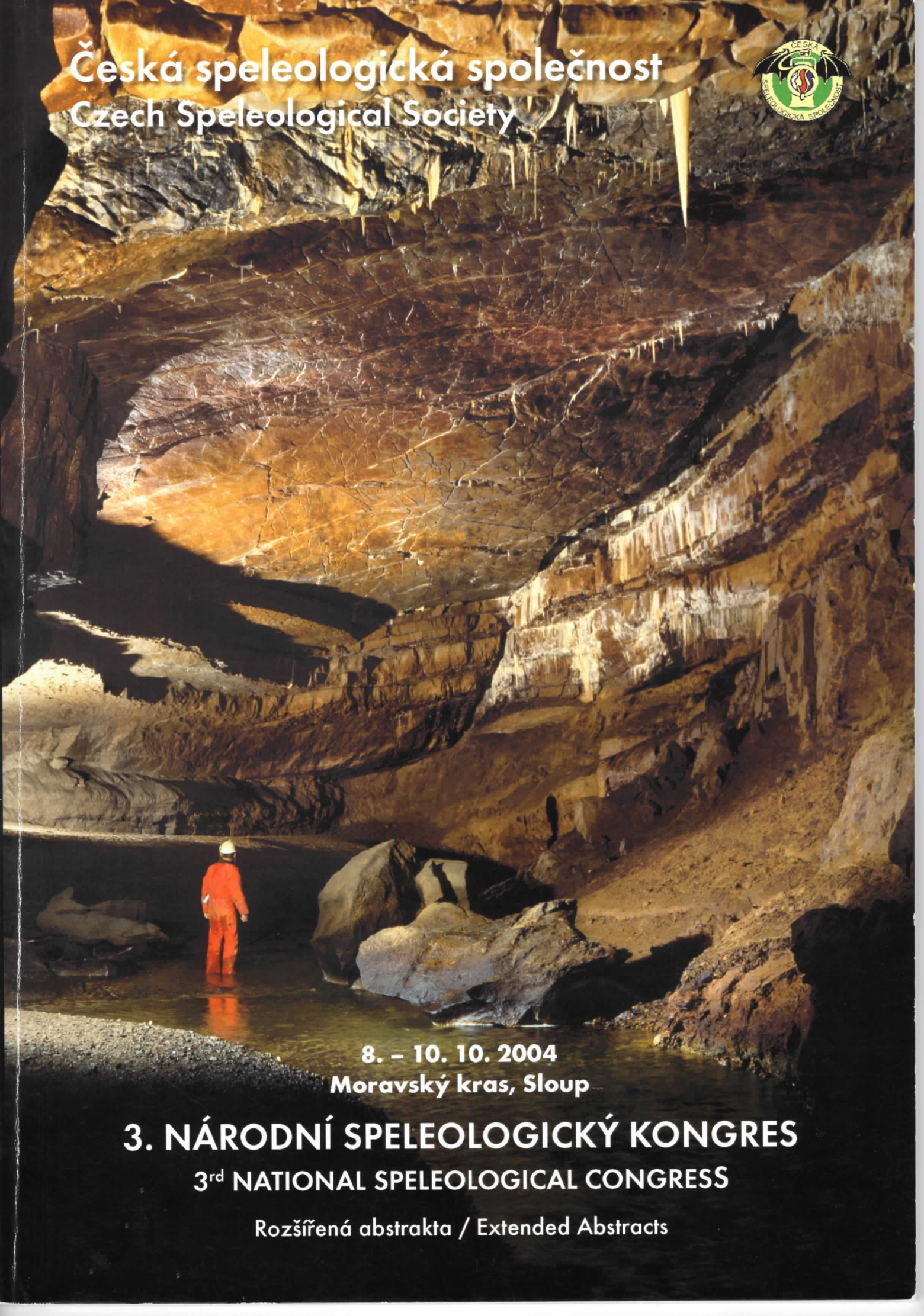


Česká speleologická společnost
Czech Speleological Society

8. – 10. 10. 2004
Moravský kras, Sloup

3. NÁRODNÍ SPELEOLOGICKÝ KONGRES

3rd NATIONAL SPELEOLOGICAL CONGRESS

Rozšířená abstrakta / Extended Abstracts

Pohled na typický povrch Mayské Riviery, Mexiko / Wiew on a Riviera Maya surface, covered with jungle, Quintana Roo, Mexico, k článku Z. Motyčka: Fenomén zatopených jeskynních systémů Mayské Riviery, foto: Zdeněk Motyčka

Sistema Joolis, Quintana Roo, Mexico, k článku Z. Motyčka: Fenomén zatopených jeskynních systémů Mayské Riviery, foto: Radek Husák

Titulní strana:
Jeskyně Býčí skála, dóm Překvapení, Moravský kras / Býčí skála Cave, Moravian Karst, foto: Igor & Marek Audy

Česká speleologická společnost
Czech Speleological Society

3. NÁRODNÍ SPELEOLOGICKÝ KONGRES
3rd NATIONAL SPELEOLOGICAL CONGRESS

ROZŠÍŘENÁ ABSTRAKTA
EXTENDED ABSTRACTS

8. – 10. 10. 2004
Moravský kras, Sloup

Vědecký výbor: Prof. RNDr. Rudolf Musil, DrSc. – čestný předseda / *Honorary president*
Scientific committee Prof. RNDr. Pavel Bosák, DrSc.
Mgr. Milan Geršl
RNDr. Jiří Otava, CSc.

Editor: Milan Geršl
Edited by
Sazba: Milan Geršl
Design by
Tisk: Zdeněk Motyčka – ZM Production
Printed by

Vydal: Zdeněk Motyčka – ZM Production, říjen 2004
Published by

Za jazykovou a obsahovou stránku příspěvku odpovídají autoři.
Text neprošel odbornou ani jazykovou úpravou.
The respective authors are responsible for the content and langue form of their contributions.

ISBN 80-903378-1-3

Seznam autorů
Index of authors

Albrecht Jan 79
Audy Marek 1
Beníšek Zdenek 53, 66
Bílková Daniela 79
Bosák Pavel 6
Bruthans Jiří 7, 74
Buzek František 7
Danišik Martin 30
Doláková Nela 13
Filippi Michal 74
Geršl Milan 7, 15, 63
Granger Darryl 30
Grygar Tomáš 30
Hanzl Vlastimil 71
Hercman Helena 30, 33
Himmel Jan 7, 19
Hladil Jindřich 15
Hypr Dušan 15, 23
Chadima Martin 30
Jančo Jozef 28
Jež Milan 7
Kadlec Jaroslav 30, 33
Kos Petr 37
Košel Vladimír 39
Kratochvíl Radim 69
Kubešová Svatava 41
Mayoral Federico 1
Melková Jaroslava 7
Mlejnek Roman 79
Mokrý Tomáš 43
Motyčka Zdeněk 49
Musil Rudolf 52
Nowicki Tomasz 33
Ondrejka Róbert 53, 66
Ondrejková Anna 53, 66
Oster Harald 7
Polák Petr 54
Poul Ivan 56
Pruner Petr 30, 33
Schnabl Petr 30
Slezák Ladislav 59
Stepišnik Uroš 15, 63
Süli Judit 53, 66
Šlechta Stanislav 30
Šmída Branislav 1
Šváb Tomáš 71
Tásler Radko 67
Tůma Antonín 69
Venhodová Daniela 33
Vysoká Helena 74
Weigel Josef 69, 71
Zelenka Antonín 79
Zeman Ondřej 7, 74

Organizační výbor děkuje všem partnerům, kteří podpořili uspořádání tohoto kongresu

Správa Chráněné krajinné oblasti Moravský kras
Mediform spol.s r.o
Vydavatelství Audy

Organize Committee thanks all partners for their support of this congress

Management of the Protected Landscape Area Moravian Karst
Mediform
Audy Publishing

Obsah
Contents

Speleologie v kvarcitových masivech / The world largest quartzite cave
Marek Audy, Branislav Šmída, Federico Mayoral 1
Využití přirozených stopovačů (^{18}O, ^{3}H, CFCs, SF_6) pro studium proudění a doby zdržení skapových vod a krasových pramenů (Moravský kras)
Jiří Bruthans, Ondřej Zeman, Milan Jež, Jan Himmel, František Buzek, Jaroslava Melková, Harald Oster, Milan Geršl 7
Krasové procesy a jeskynní sedimenty: datování
Pavel Bosák 6
Palynologická studia jeskynních sedimentů moravských krasových oblastí
Nela Doláková 13
Proměnlivost koncentrace oxidu uhličitého ve Zbrašovských aragonitových jeskyních a její vyhodnocení na základě devítiletého sledování
Milan Geršl, Jindřich Hladil, Dušan Hypr, Uroš Stepišnik 15
17 let výzkumů hydrologie skapů v Ochozské jeskyni
Jan Himmel 19
Poznámky ke krasovému systému hydrogeologické struktury ložiska Mokrá v jižní části Moravského krasu
Dušan Hypr 23
Agroenvironmentální programy chrání jeskyně Moravského krasu
Jozef Jančo 28
Datování jeskynních sedimentů a rekonstrukce krasové morfologie Nízkych Tatier
Jaroslav Kadlec, Helena Hercman, Martin Danišik, Petr Pruner, Martin Chadima, Petr Schnabl, Stanislav Šlechta, Tomáš Grygar, Darryl Granger 30
Stáří a geneze sedimentů v Ochozské jeskyni (Moravský kras)
Jaroslav Kadlec, Petr Pruner, Daniela Venhodová, Helena Hercman, Tomasz Nowicki 33
Speleologický výzkum v prostoru lomu Mokrá
Petr Kos 37
Počiatky speleozoologického výskumu v západokarpatskej oblasti
Vladimír Košel 39
Mechorosty v blízkosti světel ve třech přístupných jeskyních na severní Moravě
Svatava Kubešová 41
Příspěvek k hydrologii a hydrografii Sloupského potoka v Amatérské jeskyni a jeskyních Sloupsko-šošůvských na základě výzkumů z let 1997-2004
Tomáš Mokrý 43
Fenomén zatopených jeskynních systému Mayské Riviery
Zdeněk Motyčka 49
Krasové oblasti České republiky – přítomnost a jejich perspektivy
Rudolf Musil 52
Vzteklina netopýrů
Anna Ondrejková, Judit Süli, Róbert Ondrejka, Zdenek Beníšek 53
History and new discoveries of the Bílá Voda creek riverbed in the Nová Amatérska cave
Petr Polák 54
Názor na stáří jeskyně Na Turoldu na základě paleonapjatostní analýzy
Ivan Poul 56
Sloupské údolí – dosud nepublikované výsledky průzkumů ze šedesátých let 20. století
Ladislav Slezák 59
Záplavové hlíny v závrtech Postojenského krasu (Slovinsko) / The flood loam deposits inside collapse dolines of Postojna Karst (Slovenia)
Uroš Stepišnik, Milan Geršl 63
Vzteklina netopýrů – nebezpečí přenosu na lidi
Judit Süli, Anna Ondrejková, Zdenek Beníšek, Róbert Ondrejka 66
Thousand Acres Plateau – nová krasová oblast Nového Zélandu?
Radko Tásler 67

Speleologické výzkumy a ochrana přírody v CHKO Moravský kras 69
Antonín Tůma
Výuka Speleologického mapování na oboru Geodézie a kartografie Vysokého učení technického v Brně 69
Josef Weigel, Radim Kratochvíl
Silnice u Nové Rasovny – geodetický, geologický a geofyzikální průzkum 71
Josef Weigel, Vlastimil Hanzl, Tomáš Šváb
Studium „stagnujících" výskytů skapové a kondenzované vody v jeskyních: Chemické složení a poznámky ke korozi krápníkové výzdoby 74
Ondřej Zeman, Jiří Bruthans, Michal Filippi, Helena Vysoká
Statistické zhodnocení jeskyní v ČR k 1. 9. 2004 79
Daniela Bílková, Antonín Zelenka, Roman Mlejnek, Jan Albrecht

Speleologie v kvarcitových masivech
The Worlds largest Quartzite Cave

Marek Audy, Branislav Šmída, Federico Mayoral

Abstract: In the southeastern region of Venezuela, there are about 100 table top mountains called Tepuis which are commonly known as the "Lost World". These mesa-shaped mountains appears in such region like towers rising from the surrounding jungle, isolated by vertical clifts of several hundred meters of high, sometimes with negative profiles, from where long waterfalls like Angel Fall, drops freely more than 979 mts (the highest waterfall in the world). From the geological point of view, these mountains are Proterozoic massifs (about two thousand millions of years old), which have been formed from sub-horizontal quartzite sands deposits.

These Tepuis, are habitat of a great variety of endemic flora and fauna species, and just recently, Karst structures with numerous subterranean systems have been discovered. Until today, the caves that have been found in these sedimentary rocks mountains, were considered denuded relicts (Cueva Autana), some other as mega collapses (Sima mayor/ Sarisariñama, Sima Ahonda/ Ayuantepui), and in most of cases, only long crevasses with little alterations. During the year 2 002, this panorama changed after the first classic great cavern system was located in Mount Roraima. However, the expeditions to these mountains are very limited, due to the logistic and access difficulties, hence, almost always is necessary to arrange helicopter transportation.

However, in the highly broken surface of the Chimantá massif which covers an area of 1 470 km ^{2} and topped by some 10 tepuis with heights above 2 000 mts. (the highest Murey-tepui with 2.698 mts.), a colossal cave discovery has taken place, which complies with all the attributes of a classical standard cave: underground river system, waterfalls, rock slides, and diverse speleothem formations. This cave, is today considered as the largest quarzite cave of the world, and it has been baptized as Cave Charles Brewer, in honour of it´s discoverer Mr. Charles Brewer-Carias, the pioneer speleologist in quarzite caves, a renoun scientist, and undoubtedly the most experienced and qualified human in the Tepui world of the Guiana Highlands.

Mr. Charles Brewer-Carias, explored Chimantá´s surface in 1.978, where he directed two multidisciplinary natural science expeditions, and even though he has completed more than a hundred expeditions to several other mountains through this geographical area in the following years; once he was flying over Chimantá massif in 2002 (to fix the geoposition of a crevasse of more than 250m. of height, discovered by the helicopter pilot on some of the walls of the Aprada-Tepui), Brewer sighted a river coming out from a small shadow, which to him, it looked like the entrance to a large cave.

By the first quarter of the year 2002, Brewer-Carias accomplished two other exploring flights to evaluate the place, and to study the possible landing sites, since the only feaseable way to arrive near to the cave entrance, was making very complicated and dangerous helicopter maneuvers.

On March 28th, 2004; a group of twelve members made up of Venezuelan scientists and nature experts, were ready and able to explore the cave for the first time. Then they learned that they were dealing with a really large cave that had a turbulent river, waterfalls, domes, and gigantic galleries up to 60 mts. wide and some 15 to 20 m. of average height!. On such first expedition, they covered the first 2 km. until they stopped in front of a deep lake (Lago Chayo), but they could see some other galleries ahead. The participants of this unforgettable expedition, were: Ch. Brewer-Carias, Ch. Brewer-Capriles, F. Mayoral, A. Tovar, L.A Carnicero, F.Tamayo, A. Chumaceiro, E.Wallis, A.A.Chacón, C. Barrio, Prof. R. Guerrero from the Tropical Institute of Zoology of the Venezuelan Central University and Dr. F. Delascio, President of Jardín Botánico del Orinoco at Ciudad Bolívar, Venezuela; these last two, also members of the Governmental Commision for the study of the Tepuis protection.

Two months later, between May 28th and June 2nd, of 2.004; a second expedition was organized with 7 members, and some first class spelunkers were invited firstly to draw the cave maps and to obtain aditional photographs.

The Base Camp on both expeditions, was set up at the cavern entrance, which is a space of approximately 100 m. by 120 m., place from where the team, launched several exploration missions into the cave. In one opportunity the group set a biovuac camp under an ample dome of 90 m x 150 m. (El Planetario), in order to complete the mapping of the rest of the cave.

During this expedition, a detailed map of the explored sections was drawn, speleological and zoological observations were registered, and the typology of many new and strange speleothems for the science world, was obtained.

This second expedition, also led under the direction of Ch. Brewer-Carias, had the venezuelan participants: Ch. Brewer-Capriles, F. Mayoral, L.A. Carnicero and John Brewer; accompanied by the slovak and czech speleologists and guests B.Šmida and M. Audy.

The Cave seems to be part of a major drainage system of an extensive area of the tepui surface. During the dry season, the water volume of the river inside the cave, was estimated in some 200-300 mts./sec. But during the torrentuous rains, it reaches many cubic meters/sec. Is during these times, when deep lakes reaching several hundred meters long inside the cave are formed, and the water at the entrance is dammed and hence drained througout a siphon. The behaviour of the water inside the cave, is umpredictable due to the unspected downpours, making the cave extremely dangerous, thus one must always be prepeared for a possible flash flood event.

The cave galleries have a typical width of 40 m. and can reach up to 60 m. in places where the floor is covered with huge rocks in total disarray, some, of the size of buildings. The biggest space found in the cave, has been Karen and Fanny Gallery, with

a dome of 40 m. hight and measuring more than 355 mts long. As the walls are 70 m. apart, the volume of this area has been estimated in 400 000 m^3. (The second largest space is 320 000 m^3 at the Galeria de los Guácharos, placed close to the entrance). The rest of the great spaces inside the cave, alternates with some canyons where the smallest profiles reaches 15 x 20 m. These canyons are very dinamic in terms of water movement and there is where the beautiful waterfalls and rapids are usually found. Due to this fact, these are the most hazardous segments of the cave.

One of the most interesting features of the main galery, is its straightness, showing hardly bends or paralel galleries. It is worth mentioning, that the general disposition of the cave is that of being parallel to the top of the mountain and running 150 to 200 m. below the rock surface. Inside the cave, there are some red mud terraces, beautiful sandy beaches with ripple marked sand, small marmits filled with quartz polished lentils, some clean walls, other ridged with lateral ledges, columns and rock bridges. There are also present an amazing diversity of spelothems, probably of organic origin and actually alive (żBecause of the presence of some bacteria or fungi?), with opal core and doll shaped (Muñecos), ball shaped (Champignons), and some others with large dendritic shape; growing from the floor and walls, absolutely independent of stalactites. The cave-fauna is represented by several trogophiles like Swifts (Streptoprocne zonaris), the very strange and interesting Guacharo birds (Steatornis caripensis), a new specie of hughe grasshopers of 10-12 cms long which dives into the water when disturbed (Hydrolutos sp.) and at least two new scorpions species living deep inside and near the mouth of the cave.

