

# KU GENÉZE KORÓZNYCH PUKLINOVÝCH ČASTÍ DEMÄNOVSKEJ JASKYNE SLOBODY

Pavel Bella

Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; bella@ssj.sk

## P. Bella: To the genesis of corrosion fissure parts of the Demänová Cave of Liberty

**Abstract:** Corrosion fissure parts of the Demänová Cave of Liberty (Magic Corridor, Miracle Halls, Rocky Vineyard and other similar parts) with beautiful decorations of carbonate speleothems are remarkable also from a geomorphological point of view. But problems of genesis of these narrow and subhorizontal parts in the middle and higher positions of the cave are still discussed. According to the older opinions ones was enlarged by corrosion of vadose meteoric waters permeated along tectonic faults during or after the formation of lower horizontal levelled channels of Demänovka underground stream. Probably these narrow passages without typical features of fluvial corrosion and erosion sculpturing (e.g. lateral or meander notches, ceiling channels) were formed by corrosion of aggressive allochthonous and slowly flowing phreatic waters. Since several drawdown vadose channels lead from slope valley ponors to cave places near these corrosion fissure parts, probably also a speleogenetic impact of flood penetrations is possible (sporadically clay sediments with a contain of mica, also cupolas and blind cavities occur in refered fissure corridors). Another cases of phreatic speleogenesis without typical features of fluvial corrosion and erosion sculpturing are known also in the lower part of Demänová Cave of Liberty in several lateral branches of fluvially modelled cave corridors. Speleogenetic forms in the lateral hall and corridor (irregular hollows and cupolas) contrast with the distinctly morphology of Loamy Corridor (scallops, anastomoses, lateral channels) corresponded to hydrographical and hydraulic conditions of an intense fluvial action of underground stream as a main drainage route. In addition to original phreatic sculpturing of slowly flowing waters also an action of floods on the morphology of the cave branch is evident. Its floor is covered by flood clays and mud.

**Key words:** karst geomorphology, speleogenesis, phreatic/epiphreatic karstification, flood penetration, Demänová Cave System, Nízke Tatry Mts

## ÚVOD

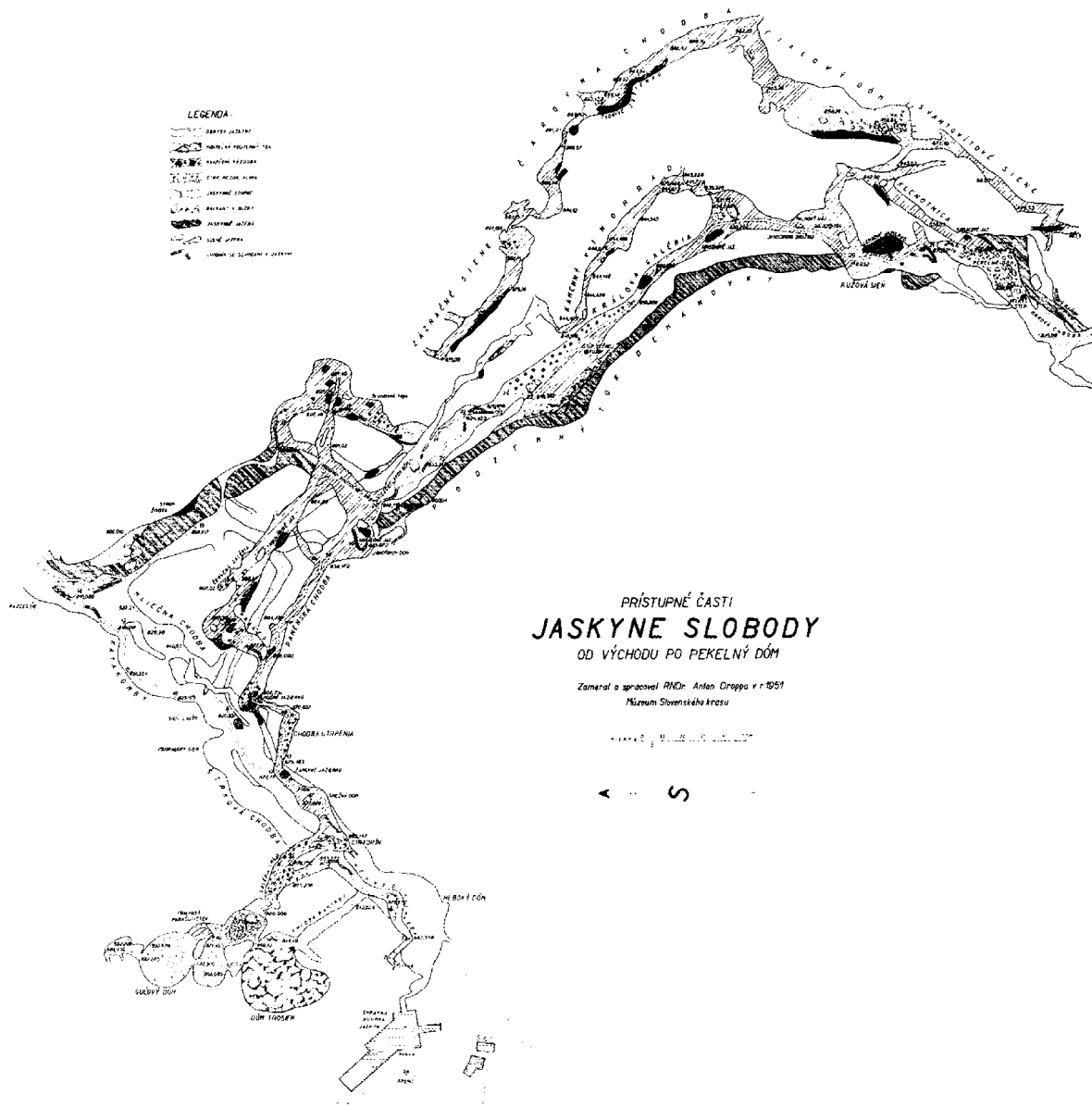
Z hľadiska morfológie a genézy podzemných priestorov Demänovská jaskyňa slobody patrí medzi najkontrastnejšie časti Demänovského jaskynného systému, ktorý dosahuje dĺžku vyše 35 km a deniveláciu 201 m. V nadväznosti na staršie práce (J. Pokorný, 1949, 1952; A. Droppa, 1957, 1963, 1966, 1972) sa postupne spresňuje genéza a rekonštrukcia vývoja jaskyne v nadväznosti na novšie poznatky o speleogenéze i moderné metódy datovania sedimentov (Z. Hochmuth, 1988, 1995; P. Bella, 1993, 1996a,b, 2000; H. Hercman et al., 2000, 2006; P. Pruner et al., 2000; M. Kojdová – E. Sliva, 2005; J. Psočka, 2005 a iní). Avšak doteraz existujú niektoré problematické otázky, ktoré nie sú uspokojivo vyriešené. V mnohých prípadoch ich treba analyzovať a posudzovať z hľadiska komplexného prístupu k rekonštrukcii vývoja jaskyne i celého jaskynného systému, vrátane súvislostí s geomorfologickým vývojom a procesmi na povrchu.

Predložený referát sa zaoberá problematikou vývoja korózných puklinových častí Demänovskej jaskyne slobody (Čarovná chodba, Zázračné siene a Kamenný vinohrad), ktoré sú známe bohatou sintrovou dekoráciou, avšak morfológicky sa výrazne líšia od chodieb vytvorených koróznou a eróznou modeláciou podzemnými vodnými tokmi (obr. 1 a 2). Na príklade Hlinenej chodby a jej odbočky poukazuje aj na rozdielne morfo-ge-netické znaky korózne a koróžno-erózne modelovaných chodieb v spodných častiach jaskyne.

