

# HLINENÁ CHODBA DEMÄNOVSKEJ JASKYNE SLOBODY – PREDBEŽNÉ VÝSLEDKY GEOMORFOLOGICKÉHO A SEDIMENTOLOGICKÉHO VÝSKUMU

Jozef Psotka<sup>1</sup> – Juraj Janočko<sup>2</sup> – Pavel Bella<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš;

psotka@ssj.sk, bella@ssj.skj

<sup>2</sup> Ústav geovied fakulty BERG, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 040 01 Košice;

juraj.janocko@tuke.sk

## **J. Psotka, J. Janočko & P. Bella: The Loamy Corridor of the Demänová Cave of Liberty – preliminary results of sedimentological and geomorphological research**

**Abstract:** The Loamy Corridor occurs in the Demänová Cave of Liberty that is a part of the well-known Demänová Cave System located on the northern slopes of the Nízke Tatry Mts. The corridor is remarkable by its sedimentary fill – it mainly consists of thick fine-grained sand and silt having well-preserved sedimentary structures. The coarser deposits, mainly gravel, is only preserved locally as a cover of the bench in the upper part of the corridor. The corridor is also rich on various geomorphological forms represented mainly by anastomosis, scallops and lateral channels. Based on sedimentological record and geomorphological forms we suggest seven evolutionary phases of the corridor starting with the initial erosion and deposition of the coarse gravel on the rocky bench through the vertical incision of the palaeoriver and terminal plugging of the corridor reflected by quiet sedimentation of fines.

**Key words:** Demänová Cave System, Loamy Corridor, morphology, fine-grained cave deposits, fluvial cave deposits, speleogenesis

## ÚVOD

Demänovský jaskynný systém je najdlhšou speleologicky prepojenou jaskynnou sústavou na Slovensku. Vytvorený je na pravej strane Demänovskej doliny. Dĺžka zameraných častí dosahuje vyše 35 km. Hlinená chodba, ktorá je súčasťou Demänovskej jaskyne slobody, je pozoruhodná charakterom sedimentov. Z veľkej časti je vyplnená takmer neporušenými vrstvami prachov a jemnozrnných pieskov, z čoho je odvodený aj jej názov. Z geomorfologického hľadiska sú tu pozoruhodné tvary fluviálnej modelácie skalných stien. Chodba je špecifická aj svojou pozíciou – tiahne sa od Mramorového riečiska Demänovskej jaskyne slobody smerom k bočnej svahovej dolinke Vyvieranie. Z väčšej časti tvorí predpokladanú spojnicu medzi Demänovskou jaskyňou slobody a Demänovskou jaskyňou mieru s neznámym úsekom popod dolinku Vyvieranie. Zvláštny charakter sedimentov spoločne s pozíciou chodby podnietil náš výskum, ktorý bol zároveň aj témou diplomovej práce J. Psotku na Technickej univerzite v Košiciach.

## PREHĽAD DOTERAJŠÍCH VÝSKUMOV

Hlinenú chodbu Pokorný (1949) nazýva Holečkovou chodbou. Píše, že „nejstarší vodní toky odtekali do Holečkovej chodby, sifonovitým odtokom pronikali vodní toky z Mramorového riečiska starším korytom patrným na počátku Holečkovej chodby, ďalej smerom na SV, kde mohli toky pronikati ďalej po často sa objavujúcich puklinách, o čemž svedčí zasintované žulové štrky až téměř pod stropem některých částí chodby“. Ďalej uvádza: „Na stěnách lze pozorovat vodní rýhy, místy hřebenovité erozní tvary i jamkovitě rozrušené vápence. Strop je silně evorsí rozrušen a prostoupen rozšířenými puklinami. Místy nese charakteristické znaky sifonů. Chodba za sifony pak má profil tunelový.“ Veľmi krátko sa zmieňuje aj o sedimentoch. Hovorí, že dno je pokryté hlinitým sedimentom, pod ktorým sú piesky a žulové štrky. Ďalej predpokladá súvislosť medzi ponorným potôčikom v dolinke Vyvieranie, drobným podzemným vodným tokom v Hlinenej chodbe a „Mojžišovým vodopádom“. Tento sa vytvára v čase zvýšeného prietoku potôčika v Hlinenej chodbe a padá do Mramorového riečiska nižšie vyústenia Hlinenej chodby. Píše, že sa nedá s istotou zistiť, či vody z Holečkovej chodby vyvierali do dolinky Vyvieranie.

Droppa (1957) píše: „Predná časť chodby má puklinový charakter. Stredná časť chodby je priestrannejšia, dosahuje 5 až 6 m výšky a 10 m šírky s výraznými tvarmi riečnej erózie.“ V zhode s Pokorným (1949) predpokladá súvislosť podzemného potôčika v Hlinenej chodbe s ponorným potôčikom v dolinke Vyvieranie. V monografii z roku 1957 Hlinenú chodbu zaraďuje do vývojového štádia J. V tejto práci vyčleňuje v Demänovskom jaskynnóm systéme až 11 vývojových štádií a označuje ich písmenami A – K. Predpokladá jeden odtok vôd podzemného paleotoku sifónmi z Hlinenej chodby do horných častí jaskyne Vyvieranie a druhý

popod dolinku Vyvieranie do Demänovskej jaskyne mieru – do priestorov od Dómu vyvierania až po Zrútený dóm. V prácach z rokov 1966, 1972 A. Droppa zaraďuje Hlinenú chodbu k III. vývojovej úrovni a koreluje ju z terasou Demänovky T-III (najnižšou v systéme stredných terás). Prisudzuje jej vek Riss 1.