The Cave Charles Brewer, has been surveyed and mapped up to 4 482 mts long, with an unevenness of 110 m., and considering the size of its galleries, its total volume is unmatched, insuperable by any other quarzitic cave of the planet, not even by some of the most extense carbonate caves of the world as those in Slovenia, Brazil or New Guinea.

ÚVOD

Historie objevování podzemí kvarcitových krasů je velmi mladá. Je to dáno tím, že ještě do nedávna geologové předpokládali velmi špatnou chemickou rozpustnost křemenců. Z toho logicky vyplýval závěr, že se prakticky nejedná o kras. Nad typickými krasovými megadepresemi na Sarisariňamě, patrnými při přeletu i z velkých výšek, vědci zavírali oči nebo vymýšleli šílené teorie o meteoritech či geotermálních silách.

Významný venezulský vědec Charles Brewer Carías v roce 1974 do této odlehlé části Guayánské vysočiny uspořádal mezinárodní expedici. Sestoupil se svými kolegy na dno obou propastí Sima Mayor (-314 m) i Sima Menor (-248 m)

Vědci propasti podrobně zmapovali. Objem 18 mil. m^3 tak zařadil Simu Mayor na 5. největší krasovou dutinou světa. Brewer také jako první vyslovil teorii o obrovském podzemním kolektoru odvodňujícím část Sarisariňamy. Vznik propastí vysvětloval zřícením obrovských podzemních dómů této neznámé jeskyně.

Série dalších již specializovaných speleologických výprav na stolové hoře Auyán, přinesla objevy několika hlubokých propastí. Nejpopulárnější Sima Aonda zdolaná venezuelskými jeskyňáři do hloubky 370 m zpopularizovala kvarcitovou speleologii ve světě (Galán, 1983). Na Auyán poté vypravila italská skupina speleologů La Venta několik dalších expedic. V nově objeveném systému Sima Auyán-tepui Noroeste, naměřili úctyhodnou délku 2950 m (Bernabei et al., 1994; Mecchia, Piccini, 1999). Z kvalitních působivých publikací, distribuovaných do více kontinentů však jednoznačně vyplývalo, že se jedná prakticky jen o tektonické pukliny, i když několik set metrů hluboké - tzv. griety. Drenážní funkce byla jednoznačná, svět však pochyboval, jedná-li se o kras v pravém slova smyslu.

V roce 2002 byla smíšenou českou a slovenskou výpravou objevena na stolové hoře Roraimě jeskyně Krystalové oči (Audy, Šmída, 2003; Šmída et. al, 2003). Ponorná jeskyně se vymykala všem doposud prezentovaným závěrům. Několik metrů široké ploché fluviální chodby s rovnými deskovitými stropy tvořili podzemní systém, dlouhý 2,5 km. Byl to historicky zlomový okamžik v chápání krasových jevů v kvarcitovém krasu Guayánské vysočiny.

Doposud nejvýznamnější a nejmohutnější kvarcitová jeskyně světa byla objevena na jaře roku 2004 v masivu Chimantá. Jeskyně Chales Brewer s délkou 4,5 km předčila svými rozměry i ty nejfantastičtější sny. Podzemní dómy pro kvarcit charakteristického obdélníkového průřezu dosahují šířky až 100 m. Plochý strop střídá výšku od 10 do 40 m. Objem podzemních prostor je srovnatelný s doposud největšími popsanými jeskynními koridory ve vápencích Bornea nebo Nové Guinei.

JESKYNĚ CHARLES BREWER - MAMUTÍ JESKYNĚ V KVARCITECH GUAYÁNSKÉ VYSOČINY

„Před týdnem jsem se vrátil z Chimanty. Našel jsem tam jeskyni se vstupním portálem 150 m širokým a možná i 70 m vysokým. Za ním pokračuje rozměrná chodba, kterou jsme kráčeli 3 hodiny. Postup zastavilo dlouhé jezero, za kterým chodba pokračuje. Návrat zpět nám trval dvě hodiny." Dopis dál pokračoval oceněním významu našich výsledků na Roraimě a krátkým představením osoby - Charlese Brewera. Nebylo pochyb. Tuto osobnost jsme dobře znali z vědecké literatury.

Na obrovské ploše předkambrického Guayanského štítu, uprostřed prakontinentu Gondwana se v proterozoiku (před cca 2 mld. let) usazovaly ohromné masy klastických nánosů. Od mezozoika byla tato souvrství formována řadou toků, takže v současné době se z nich dochovaly pouze skalnatá věžovitá torza nebo osamocené mesety uváděné v literatuře pod souborným názvem Roraima.

Masiv Chimanty je složen z několika osamocených meset z nichž největší jsou Amuri, Churí, Akopán a Murei.

V roce 1977 zorganizoval Charles Brewer Carías na Mureitepuy přírodovědeckou expedici. V roce 2002 pořídil řadu leteckých stereoskopických snímků, na kterých si později všiml obrovské tektonické trhliny (Sima Noroeste) i nedaleko vyvěrající řeky. Svou domněnku o přítomnosti podzemního systému ověřil při v úvodu popisované výpravě, 27. března 2004. Účastníci této historicky první návštěvy jeskyně byli: Ch. Brewer-Carías, Ch. Brewer-Capriles, F. Mayoral P., A. Tovar, L. A. Carnicero, F. Tamayo, A. Chumaceiro, E. Wallis B., A. Chacón, C. Barrio, R. Guerrero a F. Delascio. Pár dnů po návratu objevné skupiny z této výpravy nás Brewer požádal o pomoc při dalším průzkumu a dokumentaci jeskyně.

Během následujících tří týdnů jsme v šibeničním termínu zorganizovali prostřednictvím mailů materiálně i logisticky velmi náročnou výpravu. Venezuelští kolegové s dozkoumáním jeskyně nechtěli nijak otálet. Panovaly oprávněné obavy z pokusu o ukradení tohoto významného objevu. Již v 80. letech se Brewerovi caracasští univerzitní rivalové snažili upřít jeho prvenství komlexního bádání v megadepresích na stolové hoře Sarisariňamě.

Nejen Charles Brewer ale i my máme vlastní nepříjemné zkušenosti s přivlastněním dokumentace i nálezu významných světových podzemních lokalit.

Bez zbytečných průtahů a také bez ohledu na nepříznivé období dešťů tedy odjíždíme na přelomu dubna a května na jednu z nejhodnotnějších a nejpřínosnějších výprav současné speleologie.

První úmorný týden příprav trávíme v Caracasu. Doplňujeme materiál, naše nové venezuelské přátele zaškolujeme do strategie měřičských postupů a vyhodnocování získaných dat.

Do Canaimy, turistického centra známého jako východisko na nejvyšší vodopád světa Salto Angel, se přepravujeme přímou vnitrostátní linkou. Půlhodinový let do indiánské vesnice Yunek obstarává najatá malá cesna. Do samotné jeskyně nás přepravuje na několik etap vrtulník. Přistává riskamtně v samotném portálu jeskyně. V členitém terénu pilot opře jednu lyžinu o skalní blok a osádka i s materiálem krkolomně seskakuje do džungle.

Za obrovským portálem se otevírá ještě větší prostora "Mamutí tlama" s klesajícím suťovým kuželem, který v hloubce 70 m spadá na bázi hlavní chodby. Celá vstupní hala působí fenomenálním dojmem umocněným ještě přítomností obrovské 80 m široké a 30 m vysoké boční chodby, připojující se ve střední výši suťoviska. Celkový dojem je podbarven hukotem řeky vytékající z neznámého podzemí. V Mamutí tlamě na obrovských relativně rovných kvarcitových skalních blocích stavíme základní tábor.

Expedice rozhodně netrpěla nedostatkem menáže nebo špatnou vybaveností. S pilotem helikoptéry byl dohodnut termín návratu za pět dní. Bylo také počítáno s případnými komplikacemi nebo ev. závadou stroje. Všech 7 členů by ze zásob a bez většího strádání na stolové hoře přežilo jistě více než měsíc. Pěší návrat by však byl velmi komplikovaný né-li nemožný. Vedle stanů, člunů, neoprenů či lezecké techniky jsme disponovali satelitním telefonem, kapesními vysílačkami i navigační technikou GPS.

Primárním cílem bylo lokalitu co nejlépe zaměřit a získat dostatek údajů k vyhotovení přesné mapy. Dalšími důležitými úkoly byly odběry vzorků jeskynní fauny a flóry, sběr atypických minerálů a samozřejmě fotodokumentace.

Zaměření hlavního polygonu jsme prováděli kontinuálně s výzkumem. Polygon byl veden co nejvíce přímočaře bez zbytečného "kličkování" od stěny ke stěně. V každém bodu byl pomoci laserového dálkoměru Disto zaměřen profil chodby. Měřičská družstva byla dvě. Mimo časových intervalů spánku, přípravy a konzumace jídla jsme se prakticky stále věnovali této základní činnosti. Měřičská data hlavního tahu jeskyně jsme po návratu do základního tábora zpočátku ihned zpracovávali v počítači. Z časových důvodů jsme později od této činnosti upustili.

Jako vynikající a přesný měřičský přístroj se ukázal osvědčený topofil Vulcain. Původně i přes 100 m dlouhé záměry jsme kvuli komunikačním problémům zkrátili na optimálních 60 až 70 m. Důvodem byl hluk podzemního toku padajícím přes řadu kaskád nebo prodírajícím se pod bloky rozměrných chodeb. Venezuelské družstvo používalo laserový dálkoměr Disto v kombinaci se sklonoměrem a busolou. Délka záměrů byla z důvodů přesnosti nižší – okolo 40 m. Celkovou délku jeskyně jsme stanovili až po základním vyhodnocení naměřených dat v Caracasu na 4 482 m.

Podzemní řeka měla průtok 0,5 m^3/s. Díky nevhodnému deštivému období v době naší výpravy však stoupal periodicky i na několik m3/s. Vlivem tohoto jevu se v podzemí tvořila jezera i sifony až několik set metrů dlouhá. Voda v intervalu několika hodin opět opadala. Průzkum systému byl ale velmi riskantní. Při každé výpravě hrozilo odříznutí od vchodu a hrozba nuceného pobytu v podzemí. Toto riziko stoupalo se vzdáleností od vchodu. Po nepříjemné zkušenosti, kdy se vstupní partie zalily jen několik desítek minut po návratu posledních výzkumníků, jsme se rozhodli k strategii dobrovolného uzavření v jeskyni. Za prvním kritickým místem jsme umístili na nejvyšším dostupném místě člun a s bivakovací výstrojí jsme se vydali do nitra stolové hory. Za dalším potenciálně neprůchodným místem, 6 m širokým kaňonem, jsme deponovali neoprenové obleky i lano. I s jejich pomocí by však průchod zde vzniklé divoké podzemní řeky pravděpodobně nebyl možný.

Na vrcholu jakéhosi podzemního kopce, ve vzdálenosti 2,5 km, v megaprostoře o dobrých 20 m výš jsme postavili podzemní tábor. Planetárium, jak jsme tento dóm nazvali (90 x 150 m) je jednou z největších prostor jeskyně (135 000 m^3). Přesto jsme se zde necítili nijak bezpečně. V tmavém ránu sto metrů odsud vzdálený třímetrový vodopád náhle stichnul. Pro nás to byla neklamná indície dalšího vodního přívalu. Ten se tentokrát omezil jen na několik hodin. Zahajujeme proto celodenní objevitelský maraton.

Až do další noci postupujeme nitrem stolové hory

s vědomím, že přímočarý potenciál může být téměř 10 km. Obrovský zával vyřícený z nějakého povrchového pokemonu zamezil další bezpečný postup. Skončili jsme teprve v první třetině šířky tepuy. Na povrchu zde není patrný žádný tok. V podzemním kolektoru jsme doposud nenarazili na iniciální napájecí síť, jak ji známe z Krystalových očí. Je velmi pravděpodobné, že za kamennými bloky Jeskyně Charles Brewer pokračuje dál.

Mohutnost podzemních prostor překonala veškeré představy o jeskyních v kvarcitu. Chodby zachovávají průměrnou šířku okolo 50 m s výškou stropu 10 až 20 m. Na několika místech se jeskyně rozšiřuje až na sto metrů při výšce stropu i 40 m. Galerie Karen y Fanny ve vzdálenosti 3 km od vchodu je svým objemem okolo 400000 m3 pravděpodobně pátou nejmohutnější, doposud známou, podzemní prostorou světa. Podobných domů přesahujících stovky tisíc m3 je v jeskyni Brewer několik.

Také fauna jeskyně je neobvykle pestrá. K největším objeveným živočichům patří několik centimetrů dlouhý škorpion nebo stejně velké kobylky. V jeskyni jsme pozorovali několik druhů pavouků. Pavučiny těchto pavoukovců jsou základním stavebním prvkem při vývoji několika typů speleotém. Areosol bohatý na humidové kyseliny s vysokým obsahem vápníku, produkovaným rostlinami na povrchu, se zachytává na neustále obnovovaných vláknech. Díky poměrně vysoké teplotě okolo 15 °C, dochází současně k intenzivnímu odparu. Vzniklé útvary těchto sekundárních výplní jsou velmi atraktivní a často antigracitačního růstu. Jejich přesné chemické složení je v současné době zjišťováno několika vědeckými ústavy. Sekundární výpně jsme pozorovali přirozeně především ve vyšších, hydrologicky klidných etážích. Vedle "pavoučích krápníku" jsme pozorovali i obrovské bílé koule až 0,5 m průměru. Hlavní stavební materiál je nečekaně na vápenitém základu, podobný našemu nickamínku.

Unikátem byly i přes metr dlouhá brčka z opálu nebo chalcedonové podlahové krystaly v několikametrových mocnostech.

Účastníci expedice: Charles Brewer Carías, Federico Mayoral, Luis Alberto Carnicero, Charles Brewer Capriles, John Brewer Mendoza (Venezuela), Marek Audy (Česká rep.) a Branislav Šmída (Slovensko).

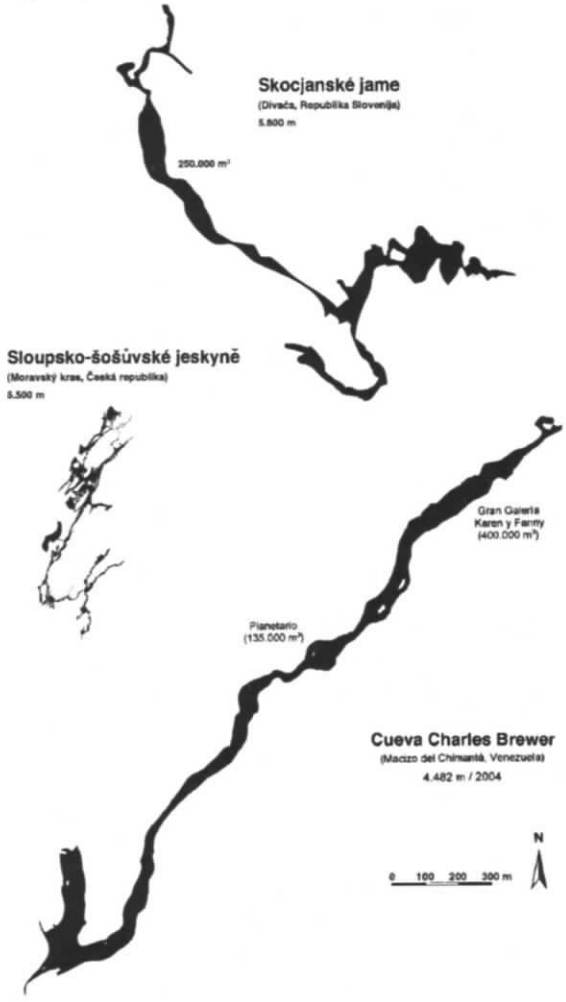
GENETICKÉ SÚVISLOSTI JASKYNE CHARLES BREWER

Na vzdušnú vzdialenosť zasahuje jaskyňa približne 2,3 km, hlavná galéria jaskyne má teda v priamom smere priemerný spád menej než 3°. Generálne je to podmienené subhorizontalitou kvarcitu, kedy boli vodou ako prvé pri vývoji jaskyne využité dishomogenetity vrstvových plôch a sedimentačných hiátov pôvodných uložení. (Rovnako tým daný je primárne aj pomer šírky chodieb voči ich výške, bežne 1:2 až 1:5.) Väčší spád naberie jaskyňa iba v úsekoch s kaskádami. Jej chodba je celkovo netradične priamočiara a ťahá sa v zákrutách s obrovským polomerom zakrivenia. Zaujímavé je pritom, že prebieha prakticky paralelne s vrcholovým plató, 100 či 200 m pod jeho povrchom.

Najpozoruhodnejším faktom však je, že na formovaní tak veľkých chodieb sa prakticky vôbec(!) nepodieľala hlboká vertikálna tektonika mesety. Jediné v jaskyni zistené priečne poruchy (tzv. pokemons) vytvárajú len pitoreskné skalné mosty, ktorých rútením ustupuje dno jaskyne v čase spätnou eróziou.

Dnes ešte nevieme, či ide v prípade Guácharos o staršiu, fosílnu úroveň hlavnej chodby jaskyne, a reaktivovanú len recentne prítokom vody cez trhliny z povrchu. Môže ísť však aj o dva nezávislé hydrologické systémy, ktorých náhodným spojením došlo k vzniku rozsiahleho vstupného kolapsu. V doteraz známej jaskyni nie sú prakticky žiadne odbočky a rovnako ani náznaky starších úrovní. Tri kratšie paralelky sa vyvíjali v súbehu s hlavnou chodbou ako mladšie, bifurkačné kanály.