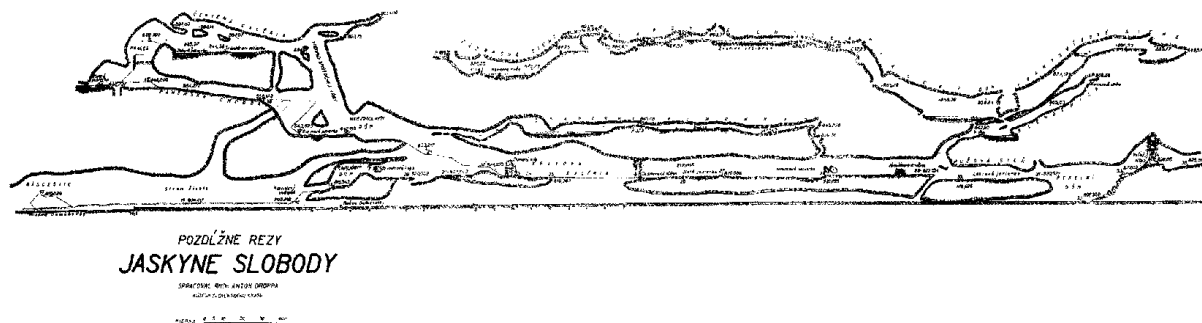
## MORFOLÓGIA A GENÉZA DEMÄNOVSKEJ JASKYNE SLOBODY – ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA

Demänovská jaskyňa slobody, ktorej podzemné priestory sú známe v dĺžke vyše 8 km, je vytvorená pozdĺž hlavného podzemného toku Demänovky i jej bočných visutých ponorných vetiev vedúcich z bočných svahových doliniek.

A. Droppa (1966, 1972) v tejto jaskyni vyčlenil štyri vývojové úrovne. Za najnižšiu, I. jaskynnú úroveň považuje podzemné priestory pozdĺž terajšieho toku Demänovky, za II. jaskynnú úroveň výrazné bočné korytá vo výške 2 až 3 m. Z. Hochmuth (1996) na konci Mramorového riečiska rozlišuje medziúroveň vo výške 3 až 4 m. Superpozičné zvyšky fluviálnych sedimentov pozdĺž podzemného toku Demänovky (odkryvy v Dóme mŕtvych a na Prízemí poniže Rázcestia; štrky na zrútených balvanoch na Prízemí; visuté sintrové kôry v Mramorovom riečisku, na Prízemí pri Strome života a na stene Pekelného dómu) poukazujú na bývalú mohutnú sedimentáciu (P. Bella, 1996b).



Obr. 1. Pôdorys časti Demänovskej jaskyne slobody: Kráľova galéria, Kamenný vinohrad, Čarovná chodba – Zázračné siene a okolie (mapa A. Droppu z roku 1951)  
 Fig. 1. The ground plan of Demänová Cave of Liberty: Král's Gallery, Rocky Vineyard, Magic Corridor – Miracle Halls (A. Droppa's map, 1957)



Obr. 2. Pozdĺžny rez časti Demänovskej jaskyne slobody: Kráľova galéria, Kamenný vinohrad, Čarovná chodba – Zázračné siene a okolie (výrez mapy A. Droppu, 1957)  
 Fig. 2. The longitudinal section of Demänová Cave of Liberty: Král's Gallery, Rocky Vineyard, Magic Corridor – Miracle Halls (the part of A. Droppa's map, 1957)

Keďže prevýšenie medzi súčasným riečiskom na Prízemí a tzv. Podzemným prepadaním v Dóme mŕtvych je 6 m, terajšie dno Mramorového riečiska a riečisko Demänovky v úseku Pekelný dóm – Králova galéria – Prízemie nemožno považovať za jednu vývojovú úroveň. Na nerovnomerné zahlbovanie riečiska poukazuje aj výskyt rôzne starých podlahových sintrových kôr. Súčasné riečisko Demänovky na Prízemí je v približne rovnakej výškovej pozícii ako asi pred 90-tisíc rokmi (H. Hercman et al., 2000). Rádioizotopovým datovaním ďalších podlahových sintrových kôr sa zistil ich vek dokonca 138-tisíc rokov (H. Hercman et al., 2006). II. jaskynnej úrovni zodpovedá terasovitý zárez vo výške 4 až 5 m nad podlahou Mramorového riečiska (za odbočkou do Hlinenej chodby), ktorý pokrývajú fluviálne sedimenty (okruhliaky, štrk a piesok) s mocnosťou asi 3 m (P. Bella, 1996b). Na ich povrchu je zvyšok sintrovej kôry starej 89-tisíc až 107-tisíc rokov (H. Hercman et al., 2006). Po odplavení časti týchto sedimentov erózne zahlbovanie dna Mramorového riečiska a riečiska v Dóme mŕtvych pred tzv. Podzemným prepadaním pokračovalo aj v holocéne (H. Hercman et al., 2000, 2006). Predisponované bolo výraznou tektonickou poruchou V – Z smeru vedúcou cez severnú časť Veľkého dómu a Dóm mŕtvych.

Na základe uvedených skutočností treba redukovať pôvodné vymedzenie I. jaskynnej úrovne, ktorú azda tvoria iba najmladšie podzemné priestory s aktívnym tokom Demänovky v jaskyni Vyvieranie a spodné horizontálne úseky Demänovskej jaskyne slobody vedúce od Veľkého dómu k jaskyni Vyvieranie. Vo výverovej časti jaskyne Vyvieranie sa striedajú úseky šikmých, kolenovito ohnutých freatických sífónov a epifreatických piezometricky úrovňových chodieb (P. Bella, 2000). Podzemné priestory pozdĺž toku Demänovky medzi Podzemným prepadaním v Dóme mŕtvych a jaskyňou Vyvieranie nie sú úplne horizontálne a v sífónoch sú pomerne značné vertikálne oscilácie do hĺbky 18 m (Z. Hochmuth, 1988). V zmysle D. C. Forda (1997, 2000), resp. D. C. Forda a R. O. Ewersa (1978) ide o kombináciu freatických a horizontálnych úsekov podzemných priestorov. Hlbšie freatické sífóny sa predpokladajú pozdĺž neznámeho podzemného toku Demänovky medzi Pustou jaskyňou a Demänovskou jaskyňou slobody. Sífón pred Pekelným dómom je zrejme hlbší ako 30 m (Z. Hochmuth, 1995).

Podľa A. Droppu III. jaskynná úroveň v Demänovskej jaskyni slobody zahŕňa Hlinenú chodbu. Bočné korytá a zvyšky fluviálnych sedimentov v rozdielnych výškových pozíciách poukazujú na jej viacfázový vývoj so striedaním sa eróznymi a akumuláčnymi fázami (J. Psotka, 2005; J. Psotka et al., 2006). V najvyššej časti tejto chodby sú na fluviálnych sedimentoch sintrové kôry staršie ako 350-tisíc rokov, avšak mladšie ako 1,2 milióna rokov (H. Hercman et al., 2006.). Rádioizotopové datovanie v nižších polohách tejto chodby je v štádiu realizácie a vyhodnocovania.

