

FLUKTUAČNÉ ZÁPLAVOVÉ A POSTZÁPLAVOVÉ VERTIKÁLNE ŽLABY V JASKYNIACH – ZÁKLADNÉ POZNATKY A TYPOLÓGIA

Pavel Bella – Kensaku Urata

V doterajšej literatúre sú opísané viaceré typy subvertikálnych až vertikálnych žlabov na jaskynných stenách. Najčastejšie sú charakterizované drobné žliabkovité (*Höhlenrillen, rillenkarrén*) a brázdrovité škrapy (*Höhlenrinnen, rinnenkarrén*) alebo dekantačné žlabovité vyhlbeniny (*decantation runnels, decantation fluting*), ktoré sa vytvárajú stekajúcou vodou vo vadóznych podmienkach (A. Bögli, 1978; J. N. Jennings, 1985; D. C. Ford – J. Lundberg, 1987; W. B. White, 1988; S. E. Lauritzen – J. Lundberg, 2000 a iní). Menej výrazné žlaby sa údajne vytvorili aj vo freatických podmienkach koróziou v dôsledku vystupovania vzduchových bublín (*air bubble half-tubes*), čo vysvetľujú F. Cser a I. Szenthe (1986), resp. F. Cser (1988). Avšak už A. Lange (1964a) upozornil na menšie vertikálne rebrovité vyhlbeniny vytvorené vystupujúcimi vzduchovými bublinami, ktoré pozoroval po okrajoch planárnych stropných kupol. T. Slabe (1989, 1992, 1995) opisuje „podsedimentové“ vertikálne žlaby vytvorené v epifreatických podmienkach. Ph. Murphy a J. Cordingley (1999) charakterizujú oválne žlaby podobné valcovitým škrapám (*rundkarrén*), ktoré sa vyskytujú na strmých povrchoch skalných schodovitých výstupov na podlahe zaplavených freatických jaskynných chodieb v smere prúdenia vodného toku a sú vytvorené eróziou následkom unášania a „stekania“ čistočiek piesočnatých sedimentov.

V mnohých riečnych jaskyniach s kolísaním vodnej hladiny alebo opakujúcimi sa záplavami sa na strmých až takmer vertikálnych skalných stenách vyskytujú skalné povrchy rozčlenené nehlbokými a úzkymi vertikálnymi žlabmi. Počas pobytu K. Uratu, experta JICA – Japonskej agentúry pre medzinárodnú spoluprácu, na Správe slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši v apríli a máji 2002, ako aj v apríli a máji

2003 sme taketo žlaby skúmali v Gombaseckej jaskyni a v jaskyni Milada v Slovenskom krase, v Punkevných jaskyniach v Moravskom krase i v niektorých ďalších jaskyniach. K. Urata ich zaznamenal aj v jaskyni Fudo-do, ktorá sa nachádza na planine Hirao-dai v severnej časti ostrova Kjúšú v Japonsku.

Podobné i rovnaké žlaby uvádza aj T. Slabe (1989, 1995) z jaskyne Križna jama v Slovinsku. Z genetického hľadiska ich označil ako *below-sediment solution bevels*, ku ktorým radí aj širšie oválne žlaby (*below-sediment funnel-shaped bevels*, resp. *channels*) na previsnutých spodných častiach skalných stien. Na postzáplavové hydrologické podmienky sa viaže vznik dekantačných vertikálnych žliabkov (*vertical rills*), ktoré opisuje W. B. White (1988).

Problematika genézy vertikálnych žlabov vytvorených v závislosti od kolísania vodnej hladiny alebo opakujúceho sa zaplavovania jaskynných priestorov je predmetom predloženého príspevku, ktorý azda prispeje k rozpracovaniu typológie epifreatických žlabovitých „škrapových“ foriem v jaskyniach. V rámci genetickej klasifikácie mikroforiem jaskynného georeliéfu nie je problematika „škrapových“ foriem doteraz uspokojivo doriešená, na čo poukazujú S. E. Lauritzen a J. Lundberg (2000).

Doteraz neexistuje jednotný názor ani na základné terminologické vymedzenie pojmu jaskynných škrap. A. Bögli (1978) medzi jaskynné škrapy zaraďuje stropné kanáliky (anastomózy), pendanty (*Deckenkarrén*), špongiovitú dutinu, stropné jamky, jaskynné žliabky a ryhy, t. j. drobné formy vytvorené vo freatických i vadóznych podmienkach (okrem jaskynných škrap rozlišuje stropné a podlahové hrnce, facety, stropné korytá a iné podobné tvary). S. E. Lauritzen a J. Lundberg (2000) však za jaskynné škra-

py považujú iba mikrotvary jaskynného georeliéfu vytvorené vo vadóznych podmienkach – viaceré žlabovité a jamkovité vyhlbeniny, hrotovité skalné výčnelky (*spitzkarrén*), svetelne orientové „fotoškrapy“ vytvorené v súčinnosti fotosyntézy – biologického procesu a rozpúšťania (*light-oriented photokarrén*) a iné podobné tvary.