V jaskyni sa celkovo striedajú široké, dómovité galérie so závaliskami, s relatívne užšími, kompaktnými "kaňonmi" so skalným dnom, bez sedimentov a kolapsov. Platí tu tiež často pravidlo, že pod kaskádou sa prakticky vždy formuje hlbšia zbytková priehlbeň, ohraničená z opačnej strany väčšou bariérou z balvanov. Dôsledkom

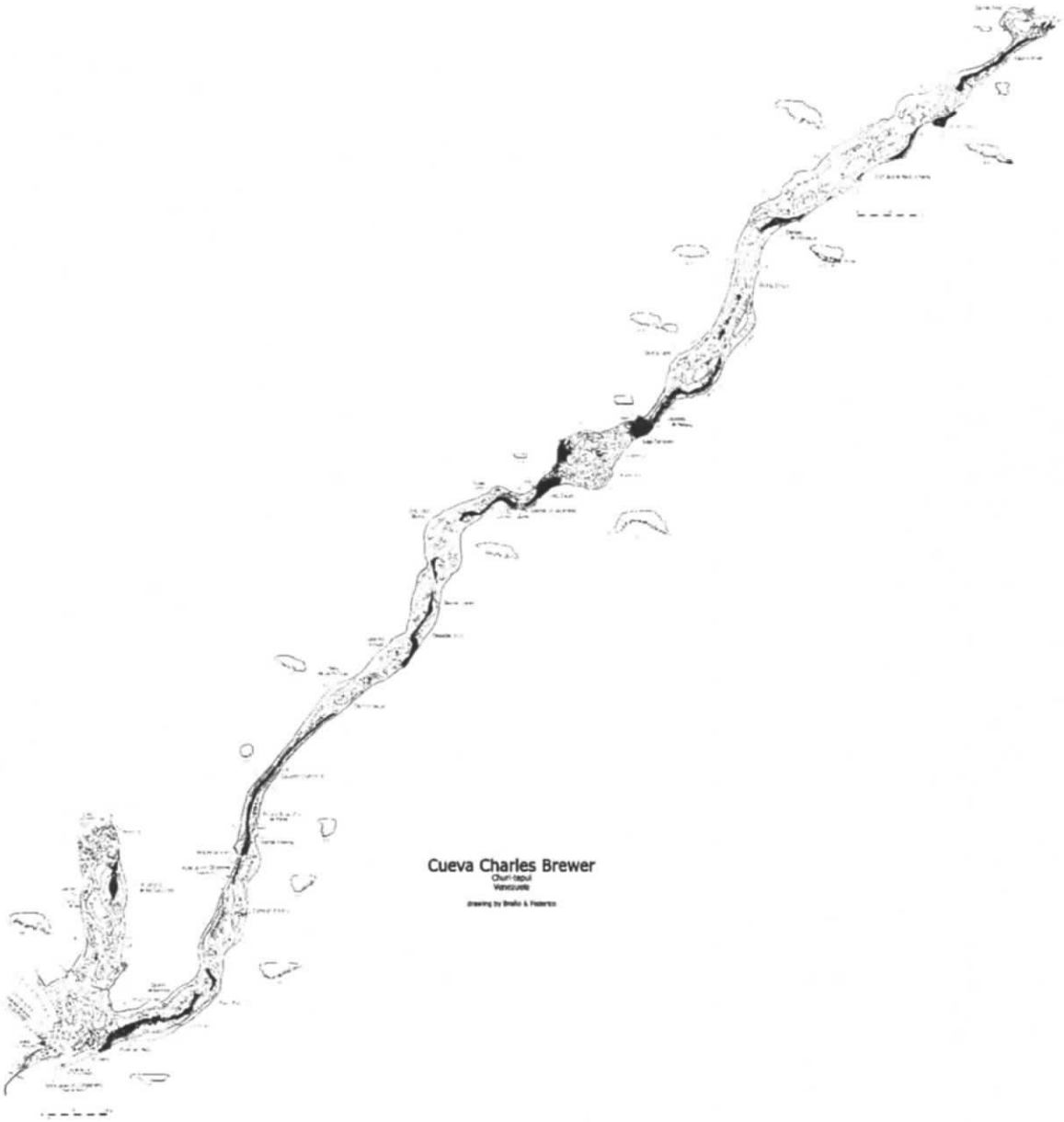


Obr. 1: Jeskyně Cueva Charles Brewer, schématické znázornění velikosti.

takýchto hrádzí je potom v čase dažďov zaplavovanie jaskyne, a vytváranie hlbokých jazier aj v úsekoch s vodopádmi(!), kde by to inak nikto nečakal. Rovnako vznik veľkých kaverien tu asi súvisí s náhlym zúžením profilu chodieb dolu tokom, kedy mohlo (a naďalej môže) aj v dómoch dochádzať k značnému nastúpaniu hladiny vody, a to aj napriek ich značnej šírke a ploche.

Rieka v jaskyni Cueva Charles Brewer má ešte aj dnes tendenciu zarezávať sa excentricky len do jednej periférie chodby. Koroduje pritom najmä jej bočné steny. Keď enormné rozšírenie chodby prekročí únosné Rieka v jaskyni Cueva Charles Brewer má ešte aj dnes tendenciu zarezávať sa excentricky len do jednej periférie chodby. Koroduje pritom najmä jej bočné steny. Keď enormné rozšírenie chodby prekročí únosné stabilitné medze pevnosti plafónu chodby (to sa môže v kvarcitoch udiať už pri pár metroch výšky profilu), dôjde k jeho rúteniu, formou postupne odlamovaných dosák. Veľké prívaly vody potom bloky postupne úplne rozbijú, až nakoniec definitívne rozpustia. Profil chodby sa tak stáva čoraz voľnejším a môže sa na výšku zväčšovať inverzným spôsobom, keď strop chodby iba kolabuje, mimo priameho dosahu vody.

Závažnú úlohu vo vývoji jaskyne zohrávajú asi menej odolné rytmy pieskovcov, často v pásovitom a veľmi pestrofarebnom prevedení, ktorá sa objavujú pri spodnej báze veľkých dómov a veľmi zreteľné sú (v hrúbke 10 – 15 m) v kaňonovitých úsekoch. Na jednotlivých polohách tohto súvrstvia sa vytvárajú selektívne laterálne zárezy, rímsy a v rámci rytmu mimoriadne mäkkého, hrubozrnného ružového pieskovca dokonca zahĺbenia so stĺpmi. Jaskyňa bola možno vyhĺbená iba v rámci tohto medzisúvrstvia, ktorého bázou môže byť zase odolný kvarcit, podobne ako v plafóne galérií.



Obr. 2: Cueva Charles Brever, mapa jeskyně.

LITERATURA

Audy, M. – Šmída, B. (2003): Krystalové oči (československá výprava do křemencového krasu venezuelské Guayany. – Speleofórum, 22, Czech speleological society (Praha), pp. 60–63.

Bernabei, T. et al. (1994): La spedizione TEPUY 93 (Auyan-tepuy, Bolivar, Venezuela). Progressione, 30, C.G.E. Boegan (Trieste), 120 p.

Brewer-Carías, Ch. (1976a): Las Cuevas del Autana. Revista Natura, 58, Sociedad de Ciencias Naturales La Salle (Caracas), pp. 33–48.

Brewer- Carías, Ch. (1976b): Las Simas de Sarisariñama. Boletín Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales La Salle, 132–133 (Caracas), pp. 549–623.

Galán, C. (1983): Expedición a la Sima Aonda. Boletín SVE, 20 (Caracas), pp. 99–103.

Šmída, B. et al. (2003): Expedícia RORAIMA 2003 (Venezuela). Jaskyňa Kryštálové oči. Spravodaj SSS, 34, 2, Slovak speleological society (Bratislava), 192 p.

Urbani, F. et al. (1994): Cavidades Estudiadas en la Expedición al Macizo de Chimantá, 1993. Boletín SVE, 28 (Caracas), pp. 34–50.

Zawidzki, P. et al. (1976): Preliminary on the geology of the Sarisariñama plateau, Venezuela, and the origin of its caves. Boletín SVE, 7 (Caracas), pp. 29–37.

Karst Processes and Cave Sediments: Dating
Krasové procesy a jeskynní sedimenty: datování

Pavel Bosák

Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6; e-mail: bosak@gli.cas.cz

Determining the beginning and the end of the life of a karst system is a substantial problem. In contrast to most of living systems development of a karst system can be „frozen" and then rejuvenated several times (polycyclic and polygenetic nature). The principal problems may include precise definition of the beginning of karstification (e.g. inception in speleogenesis) and the manner of preservation of the products of karstification. Karst evolution is particularly dependent upon the time available for process evolution and on the geographical and geological conditions of the exposure of the rock. The longer the time, the higher the hydraulic gradient and the larger the amount of solvent water entering the karst system, the more evolved is the karst. In general, stratigraphic discontinuities, i.e. intervals of non-deposition (disconformities and unconformities), directly influence the intensity and extent of karstification. The higher the order of discontinuity under study, the greater will be the problems of dating processes and events. The order of unconformities influences the stratigraphy of the karst through the amount of time available for subaerial processes to operate. The end of karstification can also be viewed from various perspectives. The final end occurs at the moment when the host rock together with its karst phenomena is completely eroded/denuded. In such cases, nothing remains to be dated. Karst forms of individual evolution stages (cycles) can also be destroyed by erosion, denudation and abrasion without the necessity of the destruction of the whole sequence of karst rocks. Temporary and/or final interruption of the karstification process can be caused by the fossilisation of karst due to loss of its hydrological function. Such fossilisation can be caused by metamorphism, mineralisation, marine transgressions, burial by continental deposits or volcanic products, tectonic movements, climatic change etc. Known karst records for the 1st and 2nd orders of stratigraphic discontinuity cover only from 5 to 60 % of geological time. The shorter the time available for karstification, the greater is the likelihood that karst phenomena will be preserved in the stratigraphic record. While products of short-lived karstification on shallow carbonate platforms can be preserved by deposition during the immediately succeeding sea-level rise, products of more pronounced karstification can be destroyed by a number of different geomorphic processes. The longer the duration of subaerial exposure, the more complex are those geomorphic agents.

Owing to the fact that unmetamorphosed or only slightly metamorphosed karst rocks containing karst and caves have occurred since Archean, we can apply a wide range of geochronologic methods. Most established dating methods can be utilised for direct and/or indirect dating of karst and paleokarst. The karst/paleokarst fills are very varied in composition, including a wide range of clastic and chemogenic sediments, products of surface

and subsurface volcanism (lava, volcaniclastic materials, tephra), and deep-seated processes (hydrothermal activity, etc). Stages of evolution can also be based on dating correlated sediments that do not fill karst voids directly. The application of individual dating methods depends on their time ranges: the older the subject of study, the more limited is the choice of method. Karst and cave fills are relatively special kinds of geologic materials. The karst environment favours both the preservation of paleontological remains and their destruction. On one hand, karst is well known for its richness of paleontological sites, on the other hand most cave fills are complete sterile, which is true especially for the inner-cave facies. Another problematic feature of karst records is the reactivation of processes, which can degrade a record by mixing karst fills of different ages.

Využití přirozených stopovačů (^{18}O, ^{3}H, CFCs, SF_6) pro studium proudění a doby zdržení skapových vod a krasových pramenů (Moravský kras)

Jiří Bruthans[1], Ondřej Zeman[2], Milan Jež[3], Jan Himmel[3], František Buzek[4], Jaroslava Melková[1], Harald Oster[5], Milan Geršl[6]

[1] Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užité geofyziky. Přírodov. fak. Univerzity Karlovy, Albertov 6, 128 43 Praha 2; e-mail: bruthans@natur.cuni.cz
[2] Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6
[3] Česká speleologická společnost, ZO 6-11, Úprkova 15, 621 00 Brno
[4] Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1
[5] Spurenstofflabor, Bornweg 10, D-67157 Wachenheim, Germany
[6] Ústav geologických věd, Přírodov. fak. Masarykovy univ. v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno

Abstract: Mean residence time and flow pattern was studied in unsaturated zone of Ochoz Cave in southern part of Moravian Karst by means of ^{18}O in the years 2001 to 2003. Three different localities of waters percolating from unsaturated zone to the cave were sampled (dripping waters). Precipitations were sampled as well. The results of study showed relatively long residence time in the unsaturated zone (about 50 % component with residence time exceeding one year). During snow melting in 2002 and 2003 the proportion componets coming from different reservoirs were computed from two component system (soil/epikarst; meltwater). The results clearly indicate, that more than 50 % of water (nearly 100 % in 2003) in dripping waters was derived from soil/epikarst water, which originate from (late) summer precipitations (heavy ^{18}O content)! It means that infiltrating snowmelt water was expelling (by piston flow effect) the summer water from soil and/or epikarst. Water from snowmelt was then lost by evapotranspiration in summer time. If this effect is common in longer period, it can change composition of $\delta^{18}O$ indripping waters and hence also in dripstones precipitating from these waters. Konstantní přítok (autochthonous spring in Amatérská Cave in Nothern part of Moravian Karst) was studied by several environmental tracers (^{18}O, tritium, CFCs, SF_6). The mean residence time of autochthonous waters is about 10 years in this locality.

ÚVOD

Doba zdržení a charakter proudění v nesaturované zóně krasu je ve světě předmětem intenzivního studia. Je známo, že se na jednotlivých lokalitách výrazně liší, není však dosud zřejmé proč tomu tak je (Perrin a kol., 2003). Harmon (1979) zjistil při srovnání $\delta^{18}O$ skapových vod a srážek dobu zdržení v jeskyni v Kentucky (USA) okolo 2 týdnů. Studie v jeskyních v Yorkshire dales v Británii ukázali dobu zdržení okolo 1 až 3 měsíců (Atkinson, 1985). Naproti tomu Yonge a kol. (1985) provedli sledování tří skapových míst v jeskyních USA nacházejících se v hloubkách pouze 10 až 15 m pod povrchem. Izotopové složení skapových vod nevykazovalo na rozdíl od srážek žádný sezónní chod, což dokazuje, že na všech skapových místech byla zachycena voda se zdržením výrazně přesahujícím jeden rok. Také v pokusné štole situované v hloubkách 10 až 20 m pod povrchem krasu ve Slovinsku bylo u části skapových vod zjištěno velmi dlouhé zdržení vody v nesaturované zóně (Čenčur Curk, ústní sdělení, 2001). Velmi zajímavé jsou výsledky 10 stopovacích zkoušek s fluoresceinem provedených nad jeskyní o mocnosti nadloží 45-90 m (Bottrell a Atkinson, 1992). V jednom případě bylo barvivo stále detekovatelné i po 6 letech (zde se však již mohla uplatnit sorbce fluoresceinu a tím zpomalení pohybu fluoresceinu oproti vodě).

Z ČR nebyly při zahájení studia k dispozici žádná data o době zdržení v nesaturované zóně krasu, proto začaly být v roce 2001 odebírány vzorky z Ochozské jeskyně.

V Ochozské jeskyni v Moravského krasu je již od roku 1987 prováděno J. Himmlem a jeho kolegy systematické sledování skapových vod (Himmel, 1999). Během uplynulých 14 let byla provedena řada prací, které

nemají jinde v ČR obdoby: V první fázi bylo zjištěno skapové spektrum v jeskyni na ploše téměř 3000 m^2 (tj. počet skapů o různých intenzitách a jejich podíl na celkovém odtoku z nesaturované zóny). Poté bylo vybráno šest skapových míst, reprezentující jednotlivé typy skapů (Himmel, 1993a). Skapová místa se liší v intenzitě reakce fyzikálních a chemických parametrů na srážkovou událost a také změnami intenzity skapu během roku. Na šesti vybraných skapových místech v jeskyni byla dlouhodobě (3 až 14 let) sledována intenzita skapu v závislosti na čase. V roce 1992 byly na 6 skapových místech v týdením intervalu prováděny odběry na rozbory chemizmu skapové vody (Himmel 1993b, c). Byla provedena i řada dalších prací (sledování depozice sintrů ze skapů v závislosti na ročním období, zjištění mocnosti a charakteru půdní zóny nad skapovými místy nad jeskyní, atd.). Od roku 1995 je jeden ze skapů (skapové místo E) sledován pomocí samočinného záznamového zařízení, které kontinuálně zaznamenává následující parametry: intenzitu skapu (průtok), konduktivitu, obsah dusičnanů a chloridů. V obci Hostěnice, nacházející se 1 km východně od Ochozské jeskyně je P. Holubem od roku 1998 provozována srážkoměrná stanice s denním měřením úhrnu srážek a teploty.

Detailní znalost průběhu vydatnosti a chemických a fyzikálních parametrů skapových vod v čase a znalost reakce skapu na srážkové události umožňuje cíleně aplikovat izotopové metody. Díky poměrně rozsáhlé ploše jeskyních prostor, kde je skap studován a znalosti skapového spektra, je možné zjištěné údaje do značné míry zobecnit i na další obdobná krasové prostředí.

SLEDOVANÉ OBJEKTY

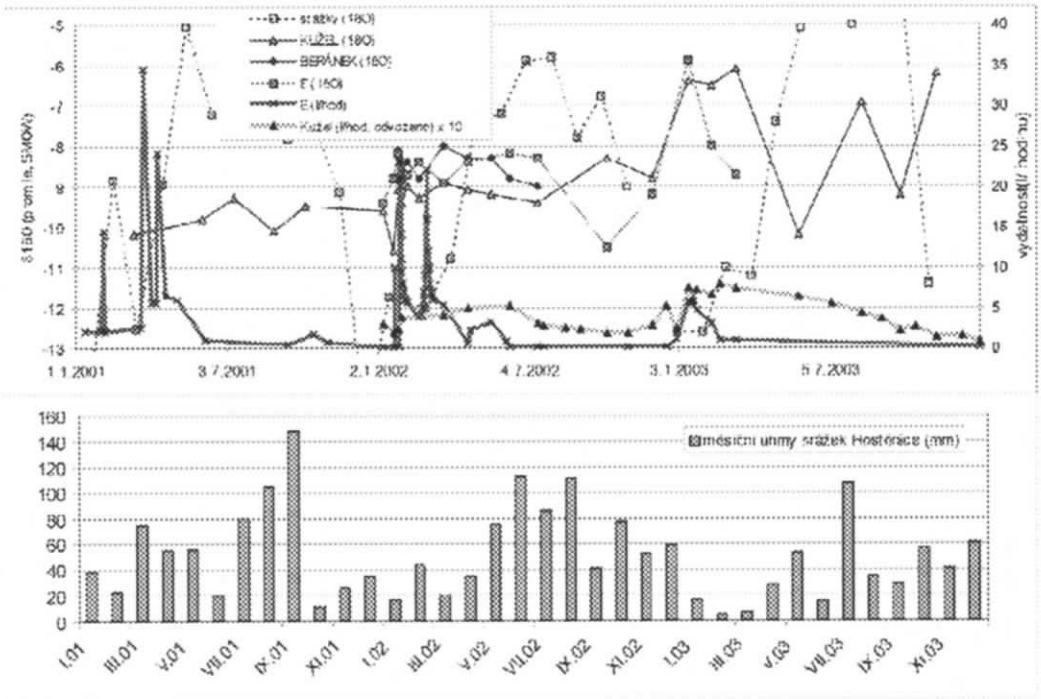
Ochozská jeskyně se nachází v jižní části Moravského krasu. Mocnost nesaturované zóny nad skapovými místy dosahuje okolo 60 m. Mocnost půdního profilu je okolo 40 cm (Himmel, 1993c). Odběry byly prováděny ze tří skapových míst (přesná lokalizace Himmel, 1993c).

