

Názor na stáří jeskyně Na Turoldu na základě paleonapjatostní analýzy

Ivan Poul (ZO 6–13, Jihomoravský kras Mikulov)

Pavlovské vrchy tvoří unikátní přírodní scenérií s výskytem vzácných stepních a lužních endemitů, proto byly postupně jednotlivé vápencové kopce prohlášeny národními přírodními rezervacemi. V roce 1976 byl celý komplex Pavlovských vrchů vyhlášen chráněnou krajinnou oblastí – CHKO Pálava a o deset let později se staly Pavlovské vrchy biosférickou rezervací pod patronací organizace UNESCO. Krasové jevy jsou nejlépe vyvinuté a zachovány v přírodní rezervaci Turolď, poblíž města Mikulov. Jeskyně Na Turoldu je nejrozsáhlejším jeskynním systémem v oblasti Pavlovských vrchů.



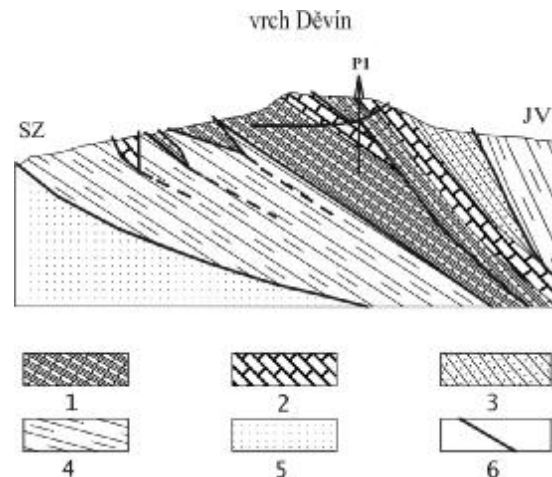
Obr. 1 Pohled ze Stolové hory na Sirotčí hrad, v pozadí je vrch Děvín.

I. Přehled geologie nejbližšího okolí

Pavlovské vrchy leží na styku Českého masivu, sedimentů karpatské předhlubně a příkrovů Vnějších Západních Karpat. Pavlovské vrchy jsou tvořeny především mezozoickými vápencovými bradly (obr. 1), která jsou začleněna do flyšových sedimentů příkrovu ždánické jednotky (jíly, jílovce, pískovce). Rozšíření této jednotky je na jižní a střední Moravě. Nejstarším materiálem tvořícím bradla je klementské souvrství. Jeho spodní hranice je tektonická, svrchní hranici tvoří přechod do ernstbrunnských vápenců (Eliáš 1992), které dosahují stáří hranice tithón/berias (141 Ma). Sedimentace svrchno–křídového klementského souvrství začala až po dlouhé době eroze v cenomanu (Poul 2004). Souvrství se ukládalo na výrazně nerovnou a zkrasovělou plochu ernstbrunnských vápenců. Klementské souvrství kontinuálně přechází do nadložního souvrství pálavského (Stráník a kol. 1996), které sedimentovalo do svrchního campanu (± 75 Ma). Svrchnokampanská hranice je pravděpodobně též tektonická.

II. Tektonický vývoj okolí

Pavlovské vrchy jsou situovány na styku dvou geotektonických celků: středoevropských variscid (Český masiv na SZ) a krou, kterou tvoří alpsko-karpatský orogén na JV. Při alpiských horotvorných pohybech (terciér) vznikl velký akreční klín, který obsahuje sedimenty ždánického sedimentačního prostoru, ze kterého pochází příkrov ždánické jednotky. Příkrovy se začaly vyvíjet ve svrchní křídě (v maastrichtu, 70 Ma) jako sedimentační oblast v předpolí platformy Českého masivu; během spodního miocénu (22–15 Ma) byly sedimenty finálně odloučeny od podloží a příkrovově zvrásněny (obr. 2). Následně byly sedimenty nasunuty na okraj Českého masivu. Délka nasunutí je odhadována na vzdálenost od 40 km (jižní Morava) do 150 km (jižní Polsko). Pokud se v příkrovech vyskytují vápencové bloky (např. Pavlovské vrchy), jedná se o útržky, které byly vytrženy z podloží a při násunech zakomponovány do mladších sedimentů pohybujícím se příkrovem (Roth 1980).