Pozornosť však treba venovať i epifreatickým žlabovitým vyhlbeninám, z ktorých najmä žlaby vytvorené stekajúcou alebo mokvajúcou vodou z nadložných povodňových sedimentov (T. Slabe, 1989, 1992, 1995) sú podobné povrchovým jarčekovitým škrapám. Fluktučné záplavové a postzáplavové vodné prostredie predstavuje sezónne alebo iné krátkodobé striedanie sa freatických a vadóznych podmienok, pričom hlavný morfo-genetický efekt vody sa vzťahuje na kolísanie vodnej hladiny alebo opakujúce sa zaplavovanie jaskynných priestorov a stekanie, filtráciu alebo mokvanie vody po poklese vodnej hladiny.

EPIFREATICKE VERTIKÁLNE ŽLABY – PREHLAD LITERATÚRY A NÁZOROV

Ako sme už uviedli, T. Slabe (1989, 1992, 1995) opisuje šikmé až vertikálne žlaby (tzv. *below-sediment bevels*) v častiach epifreatických chodieb, ktoré nie sú vystavené rýchlemu vodnému toku. Zvyčajne sa vyskytujú v spodných častiach jaskynných stien. Vytvorené sú na šikmých, vertikálnych i previsnutých skalných plochách. Najväčšie z nich sú 15 cm hlboké, častejšie sú však menšie žlaby. Majú priečny profil tvaru „V“, ich dno je však zaokrúhlené. Medzi jednotlivými žlabmi sú ostré rebrovité výčnelky. Na menej sklonených plochách medzi

žlabmi, kde sa môžu usadiť fľovité sedimenty, sú vytvorené menšie žlaby, ktoré vedú do väčších žlabov. Iný tvar majú žlaby vytvorené na previsnutých plochách (*below-sediment funnel-shaped bevels*, resp. *channels*), ktoré sa začínajú ostrým rozhraním, sú širšie a oválne, majú viac-menej lievikovitý tvar – rozširujú sa smerom k spodnej časti skalnej steny.

Uvedený autor sa na základe terénnych pozorovaní i experimentálneho pokusu domnieva, že uvedené žlaby sú vytvorené vodou, ktorá filtračne vyteká z čerstvo uložených alebo starých vodou nasiaknutých sedimentov. Tie sú uložené na mierne sklonených plochách skalného obvodu jaskynných priestorov. Rozšírenie a veľkosť žlabov sú podmienené kvantitou vody pomaly vytekajúcej, resp. mokvajúcej zo sedimentov, ich tvar závisí od sklonu povrchu, ktorým steká voda. Veľké množstvo vody pravidelne vytekajúcej zo sedimentov vytvára husto rozšírené lineárne a plytké žlaby. Pri menšom množstve vody sú žlaby menej frekventované, avšak hlbšie a miestami skrútené. Kvantita vody je podmienená množstvom sedimentov, ako aj frekvenciou ich zaplavovania. Poukazuje aj na remodeláciu rebrovitých výčnelkov medzi žlabmi. Ak sú vystavené korózii, stávajú sa viac zaostrené. V prípade pôsobenia mechanickej erózie nadobúdajú hladké a zaoblené tvary.

S opakujúcim sa zaplavovaním súvisí aj vznik vertikálnych žliabkov (*vertical rills*) vytvorených na strmých až zvislých skalných stenách vodou vytekajúcou určitý čas po znížení vodnej hladiny z ústia medzivrstevných anastomózných kanálikov, ktoré bývajú dotované vodou počas záplav (W. B. White, 1988). S. E. Lauritzen a J. Lundberg (2000) ich radia medzi dekantačné žlabovité vyhlbeniny, ktoré postupne „miznú“ so vzdialenosťou od miesta zdroja – výtoky vody, kde sú najhlbšie (opačne ako *rinnenkarren*, ktoré sa zahlbujú s nárastom vzdialenosti od zdroja vody).

TERMINOLOGICKÉ PROBLÉMY

Podsedimentové „superpozičné“ a „kontaktné“ korózne formy jaskynného georeliéfu

T. Slabe (1989, 1992, 1995) opisuje „podsedimentové“ žlaby vytvorené na šikmých až takmer zvislých skalných povrchoch pod vyššie ulo-

ženými povodňovými fluviaálnymi sedimentmi, z ktorých po záplavách a následnom poklese vodnej hladiny stekajú alebo vymokajú jarčeky vody. Termínom „podsedimentové“ však označil aj korózne jamky na skalnej podlahe, ktoré vznikajú pôsobením vody filtrujúcej cez hrubo- i drobnozrné sedimenty, t. j. koróziou na kontakte nadložného sedimentu so skalným podložíom. Prítom ide o dve rozdielne morfogenetické pozície i charakter pôsobenia korózneho procesu.