1) skapové místo s relativně stálou intenzitou (G – „Kužel").

2) skapové místo s velmi silně kolísající intenzitou skapu (C – „Beránek").

3) skapové místo E (skap obsahující jak stálou složku, tak i složku se silně kolísající intenzitou skapu), na kterém jsou samočinným záznamovým zařízením kontinuálně sledovány fyzikální a chemické parametry.

Mimo skapových vod byly v letech 2001 až 2003 vzorkovány i tři podzemní vývěry autochtonních vod (vod pocházejících převážně z infiltrace přímo na krasovém území) v Moravském krasu: a) Konstantní přítok (Amatérská jeskyně), b) Stará řeka (Rudické propadání), c) Tipeček (Rudické propadání) a orientačně i Jedovnický potok před propadáním.



Obr. 1: Ve svrchní části obrázku vydatnost skapů a hodnoty $d^{18}O$ ve skapech a srážkách. Na spodním obrázku měsíční úhrny srážek. Průběh průtoku skapových míst nepostihuje celou variabilitu vydatnosti. Vydatnost skapu Kužel byly násobena 10x (pro přehlednost).

METODIKA

Stanovení izotopového složení kyslíku vody bylo provedeno běžnou metodikou (ekvilibrace s CO_2) v laboratořích Českého geologického ústavu v Praze na Barrandově na hmotnostním spektrometru Finnigan MAT 251. Výsledky jsou vyjádřeny pomocí běžné notace $d^{18}O$, proti standardu SMOW (teoretické základy viz Hladíková 1988). Přesnost stanovení je +/- 0,15 ‰.

V Ochozské jeskyni byly odebírány vzorky skapové vody na stanovení izotopového složení kyslíku ze tří skapových míst zhruba v 20-30 denním intervalu. Na skapovém místě C-Beránek jsou skapy aktivní jen malou část roku. Po té co se ukázalo, že hodnoty se výrazně neliší od hodnot skapového místa E byl odběr zastaven (obr. 1). Odběry prováděl M. Jež v rámci výměny baterií do záznamových zařízení. V lednu 2002 byly během intenzivního tání odběry vzorků zahuštěny aby bylo možné zachytit kolísání hodnoty $d^{18}O$ během období intenzivních skapů. Z odebraných vzorků byly z finančních důvodů analyzována pouze část, tak aby byl vystižen průběh kolísání hodnoty $d^{18}O$ a aby byly k dispozici další údaje (měření vydatosti atd).

Významné ovlivnění koncentrací ^{18}O výparem přímo v jeskyni lze vyloučit. Skap E byl odebírán přímo z hadice napojené bez kontaktu s atmosférou na přívodní puklinu. U skapu Kužel sice výpar vyloučit nelze, ale vzhledem k vysoké vlhkosti je nepravděpodobný. Napovídá tomu i skutečnost, že nejvyšší obsah ^{18}O byl zjištěn v skapu Kužel ve vzorcích z ledna až května 2003, kdy měl skap vůbec nejvyšší vydatnost (obr. 1).

Vydatnost skapového místa E je měřena sklopkou s automatickým záznamem. U skapu Kužel byla vydatnost odvozena z intensity skapu (existuje těsný vztah mezi počtem kapek/min a vydatností).

Od začátku roku 2002 byly P. Holubem v denním intervalech odebírány vzorky srážkové vody na srážkoměrné stanici Hostěnice. Z nich byly vytvořeny slévané měsíční vzorky (vážené srážkovým úhrnem).

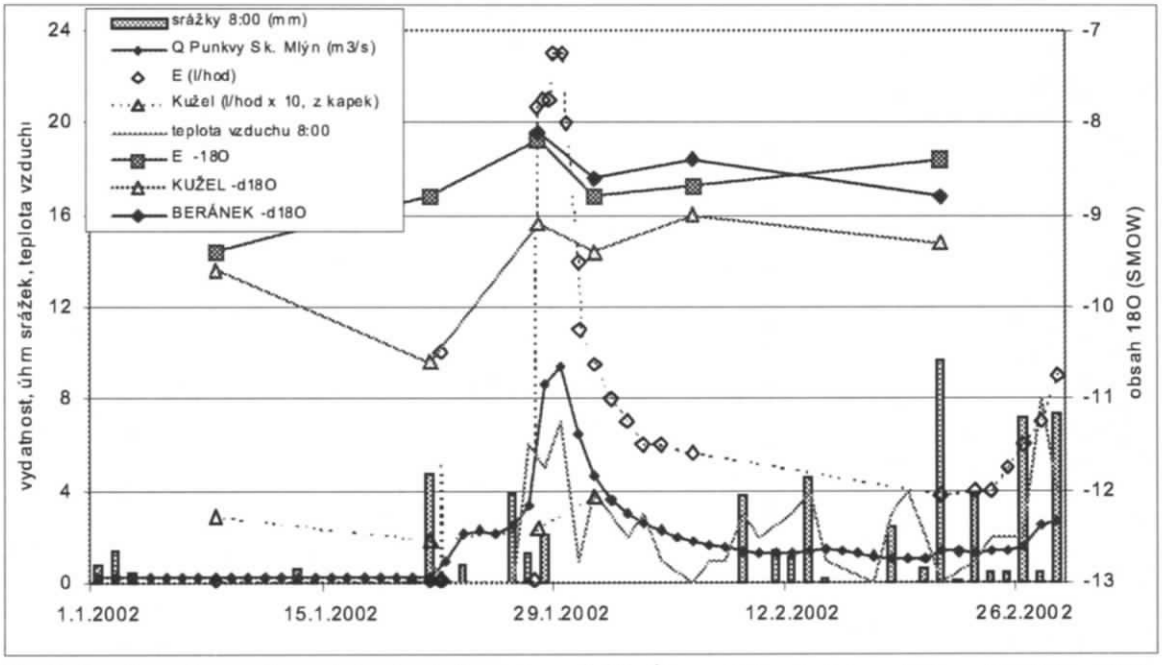
K určení doby zdržení byl použit program FLOW (Maloszewski a Zuber, 1996). Program umožňuje volbu jednoho z běžných modelů (exponenciální, pístový tok, disperzní modely). Doba zdržení a nejvhodnější model proudění je získán inverzním modelováním (slepým zkoušením mnoha různých variant) tak, aby signál $d^{18}O$ ve srážkách (vstup do modelu) odpovídal po projití modelem co nejlépe naměřenému průběhu $d^{18}O$ ve skapové vodě. Detaily této metodiky přesahují možnosti příspěvku, popisuje je např. Žák a kol., (2001).

V prosinci 2003 byly z Konstantního přítoku odebrány vzorky na analýzu freonů (CFC 11, 12, 113) a SF_6. Vzorky byly odebrány podle speciální metodiky a analyzovány H. Osterem v Spurenstoflabor (Německo). Jedná se o velmi mladé metody pro stanovení doby zdržení, v ČR zřejmě použité vůbec poprvé (SF_6 se v praxi využívá teprve od konce 90. let; detaily viz http://water.usgs.gov/lab/cfc/cfcindex.html).

VÝSLEDKY

Skapy Ochozská jeskyně

Při srovnání skapových a srážkových vod (obr. 1) je zřejmé výrazné utlumení signálu $d^{18}O$ v skapových vodách oproti srážkám (roky 2001 a 2002). To naznačuje, že zhruba polovina vody sytící skap má dobu zdržení v průměru výrazně přesahující jeden rok, spíše několik let (doba zdržení se může nicméně významně měnit za různých vodních stavů). V roce 2003 došlo k velkému kolísání



Obr. 2: Datail maxima vydatnosti skapů v lednu a únoru 2002. Úhrn srážek a teplota vzduchu z Hostěnic, průtok Punkvy z dat ČHMÚ. Vydatnost skapu Kužel násobena 10x (pro přehlednost).

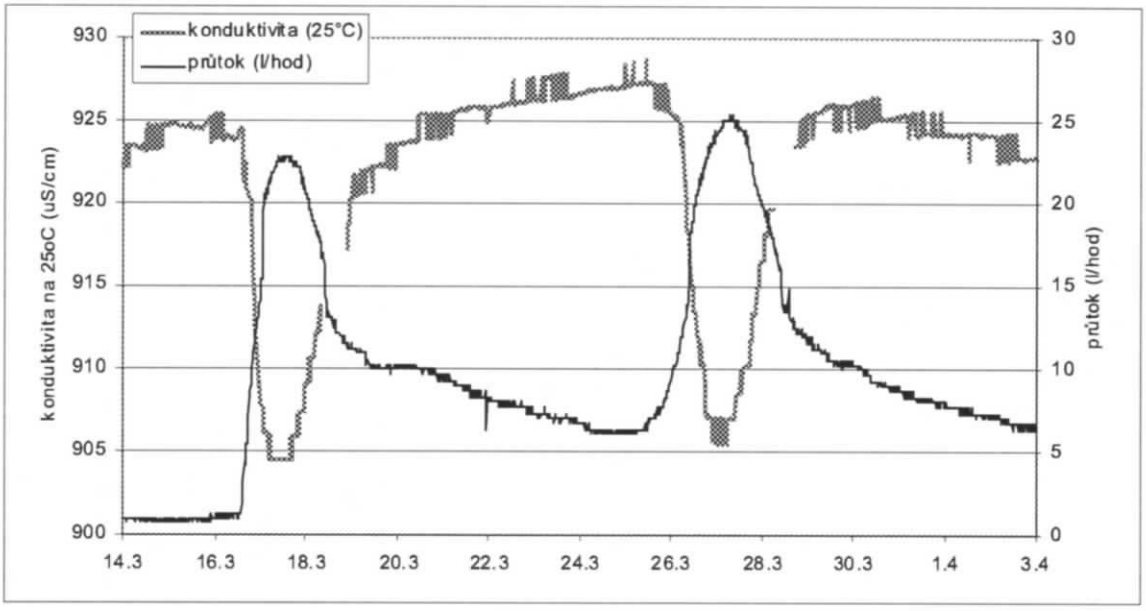
obsahu $d^{18}O$, pro které dosud nemáme jednoznačné vysvětlení.

Nejdetailněji sledovaným obdobím byl leden 2002 s výrazným táním sněhu následovaným krátkodobým silným zvýšením intenzity skapů. Dne 8. 1. 2002 dosahovala mocnost souvislé sněhové pokrývky před Ochozskou jeskyní 18 cm. Vrstva sněhu byla odebrána a analyzována ($d^{18}O$ = -12,6 ‰). Poté již k větším srážkám nedocházelo, takže tuto hodnotu lze považovat za průměrný obsah ^{18}O ve sněhu. Tání v prostoru Ochozu začalo 21. ledna. Zvýšení intenzity skapů v Ochozské jeskyni bylo pouze krátkodobé, druhý den již klesly teploty zpět k 0 °C (obr. 2). Razantní tání nastalo až 27. ledna po prudkém nárůstu teploty a menších srážkách. Vodnost nekrasových toků se rychle zvýšila (obr. 2). Dne 29. ledna již zbyly nad Ochozskou jeskyní jen malé ostrůvky sněhu. Analýza hodnot $d^{18}O$ sněhu ukázala prakticky shodné hodnoty jako před táním (-12,4 ‰). V skapových vodách byly 8.1. zjištěny obsahy: Kužel -9,6 ‰, E -9,4 ‰ (Beránek byl suchý), které lze považovat za hodnoty předsrážkové vody ve vodosvodných cestách (vody, která se nacházela ve vodosvodných cestách před táním). Třetím rezervoárem je půdní/epikrasová voda, jejíž hodnotu $d^{18}O$ lze odhadnout na -6 či -7 ‰ (podle analogie s obsahem ^{18}O ve skapech na jaře roku 2003 a hodnotě $d^{18}O$ letních srážek). Při tání a po něm došlo s výjimkou jediného vzorku (skap E 27.1.) k nárůstu hodnoty $d^{18}O$ oproti hodnotám před táním. Tím je jasně doloženo, že vody z tajícího sněhu se na vydatnosti skapů podílely méně než 50 % (rovnice mísení). U skapu E dosahoval za maximální zjištěné vydatnosti skapu dne 27. ledna podíl vody z tání sněhu jen 20-35 %! Ani v následujících měsících nepřesáhl podíl vody z tání 35 až 45 %. Převážnou část vydatnosti skapu E tedy tvořila voda z půdní zóny, která byla pístovým efektem vytlačena z půdy (a/nebo epikrasu) do vodosvodných cest! Tato voda může pocházet buď z letní infiltrace, která zůstala zachycena v půdní zóně (vysoký srážkový úhrn v srpnu a září 2001), nebo se jedná o vodu ovlivněnou výparem z půdy opět v letním období (viz procesy popsané v Hsieh a kol., 1998). Od ledna až do srpna 2002 docházelo zřejmě k vymývání této vody z půdy/epikrasu a nesaturované zóny zatímco voda z tání byla z větší části spotřebována vegetací.

K podobnému jevu došlo zjevně i na jaře 2003. Anomálně vysoké hodnoty $d^{18}O$ v lednu až březnu 2003 ve skapech E a Kužel se blíží letním hodnotám srážek z předchozího roku (obr. 1). Opět tedy byla voda z konce letního období vymyta teprve další rok na jaře. Tentokrát se však podíl půdní/epikrasové vody ve skapech přiblížil 100 % a voda z tání zůstala prakticky úplně zachycena v půdní zóně (naprostá převaha pístového toku). V roce 2002 by podíl vytlačené vody a tedy pístového toku tvořil 50 až 80 %, zbytek by připadal na proudění makropory, kterými tavná voda překonala půdní/epikrasovou zónu a přímo vnikla do vodosvodných cest.

V roce 2001 se hodnoty $d^{18}O$ ve skapu Kužel pohybovaly okolo -10 ‰. Na rozdíl od následujících let (jaro 2002 a 2003) se tedy letní srážkové vody na vydatnosti skapu výrazně nepodílely. Důvodem může být skutečnost, že srážkové úhrny v dubnu až září 2000 byly výrazně podprůměrné (s výjimkou července), takže nedošlo v tomto roce k akumulaci letních vod v půdě/epikrasu.

Výrazná časová variabilita obsahu ^{18}O v roce 2003 oproti předchozím rokům může souviset s velmi nízkými úhrny srážek v roce 2003. Lze předpokládat, že půdní voda byla v létě 2003 vegetací vyčerpána a voda ze srážek tak bez výraznějšího ředění s půdní vodou mohla při větší srážce (červenec 2003) pronikat do vodosvodných cest a tím ovlivnit výsledné složení skapů výrazněji, než v jiných letech. Za předpokladu vyschnutí



Obr. 3: Záznam ze dvou maxim vydatnosti skapových vod v místě E v Ochozskéjeskyni v roce 2004. Měření bylo prováděno v kroku 30 min.

a rozpraskání půdy do větších hloubek mohla být infiltrace paradoxně oproti vlhčím rokům usnadněna. Jedná se však o zcela hypotetické vývody, které mohou být potvrzeny pouze dalším sledováním.

Důležitým ukazatelem je roční průměr $d^{18}O$ ve skapových vodách. Zejména obsahy ^{18}O ze skapových míst E a Beránek vykazují v roce 2002 jednoznačné nabohacení izotopem ^{18}O např. oproti vodě Konstantního přítoku a tedy větší podíl letní vody oproti poměru ve srážkách. To opět naznačuje, že vody z tání sněhu zůstaly v roce 2002 a zejména 2003 z větší části zachyceny v půdní/epikrasové zóně a byly spotřebovány během léta vegetací, a naopak vody z pozdního léta předchozího roku byly zatlačeny tající vodou do vodosvodných cest k skapovým místům. Pokud se toto vysvětlení v dalších letech potvrdí bude mít dvě závažné konsekvence:

1) Vyvrací představu (Himmel, 1999), že ve skapech převádají vody ze zimy a jara. Již Maloszewski a Zuber (1996) upozorňují, že podle izotopových studií je podíl letní vody na podzemním odtoku mnohem vyšší, než by se zdálo z prostého porovnání úhrnu odtoku za letní a zimní období. Příčina je právě v tom, že letní voda zůstává zachycena v nesaturované zóně a do oběhu se dostává až na jaře dalšího roku.

2) Pokud bude prokázáno dlouhodobé nabohacení ^{18}O ve skapové vodě E oproti hodnotám ve srážkách a případně jiných skapových místech v jeskyni, bude to závažný bod do diskuze o rekonstrukci paleoteplot z analýzy ^{18}O v krápnících. Pokud hypoteticky existuje vodosvodná cesta s takovou mocností a vlastnostmi půdy nad ní (naprostá převaha pístového toku), že po většinu let jsou skapy dotovány především z letních srážek, kdežto zimní jsou pravidelně ztraceny evapotranspirací, bude mít takový skap podstatně vyšší obsah ^{18}O, než by odpovídalo průměrné roční teplotě oblasti. Analýza krápníku vytvořeného z takového skapu pak nutně povede k mylnému stanovení paleoteploty (vyšší o několik °C oproti realitě). V Polsku byly přitom v jedné jeskyni nalezeny krápníky, kde vrstvičky podle datování stejně staré vykazují odlišné hodnoty ^{18}O (T. Nowicky, úst. sděl., 2003) což by bylo možné vysvětlit právě těmito podmínkami nad jedním z přívodních míst.