IV. jaskynná úroveň sa v Demänovskej jaskyni slobody tiahne Brkovou chodbou, Ružovou sieňou, Kráľovou galériou, Chrličovým dómom, strednou časťou Prízemia a Veľkého dómu a za Suchou chodbou prechádza do Demänovskej jaskyne mieru. Mohutná podlahová sintrová kôra (neďaleko Veľkého dómu) uložená na fluviálnych sedimentoch je stará 122-tisíc až vyše 350-tisíc rokov, avšak mladšia ako 1,2 milióna rokov (H. Hercman et al., 2000, 2006). Na základe datovania sedimentov pred Závrťovým dómom v Demänovskej ľadovej jaskyni, kde sa určil vek sintrovej kôry 410-tisíc až 685-tisíc rokov (sintrová kôra a podložné scementované sedimenty vykazujú normálnu magnetickú polaritu pod hranicou Brunhes/Matuyama, t. j. sú mladšie ako 780-tisíc rokov), sa predpokladá, že inaktívne fluviokrasové štádium vývoja IV. jaskynnej úrovne sa začalo alebo siaha do tejto doby, resp. jej zodpovedajú posledné štádiá pretekania ponorného alochtónneho vodného toku (H. Hercman et al., 1997, 1998). Zvyšky fluviálnych sedimentov, ktoré sa zachovali na juhozápadnom okraji Guličkového dómu v Demänovskej jaskyni slobody nad IV. jaskynnou úrovňou, vykazujú inverznú magnetickú polaritu nad hranicou Brunhes/Matuyama, t. j. sú staršie ako 780-tisíc rokov (P. Pruner et al., 2000).

Jaskynné úrovne predstavujú pomerne priestranné horizontálne chodby so sklonom okolo 10 promile. Podľa A. Bögliho (1978) ide o niveau typu riečnych koryt. Zaradenie Medvedej chodby v Demänovskej jaskyni slobody do VI. jaskynnej úrovne (A. Droppa, 1994) spochybňuje až vylučuje jej klesajúci priebeh.

Pomerne strmo klesajúce chodby od terajšieho vchodu (Banická chodba, Hrachová chodba, Štrková chodba, Katakomy atď.) a východu z jaskyne (šťasti známy úsek Medvedia chodba – Mliečna chodba i vyššie situovaná vetva Cintorín – Chodba utrpenia – Panenská chodba atď.), Klenotnica, Svantovítové siene, bočná chodba ústiaca do Brkovej chodby nad Pekelným dómom i Objavná chodba predstavujú depresné vadózne inaktívne i aktívne fluviokrasové podzemné priestory – v zmysle D. C. Forda (1977, 2000), resp. D. C. Forda a R. O. Ewersa (1978). Ich sklon presahuje aj 200 promile. Klesajú od inváznych ponorov občasnej Demänovky a Zadnej vody vo svahových dolinkách Točište a Štefanová k podzemnému toku Demänovky, resp. k jeho bývalým riečiskám zodpovedajúcim jaskynným úrovňam. Podobné znaky má aj Jaskyňa trosiek (Jaskyňa č. 27) ústiaca do Demänovskej jaskyne slobody.

V pozdĺžnom profile možno pozorovať viacero vývojových štádií predstavujúcich samostatné chodby alebo výrazné erózne zárezy. Vytvorené sú prevažne pozdĺž sklonu vrstevných plôch gutensteinských vápencov. Najvýraznejšie bočné depresné vetvy sa viažu na tektonické poruchy zodpovedajúce svahovým dolinkám Točište a Štefanová. Na jaskynné úrovne ústia vo visutej polohe. Podľa polohy ústia vzhľadom na jaskynné úrovne možno uvažovať o časovom období ich vytvárania. Časové obdobie ich vytvárania viac-menej zodpovedá vytváraniu jednotlivých jaskynných úrovní (P. Bella, 1993, 1996a,b).

Posudzovanie genézy ostatných, najmä puklinových častí jaskyne – Čarovnej chodby (obr. 3), Zázračných siení či Kamenného vinohradu nad Kráľovou galériou – je doteraz nejednoznačné a diskutabilné. Keďže ide o pomerne rozsiahle chodby, objasnenie ich genézy je neodmysliteľnou súčasťou celkovej rekonštrukcie vývoja Demänovskej jaskyne slobody.

## PREHĽAD NÁZOROV A NÁČRT PROBLEMATIKY GENÉZY HORNÝCH PUKLINOVÝCH ČASTÍ JASKYNE

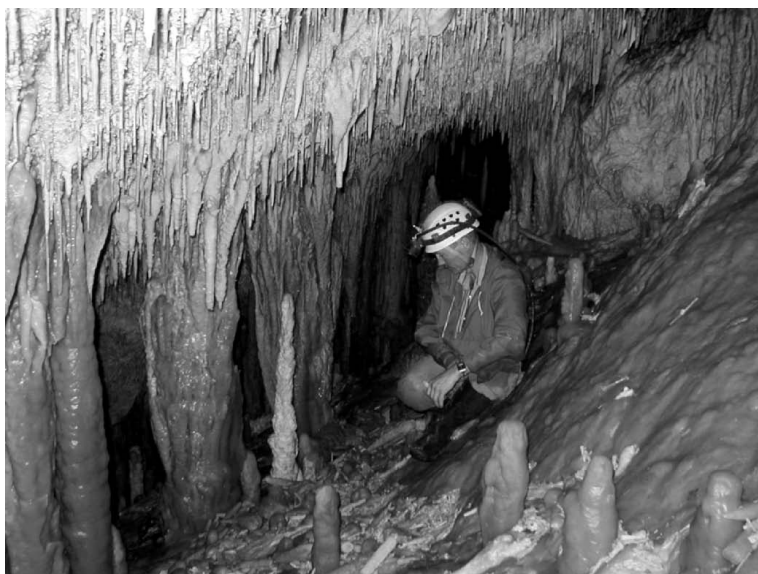
Podľa M. Pokorného (1952) a A. Droppu (1957) ide o podzemné priestory vytvorené koróziou presakujúcich atmosférických vôd, pričom na niektorých miestach išlo údajne o sústredené priesaky. M. Pokorný (1952) píše, že priestory Čarovnej chodby s Fialovým dómom, ako aj Zázračné siene sú vytvorené na puklinovom pásme zrážkovými vodami prenikajúcimi z povrchu; tieto priestory vznikli takmer súčasne a vody boli prevažne odvádzané priestorom Fialového dómu. A. Droppa (1957) upozorňuje na prívodné kanály v severovýchodnej steni Zázračných siení. Vo vzťahu ku genéze Kamenného vinohradu uvádza, že do tejto časti jaskyne prenikali vody z priestoru Fialového dómu a odtekali hornou časťou Guličkového dómu na Prízemie.

Podobne A. Droppa (1972) píše, že najvyššie časti Demänovskej jaskyne slobody (Zázračné siene s Čarovnou chodbou a Fialovým dómom, ako aj Prales s Červenobiely chodbou) sú vytvorené len chemickou činnosťou presakujúcich vôd a majú vzhľad úzkych chodieb, ktoré sledujú sklon a smer tektonických puklín a vrstvových plôch. Podotýka, že pozdĺžny profil dna týchto chodieb nie je vyrovnaný a býva prerušený puklinovými komínmi, ktoré vedú do nižších priestorov (v Čarovnej chodbe či Zázračných sieňach však nie je známy žiaden nadol klesajúci puklinový komín).

Keďže na niektorých miestach v Zázračných sieňach a Čarovnej chodbe sa zachovali tvary viac-menej pripomínajúce fluvialnu modeláciu (ojedinelé poltrubicovité žliabky vyhlbené v skalných stenách a oválne klenbovité časti stropu na šikmej stropnej stene), P. Bella (1996b) uvažuje o prenikaní ponorných vôd z hornej časti dolinky Točište. Podobne píše, že časti Červenobielej chodby okolo Vodopádu smútočnej vŕby pravdepodobne vytvorili občasné ponorné autochtónne vody z dolinky Točište, ktoré stekali až do Hviezdoslavovho dómu.