Preto z terminologického hľadiska treba v rámci podsedimentových korózných foriem jaskynného georeliéfu rozlišovať „superpozičné“ a „kontaktné“ formy. V našom prípade vyčleňujeme podsedimentové superpozičné a kontaktné postzáplavové korózne žlaby.

„Bellow-sediment solution bevels“ (T. Slabe, 1995) versus „rills“ alebo „runnels“

Ako sme už uviedli, T. Slabe (1995) podsedimentové superpozičné postzáplavové jarčekovité žlaby označil ako *below-sediment solution bevels*. V speleologickej literatúre *solution bevels* ako korózne formy jaskynného georeliéfu opísali už A. L. Lange (1964b) a L. R. Goodman (1965). A. L. Lange (1968) uvádza, že *solution bevels* označujú korózne zošikmené plochy vytvorené následkom stupňovito meniacej sa intenzity rozpúšťania, ktorú podmieňuje vertikálna stratifikácia kvapaliny alebo hominy. Korózne zošikmenia na naklonených plochých stenách a na šikmých neprevisnutých zakrivených stenách sú ploché, na previsnutých zakrivených stenách sú zakrivené. A. Lange (1964) opisuje aj *joint bevels* vytvorené pozdĺž tektonických porúch a *bedding plane joint bevels* vytvorené pozdĺž medzivrstevných plôch.

Termín *corrosion bevels* použil aj D. C. Ford (1989, resp. in D. C. Ford & P. W. Williams, 1989), pričom ho vzťahuje na zarovnané stropy vo vápencových jaskyniach. Píše o ich koróznom „zošikmení“ bez ohľadu na geologickú štruktúru. Vo vzťahu ku koróznym zarovnaným stropom v jaskyniach S. E. Lauritzen a J. Lundberg (2000) preferujú ponechanie pôvodného nemeckého termínu *Laugdecken*, pretože termín *corrosion bevel* zvyčajne znamená uhlové zošikmenie, t. j. významovo viac súvisí s termínom *Facetten*, resp. *Stillwasserfacetten* – koróznymi šikmými

plochými stenami spájajúcimi, resp. zbiehajúcimi sa ku dnu chodby, ktoré vznikajú konvekciou vody (S. Kempe et al., 1975). Takýto morfológický tvar majú aj *planes of repose*, ktoré však nevznikajú konvekciou vody, ale rozpúšťaním počas pomalej cirkulácie vôd, keď akumulácia nerozpuštných zvyškov prekáža koróznemu rozširovaniu dna a šikmých stien v zaplavenej časti jaskynných priestorov (A. L. Lange, 1963, 1968; L. R. Goodman, 1964). Podobne V. S. Lukin (1967 in V. N. Andrejchuk, 1992, 1996) vysvetľuje vznik polygonálnych priečných profilov, vrátane šikmých plôch na spodných častiach jaskynných chodieb, hydrochemickou stratifikáciou vody a ochranným efektom pokryvu jemných sedimentov, ktorý je uložený na dovnútra sklonených plochých facetách.

Ak *solution bevels* vytvárajú „šelfovité“ tvary, môžu byť nerozlišiteľné od *planes of repose*; v skutočnosti sú zárodkami zväčšovania šikmých povrchov, z ktorých sa vytvárajú *planes of repose* (A. Lange, 1964b).

Z uvedeného prehľadu používania termínu *bevels* v speleogeomorfológii možno do značnej miery polemizovať o správnosti označenia tektonicky alebo medzivrstevne nepodmienených epifreatických žlabovitých vyhlbení na šikmých až strmých plochých alebo zakrivených stenách ako *below-sediment solution bevels*. Preto vo vzťahu k vertikálnym žlabom, ktoré sú vytvorené jarčkami vody stekajúcej z povrchu sedimentov alebo vymokajúcej zo sedimentov po ich opakujúcom sa zaplavovaní, odporúčame namiesto termínu *below-sediment solution bevels* používať termín „podsedimentové superpozičné postzáplavové jarčekovité žlaby“ (*below-sediment superposition postflooded runnels*).

EPIFREATICKÉ VERTIKÁLNE ŽLABY – ZÁKLADNÁ TYPOLÓGIA, MORFOGENETICKÉ ZNAKY, DISKUSIA A POZNÁMKY KU GENÉZE

Základné typy epifreatických vertikálnych žlabov

Na základe uvedených názorov a vlastných pozorovaní možno vyčleniť tieto základné typy vertikálnych žlabov v jaskyniach, ktorých vznik



Obr. 1. Pulzačné záplavové žlaby v Punkevných jaskyniach, Česká republika.

