserosion zum Karstprozess*, Zeitschrift für Geomorphologie 4, Göttingen 1960. — 21. Skřivánek F., *Die Karstentwicklung des Plešivec-Plateaus im Südslovakischen Karst*, Actes du IV<sup>e</sup> Congrès International de Spéléologie en Yougoslavie, Ljubljana 1968.

Jozef Jakál

## BEITRAG ZUR KENNNTNIS DER KARSTEINTIEFUNGEN IM SLOWAKISCHEN KARST

Karsteintiefungen sind eine der charakteristischen Formen des Slowakischen Karstes. Diese Formen haben die Gestalt ausgedehnter geschlossener Depressionen, die das Ausmass von 1 km<sup>2</sup> überschreiten. Der verhältnismässig flache Boden von einer Menge von Dolinen zergliedert, wird von Bergrücken von einer Höhe von ungefähr 60 m über dem erwähnten Boden umgeben. Die Karsteintiefungen sind durch ein Ponorensystem entwässert.

Am Beispiel der klassisch entwickelten Karsteintiefung von Bučina versuchten wir ihr Entstehen aufzuklären. Wir gingen aus der genauen geomorphologischen Kartierung und che-

mischer Analyse der Kalke aus. Die Karsteintiefung von Bučina befindet sich auf dem Plateau Silická planina und liegt in der Höhe von 560 m. Sie ist in ein ursprüngliches geebnetes Plateau eingesunken, das in der Höhe von 300 m über dem Wasserspiegel des Flusses Slaná liegt. Die Karsteintiefung, als auch die umgebenden Bergrücken sind aus Wettersteinkalk gebildet.

Der Chemismus der Kalke (Tabelle 1, Probe 1–3 Boden, 4 Abhänge, 5–6 Bergrücken), die Struktur der Kalke und ihre Mikrotektonik erlauben uns nicht definitive Schlüsse zu ziehen. Die Unterschiede zwischen den Eigenschaften der entnommenen Proben waren nicht so ausgeprägt, dass sie auf einen beschleunigten Korosionsprozess hinweisen würden. Nur der Rekrystallisationsgrad der Kalke und die Mikrotektonik vermochten vielleicht den Verkarstungsprozess zu beeinträchtigen. Die Kalke an den Bergrücken haben einen höheren Rekrystallisationsgrad, als die am Boden erreicht, und die Kalke am Boden sind von einem dichteren Netz mikrotektonischer Risse durchwoben als an den Bergrücken (Abb. 2a, 2b). Es muss betont werden, dass sich die Eigenschaften der Kalke nicht nur in horizontaler Richtung ändern können, sondern auch in vertikaler Folge infolge der Änderungen der Sedimentation. Es kann sich nämlich um verschiedene Typen in der Schichtenfolge der Wettersteinkalke handeln.

Das Messen der kleinen Tektonik zeigt, dass es keinen Zusammenhang der Linien, die die Karsteintiefung begrenzen und den Haupttrichtungen der kleinen Tektonik gibt. Die kleine Tektonik beeinflusste eher die Anordnung der Dolinen.

Die Abhänge haben überwiegend konkaven Charakter und wir treffen nur vereinzelt konvexen Profil an. Die Neigung der Hänge schwankt zwischen 10 und 20°.

Das Entstehen der Karsteintiefungen hängt eng mit der Entwicklung des Reliefs des gesamten Gebiets des Slowakischen Karstes zusammen. In der Entwicklung der Karsteintiefungen können wir folgend fünf Hauptetappen ausgliedern:

1. Die geebnete Oberfläche des Karstgebiets ist von Verwitterungsgesteinen bedeckt. Auf der Oberfläche fließen Wasserläufe in seichten Tälern.

2. In der ersten Phase der tektonischen Hebung des gesamten Gebiets konzentrieren sich die Wasserläufe auf tektonisch umdisponierte Stellen und vertiefen sich. Es kommt zum Transport der Verwitterungsgesteine von den Karstebenen und der Prozess der unterirdischen Entwässerung und Tiefenverkarstung setzt an.

3. Im Zeitraum der tektonischen Ruhe setzt die Tiefenverkarstung fort bis zum Niveau des Vorfluters.

4. Nach dem Erreichen dieses Niveaus beginnt die Phase des horizontalen Korrosionsprozess und der Ausweitung der Depression.

5. Durch die wiederholte Hebung des Gebiets in der Hauptphase der rhodanischen tektonischen Bewegungen erneuert sich der Prozess der Tiefenverkarstung am Boden der Karsteintiefungen, es beginnt der Transport der Verwitterungsgesteine. Es entstehen neue Dolinen, die heute kleinere Dimensionen aufzuweisen haben als diejenigen, bei denen der Vertiefungsprozess in den Nachbargebieten auch im Zeitraum der tektonischen Ruhe fortgesetzt hat.

Aus dem angeführten geht hervor, dass die Karstvertiefungen durch korrosive Lösungstätigkeit des Wassers entstanden sind und Phasen der Vertiefung und horizontaler Ausweitung der Karsteintiefungen anzunehmen sind.

Aus dem Slowakischen übersetzt von G. Horná

Abb. 1. Karsteintiefung der Bučina mit ausgeprägtem flachem Boden.

Abb. 2. Durchdrungenheit des Kalks mit Kalzit.

Abb. 3. Mikrotektonische Risse im Kalk.

Abb. 4. Die Entwicklungsstadien des Entstehens der Karsteintiefungen.

Karte 1. Die Karsteintiefung von Bučina. 1. Intervall der Schichtenlinien 25 m, 2. Grenze der Karsteintiefung, 3. Neigung der Abhänge, 4. in der Mitte der Eintiefung das Diagramm der Richtung der Risse der kleinen Tektonik.