Z uvedených názorov a na základe terénnych pozorovaní možno vysloviť niekoľko otázok a podnetov na prehodnotenie a spresnenie doterajších názorov na genézu korózných puklinových častí Demänovskej jaskyne slobody:

1. Kráľova galéria, vyššie ležiaci Kamenný vinohrad, ako aj najvyššia Čarovná chodba a Zázračné siene sú predisponované výraznou tektonickou poruchou (A. Droppa, 1957). Prečo sa prakticky na jednej tektonickej poruche, na ktorej sa nepozorujú priečne horizontálne diskontinuálne línie usmerňujúce speleogenézu, vytvorili prevažne úzke horizontálne, resp. subhorizontálne chodby vo viacerých výškových pozíciách? Pravdepodobne v jednotlivých fázach vývoja tejto časti Demänovskej jaskyne slobody neprevládala vertikálna dimenzia



Obr. 3. Horná časť puklinovej Čarovnej chodby nad priechodom do Zázračných siení. Foto: P. Bella  
Fig. 3. The upper part of Magic Corridor above the connecting hole to Miracle Halls. Photo: P. Bella

tvorby jaskynných priestorov. Ak by sa boli jaskynné chodby nad Kráľovou galériou vytvárali iba koróziou presakujúcich atmosférických vôd vo vadóznej zóne, určite by vo väčšej miere vznikli aj tektonicky predurčené úseky vertikálneho charakteru. Tieto však okrem spojovacieho úseku medzi Kráľovou galériou a Kamenným vinohradom takmer úplne absentujú.

2. V Kamennom vinohrade i Čarovnej chodbe výrazne dominujú korózne tvary jaskynného skalného georeliéfu. Viac-menej iba na krátkom úseku v severozápadnej časti Čarovnej chodby (vo výške okolo 888 m n. m.) je čiastočne klenbovitý strop, ktorý azda zodpovedá fluvialnej modelácii v chodbe vyplnenej prúdiacou vodou. M. Pokorný (1952) poukazuje na stropnú ryhu vytvorenú pozdĺž pukliny od vyústenia Čarovnej chodby do Zázračných siení. Naopak v Kráľovej galérii



sú miestami stenové korytové zárezy, bočný meander či zvyšky podlahového riečiska, čo výrazne kontrastuje s morfológiou uvedených vyšších častí jaskyne. Recentné zarezávanie sa podzemného toku Demänovky, ktoré usmerňuje rovnaká tektonická porucha, možno sledovať na aktívnom riečisku pod Kráľovou galériou. Medzi Kráľovou galériou a aktívnym riečiskom Demänovky je v úseku medzi Zlatým jazierkom a Zlomeným stĺpom prakticky súvislý puklinový priestor zarezaný odhora nadol pozdĺž tektonickej poruchy. Objasniť treba príčiny a faktory rozdielnej morfogenetickej modelácie nad sebou ležiacich chodieb vytvorených pozdĺžnej jednej tektonickej poruchy.

3. V Kamennom vinohrade i Čarovnej chodbe chýbajú, resp. sa zatiaľ nezistili žiadne alochtónne riečne okruhliaky a štrky (A. Droppa, 1957). Tieto samozrejme sú uložené na riečisku Demänovky pod Kráľovou galériou. Za Čarovnou chodbou sú v Zázračných sieňach na šikmej podlahovitej skalnej stene hornej výklenkovitej časti chodby nad jazierkom uložené asi 20 cm hrubé nánosy hlinito-piesčitých sedimentov s obsahom šupiniek sludy, resp. muskovitu (P. Bella, 1996b), ktorý pochádza z vyvretých granodioritových hornín kryštalínika jadrovej časti Nízkych Tatier. Charakter vyskytujúcich sa sedimentov, resp. ich absencia závisí od charakteru morfogenetického pôsobenia vody v čase modelácie uvedených jaskynných priestorov, prípadne počas neskorších záplav.

4. Vo vzťahu k tektonickej predisponovanosti vývoja horeuvedených častí Demänovskej jaskyne slobody treba uviesť, že P. Mitter (1989) sa pri charakterizovaní vplyvu gravitačných svahových pohybov na genézu jaskýň v Demänovskej doline zmieňuje aj o ich prejavoch v Kráľovej galérii a vyššie ležiacich puklinových chodbách. Podľa J. Pokorného (1952) rozpukanie stalagnátov v Čarovnej chodbe je dôsledkom tlaku „stropnej“ steny. Dno chodby pod Kráľovou galériou s aktívnym podzemným riečiskom Demänovky je približne na úrovni terajšieho dna doliny pred Demänovskou jaskyňou slobody, priama vzdialenosť medzi nimi je asi 350 m. Gutensteinské vápence siahajú aj pod dno doliny, resp. uvedenej jaskynnej chodby. Preto pôsobenie gravitačných svahových pohybov je diskutabilné a pravdepodobne ide skôr o prejavy neotektonických pohybov (P. Bella, 1996b; L. Petro et al., 2004).

## ZÁKLADNÁ MORFOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA SKÚMANEJ ČASTI JASKYNE

Z morfológického hľadiska sa skúmané časti Demänovskej jaskyne slobody odlišujú od typických fluviálne modelovaných chodieb. Rozdiely sú zjavné aj z porovnania s nižšie situovanou Kráľovou galériou a najnižšou chodbou aktívneho riečiska Demänovky, pričom všetky nad sebou vytvorené podzemné priestory v tejto časti jaskyne sú v prevažnej miere predisponované rovnakou strmou tektonickou poruchou. Výškové údaje o polohe jednotlivých jaskynných chodieb sú prevzaté z mapy A. Droppu z roku 1951.

**Čarovná chodba a Zázračné siene.** A. Droppa (1957) píše, že Čarovná chodba dlhá 170 m má charakter nízkej puklinovej chodby s nevyrovnaným pozdĺžnym profilom (v prehĺbených miestach sú jazierka – obr. 2) a na jej stenách nikde nie sú erózne tvary. Zázračné siene charakterizuje ako jaskynný priestor charakteru širšej chodby zväčšený opadávaním vápenca z odklonenej steny. Úsek Čarovná chodba – Zázračné siene je v nadmorskej výške 875 až 895 m.

Z drobných skalných tvarov georeliéfu si treba všimnúť stropnú vrecovitú vyhlbeninu v spodnej časti Zázračných siení (pri jazierku so sintrovým útvarom zv. Kamenná ruža – obr. 4), ktorá vznikla, keď podzemný priestor bol vyplnený vodou. Na začiatku Čarovnej chodby od Fialového domu, ako aj v Zázračných sieňach sa miestami vyskytujú poltrubicovité žliabky, resp. kanáliky vytvorené pozdĺž medzivrstvových plôch. Do značnej miery pripomínajú embryonálne medzivrstvové anastomózy (*bedding-plane anastomoses*) z ranofreatického štádia vývoja chodieb (J. H. Bretz, 1942; R. O. Ewers, 1966; D. Kuffner, 1986; J. Čalič-Ljubojević, 2001, 2003). Na uvedenom mieste Čarovnej chodby sa v nich sporadicky zachovali zvyšky hlinitých sedimentov. Viac-menej klenbovité tvary v Čarovnej chodbe možno sledovať v úseku Zvonivého jazera a v odbočke s jazerom pred Zázračnými sieňami (P. Bella, 1996b).