Foto: P. Bella

Fig. 1. Pulse flood grooves in the Punkevní Caves, Czech Republic.

Photo: P. Bella



Obr. 2. Pulzačné záplavové žlaby v kaňone Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni.

Foto: P. Bella

Fig. 2. Pulse flood grooves in the canyon of Black Stream in the Gombasecká Cave, Slovakia. Photo: P. Bella



Obr. 3. Detail pulzačných záplavových žlabov v kaňone Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni. Foto: P. Bella
Fig. 3. Detail of the pulse flood grooves in the canyon of Black Stream in the Gombasecká Cave, Slovakia. Photo: P. Bella



Obr. 4. Vertikálne žliabky na občasne zaplavovaných hlinitých sedimentoch v Demänovskej jaskyni mieru. Foto: P. Bella
Fig. 4. Vertical small grooves on episodically flood clay sediments in the Demänovská Cave of Peace, Slovakia. Photo: P. Bella

priamo alebo následne súvisí s kolísaním vodnej hladiny alebo s opakujúcim sa zaplavovaním jaskynných priestorov:

1. **Pulzačné záplavové žlaby** (*pulse flood grooves*). Jeden až niekoľko centimetrov hlboké, strmé až takmer vertikálne žliabky alebo žlaby na skalných povrchoch v zátokovitých brehových výklenkoch alebo na vnútorných nánosových brehoch meandrov podzemných vodných tokov, ktoré bývajú opakovane zaplavované (obr. 1, 2 a 3). V kaňone Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni miestami vidieť, že na

nárazom brehu vodného toku sa vytvárajú prúdové facety (*scallops*), kým v zátokovitom výklenku s kolísaním vodnej hladiny vznikajú menšie pulzačné žlaby. Pomerne výrazné pulzačné záplavové žlaby sa pozorujú aj na zvislých povrchoch úzkych podlahových skalných ostrôh, ktoré vyčnievajú z dna chodby a sú pokryté tenkým povlakom jemných povodňových sedimentov.

Vznik pulzačných záplavových žlabov súvisí s kolísaním vodnej hladiny, pričom sa časť skalnej steny opakovane ponára a vynára z vodnej hladiny (obr. 1). Po poklese vodnej hladiny vodný film steká po skalnej stene nadol, pričom časom sa stekajúca voda koncentruje do rozširujúcich sa iniciálnych žliabkov. Vertikálny rozsah pulzačných záplavových žlabov je daný najvyššími kulminujúcimi stavmi vodnej hladiny počas záplav.

Ak záplavové vody unášajú kalové alebo piesčité sedimenty, ktoré sa usadzujú na skalných povrchoch nánosových brehov a „zálivovitých“ brehových vyhlbení, krátko po prudkých poklesoch záplav tenké zvodnené povlaky týchto sedimentov stekajú strmými pulzačnými žlabmi, čím sa prehĺbujú a zaoblujú. Podobne Ph. Murphy a J. Cordingley (1999) poukazujú na aktívnu úlohu erózie vo vývoji aktívnych freatických kanálov s vysokým sedimentačným zaťažením, najmä počas vyšších prietokov alebo krátko po prudkých poklesoch záplav. Ak sa však pulzačné záplavové žlaby pokrývajú mocnejšou vrstvou naplavených hlinitých sedimentov, táto môže pôsobiť ako bariéra proti ich ďalšiemu

koróznemu prehlbovaniu počas kolísania vodnej hladiny.

Podobné, avšak menšie žliabky sme pozorovali na hlinitých sedimentoch na brehu potôčika na III. vývojovej úrovni v Demänovskej jaskyni mieru pred jeho aktívnym ponorom (obr. 4). Opakovaným kolísaním vodnej hladiny sa na hlinitých brehoch vytvorila sústava strmých vertikálnych žliabkov, ktorých hustota je vyššia na strmých povrchoch. Na menej sklonených povrchoch sú redšie a menej zahĺbené. Počas prvotných záplav sa vytvorili iniciálne žliabky, do ktorých sa koncentrovala stekajúca voda po poklese vody z neskorších záplav, čím sa žliabky postupne zahľbovali.

Hrebeňovité výčnelky medzi pulzačnými záplavovými žlabmi na skalných stenách bývajú miestami zaoblené eróznym účinkom prúdiacej vody, ktorá v čase vyšších vodných stavov unáša jemné sedimenty a zaplavuje spodné časti skalných stien rozbrázdnené staršími pulzačnými žlabmi (obr. 5). Tieto sú voči horizontálnemu prúdu vody zoradené kolmo.