Obr. 2 Geologický řez přes vrch Děvín.

Vysvětlivky: 1 – jílovce a vápence klementského souvrství, 2 – ernstbrunnské vápence, 3 – sedimenty stáří svrchní křída (cenoman–coniac), 4 – flyšové jednotky (paleogén), 5 – sedimenty karpatské předhlubně (eggenburg–baden), 6 – významné zlomy

III. Přehled výzkumů

Nejstarší zmínky o geologii Pavlovských vrchů najdeme ve Skutilově (1949) rešeršní práci. Práce je sice zaměřena především na krasové jevy, ale ty jsou úzce vázány na geologii.

Do 30. let 20. století probíhala v lomu na Turoldu těžba vápence. Těženým materiálem byl bílý až bělošedý ernstbrunnský vápenc. Ve vápencích bylo objeveno velké množství krasových útvarů, které byly většinou těžbou zničeny (Valoušek 1926a, 1926b, Skutil 1949). Objev jeskyně Na Turoldu byl publikován v roce 1952 (Burkhardt); od té doby je jeskyně Na

Turoldu centrem pozornosti jeskyňářů (amátérů i vědeckých pracovníků).

V roce 1984 (Bosák a kol.) byly publikovány ucelené výsledky a závěry rozsáhlého geologického výzkumu v jeskyni Na Turoldu Akademií věd. Vědecké výzkumy rozdělily krasovění do dvou etap; vznik jeskyně Na Turoldu patří k etapě druhé – pobadenské. V červnu letošního roku byla jeskyně znovu zpřístupněna veřejnosti.

IV. Popis jeskynních prostor a některé výsledky

Vstup do jeskyně Na Turoldu leží ve východní stěně lomu v nadmořské výšce 286 m n. m (Bosák a kol. 1984). Jeskyně vznikla na základě spolupůsobení tektonických faktorů, vrstevnatosti a krasových jevů (Burkhardt 1952).

Podzemní krasové jevy jsou dochovány ve dvou úrovních. První leží v nejsvrchnějších partiích kopce Turol (jeskyně Pod vrcholem, Desetimetровка, Damoklova jeskyně aj.), druhá úroveň leží v nejspodnější etáži lomu (jeskyně Na Turoldu, Liščí díra). Dříve býval celý Turol protkán sítí jeskynních chodeb, ve vrcholové části byl dokonce krasový kaňon a škrapy a z jižní části Turoldu vytékala ponorná říčka (Valoušek 1926b).



Obr. 3 Jihovýchodní stěna nad vstupem do jeskyně Na Turoldu se systémem poklesových zlomů.

Samotná jeskyně je rozdělena do několika pater. Vstup začíná Starou síní – krasovo-tektonickou prostorou. Z ní lze pokračovat buď do Horních pater nebo návštěvní trasou do Balvanitého dómu. Na stěnách Spojovací chodby jsou zachovány drobné paličkovité útvary (pisolity), které řadíme do nejmladší krasové výzdoby. Tyto útvary mají délku kolem 10 mm a maximálně 2 mm v průměru.

Balvanitý dóm vznikl především díky tektonické činnosti zlomů, řícím vápencových bloků, ale rovněž modelací aktivním vodním tokem (Bosák a kol. 1984). Jeskynní chodba byla přerušena mohutným zlomem, který prochází skrz několik jeskynních pater.

V nižším patře se nachází Netopýří dóm. Jeho vznik je spjatý především s tektonikou, ale také se zde vyskytují sintové kůrky (viz Bosák a kol. 1984). Z Netopýřího dómu se lze dostat do Síně konce (obr. 3), což je chodba ukončená zlomem, na jehož povrchu

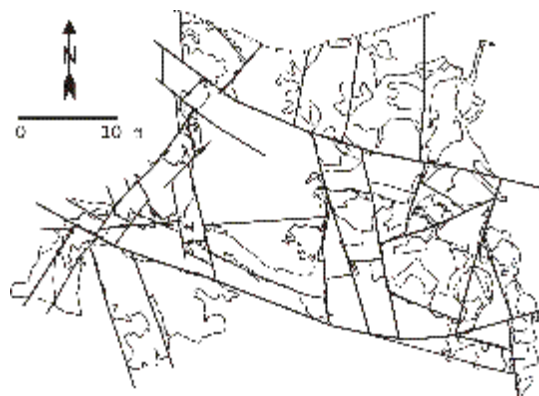
jsou doklady po několika různých pohybech. Za zlomovou plochou zřejmě pokračují chodby, které mohou mít vztah se sousední jeskyní T7 – Liščí díra.