Obr. 4. Stropná kotlovitá vyhlbenina v Zázračných sieňach. Foto: P. Bella  
Fig. 4. Ceiling pocket in the Miracle Halls. Photo: P. Bella

**Kamenný vinohrad.** Nižšie ležiaca úzka puklinová chodba dlhá asi 215 m vo výške 841 až 848 m n. m. Na severozápadnom okraji vyúsťuje do povalovej časti Guličkového dómu. V jej rozšírených miestach sú misovité priehlbne vyschnutých jazier. Dno zadnej časti Kamenného vinohradu (vedúcej do Guličkového dómu) vyplňujú puklinové jazierka (A. Droppa, 1957).

**Králova galéria.** Predstavuje fluvialne modelovanú chodbu dlhú asi 200 m, výrazne podmienenú tektonickou poruchou. Skalná podlaha chodby je vo výške 819 až 820 m n. m. Pri Zlomenom stĺpe je vytvorený výrazný bočný meander bývalého podzemného vodného toku. Laterálne zárezy charakteru bočných korýt sú najmä na hornej šikmej skalnej stene medzi Zlatým jazierkom a Ružovou vázou. Keďže medzi Zlomeným stĺpom a nespojeným stalaktitovo-stalagmitovým útvarom zv. Večná túžba podlaha chýba, vidieť nižšie ležiaci úsek podzemného riečiska Demänovky. Medzi Zlatým jazierkom a prechodom do Ružovej siene je skalná podlaha – bývalé riečisko, z ktorého pri Hroznovom jazierku vystupujú pozdĺžne skalné rebrá. Ako sme už uviedli, A. Droppa (1972) radí Královu galériu do IV. vývojovej úrovne.

**Chodba aktívneho riečiska Demänovky.** V Demänovskej jaskyni slobody sa tiahne od Veľkého kaňonu (začína sa prítokovým sífonom podzemnej Demänovky z priestoru Pustej jaskyne) a Pekelného dómu popod Ružovú sieň a Královu galériu na Prízemie, odkiaľ cez Veľký dóm pokračuje do priestoru Mramorového riečiska. Medzi Prízemím a Pekelným dómom, vrátane úseku pod Královou galériou, je vo výške 804 až 807 m n. m. Predstavuje typicky fluvialne modelovanú chodbu s množstvom alochtónnych okruhliakov, štrku a piesku.

Ďalšie údaje o morfológii podzemných priestorov, štruktúrno-tektonických pomeroch a najmä výskyte sintrových foriem v horeuvedených častiach Demänovskej jaskyne podáva M. Pokorný (1949, 1952).

## DISKUSIA A NÁČRT REKONŠTRUKCIE HYDROGRAFICKÉHO VÝVOJA

Na základe výskytu korózných alebo koróžno-erózných tvarov jaskynného skalného georeliéfu a charakteru naplavených jaskynných sedimentov, ako aj ich superpozíčných vzťahov možno rekonštruovať bývalé hydrografické podmienky, resp. hydrologické procesy v čase vývoja podzemných priestorov.

Počiatky vývoja korózných a koróžno-erózných jaskynných priestorov úzko súvisia s priepustnosťou rozpustných hornín. V rámci priepustnosti komplexov krasových hornín sa rozlišujú tri typy elementov pórovitosti – trojrozmerné intergranulárne či interkryštalické póry (vytvorené v čase sedimentácie a diagenézy hornín) alebo nepravidelné korózne dutiny, dvojrozmerné rovinné medzivrstevné plochy a tektonické pukliny (vytvorené v čase neskej diagenézy a tektonických pohybov) a jednorozmerné lineárne rúrovité kanály (S. R. H. Worthington, 1999 a iní). V prípade skúmanej časti Demänovskej jaskyne slobody vo vzťahu k predispozícii a iniciálnemu štádiu vývoja podzemných priestorov sa dominantne uplatnili tektonické diskontinuity.

Už v čase freatického zvodnenia príslušnej časti karbonátovej hydrogeologickej štruktúry Demänovskej doliny, keď hladina podzemnej vody bola vo výškovej pozícii nad Čarovnou chodbou, resp. najvyššími časťami Demänovskej jaskyne slobody, iniciálne dutiny nami skúmaných podzemných priestorov vznikali koróznym rozširovaním najmä tektonických porúch. Je známe, že korózne jaskynné priestory vznikajú aj v hlbšej časti zvodnenej krasovej hydrogeologickej štruktúry (v hlbšej freatickej zóne), dokonca údajne až niekoľko sto metrov pod hladinou podzemnej vody (D. C. Ford, 1977; D. C. Ford – R. O. Ewers, 1978; S. R. H. Worthington, 2004 a iní). Pritom sa uplatňuje najmä účinok zmiešanej korózie a turbulencie vody, keď nastáva miešanie hlbších podzemných vôd s vodami prenikajúcimi z vodných tokov alebo koncentrovaných priesakov zrážkových vôd, ktoré majú rozdielne fyzikálno-chemické vlastnosti.

V miestach štruktúrno-tektonického skeletu, kde je nižší hydraulický odpor voči prúdeniu vody alebo kde sa iniciálne dutiny korózne intenzívnejšie zväčšujú, sa postupne formujú hlavné podzemné odvodňovacie „cesty“. Časti freatických jaskynných priestorov, ktoré sa po poklese hladiny podzemných vôd v závislosti od zahĺbenia doliny, resp. inej podobnej depresnej formy okolitého terénu dostali do epifreatickej zóny (výškovo viac-menej zodpovedajúcej povrchovému riečisku a povodňovým vodným stavom), bývajú remodelované a zväčšené činnosťou podzemného vodného toku alebo modeláciou pozdĺž stabilnej alebo oscilujúcej vodnej hladiny (so statickou alebo pomaly prúdiacou vodou), ako aj povodňovými vodami (D. C. Ford – R. O. Ewers, 1978; A. N. Palmer, 2001, 2002 a iní).

Takisto v prípade horeuvedenej časti Demänovskej jaskyne slobody možno na základe morfológických znakov fluvialnej modelácie vyčleniť hlavné odvodňovacie „cesty“, cez ktoré sa sústredilo dominantné podzemné odvodňovanie s narastajúcim prúdením vody alebo sa z nich pod tlakom penetrovali okolité puklinovité priestory agresívnymi povodňovými vodami.

Do stropnej časti IV. jaskynnej úrovne (A. Droppa, 1966, 1972), ktorej bývalé podlahové riečisko je vo výške 820 m n. m., ústi medzi Ružovou sieňou a Královou galériou riečne modelovaná chodba klesajúca z Klenotnice (jej najvyššie časti sú vo výške 865 m n. m.). Táto chodba, miestami so sklonom až 50°, je pravdepodobne pokračovaním neznámych podzemných chodieb vytvorených z bývalého bočného ponoru v dolinke Štefanová. Vzhľadom na výškový gradient medzi týmto ponorom a miestom vyústenia tejto vetvy do IV. jaskynnej úrovne P. Bella (1996) predpokladá, že ide o depresné vadózne podzemné priestory

(v zmysle D. C. Forda, 1977, 2000, resp. D. C. Forda a R. O. Ewersa, 1978). V mieste vyústenia tejto klesajúcej chodby do horizontálnej chodby IV. jaskynnej úrovne možno uvažovať o tzv. piezometrickom limite, ktorý sa vzťahuje na prechodné miesto medzi vadóznymi a freatickými podmienkami prúdenia vody, kde sa gravitačný vodný tok mení na tok podmienený hydrostatickým tlakom (A. N. Palmer, 1987). Do Kráľovej galérie pritekali vody aj od Ružovej siene cez chodbu IV. jaskynnej úrovne, ktorá je vzhľadom na ostatné jaskynné úrovne v Demänovskej doline najrozsiahlejšia (tiahne sa od Pustej jaskyne cez Demänovskú jaskyňu mieru až do Demänovskej ľadovej jaskyne).