## STRUČNÁ GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA HLINENEJ CHODBY A MRAMOROVÉHO RIEČISKA

Demänovský jaskynný systém je vytvorený v stredotriasových vápencoch a dolomitoch krížňanského príkrovu. Krížňanský príkrov je charakterizovaný ako viac-menej kontinuálne alochtónne teleso mezozoických sedimentárnych hornín, ktoré prekrýva podložné komplexy tatrika v jadrových pohoriach tatransko-fatranského pásma centrálnych Západných Karpát (Plašienka, 1999). V Demänovskej doline sa začína tmavosivými až čiernymi vápencami a dolomitmi gutensteinských vrstiev, ktorých vek je anis (Biely et al., 1997).

Priestory Hlinenej chodby sú vytvorené v hrubovrstevnatých tmavosivých až čiernych vápencoch a sivých dolomitoch. Vápence sú miestami hľuznaté. Miestami sa dá pozorovať laminácia. Karbonátové vrstvy sa ukláňajú pod uhlom 36° až 40° na SV (tab. 1).

Vytváranie chodby bolo podmienené diskontinuitami SV – JZ smeru uklonenými na SZ (tab. 1). Pričné poruchy smeru SZ – JV uklonené na JZ mali význam pre vytváranie prepojavacích úsekov chodieb (spájajú segmenty chodby vytvorené na poruchách smeru SV – JZ). Takisto podmienili modeláciu väčších stropných káps a vytváranie odbočiek z hlavnej chodby.

Tab. 1. Údaje o vrstevnatosti a zlomoch v Hlinenej chodbe

Tab. 1. Bedding and faults data in the Loamy Corridor

Vrstevnatosť	61/36, 67/40, 73/41, 72/40, 71/41, 69/39, 73/40, 70/40	
Zlomy	Pozdĺžne zlomy SV – JZ (v smere chodby)	279/63, 282/63, 284/48
	Priečne zlomy SZ – JV	241/67, 240/72, 239/63, 237/68

## MORFOLÓGIA HLINENEJ CHODBY

Hlinená chodba predstavuje epifreatickú, resp. plytko freatickú horizontálnu chodbu. Podľa merania A. Droppu dosahuje dĺžku 235 m (nezameraných je ešte asi 100 m priestorov). Sklon chodby je okolo 10 ‰ (podľa mapy Palonczyho, 1927). Visuto sa začína zo severnej strany Mramorového riečiska.

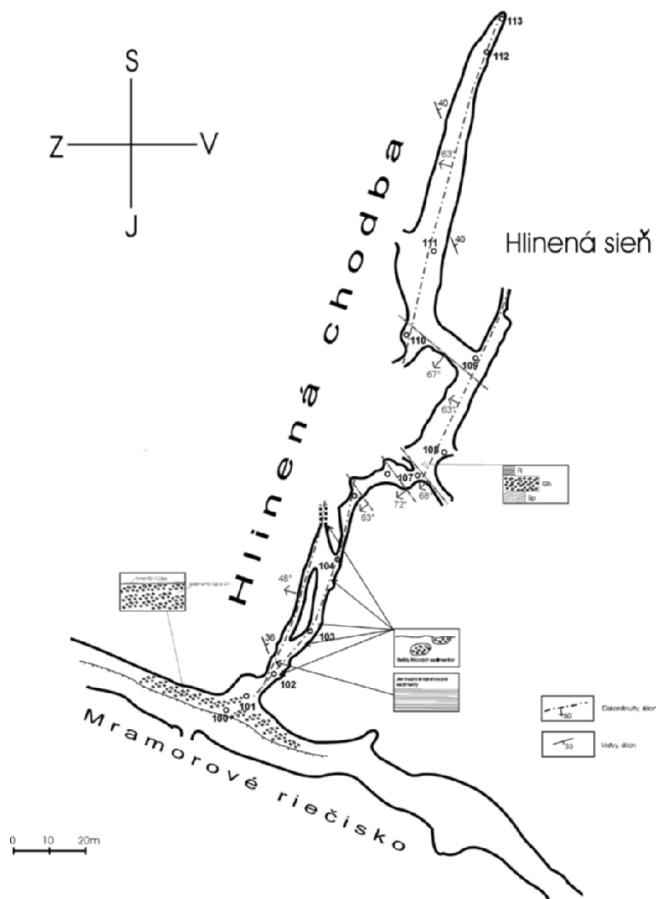
Priečny profil Hlinenej chodby je asymetrický, podmienený smerom a úklonom tektonickej diskontinuity smeru SV – JZ so sklonom SZ. Na začiatku Hlinenej chodby možno na priečných profiloch chodby pozorovať jej dvojfázový vývoj. Na základe morfológie chodby a štúdia reliktovej fluviálnych sedimentov vo vrchných častiach chodby možno vyčleniť vrchnú a spodnú vývojovú fázu. Výškový rozdiel medzi nimi je asi 3 až 4 m.

Relatívna výška vrchných častí Hlinenej chodby od suchého koryta Demänovky v Mramorovom riečisku je asi 15 m. Chodba má zachované oválne priečne profily. Na jej stenách, miestami aj na strope sú pricementované zvyšky fluviálnych sedimentov.

V stropnej časti vrchnej úrovne chodby sú slepé stropné kapsy (*ceiling pockets*). Vznikali v zaplavenej chodbe procesmi rozpúšťania horniny činnosťou vodných vírov najmä pozdĺž priečných zlomov a puklín (Slabe, 1995). Na skalných stenách vyššej úrovne Hlinenej chodby sú vyvinuté prúdové lastúrovité jamky (*scallops*), ktoré poukazujú na bývalé hydraulické podmienky prúdenia. Boli vytvárané prúdením vody zo smeru od Mramorového riečiska.