V nejspodnější patře je situován Jezerní dóm, který vznikl především vodní korozí. V nejspodnější části je i jezírko, které se vyznačuje velmi proměnlivou výškou vodní hladiny. Podle Burkhardta (1958) je výška vodní hladiny spjata s dešťovými srážkami a táním sněhu.



Obr. 4 Síně konce – zlomem ukončená chodba.

Tyto domněnky podporují i analýzy podzemní vody z Jezerního dómu z roku 2003. Podzemní voda je charakterizována jako mírně zásaditá (Ph 7,482), alkalita je $0,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$. Podzemní voda je charakteristická nízkými koncentracemi dalších sledovaných látek: NO_3^- (50 mg/l), NO_2^- (0 mg/l), amoniak (0 mg/l).



Obr. 5 Tektonická mapa jeskynního systému jeskyně Na Turoldu – Liščí díra.

Sousední jeskyně Liščí díra začíná Nízkými síněmi, což jsou prostory, které vznikly především tektonickou činností. Od těchto síní pokračují jeskynní chodby skrz

Průvanové úžiny a pokračují tzv. Fakýrskými chodbami (Kolařík, Frgala a Kos 2003). Tyto chodby vznikly na zlomu o orientaci zhruba S 340/30°. Chodby rovněž překonávají několik subvertikálních stupňovitých zlomů. Tyto chodby rozhodně nevznikly aktivním vodním tokem.

V nižších patrech Liščí díry jsou pozůstatky i po krasové činnosti aktivního vodního toku. Z důvodu silného tektonického porušení je ale značně obtížné sestavit schéma původní jeskynní chodby, vymodelované aktivním vodním tokem.

Na podzim roku 2002 byl objeven propojující úsek mezi jeskyní Na Turoldu a Liščí dírou přes systém puklin v Horních patrech v jeskyni Na Turoldu (Kolařík, Frgala a Kos 2003).

Horní patra jsou čistě tektonického původu, vznikly zřícením bloků vápence a nejsou zde žádné důkazy o proudící nebo stagnující vodě. Výjimkou je pouze Dóm u velblouda (Kolařík 2000), který komunikoval s nižšími patry, a je zde zastoupena korozivní výzdoba (tzv. turolská) a pisolity.

V. Diskuse

Po skončení sedimentace ernstbrunnských vápenců existovaly 4 časové úseky, během nichž mohlo docházet ke krasovění vápenců. Jedná se o dobu během (1) stratigrafického hiátu (tithon/berrias – cenoman), který začal po zakončení sedimentace ernstbrunnských vápenců a před nástupem sedimentace ve svrchní křídě. Další možností je vznik krasových jevů po skončení sedimentace svrchnokřídových usazenin (2) zhruba od hranice křída/terciér po počátek nasouvání příkrovů Vnějších Západních Karpat (eggenburg). Ke krasovění mohlo rovněž docházet (3) během eggenburgu až badenu, kdy došlo k několika mořským transgresím a ústupům moře. Poslední možnost (4) kdy docházelo ke krasovění je v době po ústupu badenského moře (zhruba před 15 Ma).

Hypotéza vzniku jeskyně Na Turoldu

Přesné stáří krasových útvarů v Pavlovských vrchách je problematické stanovit. Datovat lze krasovění nejstarší (1) a nejmladší (4). Samotná jeskyně Na Turoldu rozhodně vznikala v několika etapách.