Keďže pod ústím uvedenej klesajúcej chodby je strmý studňovitý priestor, padajúci na súčasné riečisko Demänovky vo výške 807 m n. m., M. Pokorný (1949) píše o „studňovitom ponore“ medzi Ružovou sieňou a Kráľovou galériou. Predpokladá, že v neskoršom štádiu vývoja jaskyne vody pritekajúce z Klenotnice nadol „prerazili“ chodbu IV. jaskynnej úrovne, ktorou prestával, resp. prestal pretekať podzemný vodný tok od Pustej jaskyne. Avšak tento vertikálny úsek medzi chodbou IV. jaskynnej úrovne a chodbou súčasného riečiska sa vzhľadom na tektonickú predispozíciu mohol začať vytvárať už vo freatických podmienkach prúdenia vody. Jeho vývoj asi gradoval, keď podlahová časť chodby IV. jaskynnej úrovne bola v epifreatickej zóne a tečúca voda prenikala dierami v riečisku do nižších častí (tomu viac-menej zodpovedá i vertikálny stupeň medzi nižšou podlahou Ružovej siene a vyššou podlahou priľahlej časti Kráľovej galérie). Prepojenie medzi podlahou Kráľovej galérie a súčasným riečiskom Demänovky je výrazné najmä v úseku medzi sintrovým útvarom zv. Večná túžba a Zlomeným stĺpom, t. j. aj v priestore, kde do Kráľovej galérie zhora neústia žiadne rúrovité prítokové chodby. Preto je otázne, či vodný tok tiekol z klesajúcej chodby od Klenotnice aj v čase, keď chodbou IV. jaskynnej úrovne už prestával, resp. dokonca prestal tiecť podzemný vodný tok od Pustej jaskyne.

So zreteľom na horeuvedenú polemiku, že úzke a tektonicky podmienené subhorizontálne chodby nad Kráľovou galériou nevznikli iba koróziou presakujúcich atmosférických vôd vo vadóznej zóne, ako sa predpokladá v starších prácach, možno okrem už spomenutého korózneho rozširovania tektonických porúch vo freatickej zóne uvažovať aj o vplyve agresívnych vôd, ktoré v čase zvýšených prietokov pod tlakom prenikali z hlavných odvodňovacích „ciest“ pozdĺž tektonických porúch. Vody prúdiace zo Svantovítových siení mohli cez Fialových dóm prenikať do priľahlej časti Čarovnej chodby a odtiaľ až do Zázračných siení. Na prítoky vôd cez priestory Svantovítových siení a Klenotnice poukazuje už M. Pokorný (1952). Podobne A. Droppa (1957) poukazuje, že Svantovítove siene ležiace nad Klenotnicou majú charakter puklinovej chodby, na ktorej stenách vidieť „rímsovité výbežky“ vápenca vyerodované tečúcou vodou. Keďže vody v „penetrujúcich“, zväčša slepých bočných vetvách neprúdili tak rýchlo ako v hlavných odvodňovacích „cestách“, výsledkom je rozdielna morfológia ich skalných tvarov či charakter naplavených sedimentov.

Tlakové prenikanie agresívnych vôd do bočných puklinových vetiev a ich korózne rozširovanie sa mohlo udiť aj následkom epifreatického zdvihnutia hladiny podzemnej vody, keď hlavné odvodňovacie „cesty“ nestačili odvádzať povodňové vody. Známý je vplyv privalových povodňových vôd na vytváranie slepých chodieb i väčších labyrintov, ktoré bývajú „vložené“ do už skôr existujúcich jaskýň (A. N. Palmer, 2001, 2002).

Takisto v skúmanej časti Demänovskej jaskyne slobody možno počas jej vývoja, ktorý mal tendenciu zahľbovať hlavné odvodňovacie „cesty“ v nadväznosti na znižovanie eróznej bázy vyvierajúcej podzemných vôd, uvažovať o povodňových vzdutiach vodnej hladiny. Z priestoru Fialového dómu, kde sa dostávali vody z prítokovej vetvy Svantovítových siení (ich známa horná časť je vo výške 885 m n. m.), invázne povodňové vody asi prenikali do Čarovnej chodby až Zázračných siení. P. Bella (1996b) uvažuje o prenikaní vôd do Kamenného vinohradu z prítokovej vetvy vedúcej z Cintorína (885 m n. m.) cez Panenskú chodbu (858 až 868 m n. m.) do hornej časti Hviezdoslavovho dómu, čo sa mohlo udiť aj za povodňových stavov. A. Droppa (1957) však predpokladá, že do Kamenného vinohradu sa dostávali vody z Fialového dómu. M. Pokorný (1952) uvažuje, že do Kamenného vinohradu vody pritekali z vyšších častí jaskyne (Zázračných siení?). Do určitej miery však možno pripustiť, že do Kamenného vinohradu mohli prenikať aj vzduté vody z Kráľovej galérie počas jej opakujúceho sa zaplavovania v epifreatickom štádiu vývoja (do Kamenného vinohradu vedie úzky puklinový „povalový“ priechod zo strednej časti Kráľovej galérie nad Hroznovým jazierkom).

Atmosférické vody presakujúce pozdĺž tektonických porúch vo vadóznej zóne pravdepodobne už iba dotvorili dnešný morfológický obraz uvedených jaskynných chodieb.

## ĎALŠÍ PRÍKLAD KONTRASTNEJ KORÓZNEJ A KORÓZNO-ERÓZNEJ MODELÁCIE V DEMÄNOVSKEJ JASKYNI SLOBODY

Na základné rozdiely morfológie chodieb vytvorených podzemným vodným tokom (oválne tvary s výraznými bočnými korytami, výskyt alochtónnych sedimentov) a puklinovými chodbami vytvorenými koróziou (presakujúcich?) vôd v tejto jaskyni poukázal už A. Droppa (1957, 1972). Okrem horeuvedených podzemných priestorov Demänovskej jaskyne slobody v sektore Kráľovej galérie (Čarovná chodba a Zázračné siene, Kamenný vinohrad, Kráľova galéria, chodba riečiska podzemnej Demänovky) možno rozdielne morfogenetické



znaky vývoja určitých častí jaskyne skúmať aj na príklade kontrastnej koróznno-eróznnej modelácie Hlinenej chodby a korózných tvarov v jej bočnej sieni.

Hlinená chodba vedie zo severnej strany Mramorového riečiska až takmer pod svahovú dolinku Vyvieranie. Začína sa vo výške 10 až 15 m nad podlahou Mramorového riečiska a dosahuje dĺžku asi 235 m. Jej dnom preteká jarček živý vodami prepadajúcimi sa v dolinke Vyvieranie, t. j. v opačnom smere, ako tiekli vody pleistocénnej Demänovky (A. Droppa, 1957). Indikačnou skúškou spojitosti vôd potvrdila V. Tereková (1984).

Hlinená chodba predstavuje viacfázovú chodbu vytvorenú bývalým tokom Demänovky, v ktorej sa na viacerých miestach zachovali alochtónne fluvialne sedimenty (okruhliaky, štrk a piesok). Vyznačuje sa výraznými tvarmi fluvialnej modelácie, z ktorých sú tu pozoruhodné najmä lastúrovité jamky (*scallops*), bočné korytá a paragenetické nadsedimentové anastomózy (obr. 5 a 6). Smerová pozícia asymetrických tvarov lastúrovitých jamiek poukazuje, že prúd vody bývalého toku Demänovky tiekol z Mramorového riečiska k dolinke Vyvieranie, tak ako píše A. Droppa (1957). Morfológiu, sedimenty a genézu Hlinenej chodby detailnejšie charakterizuje J. Psotka (2005), resp. J. Psotka et al. (2006).