Vrchná úroveň chodby je najzreteľnejšie vyvinutá od vyústenia Hlinenej chodby do Mramorového riečiska po sieňovitý priestor pri meračskom bode č. 104 (obr. 1). Smerom na SV sa končí vyplnením fluviálnymi sedimentmi, ktoré pokrýva sintrová kôra hrubá 20 až 30 cm. Zo siene smerom na sever pokračuje v dĺžke len niekoľko metrov nízky kanál, ktorý sa končí úplným vyplnením sedimentmi s hrubou sintrovou kôrou na povrchu.

Spodné časti Hlinenej chodby sa rozprestierajú od jej vyústenia do Mramorového riečiska až po jej ukončenie pri meračskom bode č. 113. Prípája sa na ňu viacero menších odbočiek. Medzi meračskými bodmi č. 104 až 107 má chodba znížený profil a jej skalné tvary majú charakteristické znaky modelácie turbulentne prúdiacou vodou v bývalom sífóne. V stropných častiach sú stropné kapsy a vyúsťujú tu oválne kanály, ktoré tvoria prepojenia s ďalším pokračovaním chodby. Malé prúdové lastúrovité jamky pokrývajú steny a znížené stropy bývalého sífónu. Pokryté sú nimi aj spodné časti stropných káps.



Obr. 1. Pôdorys Hlinenej chodby (mapový podklad podľa Palonczyho, 1927; spracoval J. Psotka)

Fig. 1. Plan of the Loamy corridor (map after Palonczy, 1927; compiled by J. Psotka)



Obr. 2. Anastomózna mreža v Hlinenej chodbe.

Foto: P. Bella

Fig. 2. Anastomosis net in the Loamy Corridor.

Photo: P. Bella

Za touto časťou chodby sa nachádza akumulácia fluvialných sedimentov v hrúbke 1,5 m, ktorá je narezaná potôčikom. Od meračského bodu č. 107 sa profil chodby výrazne zväčšuje a až po koniec má chodba tunelový profil s výškou 5 až 8 m. Na stenách sú prúdové lastúrovité jamky, ktoré často vytvárajú súvislé siete.

V častiach chodby medzi meračskými bodmi č. 113 až 105 chodbou preteká slabý potôčik s plytkým korytom (zahĺbeným do 10 cm). Pôvod potôčika je v ponoroch autochtónnych vôd v dolinke Vyvieranie, čo predpokladal Pokorný (1949) aj Droppa (1957). Tento predpoklad potvrdila V. Terková (1984) stopovacou skúškou. Potôčik mierne meandruje vo svojich náplavoch. Pri meračskom bode č. 109 priberá prítok z Hlinenej siene. Dno chodby prevažne tvoria jemnozrnné sedimenty (piesok, prach, kal). V miestach, na ktoré dopadá voda presakujúca cez pukliny, sa na povrchu sedimentov hojne vyskytujú egutačné jamky a menšie jazierka. Na znížených častiach stropu chodby sa miestami vytvorili nadsedimentové anastomózy a paragenetické pendanty. Ukážkovo sú vyvinuté na zníženej strane chodby pri jej vyústení do Mramorového riečiska. Vznikali koróziou pomaly prúdiacej vody na kontakte stropu s jemnozrnnými sedimentmi agradačného valu. V zadných častiach Hlinenej chodby pri meračskom bode č. 111 sa anastomózne mreže (obr. 2) vytvorili na zníženej zarovnanom stropu, ktorý sa vytvoril laterálnou modeláciou podzemného vodného toku.

Vznik anastomóz súvisí s vyplnením časti chodby sedimentmi a prúdením vody od Mramorového riečiska, na čo poukazujú lastúrovité jamky pokrývajúce ich steny. Medzi dnom chodby a stropom s anastomózami je vzdialenosť asi 2 m, čo naznačuje, že po ich vytvorení nastal odnos sedimentov, ktoré predtým vyplňali chodbu až po znížený strop. Stredom anastomózne mreže sa ťahne stropné koryto široké asi 30 cm a hlboké do 15 cm. V týchto miestach chodby sa nachádzajú anastomózy aj v nižšej pozícii asi 0,5 m nad dnom chodby. Ich vytváranie skôr súvisí s činnosťou potôčika tečúceho z dolinky Vyvieranie.

## KVARTÉRNE SEDIMENTY HLINENEJ CHODBY

### SEDIMENTY HLINENEJ CHODBY

Priestory Hlinenej chodby sú z veľkej miery zaplnené kvartérnymi sedimentmi, z ktorých prevládajú predovšetkým fluvialne sedimenty, menej sú zastúpené gravitačné sedimenty. Významnú súčasť sedimentov predstavujú rôzne druhy karbonátových speleotém, ktoré však v tejto fáze neboli



predmetom nášho výskumu. Výraznou črtou sedimentov Hlinenej chodby je výrazná prevaha prachov a jemnozrnných pieskov s prevažne rovným povrchom bez známok intenzívnejšej postsedimentárnej erózie.

Fluviálne sedimenty Hlinenej chodby možno rozdeliť do dvoch skupín. Prvú skupinu tvoria štrky, ktoré sú uložené jednak v stropných častiach a na skalných stupňoch, resp. na bočných zárezoch vytvorených na stenách chodby a jednak na dne chodby pri jej vyústení do Mramorového riečiska a v tylovej časti za sifónovým úsekom chodby (medzi meračskými bodmi č. 104 až 107). Druhú skupinu reprezentujú sedimenty uložené na súčasnom dne Hlinenej chodby – prevažne kaly a jemnozrnné piesky s ojedinelou prítomnosťou stredno- a hrubozrnných pieskov a štrkov.