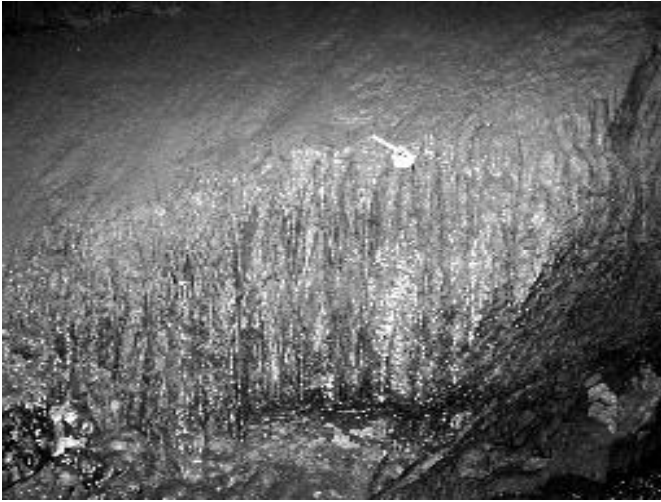
Pulzačné záplavové žlaby bývajú remodelované aj presakujúcimi atmosférickými vodami, ktoré sa objavujú na horných šikmých častiach jaskynných stien nad pulzačnými žlabmi. V dolných častiach skalných stien s pulzačnými žlabmi sa vodné filmy koncentrujú do malých jarčiek, ktoré vytváraním rýhovitých zárezov remodelujú pôvodné oválne dno žlabov.

2. **Podsedimentové superpozíčné postzáplavové jarčekovité žlaby** (*below-sediment superposition postflood runnels*). Ide o žlaby, ktoré opísal T. Slabe (1989, 1992, 1995). Vytvorené sú na šikmých až takmer zvislých skalných povrchoch, na ktorých sú na terasovitých zárezoch, meandrovitých bočných zárezoch alebo na iných podobných visutých skalných „balkónikoch“ uložené povodňové sedimenty alebo staršie sedimenty, ktoré bývajú zaplavované povodňovými vodami. Po poklese vodnej hladiny jarčeky vody stekajú z povrchu ílovitých sedimentov alebo vymokajú zo štrkovitých alebo piesčitých sedimentov, čím sa vyhlbujú vertikálne ryhy až žlaby (obr. 6).

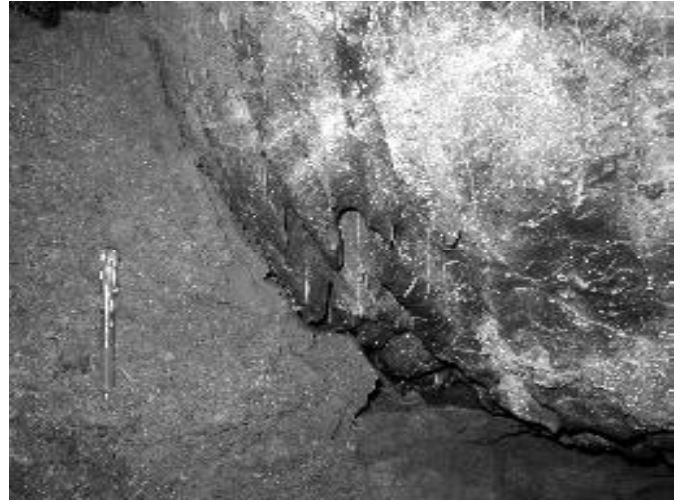
V prípade intenzívneho a dlhotrvajúceho prúdenia záplavovej vody môžu byť ostré „hrebeňovité“ hrany medzi žlabmi zaoblené, podobne ako v prípade pulzačných záplavových žlabov.



Obr. 5. Prúdiacou vodou remodelované pulzačné záplavové žlaby v kaňone Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni. Foto: P. Bella
Fig. 5. Pulse flood grooves remodelled by water flow in the canyon of Black Stream in the Gombasecká Cave, Slovakia. Photo: P. Bella



Obr. 6. Podsedimentové superpozičné postzáplavové jarčekovité žľaby v kaňone Čierneho potoka v Gombaseckej jaskyni. Foto: P. Bella
Fig. 6. Below-sediment superposition postflood runnels in the canyon of Black Stream in the Gombasecká Cave, Slovakia. Photo: P. Bella



Obr. 7. Inundačné hlinité sedimenty na štrkoch pod paragenetickými žľabmi v Mramorovom riečisku v Demänovskej jaskyni slobody. Foto: P. Bella
Fig. 7. Innundation clay sediments on gravels under paragenetic half-tubes in the Marble River Bed in the Demänovská Cave of Liberty, Slovakia. Photo: P. Bella

3. **Dekantačné postzáplavové žľaby** (*decantation postflood runnels*). Opisuje ich W. B. White (1988), spomína ich aj S. E. Lauritzen a J. Lundberg (2000). Predstavujú žliabky alebo výraznejšie žľaby na strmých až takmer vertikálnych skalných stenách pod medzivrstevnou plochou alebo viac-menej horizontálnou puklinou, pozdĺž ktorých sú vytvorené anastomózne kanáliky. Tieto bývajú v čase záplav zaplňované vodou, ktorá z nich po ústupe záplav postupne vyteká. Prahovitý skalný stupienok na spodnej strane medzivrstevnej plochy alebo pukliny býva prerezaný a rozčlenený hornými časťami žliabkovitých vyhlbenín.