Asi 120 m od Mramorového riečiska, kde sa Hlinená chodba na krátkom úseku lomí na západ (pri sútoku dvoch jarčekov pritekajúcich od dolinky Vyvieranie), vybieha bočná chodba ústiaca do sieňovitého priestoru. Táto chodba je predisponovaná rovnakou tektonickou poruchou SV – JZ smeru ako stredná časť Hlinenej chodby (medzi bývalým sífonom založeným na priečnej tektonickej poruche JV – SZ smeru a spomenutým sútokom dvoch jarčekov). Morfológia skalných tvarov sieňovitého priestoru v bočnej chodbe pomerne výrazne kontrastuje s morfológiou príľahlej časti Hlinenej chodby, v ktorej dominujú tvary vytvorené prúdiacou vodou (viac-menej rúrovitá chodba s výraznými lastúrovitými jamkami). Naopak v sieňovitom priestore prevládajú nepravidelné korózne dierovité až spongiovité vyhlbeniny (obr. 7) a lastúrovité jamky absentujú. Z drobných skalných tvarov jaskýň lastúrovité jamky predstavujú hlavné indikačné znaky prúdenia vody, ktoré sa často vyžívajú pri rekonštrukcii vývoja jaskýň.

Na základe existujúcich skalných tvarov je zrejmé, že hlavný prúd vody tiekol Hlinenou chodbou, kde bol menší odpor voči odtoku vody z tejto časti Demänovskej jaskyne slobody neznámymi priestormi na sever, t. j. popod terajšiu dolinku Vyvieranie, čiastočne aj do horných častí jaskyne Vyvieranie (A. Droppa, 1957). V mieste spomenutého zalomenia chodby voda prenikala pozdĺž pokračujúcej tektonickej poruchy SV – JZ smeru, ktorá sa postupne korózne rozšírila. V bočnej, viac-menej „slepej“ chodbe voda prúdila pomaly – najmä v čase zvýšených prietokov, resp. počas povodňových situácií následkom intenzívnych penetrácií pod tlakom vírila. Tým sa tu nevytvorili „prúdové“ lastúrovité jamky, ale nepravidelné dierovité vyhlbeniny. Podlahu sieňovitého



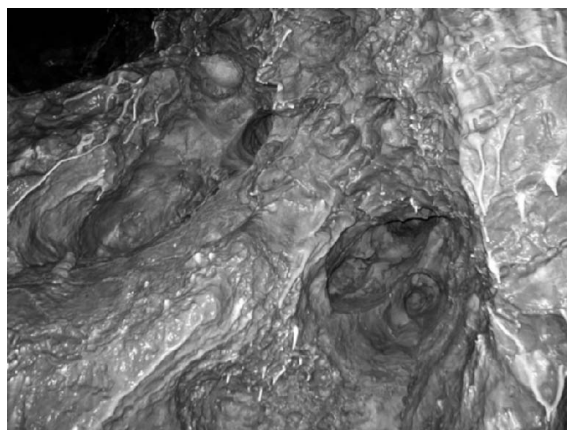
Obr. 5. Lastúrovité jamky vymodelované prúdiacou vodou na skalnej stene Hlinenej chodby. Foto: P. Bella

Fig. 5. Scallops modeled by flowing water on the rocky wall of Loamy Corridor. Photo: P. Bella



Obr. 6. Stropné korytá a anastomózy v Hlinenej chodbe. Foto: P. Bella

Fig. 6. Ceiling channel and anastomosis in the Loamy Corridor. Photo: P. Bella



Obr. 7. Nepravidelné korózne vyhlbeniny na skalnej stene v odbočke Hlinenej chodby. Foto: P. Bella

Fig. 7. Irregular corrosion depressions deepened into the rocky wall of branch part of Loamy Corridor. Photo: P. Bella



priestoru v bočnej vetve Hlinenej chodby pokrývajú nánosy laminovaných hlinitých až ílovitých sedimentov, ktoré sa v slepej odbočke uložili z povodňových kalov.

## ZÁVER

V referáte sú predložené spresňujúce názory a poznatky o genéze korózných puklinových častí Demänovskej jaskyne slobody, ktoré azda možno aplikovať aj na niektoré ďalšie morfológicky podobné časti Demänovského jaskynného systému. Zdôrazňuje sa vplyv koróznej fluvialnej modelácie vo freatickej a epifreatickej zóne agresívnymi alochtónnymi vodami v bočných (slepých alebo menej priepustných) puklinových chodbách, ktoré, hoci sú predisponované výraznými tektonickými poruchami, sa nestali hlavnými odvodňovacími cestami. Naopak tieto sa vytvárali v miestach najmenšieho odporu voči prúdeniu vody v smere jej odtoku, čo zodpovedá viacerým modelom a názorom vytvárania sústavy jaskynných chodieb (D. C. Ford – R. O. Ewers, 1978; A. N. Palmer, 2002 a iní).

## LITERATÚRA

- BELLA, P. 1993. Poznámky ku genéze Demänovského jaskynného systému. Slovenský kras, 31, 43–53.
- BELLA, P. 1996a. K problematike genézy depresných častí Demänovskej jaskyne slobody a priľahlých ponorných jaskýň v Demänovskej doline. In M. Lalkovič, Ed. Kras a jaskyne – výskum, využívanie a ochrana, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 103–109.
- BELLA, P. 1996b. Geomorfologický význam a problémy genézy Demänovskej jaskyne slobody. In P. Bella, Ed. Sprístupnené jaskyne – výskum, ochrana a využívanie, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 46–52.
- BELLA, P. 1998. Základné morfogenetické typy korózných krasových a fluviokrasových jaskýň Západných Karpát. Prírodné vedy, 30, Folia Geographica, 2, Prešov, 305–315.
- BELLA, P. 2000. Genetické typy jaskynných priestorov v Demänovskej doline. In J. Lacika, Ed. Zborník referátov z 1. konferencie Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV. Bratislava, 8–20.
- BELLA, P. 2004. Laterálne výklenky a zárezy vyhlbené v skalných stenách jaskýň. Aragonit, 9, 9–19.
- BÖGLI, A. 1978. Karsthydrographie und physische Speläologie. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 292 s.
- BRETZ, J. H. 1942. Vadose and phreatic features of limestone caverns. Journal of Geology, 50, 675–811.
- ČALIČ-LJUBOJEVIĆ, J. 2001. Upward Growth of Bedding-Plane Anastomoses. Proceedings, 13<sup>th</sup> International Congress of Speleology, 1, Brasília, 71–73.
- ČALIČ-LJUBOJEVIĆ, J. 2003. Meduslojne anastomoze i njihova uloga u speleogenezi. In V. Ljubojević, Ed. Zbornik 4. simpozijuma o zaštiti karsta (Despotovac 2000). Beograd, 123–129.
- DROPPA, A. 1957. Demänovské jaskyne. Krasové javy Demänovskej doliny. Bratislava, 289 s.
- DROPPA, A. 1963. Paralelizácia riečnych terás a horizontálnych jaskýň. Geologické práce, Zošit 64, 93–96.
- DROPPA, A. 1966. The correlation of some horizontal caves with river terraces. Studies in Speleology, 1, 186–192.
- DROPPA, A. 1972. Geomorfologické pomery Demänovskej doliny. Slovenský kras, 10, 9–46.
- DROPPA, A. 1994. Die Entwicklung der Demänová-Höhlen. In P. Bella, Ed. Caves and Man, Proceedings of International Symposium. Liptovský Mikuláš, 7–10.
- EWERS, R. O. 1966. Bedding-plane Anastomoses and Their Relation to Cavern Passages. Bulletin of the National Speleological Society, 28, 3, 133–140.
- FORD, D. C. 1977. Genetic Classification of Solution Cave System. Proceeding of the 7<sup>th</sup> International Congress of Speleology, Sheffield, 189–192.
- FORD, D. C. 2000. Speleogenesis Under Unconfined Settings. In A. B. Klimchouk – D. C. Ford – A. N. Palmer – W. Dreybrodt, Eds. Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers. National Speleological Society, Huntsville, Alabama (USA), 319–324.
- FORD, D. C. – EWERS, R. O. 1978. The development of limestone cave systems in the dimensions of length and depth. Canadian Journal of Earth Sciences, 15, 1783–1798.
- HERCMAN, H. – BELLA, P. – GLAZEK, J. – GRADZIŃSKI, M. – LAURITZEN, S. E. – LOVLIE, R. 1997. Uranium-series dating of speleothems from Demänová Ice Cave: A step to age of the Demänová Cave System (The Nízke Tatry Mts., Slovakia). Annales Societatis Geologorum Poloniae, 67, 4, 439–450.
- HERCMAN, H. – BELLA, P. – GLAZEK, J. – GRADZIŃSKI, M. – LAURITZEN, S. E. – LOVLIE, R. 1998. Rádioizotopové datovanie a paleomagnetizmus sintrov z Demänovskej ľadovej jaskyne a geochronológia IV. vývojevej