*Fluviálne štrky v stropných častiach a na skalných stupňoch  
v okrajových častiach Hlinenej chodby od Mramorového riečiska*

V najvyšších stropných častiach Hlinenej chodby, najmä od jej vyústenia do Mramorového riečiska po rozšírený priestor charakteru siene pri meračskom bode č. 104, sa nachádzajú relikty fluviálnych sedimentov tvorených štrkami, ktoré sú často spevnené vyzrážaným kalcitom a pritmelené k stenám, prípadne k stropu chodby (obr. 3). Štrky s podpornou štruktúrou klastov sú hrubozrnné až balvanovité s obliakmi do 60 cm a medzernou hmotou tvorenou hrubozrnným pieskom. Tvoria hrubé až veľmi hrubé vrstvy s eróznou a ostrou bázou, sú hrubo horizontálne zvrstvené, miestami normálne gradované. Na viacerých miestach vidieť prednostnú orientáciu dlhšej osi obliakov poukazujúcu na smer ich transportu z J na JZ (zo smeru od Mramorového riečiska). Najväčší podiel na petrografickom zložení štrkov majú granitoidné horniny, v menšej miere sa nachádzajú kremence a karbonáty. Klasty sú prevažne suboválne až oválne, dobre opracované. Väčšina granitových obliakov je značne zvetraná a stiskom ruky sa ľahko rozpadá na hrubozrnný piesok. Kremencové obliaky sú nezvetrané. V sieni pri meračskom bode č. 104 sa relikty štrkových a balvanovitých fluviálnych sedimentov nachádzajú v najväčšom množstve. Vo vrchnej časti sú prekryté sintrovou kôrou hrubou až 20 – 30 cm. V auguste 2004 sa z nej odobrali vzorky na rádioizotopové datovanie (H. Hercman a kol.), ktoré sa spracovávajú.

Najvyššia úroveň Hlinenej chodby zo siene pri meračskom bode č. 104 pokračuje niekoľko metrov nízkym kanálom na sever a končí sa úplným vyplnením sedimentmi pokrytými sintrovou kôrou. Steny tohto priestoru sú pokryté malými prúdovými lastúrovitými jamkami.

Medzi meračskými bodmi č. 104 až 108 nie je vyššia časť chodby výrazne vyvinutá, ale na jej existenciu poukazujú viaceré menšie komíny, ktoré sú pri ústí do Hlinenej chodby vyplnené scementovanými štrkami s podobným vývojom, aký majú štrky v sieni pri meračskom bode č. 104 alebo v predných častiach chodby. Jeden takýto komín je napríklad pri meračskom bode č. 106. Pod ním je malý osypový kužeľ tvorený obliakmi fluviálnych sedimentov prevažne granitoidného zloženia (obr. 4).

Veľkosť obliakov štrkov, ktoré dosahujú priemer až 60 cm, poukazuje na veľkú unášaciu schopnosť toku prúdiaceho Hlinenou chodbou v čase ich depozície. Vysokú turbulenciu toku potvrdzujú aj erózne bázy vrstiev a častá bimodalita indikujúca prvotné usadzovanie



Obr. 3. Zvyšky stmelých štrkových sedimentov v najvyššej stropnej časti Hlinenej chodby. Foto: J. Psotka  
Fig. 3. Residues of cemented gravel deposits in the highest ceiling part of Loamy Corridor. Photo: J. Psotka



Obr. 4. Osypový kužeľ tvorený staršími štrkovými sedimentmi. Foto: P. Bella  
Fig. 4. Cone of older gravel deposits. Photo: P. Bella

hrubých klastov a až neskoršiu infiltráciu piesku tvoriaceho medzernú hmotu. Horizontálne zvrstvenie môže indikovať fluktuáciu prúdenia pravdepodobne spojenú so zrážkovými výkyvmi. Jemnozrnnejšia frakcia sa dostala do priestorov medzi väčšími klastmi infiltráciou po znížení transportnej energie toku.

Uloženie sintrovej kôry na akumulácii fluviálnych sedimentov poukazuje na obdobie, keď sa táto časť stala inaktívnou. Nie je vylúčené, že v tom čase si už vodný tok našiel iné cesty v nižších častiach chodby alebo si prerezal nové kanály nižšie v predtým uložených sedimentoch.

Morfologická pozícia opisovaných štrkov naznačuje, že pravdepodobne ide o zvyšok najstaršieho pôvodného priestoru Hlinenej chodby – jej najvyššej časti, ktorá sa vytvárala v epifreatickej zóne. Na rýchle prúdenie vody v sifonálnych podmienkach poukazujú malé prúdové lastúrovité jamky. Vodný tok s väčšou rýchlosťou prúdenia transportoval a ukladal fluviálne sedimenty s obsahom balvanov granitov a kremencov. Po poklese kompetencie paleotoku alebo po vytvorení prekážky pre vodný tok došlo k vyplneniu tejto časti chodby sedimentmi a ich následnému prekrytiu spomínanou sintrovou kôrou.

#### *Spodné polohy fluviálnych štrkov v okrajovej časti Hlinenej chodby od Mramorového riečiska*

Na zráze pri vyústení Hlinenej chodby do Mramorového riečiska vychádzajú hrubozrné, masívne, planárne a šikmo planárne zvrstvené hrubozrné až balvanovité štrky s priemernou veľkosťou obliakov 10 až 15 cm. Štrky sú tvorené prevažne granitmi, vyskytujú sa tu však aj kremence a ojedinele aj ruly. Väčšina granitových obliakov je silne zvetraná a niektoré sa po údere geologickým kladivom ľahko rozpadávajú. Štrky s podpornou štruktúrou klastov sú čiastočne stmelené sintrom alebo pokryté sintrovou kôrou. Sintrová kôra na týchto štrkoch uložených na terasovitom záreze poniže vyústenia Hlinenej chodby má vek 88,6-tisíc až 107-tisíc rokov. Vznikla po uložení fluviálnych sedimentov, neskôr bola remodelovaná (lastúrovité jamky) a čiastočne zdeštruovaná prúdiacou vodou (Hercman et al., 2000, 2006.)