4. **Podsedimentové kontaktné postzáplavové žľaby** (*below-sediment contact postflood channels*). V jaskynných priestoroch, ktorých dno je pokryté fluviaľnými sedimentmi, v čase záplav dochádza k opakovanému zvlhčovaniu sedimentov. Na styku šikmej skalnej steny (nie previsovej) a zvlhčených sedimentov, z ktorých mokrá filtrujúca voda, sa vytvárajú korózne oválne žľaby. Z hľadiska genézy ich možno analogicky porovnať s valcovitými, resp. subkutánnymi škrapami, ktoré sa na povrchu vytvárajú pod pôdnou a vegetačnou pokrývkou a sú odhalené pôdnou eróziou.

Morfológia podsedimentových korózných tvarov závisí od štruktúry, poróznosti a puklinovitosti horniny, humidity sedimentov a dĺžky trvania korózneho procesu. Rozpúšťanie skalného podložia je viac zreteľné na kontakte s poróznymi sedimentmi, ktoré umožňujú obnovu agresívnej vody (T. Slabe, 1995).

P. Bella a K. Urata (2002) opisujú podsedimentové korózne polvalcovité vyhlbeniny v Ochtinskej aragonitovej jaskyni. Tie vznikli koróziou vody obsiahnutej v sedimentoch na styku so skalnými stenami, ktorá v smere gravitácie prenikala ku dnu chodieb a siení. Na styku skalného povrchu a vlhkých okrov, ktoré v priemere obsahujú 50 % vody (V. Cílek *et al.*, 1998), sa uplatňuje podsedimentová korózia predstavujúca pomalé vyleptávanie vyhlbenín. K výmene vody, dôležitej z hľadiska jej korózneho efektu, dochádzalo najmä v dôsledku občasných záplav časti jaskynných priestorov súvisiacich s kolísaním vodnej hladiny bývalého podzemného jazera.

Podotýkame, že existujú aj iné zdroje zvlhčovania sedimentov, napr. priesak alebo stekanie

priesakových atmosférických vôd. Následne sa takisto môžu vytvoriť podsedimentové kontaktné korózne oválne žľaby, ktoré však nemôžeme označiť ako záplavové, resp. postzáplavové.

Polemika a diskusia o ďalších typoch epifreatických vertikálnych žľabov

Na základe doterajších názorov z literatúry i vlastných pozorovaní možno diskutovať o niektorých ďalších typoch vertikálnych žľabov v jaskyniach, ktorých vznik môže súvisieť s kolísaním vodnej hladiny alebo s opakujúcim sa zaplňovaním jaskynných priestorov, čo by malo byť predmetom ďalších výskumov:

1. **Podsedimentové superpozičné postzáplavové lievčkovité žľaby** (*below-sediment postflood superposition funnel-shaped channels*). Takisto ich opísal T. Slabe (1992, 1995), pričom ich spomína ako *below-sediment funnel-shaped bevels*, resp. *channels* na previsnutých skalných plochách. Začínajú sa ostrým rozhraním na skalnej hrane. Sú oválne, smerom k spodnej časti skalnej steny sa rozširujú, pričom nadobúdajú viac-menej lievčkovitý tvar. Z opisu týchto žľabov od T. Slabeho, ktorý dokladuje výsledkami experimentu modelovania ich vzniku, viac-menej vyplýva, že sa nevytvárajú priamo na kontakte sedimentu so skalným povrchom ako podsedimentové kontaktné žľaby, ale vodou, resp. vodným filmom stekajúcim z ústia žľabu na hrane skalného previsu. Uvedený autor píše, že v hornej časti sú tieto žľaby viac zahĺbené. Smerom nadol sa voda rozteká na väčšiu plochu, preto sú tu žľaby plyššie.

T. Slabe vo svojej monografii z roku 1995 uvádza ich fotografiu z jaskyne Griška jama v Slovinsku, na ktorej však nevidno výraznejšie žľabovité vyhlbeniny na hrane skalného previsu, odkiaľ sa podprevisové žľaby lievčkovito rozširujú. Preto s autorom možno polemizovať a predpokladať, že prezentované žľaby z jaskyne Griška jama predstavujú skôr podsedimentové kontaktné žľaby.