Překvapením bylo zjištění, že jednotlivé typy skapů (vysoce variabilní – Beránek, E; relativně stálý – Kužel) se neliší nijak extrémně variabilitou signálu $d^{18}O$ a tím i zastoupení složek s krátkou dobou zdržení. Variabilita obsahu $d^{18}O$ u Kuželu je jen mírně nižší než u ostatních skapů. Nelze vyloučit, že kolísání vydatnosti skapů je dáno odlišným přenosem hydraulické odezvy systémem a nemá mnoho společného s vlastním prouděním a tím i dobou zdržení.

Dlouhá doba zdržení skapových vod není v nesouladu s poklesem konduktivity při nárůstech průtoku po táních popsaných Himmlem (1993c). Pokles konduktivity není nijak drastický a je ho možno vysvětlit buď přítomností pouhých několika % vody z tání, nebo spíše průnikem vody z půdní zóny (obr. 3).

Zajímavé výsledky přineslo stanovení tritia ze skapového místa Kužel (vzorek 6.10.2001). Obsah tritia dosahuje 19 TU což je výrazně více, než byly v roce 2001 měsíční průměry ve srážkách (9 až 13 TU, stanice Vídeň – IAEA/WMO, 2001). Vyšší koncentrace tritia naznačuje, že ve skapové vodě by mohla být přítomna určitá příměs vody z 60 a 70 let, tedy s dobou zdržení přes 30 let! Pro potvrzení byly v roce 2004 odebrány další vzorky, přesnější analýzu s nabohacením tritia elektrolýzou bohužel nebylo možno z provozních důvodů dosud provést.

Krasové prameny (autochtonní vody)

Nejdetailněji studovaným vývěrem autochtonních vod byl Konstantní přítok. Základní měření a nové poznatky o lokalitě jsou diskutovány jinde (Zeman a Bruthans, 2002). Podle CFC 113 a SF_6 se střední doba zdržení vody od infiltrace po vývěr pohybuje u Konstantního přítoku okolo 10 let (analýza a vyhodnocení Dr. Oster). Část vody (cca 10-20%) má dobu zdržení v řádu měsíců, což se projevuje variabilitou obsahu ^{18}O během roku. U dalších vývěrů (Stará řeka, Tipeček) nelze dobu zdržení přesněji určit. Podle vyšší variability ^{18}O během roku u Tipečku je pravděpodobný vyšší podíl vody s dobou zdržení v řádu měsíců, než je tomu u Konstantního přítoku. Střední doba zdržení 10 let nevylučuje přítomnost vody o době zdržení 1 den, jedná se o průměrnou hodnotu, přičemž zejména u krasových pramenů platí, že se jedná o celé spektrum vod o velmi odlišných dobách zdržení (dny až století).

Izotopy kyslíku ukázaly velký potenciál pro určení zdrojů vod. Např. vody Jedovnického potoka se značně odlišují vyšší hodnotou $d^{18}O$ (-6 ‰) od autochtonních vod v Rudickém propadání, díky nabohacení výparem v rybníku v Jedovnici. Obecně by měly být pomocí ^{18}O poměrně dobře rozpoznatelné vody, které předtím prošly výparem v nádrži s volnou hladinou (větším rybníkem) od jiných vod.

ZÁVĚR

Studium přirozených stopovačů přineslo zcela nové a mnohdy velmi překvapivé poznatky o hydrologii skapových a autochtonních vod v Ochozské jeskyni:

– Při jarním tání nepronikala tavná voda ve větším množství do skapů, ale naopak pístovým efektem vytlačovala z půdní/epikrasové zóny do vodosvodných cest vodu z konce předchozího léta (roky 2002 a 2003). Podíl letní vody na vydatnosti skapů se přitom při tání přiblížil až 100 % (jaro 2003)!

– Průběh $d^{18}O$ ve skapech lze z větší části vysvětlit různým zastoupením pístového toku v půdě a epikrasu (diffuse flow) a toku makropory (bypass flow) v závislosti na intenzitě a velikosti tání/srážky a momentálních vlastnostech půdy.

– Zhruba polovina vydatnosti skapů je tvořena vodou o době zdržení okolo půl roku, zbytek zřejmě vodou s dobou zdržení několika let a více. Doba zdržení v nesaturované zóně je tedy značná

– Doba zdržení autochtonních vod vyvěrajících v Kon-

stantním přítoku v Amatérské jeskyni byla určena podle CFC 113 a SF_6 na 10 let.

Ukazuje se tak, že autochtonní vody v Moravském krasu mají významné doby setrvání v krasovém prostředí (vyšší roky), na rozdíl od nekrasových vod, které v krasových kanálech (jeskyních) setrvávají pouze několik hodin či dní. Tento výsledek není v porovnání s ostatními oblastmi ČR nijak vyjímečný. Dobu zdržení v řádu let má i voda v povodí krasového pramene Blom-blom na Králickém Sněžníku, doba zdržení v řádu prvních desetiletí byla zjištěna u několika krasových pramenů v Českém krasu (Sv. Jan, Koda, Nesvačily) a toku v Chýnovské jeskyni (Žák a kol., 2001, Bruthans a Zeman, 2004). V rozsáhlých krasových kolektorech v zahraničí není přitom výjimkou ani mnohem delší doba zdržení (Plummer a kol., 1998; aj.).

Významné doby zdržení autochtonních vod jsou výsledkem dvou extrémně odlišných typů porozity a tím i proudění v krasovém prostředí:

1) krasových kanálů (jeskyní), které mají relativně malý objem a současně jimi proudí velké množství vody a proto je doba zdržení v nich velmi malá (hodiny, dny). Právě toto prostředí je téměř výhradně studováno pomocí stopovacích zkoušek a je přístupné pro člověka, což může vést k zavádějícím závěrům o vysoké rychlosti proudění vody v celém krasovém prostředí

2) ostatního prostředí, které obvykle zabírá přes 99,9 % objemu krasových hornin (Klimchouk a kol., 2000). Zde je intenzita proudění o mnoho řádů nižší než v prvním případě, takže voda proudí velmi pomalu. Vysoké zdržení lze předpokládat např. i v půdě a zvětralinách. Při infiltraci 5 cm/rok, vlhkosti půdy 20 % a mocnosti okolo 1 m a předpokladu pístového toku je tato zóna schopná zadržet infiltrovanou vodu po 4 roky.

Charakter proudění autochtonních vod si lze přiblížit na příkladu Staré řeky v Rudickém propadání. Přímá infiltrace povrchových vod propadajících se do Svážné studny tvoří 0-20 % vydatnosti (po většinu roku je ponor suchý). Pouze tato voda má dobu zdržení v řádu dní (výsledky stopovací zkoušky; I. Balák, úst. sděl.). Zbytek tvoří autochtonní vody s dobou zdržení v řádu let, které vstupují do staré jeskyní chodby a jsou jí drenovány a poté již vysokou rychlostí transportovány k vývěru.

Výše popsaná dlouhá doba zdržení má zásadní vliv na chápání geochemických procesů a především předpovídání vývoje dusičnanů a dalších látek z plošného znečištění. Při výrazné změně hospodaření může trvat řadu let i déle, než v pramenech dojde k poklesu obsahu dusičnanů (Žák a kol., 2001).

PODĚKOVÁNÍ

Výzkum by nebyl možný bez finančních prostředků, které poskytly: HeidelbergCement, Mokrá ve spolupráci s Geologických ústavem AVČR; Grantová Agentura University Karlovy (grant GAUK 197/2001) a výzkumný záměr MSM 1131 00006. Autoři děkují K. Žákovi za cenné připomínky k rukopisu a P. Holubovi z Hostěnic za odběry vzorků srážek.

LITERATURA

Atkinson, T.C. – Hess, J.W. – Harmon, R.S. (1985): Stable isotope variations in recharge to a karstic aquifer, Yorkshire dales, England. Annales de la Société Géologique de Belgique 108:225.

Bottrel, H.A. – Atkinson, T. C. (1992): Tracer study of flow and storage on the unsaturated zone of a karstic limestone aquifer. – Proceedings of the 6th international symposium on water tracing. (Hötzl, H a Werner, A. eds.). Balkema

Bruthans, J – Zeman, O. (2004MS): Použití izotopových metod (^3H, $^{18}O/^{16}O$) k určení stáří podzemních vod v krasových oblastech, Závěrečná zpráva grantu GAUK. 17 str.

Harmon, R. S. (1979): An isotopic study of groundwater seepage in the Central Kentucky karst. Water Resources Research 15 (2) 476-480.

Himmel, J. (1993a): Jak vám kape Krasovka?-Speleo 10, 23-26. Praha

Himmel, J. (1993b): Roční režim koroze vápenců vlivem infiltrujících srážek v zóně vertikální krasové cirkulace v Moravském krasu. – Speleofórum 93, 67-72. Brno.

Himmel, J. (1993c): Výzkum změn chemizmu skapové vody v závislosti na intenzitě skapu a vliv půdního profilu.- Speleofórum 93, 67-72. Brno.

Himmel, J. (1999): Vliv srážek na skapové vody v Moravském krasu. – IV. mezinárodní setkání speleologů v Moravské krasu, 10-12. Jedovnice.

Hladíková J. (1988): Základy geochemie stabilních izotopů lehkých prvků. – Skriptum, Univerzita J. E. Purkyně, Přírodov. fak. 96 s. Brno.

Hsieh, J.C.C. – Chadwick, O.A. – Kelly, E.F., – Savin, S.M. (1998): Oxygen isotopic composition of soil water: quantifying evaporation and transpiration. – Geoderma 82, 269-293

IAEA/WMO (2001). Global Network of Isotopes in Precipitation. The GNIP Database. Accessible at: http:// isohis.iaea.org .

Klimchouk A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (2000): Speleogenesis, Evolution of Karst Aquifers. – NSS, 1-521. Huntsville. USA.

Maloszewski, P. – Zuber, A. (1996): Lumped parameter models for interpretation of environmental tracer data, in: Manual on mathematical models in isotope hydrology. IAEA-TECDOC-910, 9-59. – International Atomic Energy Agency. Wien.

Perrin, J. – Jeannin, P.Y. – Zwahlen, F. (2003): Epikarst storage in a karst aquifer: a conceptual model based on isotopic data, Milandre test site, Switzerland. – Journal of Hydrology, 279, 106-124.

Plummer, L.N. – Busenberg, E. – Drenkard, S. – Schlosser, P., Ekwurzel, B. – Weppernig, R. – McConnell, J.B. – Michel, R.L. (1998): Flow of river water into karstic limestone aquifer - 2. Dating the young fraction in groundwater mixtures in the Upper Floridan aquifer near Valdista, Georgia. – Applied Geochemistry, 13, 1017-1043.

Yonge, C. J. – Ford, D.C. – Gray, J. – Schwarcz, H.P. (1985): Stable isotope studies of cave seepage water. – Chemical Geology, 58, 97-105. Elsevier. Amsterdam.

Zeman, O. – Bruthans, J. (2002): Příspěvek k hydrologii Amatérské jeskyně a k otázce vzniku labyrintů v jeskyni. – Speleofórum, 2002, 28-30. Brno

Žák, K. – Hladíková, J. – Buzek, F. – Kadlecová, R. – Ložek, V. – Cílek, V. – Kadlec, J. – Žigová, A. – Bruthans, J. – Šťastný, M. (2001): Holocenní vápence a krasový pramen ve Svatém Janu pod Skalou v Českém krasu – Karstic spring and calcareous tufa accumulation of Holocene age in Svatý Jan pod Skalou (Bohemian Karst). – Czech Geol. Survey Special Papers, 13, 135 s.

Palynologická studia jeskynních sedimentů moravských krasových oblastí

Nela Doláková

Ústav geologických věd, Přírodov. fak., Masarykova univ. v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail nela@sci.muni.cz

Abstract: Sediments of the Moravian, Javoříčko and Hranice Karsts were palynologically investigated. They were of Holocene, Pleistocene and Miocene ages. Palynological studies enable the reconstruction of the original vegetational cover and the paleoclimatical, paleogeographical and stratigraphical conclusions. The palynological studies in caves bring about the transport problems of the plant rests from their original positions on the cave surface. This fact can cause the mixing of different ages components as well as the selection and secondary accumulation of differently resistent palynomorphs.

ÚVOD

Palynologie se zabývá studiem pylových zrn a spor rostlin (i některých dalších mikroobjektů). Tyto velmi drobné části rostlinných těl mají vnější stěnu tvořenou složitou organickou látkou, tzv. sporopolleninem, který je do značné míry odolný vůči působení chemických procesů. Velmi malé rozměry přitom umožňují snadný transport a dobrou odolnost vůči mechanickému poškození, proto mají tzv. palynomorfy dobrou schopnost fosilizace. Pravděpodobnost nálezu palynomorf v horninách zvyšuje rovněž velká pylová produkce. Nepříznivě se projevují procesy oxidace a vyšší zrnitost sedimentu. Morfologická odlišnost pylových zrn a spor u jednotlivých rostlinných druhů umožňuje jejich klasifikaci. Palynologická studia proto poskytují důležité poznatky o složení flóry na zemském povrchu během geologické historie. Na základě palynologických poznatků je možné stanovovat relativní stáří hornin, zejména sedimentů, a rekonstruovat přírodní podmínky ve studovaných časových obdobích (vývoj klimatu, rozšíření ekologických stanovišť…).

Pokud se týká jeskynních sedimentů, je situace pro palynologii poněkud složitější. Jeskynní sedimenty neobsahují zbytky flory v původní pozici, ale převážně transportovanou z různých míst z povrchu jeskynních systémů. Často dochází i k redepozici a smíšení palynomorf ze sedimentů uložených v různých časových obdobích. V případě moravských jeskyní se jedná zejména o smíšení zrn kvarténích a neogenních. U rostlin, které se vyskytovaly v obou útvarech (např. duby, buk, bříza, olše), se mnohdy jejich původ nedá spolehlivě stanovit, což ztěžuje přesné a jednoznačné stanovení stáří sedimentů i paleoekologické interpretace. Mnohá jeskynní palynospektra se vyznačují značnou monotónností – převahou některých typů pylových zrn a spor. Tento jev je pravděpodobně důsledkem selektivního zachování odolnějších pylových zrn vlivem sedimentačních pochodů a různých forem transportu a může výsledný obraz původního společenstva značně zkreslit. Navarro et al. (2001) z jeskynních sedimentů Španělska zjistili, že pylová zrna větrosnubných rostlin (např. borovice), která bývají díky dobrému transportu větrem a velké pylové produkci v povrchových pylových spektrech silně nadhodnocena, ubývají v palynospektrech z jeskynních sedimentů v závislosti na vzdálenosti od jeskynního vchodu. Naopak pylová zrna rostlin hmyzosnubných (snadno se zachycují např. v srsti zvířat) se směrem do hloubky jeskyní na složení palynospekter podílejí mnohem častěji. Podle španělských autorů se může jednat o transport za pomoci živočichů. Nejčastěji převažujícím prvkem kvartérních pylových spekter vnitřních částí moravských jeskyní je čeleď Asteraceae (šošůvská část Sloupsko-šošůvských

jeskyní (až přes 60 %). Převažujícím nebo velmi frekventovaným prvkem bývají rovněž hladké monoletní spory čeledi kapradin a pylová zrna lípy – Ochozská jeskyně.

PALYNOLOGICKÁ STUDIA V SEDIMENTECH MORAVSKÝCH KRASOVÝCH OBLASTÍ

Palynologická studia byla prováděna v sedimentech Moravského krasu (Ochozská jeskyně, Kůlna a Šošůvská část Sloupsko-šošůvských jeskyní, Balcarka), Javoříčského krasu (jeskyně Za hájovnou) a Hranického krasu (krasové kaverny v lomu Hranice). Sedimenty byly kvartérního (holocén, pleistocén) i terciérního stáří.

Studované sedimenty z Ochozské jeskyně pocházely ze dvou profilů (Hlavní dómy a Zkamenělá řeka),v nichž profilech byl zjištěný obdobný charakter palynospekter. Ve spodních částech převažovali zástupci chladnomilné stepní vegetace spolu s vegetací bažinnou a vlhkomilnou (rovněž chladnomilné zelené řasy). V nejvyšších částech profilů tvořlila hlavní charakter asociace pylová zrna lípy a hladké monoletní spory kapradin. Spodní části studovaných profilů lze pravděpodobně přiřadit k chladnějším fázím pozdního glaciálu, vyšší části obou profilů období s mírnějším klimatem. Paleomagnetické datování (Kadlec, 2000) sintrových sedimentů v nadloží studovaného profilu U zkamenělé řeky (svrchní hranice 28 000 let) vyloučilo holocenní stáří sedimentů.

Studium opěrného profilu v jeskyni Kůlna mělo z hlediska palynologického výzkumu jeskynních sedimentů výjímečnou pozici, protože profil byl podrobně paleontologicky a archeologicky datován a interpretován. Svrchní část opěrného profilu (pozdní glaciál až holocén) palynologicky zpracovala H. Svobodová (Svobodová in Valoch et al. 1988).

Sedimenty spodní části profilu byly datovány od svrchní části risského (sálského) glaciálu přes interglaciál eem až po střední část würmu. Z palynologického hlediska bylo patrné rozdělení studované části opěrného profilu do dvou částí. Spodní část profilu obsahovala palynospektra s hojným zastoupením lesní vegetace (borovice, smrk, líska, olše, lípa). Svrchní část studovaného profilu obsahovala stepní a lesostepní asociace s převahou světlomilných bylin chladných oblastí (vraneček brvitý, žluťucha, vratička) s hojnými mokřinami (ostřice, rašeliník).