O tom, jak se na morfologii jeskyně Na turoldu podepsala nejstarší etapa (1), můžeme pouze spekulovat. Jeskynní chodby jsou sice velmi staré a porušené mnoha zlomy, ale nevyskytují se zde autochtonní svrchnokřídové sedimenty, které by indikovali cenomanskou mořskou transgresi do volných jeskynních prostor.

V Krystalové chodbě je sice možné pozorovat zelené až zeleno-žluté jílovité sedimenty, které se nápadně podobají svrchnokřídovým jílovcům, ale jedná se o sedimenty, které sem byly přeplaveny z povrchu (Poul 2002). V rámci výzkumu byly sedimenty plaveny, ale byla zjištěna pouze přeplavená fauna jehlic mořských hub. Sedimenty stejné geneze se v mnohem větším

měřítku vyskytují v Hlinité a Kruhové síni. Výskyty přeplavených glaukonitických jílovců a pískovců v jeskynních prostorách je možné mapovat i pomocí gamaspektrometrických metod. Jeskynní prostory, které komunikují s povrchem, jsou typické anomálním výskytem draslíku, uranu a thoria (Štelcl, Zimák a Poul 2004). Protože se svrchnokřídové sedimenty vyskytují pouze přeplavené, znamená to, že je jeskyně Na Turoldu mladší než svrchní křída, anebo sedimenty byly později z volných jeskynních prostor vyklizeny.

Vznik jeskyně Na Turoldu v dalším časovém úseku (2) je velmi nepravděpodobný. Během této doby mohla sice původní oblast, odkud pocházejí bradla Pavlovských vrchů, podléhat erozi, ale ernstbrunnské vápence zůstaly zakryté dnes dochovanými asi 100 m mocnými vrstvami sedimentů svrchní křídě, které mohly velmi dobře vápence izolovat od jakéhokoliv krasovění.

S největší pravděpodobností se jeskyně Na Turoldu začala vyvíjet až během časového úseku (3), kdy během několika miliónů let došlo k několika transgresím a ústupům moře, které byly spjaty s nasouváním příkrovů externích Západních Karpat. Z paleonapjatostního výzkumu Poula (2004) vyplynulo, že některé zlomy, které porušují jeskynní chodby (obr.3, 4, 5) mají shodnou orientaci jako zlomy, které segmentují stavbu Pavlovských vrchů. Rovněž na nich došlo ke směrově stejným pohybům. K významným tektonickým pohybům docházelo v průběhu spodního miocénu při nasouvání příkrovů. Právě s takovými pohyby může být spjata reaktivace (nebo vznik) zlomů, které porušily jednolitou stavbu chodeb jeskyně Na Turoldu. Následující paleonapjatostní fáze, kterými bradla Pavlovských vrchů prošla jsou již spjata většinou pouze s gravitačním rozvolňováním bradel. S tímto rozvolňováním však rozhodně nelze spojovat vznik zlomů, které protínají chodby v jeskyni Na Turoldu a měly rovněž za následek vznik poklesových stupňů nad vchodem do jeskyně Na Turoldu a Liščí díry. Naproti tomu Bosák a kol. (1984) spojuje tyto pohyby až s gravitačním rozvolňováním bradel po badenu.

Pro hypotézu, která klade vznik jeskyně Na Turoldu do doby před a během badenu, svědčí i fakta, že většina obnažených vápencových stěn nese na povrchu skulptury, které vznikly rušivou činností mořských mlžů. Rovněž i na vápencových kamenech a blocích, které vycházejí na povrch z mladších flyšoidních hornin, se vyskytuje jehličková výzdoba, která je běžná v jeskyni Na Turoldu i Liščí díře. Tyto kameny a bloky (do velikosti 2 m) vycházejí na povrch v místech přírodní památky Růžový kopec, která leží jihovýchodně od Bavor, poblíž silnice Brno–Mikulov. Kameny a bloky prodělaly krasovění a během tektonických pohybů v mladším miocénu mohly být obětí pohřbeny a v současnosti opětovně exhumovány. Na vzhledu Jeskyně Na turoldu se rozhodně podepsala i nejmladší fáze krasovění (1). Některé dřívě aktivní zlomy jsou porostlé sintrovými náteky, povrchy jiných zlomů jsou korodovány stagnující podpovrchovou

vodou za vzniku tzv. „turolské“ výzdoby. V současné době v některých částech jeskyně dochází rovněž ke vzniku nové krápníkové výzdoby.