2. **Paragenetické inundačné strmé žľaby** (*paragenetic innundation steep channels*). Predpokladáme, že ich vznik súvisí s opakujúcimi sa záplavami terasovitých akumuláčnych po-

vrchov fluviaľných sedimentov alebo povrchu iných podobných akumuláčnych útvarov. Vytvárajú sa v miestach prenikania vody na kontakte sedimentov a skalnej steny. Ide o oválne strmé „stropné“ kanáliky vyhlbené do skalného povrchu. V mnohých prípadoch však môže ísť o rozšírenie alebo remodeláciu starších paragenetických žľabov v čase záplav i počas ich ústupu prenikaním „inundačnej“ vody pozdĺž skalných stien (obr. 7). Na rozdiel od podsedimentových kontaktných korózných žľabov vytvorených filtračnou vodou predstavujú hlbšie a oválnejšie žľaby modelované prúdiacou vodou.

ZÁVER

V príspevku sa snažíme podať ucelený pohľad na problematiku genézy vertikálnych žľabovitých vyhlbenín, ktorých vznik je podmienený alebo ovplyvnený kolísaním vodnej hladiny alebo opakujúcim sa zaplňovaním jaskynných priestorov a ústupom, t. j. stekáním, filtráciou alebo mokvaním vody po poklese vodnej hladiny.

Pri našich pozorovaniach sme pozornosť upriamili najmä na pulzačné záplavové žľaby, ktoré v doterajšej literatúre pravdepodobne neboli opísané (v čase prípravy tohto príspevku sme o nich z literatúry nemali žiadne vedomosti). Preto sme im priradili i bohatšiu fotografickú prezentáciu.

Ako sme uviedli v rámci polemiky, genéza niektorých žľabovitých foriem nie je úplne vyriešená. Pozornosť treba upriamit aj na detailnejší výskum pulzačných záplavových žľabov, prípadne s ich detailnejším rozčlenením. Dúfame, že predložené poznatky a názory vyvolajú diskusiu a budú stimulovať ďalšie práce k detailnejšiemu poznaniu tejto problematiky.

Niektoré z opísaných epifreatických vertikálnych žľabov majú aj určitý paleohydrografický význam pri rekonštrukcii vývojových fáz jaskynných priestorov. Ide najmä o pulzačné záplavové žľaby a podsedimentové superpozičné postzáplavové jarčekovité žľaby, ktoré poukazujú na opakujúce sa záplavy počas „posledných“ fáz epifreatickej modelácie jaskynných priestorov, ako aj na výškový dosah vodnej hladiny počas záplav.

LITERATÚRA

- ANDREJCHUK, V. (1992). O proischozhenii poligonalnykh sečenij peščernykh chodov. Izučeniye uralskikh peščer, doklady 2. i 3. konferencii speleologov Urala. Perm, 103–105.
- ANDREJCHUK, V. (1996). Gypsum Karst of the Pre-Ural Region, Russia. In Klimchouk, A. – Lowe, D. – Cooper, A. – Sauro, U. (eds.): Gypsum karst of the world. International Journal of Speleology, 25, 3–4, 285–292.
- BELLA, P. – URATA, K. (2002). Podsedimentovité korózne tvary skalného georeliéfu v Ochtinskej aragonitovej jaskyni. Aragonit, 7, 8–11.
- BÖGLI, A. (1978). Karsthydrographie und physische Speläologie. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 292 s.
- CÍLEK, V. – BOSÁK, P. – MELKA, K. – ŽÁK, K. – LANGROVÁ, A. – OSBORNE, A. (1998). Mineralogické výzkumy v Ochtinské aragonitové jaskyni. Aragonit, 3, 7–12.
- CSER, F. (1988). Role and morphological traces of mixing corrosion in caves. International Symposium on Physical, Chemical and Hydrological Research of Karst, Communications, Košice, 132–145.
- CSER, F. – SZENTHE, I. (1986). The way of cave formation by mixing corrosion. 9th International Congress of Speleology, Communications, 1, Barcelona, 277–280.
- FORD, D. C. (1989). Charakteristiky jaskynných systémů vzniklých rozpouštěním karbonátových hornin. Knihovna ČSS, 16, Praha.
- FORD, D. C. – LUNDBERG, J. (1987). A review of dissolutional rills in limestone and other soluble rocks. Catena Supplement, 8, 119–140.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. (1989). Karst Geomorphology and Hydrology. Unwin Hyman, London – Boston – Sydney – Wellington, 601 s.
- GOODMAN, L. R. (1964). Planes of repose in Höllern, Germany. Cave Notes, 6, 3, 17–19.
- GOODMAN, L. R. (1965). Formation of solution bevels at intersection of joints and bedding planes. Cave Notes, 7, 4, 25–31.
- JENNINGS, J. N. (1985). Karst Geomorphology. Oxford, Basil Blackwell, 293 s.
- KEMPE, S. – BRANDT, A. – SEEGER, M. – VLADI, F. (1975). „Facetten“ and „Laugdecken“, the typical morphological elements of caves developed in standing water. Annales des Spéléologie, 30, 4, 705–708.
- LANGE, A. L. (1963). Planes of repose in caves. Cave Notes, 5, 6, 41–48.
- LANGE, A. L. (1964a). Planar domes in solution caves. Cave Notes, 6, 3, 20–23.
- LANGE, A. L. (1964b). Solution bevels in limestone caves. Cave Notes, 6, 5, 34–38.
- LANGE, A. L. (1968). The changing geometry of cave structures. Part III: Summary of solution processes. Caves and Karst, 10, 3, 29–32.
- LAURITZEN, S. E. – LUNDBERG, J. (2000). Solutional and erosional morphology. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (eds.): Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U. S. A., 408–426.
- MUPHY, Ph. – CORDINGLEY, J. (1999). Some observations on the occurrence of channel karren-like features in flooded karst conduits in the Yorkshire Dales, UK. Cave and Karst Science, 26, 3, 129–130.
- SLABE, T. (1989). Skalne oblike v Križni jami in njihov speleogenetski pomen. Acta carsologica, 18, 197–220.
- SLABE, T. (1992). Naravni in pokusni obnaptavinski skalni relief. Acta carsologica, 21, 7–34.
- SLABE, T. (1995). Cave rocky relief and its speleogenetical significance. Zbirka ZRC, 10, ZRC SAZU, Ljubljana, 128 s.
- WHITE, W. B. (1988). Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. Oxford – New York, Oxford Univ. Press, 464 s.