Opisované štrky sú súčasťou akumulácie, ktorá patrí do II. vývojovej úrovne Demänovského jaskynného systému (Droppa, 1972) nachádzajúcej sa 3 až 4 m nad súčasnou úrovňou podzemného toku Demänovky. Pokorný (1949) predpokladá rozšírenie týchto štrkov v podloží jemnozrných sedimentov aj vo vzdialenejších priestoroch Hlinenej chodby – túto skutočnosť sa nám však nepodarilo zistiť. Keďže v oblastiach prechodu dna Hlinenej chodby do nižších priestorov, nachádzajúcich sa severozápadne od ústia chodby do Mramorového riečiska (zatiaľ nie sú zamerané), sme nenašli žiadne podobné hrubozrné štrkové sedimenty, domnievame sa, že hrubozrné štrky II. vývojovej úrovne jaskynného systému uložené na spomenutom terasovitom záreze v Mramorovom riečisku sa vo vzdialenejších častiach Hlinenej chodby nenachádzajú.

Opisované masívne a planárne šikmo zvrstvené hrubozrné až balvanovité štrky poukazujú na ich depozíciu tokom s veľkou unášacou schopnosťou. Planárne šikmé zvrstvenie štrkov vzniká často v pozdĺžnych baroch typických pre divočiace rieky s veľkou energiou (Miall, 1996). Horizontálne zvrstvené štrky sú v jaskyniach často interpretované ako sedimenty ukladané tokmi bez voľného povrchu. Uvedené datovanie sintrovej kôry na povrchu týchto štrkov môže naznačovať depozíciu štrkov blízko posledného interglaciálu, t. j. spojitost' intenzity toku, ktorý ich usadzoval, s tavnými vodami ľadovca v južnej, nekrasovej časti Demänovskej doliny.

#### *Fluviálne štrky v tylovej časti Hlinenej chodby*

Za sifónovým úsekom chodby (medzi meračskými bodmi č. 104 až 107) je uložená akumulácia prevažne štrkovitých fluviálnych sedimentov narezaná potôčikom, ktorý v súčasnosti preteká Hlinenou chodbou v smere od dolinky Vyvieranie (obr. 5). Na báze sedimentov sú planárne zvrstvené piesky, v ktorých nadloží vystupuje 20 cm vrstva planárne šikmo zvrstveného piesčitého štrku s 3 až 5 cm veľkými obliakmi. Tieto sú tvorené granitmi, kremencami a karbonátmi. Granitové a kremencové klasty sú suboválne až oválne, dobre opracované. Karbonátové klasty sú subangulárne, slabšie opracované. Vizuálne prevládajú predĺžené tvary. Vo vrstve štrku možno vidieť imbrikácie obliakov predĺžených a plochých tvarov.

Planárne zvrstvené štrky sú prekryté asi 15 cm hrubou vrstvou masívneho piesčitého štrku s podpornou



Obr. 5. Štrkové sedimenty pokryté sintrovou kôrou neďaleko meračského bodu č. 110. Foto: P. Bella

Fig. 5. Gravel deposits covered by flowstone near the surveying point No. 110. Photo: P. Bella



štruktúrou klastov. Strop sedimentárnej sekvencie tvoria paralelne laminované jemnozrné piesky a prachy.

Zrornosť a štruktúra strednozrných štrkov uložených za sífonom Hlinenej chodby naznačuje, že boli uložené pomerne vyrovnaným, stredne silným tokom, len o niečo menším, než je dnešný tok Demänovky. Planárne zvrstvenie, ktoré sa pozoruje v eróznom záreze, vzniklo pravdepodobne laterálnou akréciou sedimentov v oblasti barov. Imbrikácia klastov, ktorá je v záreze jasná, ukazuje na smer prúdenia zo smeru od Mramorového riečiska.

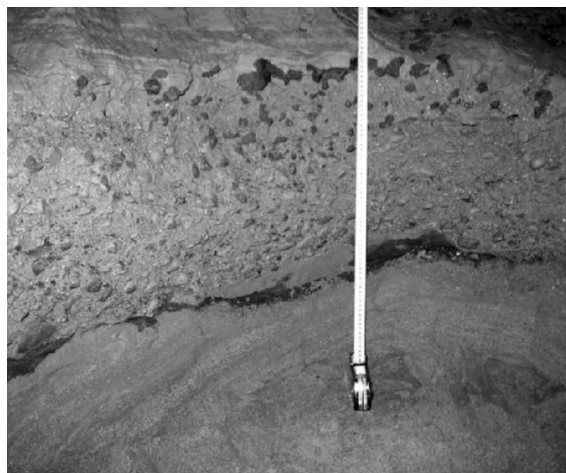
V severných tylových priestoroch Hlinenej chodby sa výskyt reliktoov hrubozrných štrkových sedimentov pozoruje pri meračskom bode č. 110. Zachovali sa v menšom bočnom záreze na skalnej stene, ako aj v nižšej polohe na západnom okraji chodby vedľa mladších zrútených skalných blokov. Sintrová kôra, ktorá pokrýva tieto alochtónne fluviálne sedimenty (obr. 6), je staršia ako 350-tisíc a mladšia ako 1,2 mil. rokov (Hercman et al., 2006). Na bývalú výškovú úroveň štrkov poukazuje aj zvyšok denudovanej nadložnej sintrovej kôry, ktorý sa zachoval vo vyššej polohe bočnej chodby vedúcej pravdepodobne do priestoru jaskyne Vyvieranie (severozápadne od meračského bodu č. 111). S usadzovaním týchto sedimentov asi súvisí aj paragenetický vývoj anastomóz s menším stropným korytom smerujúcim do tejto bočnej chodby (obr. 2).