V Šošůvské části Sloupsko-šošůvských jeskyní byly vzorky odebírány jednotlivě a jen velmi málo z nich tvořilo profil. Palynospektra většiny studovaných vzorků měla převážně zastoupeny prvky stepní až lesostepní vegetace s dominantními světlomilnými bylinami – chrpy, zvonky, svízel, složnokvěté, běžně vápnomilné např. ožanka a méně hojnými dřevinami. Ve 2 vrstvách byly zjištěny kosti a lebka jeskynního medvěda, které svědčí o pleistocenním stáří. Při srovnání s výsledky studia z opěrného profilu v Kůlně, lze konstatovat poměrně dobrou shodu s některými vrstvami ze svrchní části profilu, ale k přesnějšímu určení stáří sedimentů bude nutné doplnění dalšími studii.

Z palynologických studií v jeskyni Balcarka lze opět stanovit odlišný charakter vzorků ze spodní a svrchní části sond v jeskynní části „Muzeum". Spodní části sond obsahovala převahu stepních rostlin, které reprezentují pravděpodobně některou z chladnějších fází posledního glaciálu. Palynofacie z nadložních sedimentů odpovídaly teplejšímu a vlhčímu klimatu. Mohlo by se tedy jednat o některý teplejší výkyv posledního glaciálu, nebo sedimenty raně holocenní.

V jeskyni Za hájovnou (Javoříčský kras) byly studovány 2 profily. Palynologické údaje prozatím poskytly sedimenty, které byly podle nálezů fauny datovány jako interglaciál Holstein. Palynospektra se jevila jako poměrně teplomilná s hojnými zástupci dřevin s převahou lísky. Zjištěn byl rovněž habr, javor, a ojediněle břečťan. Zajímavé srovnání poskytla vrstva 2b, která se vyskytovala průběžně v obou profilech. Výsledky dobře korespondují se španělskými autory – směrem od tehdejšího jeskynního vchodu do jeskyně ubývá anemofilních rostlin a přibývá zoofilních (složnokvěté).

V krasových dutinách lomu Hranice (Hranický kras) byly zjištěny sedimenty spodnomiocenního až spodnobadenského stáří. V palynospektrech se vyskytovaly typické teplomilné prvky jako např. *Sapotaceae*, *Engelhardia*, *Platycarya* doprovázené zástupci marinních dinoflagelát. Poměrně často byly nalézány palynomorfy redeponované ze sedimentů křídového stáří Z oblasti okolí Hranic byly studovány i vzorky pocházející z povrchových sedimentů (podle paleontologických studií svrchní karpat – spodní baden), které byly palynologicky téměř shodné.

ZÁVĚR

Palynologická studia jeskynních sedimentů přinášejí poznatky o časovém zařazení, klimatických podmínkách a charakteru vegetačního pokryvu v dobách ukládání jeskynních sedimentů. Jejich přesná interpretace však bude vyžadovat další podrobnější studia, zejména tafonomická, a neobejde se bez sedimentologického a paleontologického nebo archeologického výzkumu.

PODĚKOVÁNÍ

Palynologické studium jeskynních sedimentů Moravy je podporováno Grantovou agenturou ČR (grant 205/04/1021).

LITERATURA

Kadlec J. et al. (2000): Studium krasových sedimentů v jižní části Moravského krasu. MS ČAV.

Navarro, C. – Carrión, J. S. – Munuera, M. – Prieto, A.R (2001): Cave surface and the palynological potential of karstic cave sediments in palaecology. – Rev. Paleobot. and Palynol., 117, 4, 245-265.

Svobodová, H. (1988): Pollenanalytische Untersuchung des Schichtkomplexes 6-1 vor der Kůlna-Höhle. In: Valoch K.: Die Erforschung der Kůlna Höhle 1961-1976. – Anthropos, Band 24 (N.S. 16), 205-210, Brno.

Proměnlivost koncentrace oxidu uhličitého ve Zbrašovských aragonitových jeskyních a její vyhodnocení na základě devítiletého sledování

Variability of carbon dioxide concentrations in Zbrašov Aragonite Caves and its assessment on the base of nine-year monitoring research

Milan Geršl[1,2], Jindřich Hladil,[2] Dušan Hypr[3], Uroš Stepišnik[4]

[1] Ústav geologických věd, Přírodov. fak. Masarykovy univ. v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: kaimon@sci.muni.cz
[2] Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6
[3] Český hydrometeorologický ústav, Kroftova 43, 616 67 Brno
[4] Oddělení geografie, Filozovská fak., Univerzita v Ljubljani, Aškerčeva 2, 1000 Ljubljana

Abstract: The Zbrašov Aragonite Cave is a part the Hranice Karst (NE Moravia, between Olomouc and Ostrava). The extensive cave system combines the riverine, vadose and hydrothermal features, and its lowermost places are continuously flooded by carbon dioxide of upper-mantle origin. The fluctuating concentrations of CO_2 were documented by means of daily measurements at five monitoring sites in this cave. Different conditions at each of these five sites are basically controlled by air movement in the cave, water levels and CO_2 availability (e.g., level and shape of caves, proximity of vents). The nearly complete daily measurement data from a nine-year period (1995-2003) were analyzed using statistic methods and factor-analysis, with special emphasis on correlation. The major fluctuations of CO_2 concentrations are covariant to seasonal temperature changes outside the caves, so that the primary control most likely corresponds to thermally driven change of directions of air movement in the entire cave system. At the lowest winter temperatures outside of system, the CO_2 concentrations reach minimum values in caves, whereas the high summer CO_2 concentrations start in spring, usually in April. (The temperature in the caves is quite stable, ~15 °C). The atmospheric pressure and river level changes have no visible effects on CO_2 concentrations. The interpretation of several-day or even finer CO_2 variations remains open, mainly due to significant „noise" that is caused by external factors (e.g., tourist cave operation).

ÚVOD

Zbrašovské aragonitové jeskyně (ZAJ) jsou dnes největším známým jeskynním systémem Hranického krasu. Nalézají se na levém břehu řeky Bečvy v katastru obce Teplice nad Bečvou asi 40 km vjv. od Olomouce.

Velká část níže položených prostor těchto jeskyní je trvale nebo periodicky zaplavována oxidem uhličitým (CO_2). Popisem těchto tzv. plynových jezer se zabývali Kašpar (1943-44) a Kunský (1957), první systematický pokus o vysvětlení režimu oxidu uhličitého učinil Pleichinger (1968).

Původ zbrašovského oxidu uhličitého naznačují analýzy poměru stabilních izotopů uhlíku. Analýzy uhlíku z CO_2 odebraného v jeskynních plynových jezerech s výsledky např. $\delta^{13}C = -7{,}1$ ‰ PDB (Šmejkal et al. 1974) nebo $\delta^{13}C = -5{,}0$ ‰ PDB (Hladíková 1988) ukazují na juvenilní (plášťový) původ tohoto plynu. Hodnoty $\delta^{13}C = -4{,}2$ ‰ PDB zjištěné v plynném CO_2 z minerální vody vrtu R-1 „Kropáčův pramen" (Michalíček et al. 1994) shodně dokreslují tuto skutečnost. Meyberg a Rinne (1995) analyzovali poměr izotopů ^3He a ^4He ve vzorcích z Hranické Propasti s cílem upřesnit původ plynů rozpuštěných v minerální vodě vyplňující propast. Dva vzorky byly odebrány potápěči 3. dubna 1994, a to z hloubek -30 m a -35 m pod hladinou jezera. Poměr izotopů ^3He a ^4He $4{,}5.10^{-6}$ zjištěný těmito analýzami ukazuje na původ plynů v hloubce okolo 40 km, tedy ve svrchním plášti Země.

Cílem naší práce je zhodnotit víceletá denní měření koncentrací oxidu uhličitého na pěti lokalitách ve Zbrašovských aragonitových jeskyních a pokusit se o vysvět-

lení příčin kolísání koncentrace CO_2.

Za normální koncentraci CO_2 v atmosféře je zpravidla považována hodnota 0,03 % obj. Za maximální hranici ještě vhodnou pro 8hodinovou práci je stanovena koncentrace 0,5 %. Již při koncentraci 1 % CO_2 se začínají projevovat vnímatelné příznaky, při expozici v koncentraci 10-11 % již člověk ztrácí vědomí a nastává smrt. Ovšem i při prodlouženém pobytu v prostředí se 6 % CO_2 může nastat bezvědomí a následná smrt (Geršl – Vitovják 2003).

METODIKA

K měření koncentrací CO_2 byly použity interferometry DI-2 (rozsah 0-10 % CO_2) a DI-2C (rozsah 0-100 % CO_2) a přístroj Airwatch PM 1500 firmy Environmental Instruments (rozsah 0-5 % CO_2, rozlišení 0,01 %). Koncentrace CO_2 jsou uváděny vždy v objemových procentech CO_2. Měření byla prováděna podle možnosti s četností 1x denně, vždy v ranních hodinách u počvy uvedených lokalit. Režimní měření prováděli pracovníci správy Zbrašovských aragonitových jeskyní. Měření byla doplněna množstvím paralelních měření prováděných autory článku.

Hydrologická měření probíhala na toku Bečvy, stanice Teplice nad Bečvou. Stav vody (resp. výška hladiny) byl zaznamenáván s četností 1x denně, vždy v ranních hodinách. Data byla převzata z archivu Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Pro práci byly dále použity hodnoty průměrné denní teploty vzduchu, které byly převzaty z klimatologické stanice ČHMÚ v Bělotíně, a průměrný denní tlak vzduchu na základě dat z klimatologické stanice ČHMÚ v Ostravě –Porubě.

Z mnoha lokalit (cca 12) ve Zbrašovských aragonitových jeskyní, kde jsou denně prováděna měření konc. CO_2, bylo vybráno pět, které lze pro jednotlivé celky jeskynního systému považovat za reprezentativní. Jedná se o lokality: Koblihová síň u Katakomb (KK), Koblihová síň pod gejzírovým stalagmitem (KG), Prokopova kaple (PK), Gallašův dóm – dno pukliny (GD) a Jurikův dóm – Tunel terasa (TT). Na základě úvah vzešlých z dosavadních pozorování byly lokality Prokopova kaple, Gallašův a Jurikův dóm ohodnoceny jako lokality s vysokými koncentracemi CO_2, s minimálním ovlivněním návštěvním provozem a se statickým režimem větrání. Koblihová síň u Katakomb i u gejzírového stalagmitu byla ohodnocena jako lokalita s velmi nízkými koncentracemi CO_2 ovlivňovaná prouděním vzdušin i návštěvním provozem.

Jako řešení zpřístupnění jeskyně po náhlém vzestupu hladiny CO_2 po povodni v roce 1997 bylo vybudováno nucené větrání návštěvní trasy. Sání je spouštěno manuálně, zpravidla v návštěvních hodinách při překročení konc. 1 % CO_2 na návštěvní trase. Větrání návštěvní trasy je navrženo tak, aby sací otvory byly na úrovni chodníků a tedy dostatečně vysoko nad měřícími místy jednotlivých pozorovaných lokalit. Lze tedy předpokládat, že koncentrace CO_2 na lokalitách Prokopova kaple, Gallašův ani Jurikův dóm nejsou tímto zásahem přímo postiženy. Naopak obě lokality nacházející se v Koblihové síni leží nad sacími otvory zařízení a ovlivnění režimu CO_2 lze tedy čekávat.

Na základě zhodnocení kompletnosti dostupných časových řad měření jsme se rozhodli pro zpracování období od 1. 1. 1995 do 31. 12. 2003, tedy 9 let měření.

STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Základní statistické zhodnocení dat

Následující tabulka (tab. 1) uvádí statistické zhodnocení jednotlivých lokalit a sledovaných parametrů za celé období měření (1995 - 2003).

Korelace

Cílem výpočtu bylo statisticky zhodnotit, zda jsou konc. CO_2 v jeskynních prostorách v korelaci vzájemně mezi sebou a dále s teplotami vzduchu na povrchu, s atmosférickým tlakem nebo se stavem vodní hladiny v řece Bečvě.

Z většiny grafů časových řad konc. CO_2 a teploty vzduchu na povrchu je už vizuálně patrné, že některé jejich části znázorňující určité období by mohly poskytnout velmi dobrou korelaci. Naopak jiné části datových řad jsou ovlivňovány zatím nezjištěnými příčinami, které pozitivní výsledek celkové korelace znehodnocují. Jedná se například o vztah konc. CO_2 v Prokopově kapli a prům. denní teploty vzduchu. Příkladnou ukázkou je například záznam koncentrací CO_2 z Prokopovy kaple, kde přestože grafické znázornění působí dojmem vysoké korelace, byl výpočtem korelační koeficient za celé sledované období stanoven pouze na 0,438. Těsněji korelují naopak data z roku 1996 (k = 0,713) a období 27. 9. 1995 - 29. 1. 1996 (k = 0,774).

	Koblihová s. u Katakomb	Koblihová s. pod gejz. st.	Prokopova kaple	Gallašův d.	Jurikův d. - Tunel ter.	Teplota atm. denní prům.	Tlak atm. denní prům.	Stav vody
	KK	KG	PK	GD	TT	T	P	H
Průměr	0,6	0,6	9,2	45,3	14,0	8,4	986,7	124,6
Medián	0,6	0,6	7,5	30,0	12,5	9,1	987,0	115,5
Maximum	2,0	2,2	32,0	95,0	42,0	27,0	1012,2	791,9
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	-19,7	960,1	45,0
Rozptyl	0,1	0,1	86,2	812,8	42,9	74,3	61,2	2428,6
S. odch.	0,4	0,4	9,3	28,5	6,6	8,6	7,8	49,3
Počet m.	1833	1833	1717	1812	1812	3287	3287	2988
Počet %	55,8	55,8	52,1	55,1	55,1	100	100	90,9

Použité jednotky: koncentrace CO_2 [% obj.], teplota [°C], tlak [hPa], stav vody [cm].
S. odch. = směrodatná odchylka, Počet m. = počet uskutečněných měření. Počet % = poměr uskutečněných měření za celé období [%].

Tab. 1: Základní statistické zhodnocení dat za období 1995 – 2003.

Pro další výpočet korelace proto byly použity pouze vybrané dílčí sady měření sady „nerušených měření". Např. korelační koeficient datových řad konc. CO_2 Koblihová síň u Katakomb a prům. denní teplota na povrchu byl pro celé sledované období stanoven na 0,477, kdežto vyšší míra těsnosti byla opět zjištěna v nerušených obdobích r. 1996 (k = 0,633) a mezi 27. 9. 1995 a 29. 1. 1996 (k = 0,802).

K příčinám narušujícím těsnost míry vztahu se jistě řadí fakt, že potencionální příčina zvýšení koncentrace CO_2 (např. zvýšení vodního stavu) se na skutečném zvýšení projeví s časovým zpožděním o zatím neznámé délce, která se také může měnit podle velikosti příčiny.

Tabulka 2 uvádí korelační koeficienty všech sledovaných parametrů za celé období měření (od 1. 1. 1995 do 31. 12. 2003). Vzhledem k omezenému prostoru neuvádíme tabulky za jednotlivá kratší období popisovaná výše.

Mezi některými jeskynními prostorami byly zjištěny velmi dobré korelační koeficienty. Nejlepší korelace poskytly obě lokality v Koblihové síni, a následně dvojice Gallašův dóm – Jurikův dóm Tunel anebo Gallašův dóm – Prokopova kaple. Bezvýznamné nejsou ani spojení Jurikův dóm Tunel – Prokopova kaple anebo Pokopova kaple – Koblihová s. (obě lokality). V rámci korelace konc. CO_2 a fyzikálních parametrů, které lze uvažovat jako příčiny změn koncentrací byly nejlépe vyhodnoceny vztahy mezi průměrnou denní teplotou na povrchu a Koblihovou síní (obě lokality) a Prokopovou kaplí. Korelační koeficienty konc. CO_2 s vodními stavy se pohybují okolo nuly a to i v případě, že byla brána v úvahu 1 a 2 denní zpoždění (H-1 a H-2) změn koncentrace. Korelace s průměrným denním atmosférickým tlakem se vždy pohybují okolo nuly a obecně tedy ukazují na nejmenší souvislosti se změnami koncentrace plynu.

Vícerozměrné statistické procedury

Vybrané procedury, faktorová a sdružovací analýza, mohou přinést podrobnější pohled na vnitřní vazbu a strukturu vícerozměrného systému dat. Pro zpracování byla vybrána co nejúplnější časová řada údajů od srpna 2002 do září 2003. Z tohoto souboru byla vytvořena homogenní matice dat (589 vět).

Faktorová analýza ukázala na společný trend změn obsahu CO_2 na lokalitách Prokopova kaple, Gallašův dóm a Jurikův dóm – Tunel terasa (první hlavní komponenta) a dále na obou lokalitách v Koblihové síni (druhá hlavní komponenta). Tyto hlavní komponenty společně s parametrem prům. denní teplota vzduchu na povrchu, tj. první 3 hlavní komponenty, vyčerpaly 71 % informací obsažených v datovém souboru.

Sdružovací analýza hodnotila soubor dat výše uvedených lokalit a z fyzikálních parametrů prům. denní teplotu vzduchu na povrchu (třetí hlavní komponenta s dobrou korelací ke konc. CO_2). Jednotlivé shluky ukázaly na střídání několika intervalů koncentrací a jejich těsného vztahu k prům. denní teplotě vzduchu na povrchu. Střídají se sezónní úrovně koncentrací, a to nízké zimní (listopad – březen) a vysoké letní (duben – září). V letním období je zřetelná těsná a cyklicky se objevující závislost změn koncentrací na venkovních teplotách, zejména v červenci a v srpnu. Během delšího období vysokých hodnot koncentrací (3 roky po katastrofálních záplavách r. 1997) je ovšem charakter letního cyklického kolísání setřen.

Strukturní variogramy. Křivky strukturní funkce ukazují, že lokality s vysokou absolutní hodnotou konc. CO_2 vykazují jistou kontinuitu dat a typický práh koncentrace CO_2, případně potvrzují trend změn v delší časové řadě (sezónní charakter). Ostatní křivky představují náhodné nebo kombinované modely. Frekvence vzorkování nedovoluje dešifrovat charakter kontinuity změn jinak typického kolísání konc. CO_2 v řádu několika dnů.