- úrovne Demänovského jaskynného systému. In P. Bella, Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 1, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 9–15.
- HERCMAN, H. – BELLA, P. – GLÁZEK, J. – GRADZIŃSKI, M. – NOWICKI, T. 2000. Rádioizotopové datovanie sintrov z Demänovskej jaskyne slobody. In P. Bella, Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 2, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 26–35.
- HERCMAN, H. – BELLA, P. – GRADZIŃSKI, M. – GLÁZEK, J. – NOWICKI, T. – SUJKA, G. – LAURITZEN, S. E. 2006. Výsledky rádioizotopového datovania sintrov z Demänovského jaskynného systému v rokoch 1995 – 2005. In P. Bella, Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 5, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 21–36.
- HOCHMUTH, Z. 1988. Geomorfologický výskum a topografia Vodnej cesty medzi jaskyňami Vyvieranie a j. Slobody v Demänovskej doline. Slovenský kras, 26, 7–23.
- HOCHMUTH, Z. 1993. Výsledky podrobného mapovania a revízny geomorfologický výskum jaskyne Vyvieranie v Demänovskej doline. Slovenský kras, 31, 29–42.
- HOCHMUTH, Z. 1995. Some notes concerning the research of the phreatic zone in the cave system of Demänová Valley (Low Tatras, Slovakia). In P. Bella, Ed. Caves and Man, Proceedings of International Symposium. Liptovský Mikuláš, 11–15.
- HOCHMUTH, Z. 1996. Zóna Objavného ponoru v Demänovskej jaskyni slobody. In M. Lalkovič, Ed. Kras a jaskyne – výskum, využívanie a ochrana, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 117–122.
- HOLÍK, Ľ. 1994. Jaskyňa č. 27 v Demänovskej doline. Spravodaj SSS, 25, 4, 18–21.
- KOJDOVÁ, M. – SLIVA, Ľ. 2005. Sedimentologická charakteristika vybraných profilov Demänovskej jaskyne slobody. Slovenský kras, 43, 129–144.
- KUFFNER, D. 1986. Deckenkarren – Ein Beitrag zur Speläogenese. Die Höhle, 37, 3, 157–167.
- MITTER, P. 1989. Vlijanie gravitacionnych dviženij na razvitie karsta gornych massivov na primere slovakich Karpat. Problems of Karst of Mountainous Countries, Proceedings. Tbilisi, 132–136.
- PALMER, A. N. 1987. Cave levels and their interpretation. National Speleological Society Bulletin, 49, 2, 50–66.
- PALMER, A. N. 1999. Patterns of dissolution porosity in carbonate rocks. In A. N. Palmer – M. V. Palmer – I. D. Sasowsky, Eds. Karst Modelling. Special Publication, 5. The Karst Waters Institute, Charles Town, West Virginia (USA), 71–78.
- PALMER, A. N. 2000. Hydrogeologic Control of Cave Patterns. In A. B. Klimchouk – D. C. Ford – A. N. Palmer – W. Dreybrodt, Eds. Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers. Speleological Society, Huntsville, Alabama (USA), 77–90.
- PALMER, A. N. 2001. Dynamics of cave development by allogenic water. Acta carsologica, 30, 2, 13–32.
- PALMER, A. N. 2002. Speleogenesis in Carbonate Rocks. In F. Gabrovšek, Ed. Evolution of Karst: From Prekarst to Cessation. Založba ZRC, Carsologica, Postojna – Ljubljana, 43–59.
- PALMER, A. N. – AUDRA, PH. 2004. Patterns of caves. In J. Gunn, Ed. Encyclopedia of Caves and Karst Sciences. Fitzroy Dearbon, New York – London, 573–575.
- PETRO, Ľ. – BELLA, P. – POLAŠČINOVÁ, E. – HÓK, J. – STERCZ, M. 2004. Monitorovanie tektonických pohybov v Demänovskej jaskyni slobody. Aragonit, 9, 26–29.
- POKORNÝ, M. 1949. Vývoj najmladších prostor jeskyň Demänovských. Časopis Moravského musea v Brne – Acta Musei Moraviae, 34, 1, 49–65.
- POKORNÝ, M. 1952. Vznik a vývoj starších prostor jeskyň Demänovských. Časopis Moravského musea v Brne – Acta Musei Moraviae, 37, 13–51.
- PRUNER, P. – BOSÁK, P. – KADLEC, J. – VENHODOVÁ, D. – BELLA, P. 2000. Paleomagnetický výzkum sedimentárných výplní vybraných jeskyní na Slovensku. In P. Bella, Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 2, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 13–25.
- PSOTKA, J. 2005. Analýza kvartérnych sedimentov Hlinenej chodby v Demänovskom jaskynnóm systéme. Diplomová práca, Fakulta BERG, TU Košice, 66 s.
- PSOTKA, J. – JANOČKO, J. – BELLA, P. (2006). Hlinená chodba Demänovskej jaskyne slobody – predbežné výsledky sedimentologického a geomorfologického výskumu. In P. Bella, Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 5, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 47–55.
- TENCER, J. 2005. Tabuľka najdlhších a najhlbších jaskýň na Slovensku. Spravodaj SSS, 36, 2, 48–49.
- TEREKOVÁ, V. 1984. Vyhodnotenie stopovacej skúšky v dolinke Vyvieranie. Spravodaj SSS, 15, 4, 39–41.
- WORTHINGTON, S. R. H. 1999. A comprehensive strategy for understanding flow in carbonate aquifer. In A. N. Palmer – M. V. Palmer – I. D. Sasowsky, Eds. Karst Modelling. Special Publication, 5, The Karst Waters Institute, Charles Town, West Virginia (USA), 30–37.
- WORTHINGTON, S. R. H. 2004. Hydraulic and geological factors influencing conduit flow depth. Cave and Karst Science, 31, 3, 123–134.