Drobnozrné štrky sa nachádzajú aj v koncovej časti Hlinenej chodby, kde tvoria dno súčasného potôčika tečúceho z dolinky Vyvieranie smerom na JZ k výstetriu chodby do Mramorového riečiska. Štrky, tvorené predovšetkým karbonátmi, sú 1 až 2 cm veľké a sú prekryté strednozrnými, čerinovo zvrstvenými pieskami. Ukladali sa počas občasných „povodní“, keď sa zvýšila unášacia sila v súčasnosti veľmi slabého prúdu.

#### *Fluviálne sedimenty súčasného dna Hlinenej chodby*

Prevažná časť fluviálnych sedimentov Hlinenej chodby je jemnozrná a patrí do zrnitosti kategórie kalov (ílov a prachov) a jemnozrných pieskov.

Jemnozrné sedimenty sa nachádzajú pozdĺž celej Hlinenej chodby od Mramorového riečiska až k dolinke Vyvieranie. Sú tvorené najmä prachmi, menej jemnozrnými pieskami a ílmi hnedožltej farby. Typické je striedanie prachov a pieskov vytvárajúcich laterálne kontinuálne laminy a tenké vrstvy (obr. 7). Bázy lamín a vrstiev sú ostré, často však deformované vplyvom záťaže nadložných sedimentov alebo unikajúcou vodou z podložných sedimentov. Najčastejšími štruktúrami, ktoré sme pozorovali v týchto sedimentoch, je paralelná laminácia a občasná šikmé čerinové zvrstvenie, často deformované. Jemnozrné sedimenty sú často deformované, čo podmienilo vznik sekundárnych deformačných štruktúr. Medzi najčastejšie patria štruktúry po úniku vody (*water-escape structures*), často s dobre vyvinutým stĺpcom, pozdĺž ktorého unikala voda zo spodných vrstiev (*water escape pillar*), alebo s vývojom plameňových štruktúr (*flame structures*). Jemnozrný piesok unikajúci pozdĺž vertikálnych stĺpcov využíval plochy oslabenia, najčastejšie medzivrstevné plochy, kam intrudoval s následným vytvorením klastických dajok (obr. 8). Sedimenty



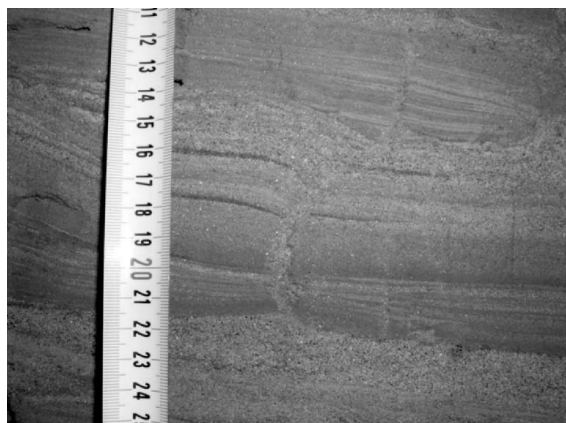
Obr. 6. Profil sedimentmi neďaleko meračského bodu č. 107. Foto: J. Janočko

Fig. 6. Sediments profile near the surveying point No. 107. Photo: J. Janočko



Obr. 7. Profil jemnozrných fluviálnych sedimentov na začiatku Hlinenej chodby. Foto: P. Bella

Fig. 7. Profile of fine-grained fluvial sediments in the beginning of Loamy Corridor. Photo: P. Bella



Obr. 8. Klastická dajka. Foto: J. Psotka

Fig. 8. Clastic dyke. Photo: J. Psotka

na začiatku Hlinenej chodby majú mocnosť 1,5 m. Nie je jasný smer ich transportu, pretože absentujú dobre vyvinuté čeriny alebo šikmé zvrstvenie. Na západnej strane chodby sú tieto sedimenty uložené až po znížený strop, kde sa na kontakte s nimi vytvorili anastomózy.

Sedimentárne štruktúry opisovaných uloženín indikujú sedimentáciu v pokojnom prostredí, čo je doložené predovšetkým prítomnosťou paralelne laminovaných prachovitých a jemnopiesčitých sedimentov. Intenzita deformačných textúr však poukazuje na to, že napriek pokojnému prostrediu narastanie stĺpca jemnozrnných sedimentov bolo veľké, čo indikuje aj veľkú rýchlosť sedimentácie. Je veľmi pravdepodobné, že opisované sedimenty vznikali vypadávaním z hustej suspenzie kalnej vody, ktorá bola stojatá alebo prúdila len veľmi pomaly.

### SEDIMENTY HLINENEJ SIENE

Hlinená sieň, ktorá doposiaľ nie je zameraná, sa nachádza za úzkou odbočkou v smere prítoku malého potôčika pri meračskom bode č. 109. Predpokladáme, že jej vznik bol podmienený SV – JZ zlomom s úklonom na SZ. Sieň vytvorená v sivých dolomitoch vznikla pravdepodobne koróziou občasných záplavových alogénnych vôd ako slepá bočná vetva Hlinenej chodby. Na stenách Hlinenej chodby sú vytvorené rôzne nepravidelné špongiovité tvary (*spongework structure*) poukazujúce na turbulenciu a miešanie vôd. Na rozdiel od predchádzajúcich úsekov chodby tu chýbajú typické formy fluvialnej modelácie (prúdové lastúrovité jamky a pod.), čo naznačuje nízku prietochnosť priestoru. Sedimenty sú zastúpené laminovanými kalmi a jemnozrnnými prachovitými pieskami, miestami sa vyskytujú šošovky strednozrnného piesku. Charakteristická je paralelná laminácia zvýraznená svetlejšími a tmavšími laminami. V piesčitých polohách sa ojedinele vyskytujú drobné čeriny. V sedimentoch je do hĺbky asi 1 m zarezané mierne meandrujúce koryto potôčika, ktorého vody pochádzajú z ponorov povrchového autochtónneho toku v dolinke Vyvieranie. Potôčik vytvoril zarezaním do sedimentov kolmé, takmer 1 m vysoké brehy.