	KK	KG	PK	GD	TT
KK	1				
KG	0,903	1			
PK	0,560	0,518	1		
GD	0,336	0,285	0,651	1	
TT	0,413	0,373	0,571	0,718	1
T	0,477	0,448	0,438	0,030	0,197
H	-0,077	-0,057	-0,131	0,054	0,027
H-1	-0,061	-0,037	-0,126	0,061	0,025
H-2	-0,058	-0,043	-0,114	0,064	0,039
P	-0,044	-0,060	-0,063	-0,030	-0,098

Legenda: KK – Koblihová síň u Katakomb, KG – Koblihová síň pod gejzírovým stalagmitem, PK – Prokopova kaple, GD – Gallašův dóm – dno puklíny, TT – Jurikův dóm – Tunel terasa, T – prům. denní teplota vzduchu na povrchu, H – stav vody, H-1 – stav vody -1 den, H-2 stav vody -2 dny, P – prům. denní tlak

Tab. 2: Korelace dat za období 1995 – 2003.

DISKUZE

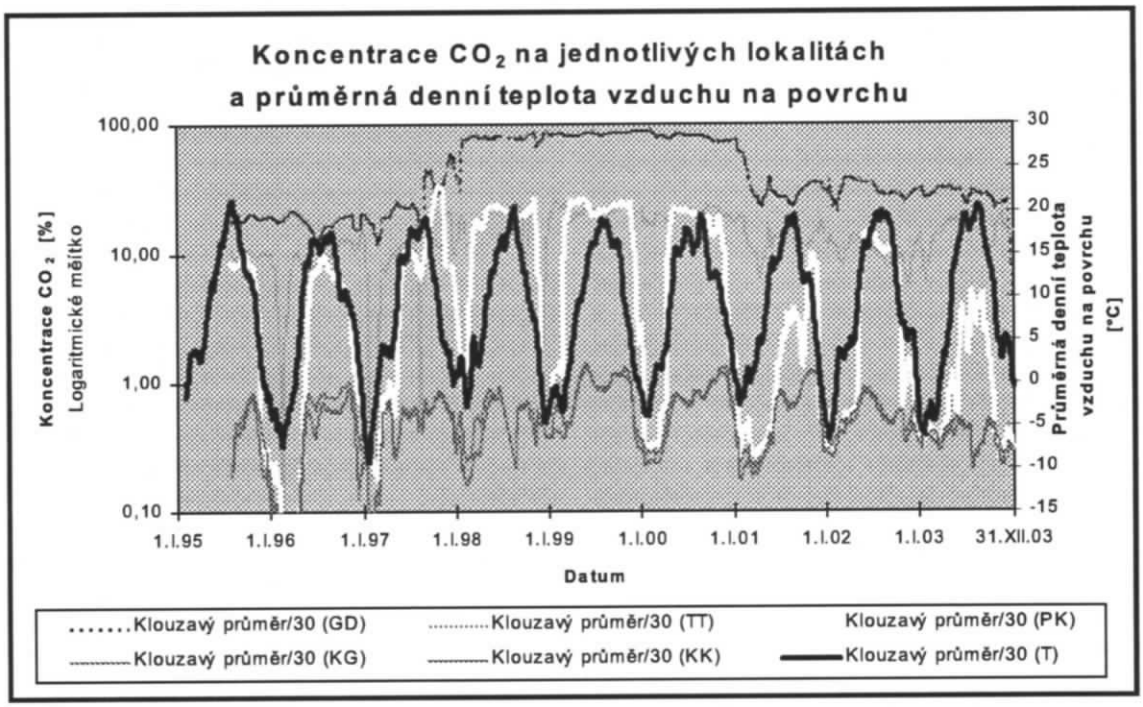
Z dat bylo vytvořeno velké množství grafů zobrazujících nejrůznějším způsobem analyzovaná data. Základní statistické údaje o vzniklém datovém souboru uvádíme v tabulce 1.

Obě lokality z Koblihové síně se s velmi malými konc. CO_2 nacházejí na spodní úrovni grafů. Při náležitém zvětšení se ukazuje zřetelný sezónní režim u obou křivek (Graf 1). Velmi podobný režim je patrný na křivce Prokopovy kaple. Na těchto lokalitách se střídají sezónní úrovně koncentrací, a to nízké zimní (od listopadu do března) a vysoké letní (od dubna do září). Vzhledem ke skutečnosti, že v jeskynním systému se celoročně udržuje téměř konstantní teplota (okolo 15°C), a podrobný monitoring cirkulace vzduchu v systému neexistuje, je nutné uvažovat i další možné spojitosti se změnami koncentrací CO_2. Zatím za hlavní mechanizmus těchto změn považujeme sezónní změny proudění vzduchu v jeskyni, což má solidní oporu jak v těsné korelaci konc. CO_2 vs. vnější teplota, tak i eliminačním rozboru

potenciálních příčin. V letním období, kdy se teplota vzdušin v jeskyni blíží teplotě na povrchu patrně nedochází k významnějším pohybům plynné výplně jeskyní. V zimním období, kdy nastává zřetelný rozdíl, mezi teplotou v jeskyni a nízkými teplotami na povrchu dochází ke vzniku proudění plynných výplní jeskyní. Proudění je navíc umocňováno přítomností Objevitelského komínu (tzv. Starý vchod, výška 42 m). Výstup teplého vzduchu z tohoto komína je na základě víceletých pozorování typický pro zimní období. Obsahy CO_2 zde zatím nebyly měřeny, zejména pro technickou náročnost praktického provedení.

Faktorová analýza ukázala, že měření koncentrací a teploty vzduchu čerpá 71 % informace obsažené v datovém souboru. To rovněž potvrzuje, společně s výše zmiňovanou těsnou korelací, že hlavní vliv na změny koncentrací CO_2 mají vnější teploty vzduchu. Naopak, ostatní analyzované parametry se podílejí na ovlivnění celkového režimu pouze 21 %, zbytek nelze oddělit od pozadí (šumu). Sdružovací a faktorová analýza potvrdily závěry vyplývající z grafického vyjádření záznamu měření. Rovněž tak strukturní variogramy potvrdily závěry již zjištěné jinými postupy a současně ukázaly na nemožnost dalších spolehlivých interpretací, pokud nebude alespoň ve vybraných obdobích účelově zvýšena četnost všech porovnávaných měření.

To se týká zejména charakteristik i příčin jemných, denních až několikadenních oscilací konc. CO_2, které zatím zůstávají neupřesněny a nevysvětleny. Důvodem je zejména výše uvedená nedostatečná četnost měření. Kromě hypotetických endogenních příčin, zde uvažujeme zejména o možných souvislostech s aktuální



Graf 1: Koncentrace CO_2 na jednotlivých lokalitách a průměrná denní teplota vzduchu na povrchu.

hydrometeorologickou situací na povrchu, nedostatečně poznanou dynamikou větrání jeskynních prostor a komplikuje skutečnost, že sací otvory se v Gallašově dómu nachází vysoko nad měřícími místy. Lze proto uvažovat také o jiných, nám zatím neznámých příčinách tohoto opětovného poklesu průměrných koncentrací CO_2.

ZÁVĚR

Na vybraných lokalitách Zbrašovských aragonitových jeskyních byla zpracována základní popisná statistika devítiletého záznamu koncentrací CO_2 a na základě korelací a faktorové analýzy dat byly popsány hlavní rysy režimu změn a jejich závislosti na okolním prostředí. Vyhodnocení a porovnání 9letých řad měřených hodnot poskytlo řadu zjištění:

- Změny konc. CO_2 na jednotlivých lokalitách uvnitř jeskynního systému mezi sebou vzájemně souvisejí a to bez ohledu na hladinu normální konc. CO_2 obvyklou v dané lokalitě.
- Změny konc. CO_2 mají sezónní charakter.
- Nejzřetelněji se sezónní oscilace projevují na lokalitách Prokopova kaple a Koblihová síň (jak KK, tak i KG).
- Byla prokázána zřetelná závislost konc. CO_2 na vnější teplotě vzduchu. Vzhledem ke stálé teplotě panující v jeskynním systému (~ 15 °C) považujeme za hlavní mechanizmus těchto změn sezónní změny proudění vzduchu v jeskyni.

– Vliv ostatních fyzikálních parametrů na režim CO_2 (stav hladiny v řece a atmosférický tlak) se nepodařilo prokázat a lze očekávat, že je velmi malý.
– Příčiny krátkodobých oscilací konc. CO_2 se nepodařilo odhalit. Důvodem je nedostatečná četnost měření u všech parametrů.
– Časová a velmi pravděpodobně i příčinná souvislost mezi povodní v roce 1997 a skokovým zvýšením konc. CO_2 především v Gallašově dómu je obecně známa, jedná se však o ojedinělý jev, který se vymyká možnostem analýzy 9letých záznamů.
– Slabým místem je zejména 3rozměrná dokumentace pohybu CO_2 v jeskynním systému, kde kvantifikace jeho přínosu i úniku zůstává nejasná. Zde v současné době chybí nejenom zakázka pro takovéto monitorování, ale i koncepce a technické nástroje pro takovýto komplikovaný úkol.

PODĚKOVÁNÍ

Děkujeme vedoucí správy Zbrašovských aragonitových jeskyní paní Barboře Šimečkové za spolupráci při řešení této práce i za poskytnutá data. Rovněž děkujeme všem zaměstnancům správy jeskyní, kteří se na měření těchto dat podíleli.

LITERATURA

Geršl, M. – Vitovják, M. (2003): Intoxikace oxidem uhličitým ve speleologii. – Speleo, 37, 37-41. Česká speleologická společnost. Praha.
Hladíková, J. (1988): Základy geochemie stabilních izotopů lehkých prvků. – Skripta Přírodov. fak. UJEP Brno.
Kašpar, J. (1943-1944): Plynová jezírka CO_2 ve Zbrašovských jeskyních. – Věda přírodní, 22, 2, 29-34. Praha.
Kunský, J. (1957): Thermomineral karst and caves of Zbrašov, Northern Moravia. – Sbor. Čs. Spol. Zeměpis., 62, 4, 306-351. Praha.
Meyberg, M. – Rinne, B. (1995): Messung des $^3He/^4He$-Isotopenverhaltnisses im Hranická Propast (Tschechische Republik). – Die Höhle, Zeitschrift für Karst- und Höhlenkunde, 46(1), 5-8. Vídeň.
Michalíček, M. – Maník, R. – Procházková, V. (1994): Geochemie vybraných přírodních léčivých a stolních minerálních vod České republiky – ověřovací etapa – rok 1992. – Nepublikovaná zpráva, Archiv ČGÚ Brno. 1-39. Brno.
Pleichinger, O. (1968): Orientační dlouhodobé měření koncentrace CO_2 ve Zbrašovských aragonitových jeskyních v Teplicích nad Bečvou. – Čs. kras, 19: 119-122. Praha.
Šmejkal, V. – Hladíková, J. – Pfeifferová, A. – Melková, J. (1974): Isotopic composion of carbon and oxygen in speleothems from karst caves in northen Moravia. – In: Čadek, J. – Pačes, T. (ed.): Proceedings of International Symposium on Water-Rock Interaction, 363-367. Praha.

17 let výzkumů hydrologie skapů v Ochozské jeskyni
17 Years of the Research of Hydrology of drops in Ochoz cave

Jan Himmel

Česká speleologická společnost, ZO 6-11, Úprkova 15, 621 00 Brno

Abstract: The article describe the history of the research of the infiltration of precipitationa in the Moravian Karst, especially the period 17 years (1987-2003) in Ochoz cave. Ebout the results of these researches review literatura whose list is attached.

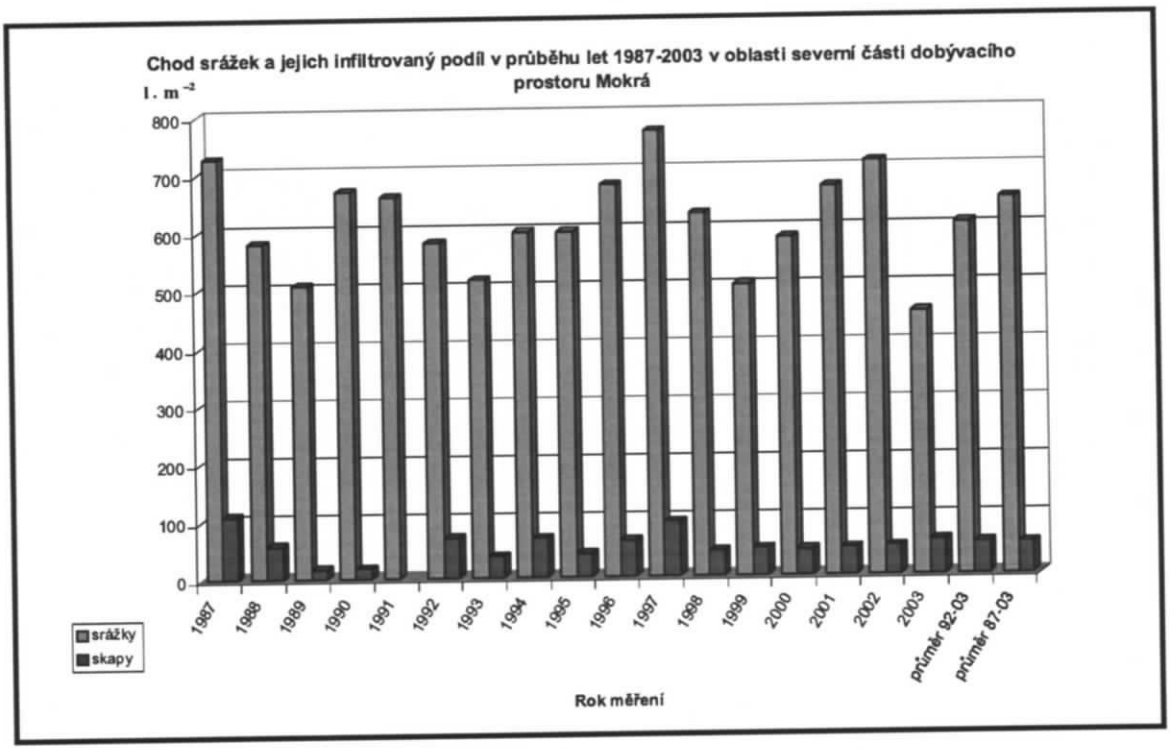
ÚVOD

Výzkumem gravitačních vod vadozní zóny vápenců se v československých poměrech soustavněji zabývalo jen velmi málo badatelů. V Moravském krasu to byl poprvé O. Štelcl (1964 a,b), jehož výzkum doplňoval J. Corbel (1965) ve vodách horizontálních odtoků. Štelcl publikoval první soustavnější 14ti měsíční řadu měření (z let 1960–1961) chemického složení skapových vod z Punkevních a Sloupsko-šošůvských jeskyní s důrazem na odnos vápenců t.j. na intenzitu krasového procesu. Přes některé metodické nedostatky způsobené zejména technikou odběru (pád kapek asi 5m vzduchem do vzorkovnice, náhlé ukončení aktivity jednoho skapového

místa a přesun vzorkování na místo jiné, změna analytické laboratoře po prvních dvou měsících), byly podány první cenné analýzy a informace o průběhu odnosu vápence v Moravském krasu v průběhu roku. Variabilita intenzity skapu v průběhu roku nebyla tímto autorem sledována.

Tohoto faktoru si však v Jihoslovenském krasu všímali Roda et al. (1986), kteří svoje výzkumy zaměřené na růst sintrových forem situovali do jeskyní Gombasecké, Domice, Ardovské, Majkovy a Krásnohorské. Přírůstek sintrů měřili vážkově na robotech a vyhodnocovali vzhledem k proteklému množství sintrotvorné vody a obsahu rozpuštěného $Ca(HCO_3)_2$. Výzkumy probíhaly v letech 1969-1974.

Ve stejném duchu jako Štelcl zahájil autor v r. 1987 výzkum skapových vod v Ochozské jeskyni. Zprvu byl zaměřen na chemismus těchto vod, přičemž se měřila též intenzita skapu jako počet kapek převedený na objem. Takto bylo sledováno 8 skapových míst od sebe vzdálených. Při změnách intenzity skapu se odběry vzorků i zkrácené analýzy prováděli v rozpětí 3-4 dnů. V tu dobu byla v některých případech zjištěna skapová arytmie, což dosvědčovalo na složitější hydrauliku stoku. Ukázala se nezbytnost kontinuálního měření skapu, zavedená v tu dobu na dvou místech v jeskyni: v hloubce 35 m (A) a 64 m (E) pod zalesněným povrchem terénu.



Graf 1: Chod srážek a jejich infiltrovaný podíl v průběhu let 1987-2003 v oblasti severní části dobývacího prostoru Mokrá.

V době od 21. 5. do 1. 6. 1991 byl za pomoci silných halogenových světel (2 700 W) a elektrického agregátu proveden výzkum kvantifikace skapového spektra do plochy Hlavních dómů 2 900m² za účelem zjištění celkového stoku gravitačních vod z vadozní zóny do známé a co největší jeskynní půdorysny tak, aby byl pokud možno co nejvíce vyloučen vliv infiltrační nehomogenity prostředí. Jako reprezentativní a dále soustavně měřené bylo vybráno místo E, kterému podle poměru jeho skapu k celému stoku do vyšetřované plochy Hlavních dómů přináleží teoretické mikropovodí 365,4 m². V roce 1992 bylo osazeno stanicí automatické kontinuální registrace skapu a některých hodnot mineralizace.

Souběžně od začátku výzkumů hydrologie skapových vod v Ochozské jeskyni v roce 1987 byla zřízena v Hostěnicích 850 m od měřeného skapového místa srážkoměrná stanice s denní obsluhou, která s krátkou přetržkou je činná do dnes.

TÉMATA VÝZKUMU

V průběhu doby byla řešena tato problematika hydrologie gravitačních vod vadozní zóny v podmínkách Moravského krasu nebo i obecné platnosti:

- změna chemismu vody v čase (během roku) i prostoru (vliv hloubky),vliv velikosti skapu,
- intenzita krasového procesu v čase a jeho vztah ke srážkám, rychlost tvorby sintrů,
- význam a vliv půdního profilu na infiltraci srážek a jejich chemismus, část řešena modelově,
- způsob vodovýměny v zóně absorbce a vadose (doba zdržení, fragmentální spodní odtoky),
- hydraulická charakteristika vodosvodných cest

(efektivní porozity), pokus o vyjádření jejího objemu, vodní retence v zóně vadose,
– změny a trendy v dlouhodobém pojetí.