SUMMARY

Rock surfaces dissected by superficial and narrow vertical grooves on steep and nearly vertical walls occur in caves with the fluctuation of water table or repeated floods. We have observed these grooves in the Gombasecká Cave and Milada Cave in the Slovak Karst (Slovakia), in the Punkevní Caves in the Moravian Karst (Czech Republic), in the Fudo-do Cave in the Hirao-dai Plateau (Japan), also in other caves in Slovakia or foreign countries. Similar or identical grooves in the Križna Cave (Slovenia) are described by T. Slabe (1989, 1995). W. B. White (1988) characterizes vertical rills formed by water running from the mouth of bedding-plane anastomosing channels that are filled up by water during floods. S. E. Lauritzen and J. Lundberg (2000) categorize these White's vertical rills to decantation runnels.

On the basis of existing literature and our observations we can distinguish these basic types of epiphreatic vertical grooves in caves the formation of which is directly or consecutively related to the fluctuation of water table or repeated floods of cave passages or rooms:

1. Pulse flood grooves predominantly occur on steep or vertical rocky surfaces in creek niches or on the inside alluvial bank of underground stream meanders. The formation of these grooves is determined by fluctuation of water table. Water film trickles on rocky wall after the decrease of water table. The trickling water is concentrated to initial grooves that are gradually more enlarged. If flooded water drifts fine-grained sediments, they are deposited also on rocky surfaces dissected by pulse grooves. After floods, these wet sediments slip down through steep pulse grooves that are gradually more deepened and rounded.

2. Below-sediment superposition postflood runnels are described by T. Slabe (1989, 1992, 1995) as „below-sediment bevels“ (?). They are formed on steep or vertical rocky surfaces after floods by running or oozing water out of moistened fluvial sediments that are deposited above these runnels.

3. Decantation postflood runnels present vertical rills characterized by W. B. White (1988). They are frequently associated with the mouths of anastomosis channels. During floods, water is stored in the anastomosis channels. When the flood recedes, the water drains out of anastomosis channels rather slowly, creating the rills.

4. Below-sediment contact postflood channels on slope floor or bank rocky surfaces of river bed are modelled by water filtrated out of moistened fluvial sediments that are episodically flooded. From morphological and genetic viewpoint these solution forms are near to „rundkarren“ (surface karst landforms). P. Bella and K. Urata (2002) have described below-sediment solution wall half-cylindrical channels at the contact of wet ochres and rocky surface in the Ochtinská Aragonite Cave (Slovakia).

Similarly, we can also discuss about other types of epiphreatic vertical grooves in caves that should be the topic of next research tasks:

1. Below-sediment postflood superposition funnel-shaped channels are introduced by T. Slabe (1992, 1995) as below-sediment bevels or channels. They occur on overhanging rocky surfaces, below sharp mouths on the border. They are widened downwards the wall and probably are formed by trickling water from the upper mouths after floods.

2. Paragenetic inundation steep channels present small ceiling half-tubes formed at the contact of fluvial sediment and rocky surface during the inundations of alluvial sediments in the river bed. We assume that several older paragenetic half-tubes are partially enlarged or remodelled by inundation water.

Detailed research and observations of epiphreatic vertical grooves in other similar caves is necessary for more exact knowledge about these micro-forms of cave georelief.