Genéza opisovaných sedimentov je identická s genézou jemnozrnných sedimentov v ostatných častiach Hlinenej chodby. Sedimenty boli zrejme ukladané z hustej suspenzie vody, ktorá bola alebo stojatá, alebo prúdila veľmi pomaly.

Sedimenty pozdĺž potôčika sú porušené mnohými gravitačnými trhlinami spôsobujúcimi ich blokový rozpad a pomalé zosúvanie do recentného koryta. Na povrchu nespevnených sedimentov sa vyskytujú ukážkovo vyvinuté egutačné jamky (obr. 9).



Obr. 9. Egutačné jamky na povrchu nespevnených sedimentov v Hlinenej sieni. Foto. P. Bella

Fig. 9. Egutation pits on the non-consolidated sediments in the Loamy Hall. Photo: P. Bella

### NÁČRT REKONŠTRUKCIE VÝVOJA HLINENEJ CHODBY A PRIĽAHLEJ ČASTI MRAMOROVÉHO RIEČISKA

Vrchné časti Hlinenej chodby s tvarmi fluvialnej modelácie a reliktnými hrubozrnnými fluvialnými sedimentami predstavujú jej staršie priestory, ktoré sa zachovali len vo fragmentoch. Na fluvialnu modeláciu priestorov v epifreatickej zóne poukazujú oválne tvary priečných rezov chodby, stropné kapsy alebo prúdové lastúrovité jamky, ktoré pokrývajú väčšinu povrchu stien. Na smer paleoprúdenia z Mramorového riečiska smerom do Hlinenej chodby (z JZ na SV) poukazuje asymetrická morfológia prúdových lastúrovitých jamiek. Takýto smer prúdenia vody predpokladá aj Droppa (1957). Bočný polovalný korytový zárez pravdepodobne vznikol laterálnym zahlbovaním vodného toku v štádiu vyrovnaného spádu riečiska alebo zväčšením prietoku vody v určitej fáze vývoja chodby.

Hrubozrnné štrkové sedimenty, zachované len v reliktoch, sa transportovali smerom od Mramorového riečiska, čo je v súlade so smerom paleoprúdenia určeného na základe asymetrie prúdových lastúrovitých jamiek. Podľa zrnitosti sedimentov opisovaných litofácií možno predpokladať, že ich transport prebiehal vo vodnom toku s veľkou kompetenciou, teda s vysokou rýchlosťou a turbulenciou. Prítomnosť hrubo horizontálne

zvrstvených štrkov vo vyšších úrovniach Hlinenej chodby, často aj v tesnom podloží stropu chodby, naznačuje prúdenie toku bez voľného povrchu, ktoré istotne existovalo vo finálnej fáze zaplňovania chodby. Vytvorenie až 30 cm hrubej sintrovej kôry na povrchu fluvialných sedimentov poukazuje na obdobie bez pretekania vodného toku v týchto častiach jaskyne.

Spodné časti Hlinenej chodby sú tiež výrazne fluvialne modelované (lastúrovité jamky na relatívne homogénnych skalných povrchoch, stenové kapsy na puklinách). Drobné lastúrovité jamky v niektorých častiach chodby korešpondujú s vyššou rýchlosťou prúdenia toku. Anastomózne mreže vo viacerých výškových úrovniach súvisia so zasedimentovaním časti profilu chodby jemnozrnnými sedimentmi a pomalým prúdením vody medzi stropom a povrchom akumulácií sedimentov.

Sedimenty rútenia na dne chodby nenesú stopy opracovania vodným tokom, k ich zrúteniu muselo dôjsť, keď vodný tok opustil chodbu. V spodných častiach chodby sa nenachádzajú ani veľmi hrubozrnné až balvanovité štrkové sedimenty, aké sa zachovali v horných častiach. Recentný potôčik, ktorého pôvod je v ponoroch v dolinke Vyvieranie, spôsobil odnos časti sedimentárnej výplne chodby. Na základe doterajších poznatkov predpokladáme, že chodba sa prvotne odvodňovala smerom do dolinky Vyvieranie a mohla mať súvis aj s najvýchodnejšími časťami jaskyne Vyvieranie, ako to predpokladal už Droppa (1957).

Analýza sedimentov a geomorfologických foriem naznačuje, že v rámci Hlinenej chodby možno vyčleniť nasledujúce vývojové fázy:

**Fáza A** – najstaršia vývojová fáza sa viaže na eróznny vývoj vyššej časti Hlinenej chodby. Určená je bázou hrubozrnnnej štrkovej akumulácie a eróznym zrezom, nápadným predovšetkým v časti chodby od jej vyústenia do Mramorového riečiska až po bývalý sifón. Meranie puklín a zlomov ukázalo tektonickú predispozíciu pri vytváraní týchto priestorov na diskontinuitách hlavne SV – JZ smeru.

**Fáza B** – viaže sa so sedimentáciou hrubozrnných štrkov vyššej úrovne Hlinenej chodby. Štrky boli akumulované tokom prúdiacim smerom od súčasného Mramorového riečiska smerom k dolinke Vyvieranie. V tomto čase ešte nepredpokladáme existenciu vadózne zarezanej spodnej časti chodby Mramorového riečiska. Vodný tok, z ktorého sa ukladali sedimenty, súvisel zrejme s priestormi vyvinutými v tej istej výškovej úrovni po ľavej strane riečiska, oproti vyústeniu Hlinenej chodby. Na tento predpoklad poukazuje oválna freatická chodba prechádzajúca ponad Mramorové riečisko.

**Fáza C** – prehĺbenie Hlinenej chodby na dnešnú úroveň. Súvisí s hĺbkovou eróziou a znižovaním eróznej bázy v Mramorovom riečisku do výšky pravostranného „terasového“ stupňa II. vývojovej úrovne podľa Droppu (1972). V mieste odbočky Hlinenej chodby z Mramorového riečiska zrejme dochádzalo k bifurkácii vodného toku.