Obr. 6 Zřícení stropu v Obdélníkovém dómu v Liščí díře během lomové činnosti pohřbilo krasovou výzdobu.

VI. Závěry

V jeskynních prostorách byly zjištěny přepravené svrchnokřídové sedimenty. Výskyt svrchnokřídových sedimentů v jeskynních prostorách je spojen s tektonickým porušením vápenců a jejich splachováním do volných prostor.

Některé jeskynní chodby vznikly až po uložení svrchnokřídových sedimentů (100 – 70 Ma), zhruba před ukončením tektonických pohybů (karpat/baden, 15 Ma). Zlomy, porušující jeskynní chodby, které vznikly proudícím podzemním krasovým tokem, byly aktivovány během paleonapjatostních fází. Ty probíhaly během nasouvání příkrovů (25 – 15 Ma).

Některé jeskynní prostory vznikly během gravitačního rozvolňování bradel po skončení nasouvání příkrovů, zhruba před 15 mil. let. Další prostory vznikly při korozi způsobované podzemní vodou. Ostatní prostory vznikly nebo byly modifikovány řícením bloků během lomové činnosti v první polovině 20. století (obr. 6).

VII Literatura

- Bosák, P., Čadek, J., Horáček, I., Lošek, V., Tůma, S. a Ulrych, J.** (1984): Krasové jevy vrchu Turolu u Mikulova. – Stud. ČSAV, 1983, 5. Praha.
- Burkhardt, R.** (1952): Objev nových jeskyní na Turoldu u Mikulova. – Čs kras, 1952, 5, 24–26. Praha.
- Burkhardt, R.** (1958): Zpráva o výzkumu jeskyně Na Turoldu u Mikulova v Jihomoravském Krasu. – Čs. Kras. 1958, 11, 107–114. Brno.
- Eliáš, M.** (1992): Sedimentology of the Klentnice formation and the Ernstbrunn Limestone. – Věst. Ústř. Úst. geol., 67, 3, 179–196. Praha.
- Kolařík, J.** (2000): Nové objevy v jeskyni Na Turoldu. – Speleofórum 2000, 19, 18–20. Praha.
- Kolařík, J., Frgala, Z. a Kos, P.** (2003): Výzkum jeskyně T/7 – Liščí díra. – Speleofórum 2003, 22, 13–16. Praha.
- Krejčí, O. a Stráník, Z.** (1992): Tektogeneze flyšového pásma Karpat na jižní Moravě. – In: Hamršíd, B. ed.: Nové výsledky v terciéru Západních Karpat, Knih. Zem. Plyn Nafty, 15, 21–32. Hodonín.
- Poul, I.** (2002): Paleonapjatostní analýza zlomů v jižní části Pavlovských vrchů (Západní Karpaty). – MS, Přírodovědecká fakulta MU v Brně.
- Poul, I.** (2004): Paleonapjatostní analýza zlomů Pavlovských vrchů (Západní karpaty). – MS, diplomová práce, PřF MU Brno.
- Roth, Z.** (1980): Západní Karpaty – terciérní struktura střední Evropy. – ÚÚG. Praha.
- Skutil, J.** (1949): Ještě k Jihomoravskému Krasu Pavlovských kopců. – Čs. Kras. 1949, 2, 159–164. Brno.
- Stráník, Z., Bubík, M., Čech, S. a Švábenická, L.** (1996): The Upper Cretaceous in South Moravia. – Věst. Čes. geol. úst., 71,1, 1–20. Praha.
- Štelcl, J., Zimák, J. a Poul, I.** (2004): Výsledky gamaspektrometrických měření v jeskyni Na Turoldu. – MS, PřF MU, Brno, PřF UP, Olomouc.
- Valoušek, B.** (1926a): Ohrožená přírodní památka v Pavlovských vrších. – Věda přír., 6–7, 121–123. Praha.
- Valoušek, B.** (1926b): Geologické exkurse na Pavlovské vrchy u Mikulova. – Příroda, 19, 275–283. Praha.