**Fáza D** – spája sa so zaštrkovaním II. vývojovej úrovne Mramorového riečiska. Hlinená chodba zrejme v tom čase predstavovala len postrannú chodbu s občasným silnejším prítokom alogénnych vôd, ktoré niesli hrubší materiál. Na prítok vody do Hlinenej chodby po jej vyhlbení na súčasnú úroveň upozorňuje jednak orientácia planárneho šikmého zvrstvenia tesne za sifónom, jednak asymetrický vývoj prúdových lastúrovitých jamiek jednoznačne indikujúci prevažujúci smer prúdenia k dolinke Vyvieranie.

**Fáza E** – fáza prehĺbenia Mramorového riečiska a opustenia Hlinenej chodby vodným tokom. Počas tejto fázy sa prehĺbilo dno Mramorového riečiska na jeho súčasnú úroveň. Oblasť Hlinenej chodby sa stala takmer neaktívna, s ukladaním jemnozrnných sedimentov tokom prúdiacim od dolinky Vyvieranie smerom do Mramorového riečiska.

**Fáza F** – fáza zaštrkovania dna Mramorového riečiska. V Hlinenej chodbe naďalej prebieha veľmi pomalá sedimentácia jemnozrnných sedimentov. V oblasti veľkého gravitačného osypu za sifónom, kde sa gravitačne rútia štrky z vyššej a staršej úrovne Hlinenej chodby, ale aj z priestorov nad Hlinenou chodbou, nastáva redepozícia starších alochtónnych fluvialných sedimentov a ich ukladanie v recentnom riečisku potôčika tečúceho od dolinky Vyvieranie.

**Fáza G** – fáza prerezania poslednej dnovej akumulácie štrkov v priľahlej časti Mramorového riečiska. Na tejto akumulácii sa vytvoril sintrový povlak s vekom 8,4-tisíc rokov (Hercman et al., 2000, 2006). V časti Hlinenej chodby od dolinky Vyvieranie až po sifón naďalej prebieha pokojná sedimentácia. Časť chodby medzi jej vyústením do Mramorového riečiska a sifónom je úplne pasívna a fluvialná sedimentácia neprebieha.

Spoznanie komplexného vývoja Hlinenej chodby závisí od ďalšieho výskumu tejto časti Demänovského jaskynného systému. Na objasnenie jej genézy treba vykonať ďalšie sedimentologické a geomorfologické analýzy spojené s rádiometrickým datovaním, ktoré poskytuje vek vývojových fáz zaznamenaných sedimentmi a morfologickými tvarmi.

**Podakovanie:** Druhý autor referátu ďakuje grantom VEGA č. 1/3061/06 a 1/1128/04 za čiastkovú podporu tohto výskumu.



## LITERATÚRA

- BELLA, P. 1996. 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. 2000. Genetické typy jaskynných priestorov v Demänovskej doline. In J. Lacika, Ed. Zborník referátov z I. konferencie Asociácie slovenských geomorfológov pri SAV. Bratislava, 8–20.
- BIELY, A. – BEŇUŠKA, P. – BEZÁK, V. – BUJNOVSKÝ, A. – HALOUZKA, R. – IVANIČKA, J. – KOHÚT, M. – KLÍNEC, A. – LUKÁČIK, E. – MAGLAY, J. – MIKO, O. – PULEC, M. – PUTIŠ, M. – VOZÁR, J. 1992. Geologická mapa Nízkych Tatier 1:50 000. GÚDŠ, Bratislava.
- BIELY, A. – BUJNOVSKÝ, A. – VOZÁROVÁ, A. – KLÍNEC, A. – MIKO, O. – HALOUZKA, R. – VOZÁR, J. – BEŇUŠKA, P. – BEZÁK, V. – HANZEL, V. – KUBEŠ, P. – LIŠČÁK, P. – LUKÁČIK, E. – MAGLAY, J. – MOLÁK, B. – PULEC, M. – PUTIŠ, M. – SLAVKAY, M. 1997. Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Tatier. GÚDŠ, Bratislava, 232 s.
- DROPPA, A. 1957. Demänovské jaskyne. Krasové zjavy Demänovskej doliny. SAV, Bratislava, 289 s.
- DROPPA, A. 1966. The correlation of some horizontal caves with river terraces. *Studies in speleology*, 1, 186–192.
- DROPPA, A. 1966. Geomorfologické pomery Demänovskej doliny. *Slovenský kras*, 10, 9–46.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 1989. *Karst Geomorphology and Hydrology*. Chapman & Hall, London – New York – Tokyo – Melbourne – Madras, 601 p.
- 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. 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, 21–37.
- MIALL, A. D. 1977. A review of the braided-river depositional environment. *Earth-Sci. Rev.*, 13, 1–62.
- MIALL, A. D. 1996. *The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology*. Springer-Verlag Inc., Berlin, 582 p.
- PALMER, A. N. 2001. Dynamics of cave development by allogenic water. *Acta carsologica*, 30, 2, 13–32.
- PLAŠIENKA, D. 1999. Tektokronológia a paleotektonický model jursko-kriedového vývoja centrálnych Západných Karpát. *Veda*, Bratislava, 125 s.
- POKORNÝ, M. 1949. Vývoj najmladších prostor jeskyň Demänovských. *Časopis moravského musea v Brně*, 34, 49–65.
- SLABE, T. 1995. Cave rocky relief and its speleogenetical significance. *SAZU*, Ljubljana, 128 p.
- TEREKOVÁ, V. 1984. Vyhodnotenie stopovacej skúšky v dolinke Vyvieranie. *Spravodaj SSS*, 15, 4, 39–41.