Z hlediska výsledků řešených problematik odkazuje autor na literární přehled. Nejdůležitější naměřené základní údaje ročních sum skapového stoku a sum srážek za roky 1987 - 2003 podávají tabulky č. 1 a 2. Z dlouhodobého průměru vyplývá, že v jižní části Moravského krasu lze průměrně počítat se srážkovou dotací 615 mm, s rozpětím 455-794 mm. Za měsíce prosinec – květen infiltruje v Moravském krasu z celkového množství srážek v tu dobu průměrně 21 % s rozpětím 6-34 % v 17ti leté řadě let. Za zbývající teplé měsíce roku (červen – listopad) infiltrovalo průměrně jen 3 % s rozpětím 1-10 % srážek. Celoročně filtračně efektivních srážek bylo v období let 1987 – 2003 průměrně 9 % s rozpětím 3-15 %. Za období prosinec – květen odteče spodním odtokem 85 % z celoročního spodního odtoku, přičemž srážek spadne v tutéž dobu v průměru jen 36 % z celoroční sumy,zatím co v době od června do listopadu spadne 64 % z celoroční sumy srážek a jako gravitační podzemní voda odteče z tohoto množství pouze 15 %. Nejdůležitějším obdobím pro tvorbu vodních zásob v Moravském krasu je chladná část roku, zejména měsíce březen a duben (tab. 2).

PODĚKOVÁNÍ

Výzkum byl podpořen chronologicky: Správou dálkových kabelů, grantem AOPČR, grantem FAST VUT v Brně, členy ČSS ZO 6-11 a Českomoravským cementem a.s. Autor děkuje těmto organizacím za to, že bylo možné studovat dlouhodobě širokou problematiku pohybu infiltrovaných srážek a intenzitu krasovění v Moravském

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	prům. 87-03	%	prům.% efekt.srážek
I	5,0	32,0	14,0	5,0	4,0	7,0	22,2	25,9	36,6	45,8	16,3	14,8	9,3	52,0	38,4	16,5	16,7	21,3	3,5	37
II	43,0	49,5	26,0	73,0	5,0	0,0	12,9	8,3	23,0	33,4	24,6	3,0	34,5	30,7	22,7	43,7	5,5	25,8	4,2	24
III	23,0	38,0	16,0	12,0	26,0	106,0	6,0	25,6	50,4	27,3	31,1	23,0	36,6	80,4	75,3	20,8	7,1	35,6	5,8	37
IV	48,0	12,0	46,0	85,0	53,0	17,0	10,8	67,9	51,1	36,7	30,1	35,9	43,1	3,5	55,0	34,3	28,4	38,7	6,3	26
V	127,0	56,0	45,0	61,0	76,0	37,0	36,0	66,7	59,6	72,2	64,2	17,0	43,5	35,7	56,2	68,2	53,4	57,3	9,3	11
VI	97,0	99,0	99,0	124,0	136,0	114,0	93,5	18,5	118,5	94,4	89,4	77,3	118,3	29,2	18,8	112,6	16,0	85,6	13,9	3
VII	73,3	67,0	34,0	54,0	60,0	27,0	73,4	62,8	34,5	35,8	274,0	84,9	106,3	137,4	79,7	84,5	107,4	82,1	13,3	3
VIII	101,5	68,0	72,0	23,0	80,0	41,0	46,0	157,6	44,5	138,0	40,1	49,2	19,8	35,7	103,8	119,9	34,6	69,1	11,2	1
IX	76,0	84,0	50,0	75,0	28,0	41,0	73,7	13,5	115,0	62,7	65,8	158,7	37,5	52,7	148,1	41,3	29,1	67,8	11,0	1
X	61,0	18,0	17,0	74,0	26,0	78,0	46,8	30,8	5,3	55,1	36,0	74,6	23,5	23,1	12,3	77,8	56,5	42,1	6,8	1
XI	29,0	15,0	10,0	38,5	111,0	63,0	46,6	56,3	33,0	34,4	68,9	34,5	44,7	70,4	26,4	60,6	40,8	46,1	7,5	2
XII	41,0	78,0	45,0	54,7	50,0	49,0	64,4	26,6	41,6	29,2	54,1	10,0	33,4	35,9	34,5	59,5	-	44,2	7,2	6
celk.	708,2	617,0	474,0	679,2	655,0	580,0	531,3	525,6	613,0	664,7	793,5	583,0	506,7	586,7	671,2	740,0	455,0	615,7		9

Tab. 1: Sumy měsíčních srážek ze stanice Hostěnice (mm).
Tab. 1: Summary of the precipitations in the months of the Moravian Karst 1987-2003 in the Ochoz cave area.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	prům.87-03
I	1,31	5,72	1,66	0,15	-	13,01	4,97	15,92	0,20	24,53	4,50	3,87	1,70	-	3,97	5,80	31,71	7,90
II	14,43	8,79	2,84	0,61	-	5,57	3,05	10,89	4,20	4,20	7,22	1,01	7,55	5,43	5,09	11,44	7,64	6,25
III	15,34	20,18	2,65	4,36	-	22,84	9,13	4,10	13,40	22,36	21,89	1,37	23,20	16,06	15,13	14,54	3,39	13,12
IV	19,27	14,78	3,25	6,70	-	18,70	11,86	17,47	6,71	0,45	13,34	7,00	3,83	12,57	15,55	6,03	3,43	10,06
V	25,99	3,11	2,04	3,47	-	4,70	2,56	5,81	2,46	9,34	19,35	4,39	2,08	1,66	5,66	5,30	1,64	6,22
VI	19,72	0,90	0,80	0,95	-	1,10	0,71	1,75	12,06	0,82	0,42	0,29	1,76	0,64	0,40	1,31	0,73	2,78
VII	7,71	0,37	0,43	0,45	-	0,38	0,57	0,66	1,12	0,34	21,89	0,20	3,39	0,30	0,02	0,54	0,58	2,43
VIII	1,25	0,43	0,33	0,18	-	0,21	0,21	0,30	0,31	1,09	2,84	0,12	0,64	0,23	0,01	0,57	0,34	0,57
IX	0,47	0,19	0,16	0,08	-	0,22	0,18	0,16	0,20	0,13	1,48	8,32	0,16	0,15	0,40	0,44	0,13	0,80
X	0,39	0,16	0,13	0,07	-	0,11	0,13	0,10	0,16	0,06	0,12	3,65	0,00	0,15	1,35	0,48	0,03	0,44
XI	0,33	1,04	0,16	0,15	-	0,07	0,05	0,03	0,10	0,03	0,11	10,40	0,00	0,16	0,60	4,41	0,15	1,11
XII	2,07	1,49	0,16	0,70	-	4,40	11,32	0,01	0,09	1,78	3,40	4,64	0,00	0,02	0,15	10,83	-	2,73
celk.	108,28	57,16	14,61	17,87	-	71,31	44,74	57,20	41,01	65,13	96,56	45,26	44,31	37,37	48,33	61,69	60,64	56,26

Tab. 2: Přehled podzemních (spodních) odtoků v oblasti Ochozské jeskyně v letech1987-2003 na základě měření skap. místem E ($l.m^{-2}$)
Tab. 2: Summary of the udneground outlets in Ochoz cave in the years 1987-2003 in drop place E

Literatura

Corbel, J. et al. (1965): Chemical Erosion in the Moravian Karst. Problems of the Speleological Research. – Academia, Prague, 104-124.

Himmel, J. (1990): Změna kvality vody při filtraci karbonátovými útvary. – In Kasprzak: Vliv fyzikálních vlastností agropedosféry na tvorbu zásob podzemních vod. Závěr.

Himmel, J. (1991): Infiltrace karbonáty a pohyb vody vadozní zónou při tvorbě vodních zásob v krasových regionech. – MS, Závěr. zpráva výzkumu ÚVV FAST VUT Brno.

Himmel, J. (1992a): Význam heterogenity vodosvodných cest při infiltraci srážek a tvorbě vodních zásob ve zkrasovělých vápencích Moravského krasu. – Knižnice odborných a vědeckých spisů FAST VUT v Brně, sv. B-134, 26-41. Brno.

Himmel, J. (1992b): Výsledky modelových zkoušek infiltrace srážek pokryvnými útvary vápenců Moravského krasu ve vztahu ke změně některých fyzikálně-chemických parametrů. – Sborník konference FAST VUT, 303-305. Brno.

Himmel, J. (1993a): Výzkum změn chemismu skapové vody v závislosti na intezitě skapu a vliv půdního profilu. – Speleofórum 1993, 65-67. Praha.

Himmel, J. (1993b): Roční režim koroze vápenců vlivem infiltrujících srážek v zóně vertikální krasové cirkulace v Moravském krasu. – Speleofórum 1993, 68-72. Praha.

Himmel, J. (1994): Tajemství skapových vod. – Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti 4, 27-31.

Himmel, J. (1994b): Transfer srážek do karbonátů Moravského krasu a režim jejich podzemních odtoků. – Speleofórum 1994, 36-39. Praha.

Himmel, J. (1994c): Utilizace srážek do podzemních vod v oblasti Moravského krasu. Sborník vědeckých a odborných prací FAST VUT v Brně 1,87-94. Brno.

Himmel, J. (1995): Some Results of Research of Precipitation Water Infiltration into the Moravian Karst Limestones. Proceeding of the Secund International IAWG Specialized Conference and Symposia on Diffuse Polution. Part II, 587-588. Brno - Prague.

Himmel, J. (1999a): Variabilita intenzity krasovění v zóně vertikální cirkulace Moravského krasu. – Geolog.výzk. Mor. Slez. v roce 1998, 144-149. Brno.

Himmel, J. (1999b): Vliv srážek na skapové vody v Moravském krasu. – Sborník abstraktů, IV. mezinár. setkání speleologů v Moravském krasu a II. Národní speleolog. kongres, 10-12.

Himmel, J. (1999c): Srovnání krasově korosivního procesu v jižní části Moravského krasu s jinými lokalitami. – Sborník abstraktů, IV. mezinár. setkání speleologů v Moravském krasu a II. Národní speleologický kongres, 12-14.

Himmel, J. (2000a): Intenzita krasovění vápenců zóny vertikální krasové cirkulace v Moravském krasu. – Speleo 29, 12-18. Praha.

Himmel, J. (2000b): Efektivnost infiltrace atmosferických srážek do podzemních vod v podmínkách Moravského krasu během průměrného roku. – Speleo 30, 19-25. Praha.

Himmel, J. (2000c): K rychlosti růstu krápníků v Moravském krasu. – Estavela 4, 7-9. Brno.

Himmel, J. (2000d): Výzkum hydrauliky infiltrace srážek do vápenců Moravského krasu hodnocením čar vyprazdňování. – Speleoforum 2000, 14-17. Praha.

Himmel, J. (2002): Hydrologické a hydrochemické výzkumy v jižní části Moravského krasu. – Sborník referátů IX. roč. Mezinárodní školy ochrany přírody krasových oblastí. Speleolog. průzkum a výzkum v chráněných krajinných oblastech. Moravský kras 24.-26.9.2001, 25-29. Blansko.

Himmel, J. (2003): Výzkum fragmentálních spodních odtoků v Moravském krasu. – Speleofórum 2003, 8-10. Praha.

Himmel, J. – Dráb L. (1994d): Použití automatické registrace skapu v Ochozské jeskyni. – Speleofórum 1994, 34-36. Praha

Himmel, J. – Kittner Z . (1989): Vliv Moravského krasu na chemismus vody vodního zdroje Říčka. MS, Závěr. zpráva ČSS ZO 6-11 a VVÚVSH FAST VUT Brno. Brno.

Roda, Š. – Rajman, L. – Erdos, M. – Szabová, T. (1986): Vznik a vývoj sintrových foriem v piatich jaskyniach Slovenského krasu. – Rimavská Sobota, Gemerská vlastivedná spoločnosť. 230 s. Rimavská sobota.

Štelcl, O. (1964a): Intesity of Karstification of Limestone in the Zone of the Vertical Circulation in the mild Climate of Central Europe. – Journal of the Czechoslovak Geographical Society, 117-123. Praha

Štelcl, O. (1964b): Chemické složení vod skapávajících s krápníků v některých jeskyních Moravského krasu. – Československý kras, 16, 23-32. Praha.

Poznámky ke krasovému systému hydrogeologické struktury ložiska Mokrá v jižní části Moravského krasu

Dušan Hypr

Česká speleologická společnost, ZO 6-16 Tartaros

Abstract: In the 1998-1999 years was made hydro-geological survey in the southern part of the Moravian karst, in the region of limestone deposit Mokrá (raw materials for cement factory). Program of this survey contained hydro-geological works as measurements of groundwater level, pumping tests, express bail and slug tests and geophysical tests in drills (rezistivimetric and thermometric measurements).

The results of this works described environment of predominantly phreatic karst-fissures and inhomogeneous horizontal drainage net like systems in the main hydro-geological structure in the Macocha formation (mostly in the vilémovice limestone litotype). And new data give us some information about development of the vertical karst zone circulation too. By this results was constructed an idea of the generally basic two-floors building of limestone rock massive with different permeability and different intensity and type of karstification.

CHARAKTERISTIKA HLAVNÍ HYDROGEOLOGICKÉ STRUKTURY

Hlavní hydrogeologickou strukturu budují karbonáty macošského souvrství a část říčských vápenců líšeňského souvrství. Vápence představují kolektor, který lze charakterizovat jako anizotropní heterogenní kolektor, jehož propustnost je závislá na směru filtrace i na prostorové expozici daného místa v kolektoru. Propustnost je puklinová a krasovo-puklinová, prostorově výrazně nehomogenní. Převážná část kolektoru má zřejmě hladinu v důsledku krasovo-puklinové propustnosti lokálně napjatou, dílčí vyšší část i hladinu volnou. Směrem k východu se těleso hlavní hydrogeologické struktury dostává v souhlase s geologickou stavbou do nižší pozice a je kryto vyššími naloženými strukturami (tělesa mezi přesmyky a nekarbonátové horniny spodního karbonu). Hladina podzemní vody je zde napjatá. Bázi hlavní hydrogeologické struktury představuje strop bazálních klastik a velmi slabě až nepatrně propustné vápence nižší části vertikálně diverzifikované prostředí hlavní hydrogeologické struktury.

Území lze rozdělit na oblasti Mokrá jih a Mokrá sever. Tyto oblasti jsou od sebe odděleny podzemní rozvodnicí (Hypr 1998, Hypr in Kudělásek 1995, 2001). Pozice a stabilita rozvodnice byly potvrzeny režimním měřením a výsledky expresních hydrodynamických zkoušek.

Oblast rozvodnice. V hrubých rysech bylo v prostoru rozvodnice hydrodynamickými expresními zkouškami prokázána přítomnost vyššího propustnějšího prostředí (koef. filtrace k = cca 1E-6 až 1E-7 m.s-1 , vápence slabě propustné třídy VI-VII) a nižšího, méně propustného prostředí (k = cca 1E-7 až 1E-11 m.s-1, vápence velmi slabě až nepatrně propustné třídy VII - VIII). Uvnitř obou uvedených prostředí a zejména ve vyšší části jsou přítomny privilegované zóny vertikální cirkulace (např. okolí vrtu PV 2 nebo podzemní prostory Mechového závrtu - oboje severně dělící línie rozvodnice). Zóna horizontální cirkulace je patrně vázána převážně na bázi vyšší propustnější části. Podzemní voda sytí její spodní část a z prostředí rozvodnice pomalu odtéká. Přebytky infiltrované vody stékají jakoby "po svahu" vyšším prostředím s větší propustností do oblasti mimo rozvodnici.

Oblast Mokrá - sever je odvodňována k podzemním krasovým komunikacím Hostěnického potoka a do údolí Říčky. Systém Hostěnického potoka má aktivní dvě jeskynní úrovně. Hlavním koridorem spodní jeskynní úrovně protéká Hostěnický potok pouze za vyšších vodních stavů (Ochozská jeskyně). Chodby s potokem jsou v nadmořské výšce 343 až 322 m n.m. Níže položené chodby této jeskynní úrovně jsou trvale zaplavené a její chodby nejsou příliš prozkoumány. Hlavní chodby uvnitř vertikálně oscilujícího freatického systému lze pravděpodobně očekávat ve výškách okolo 315-300 m n.m. Souvislost chodu hladin s výškou hladiny podzemní vody v krasovém systému se výrazně projevovala na režimním měření u vrtu PV 17 v Kamenném žlíbku.

Oblast Mokrá - jih omezuje na východní straně již výše zmíněná geologická hranice, na severu a severozápadě podzemní rozvodnice a na jihu až jihozápadě bariéra terciérní výplně hlubokého údolí založeného zčásti na mokerském zlomu. Čerpací zkoušky potvrdily kvaziuzavřený charakter prostředí. Oblast Mokrá - jih je v jižní části odvodňovaná Mokerským potokem a prameny v Mokré v nadmořské výšce cca 320 m n.m. Předpokládán je přeliv malého, blíže neurčeného množství podzemní vody k jihozápadu přes mokerskou poruchu do nižších zvodní horákovské artézské struktury a k pramenům v údolí na mokerském zlomu (nad HV 107, přítok Říčky). Bylo prokázáno, že část vody se pohybuje směrem k nejníže položeným krasovo-puklinovým drenážím až na výškovou úroveň pod 300 m n.m. Oblast odtoku vody z hlavní hydrogeologické struktury tak představuje komplikovaný a hydrogeologicky nepříliš poznaný fenomén.

Ve značné části rozlohy oblasti Mokrá - jih je podle průběhu izolínií hladina podzemní vody velmi vyrovnaná, s malým spádem do 2 %. Prostředí je prostorově výrazně nehomogenní. Uplatňuje se průběh propustnějších pásem vyvinutých jako freatický krasovo-puklinový drenážní systém, vázaný na průběh tektonických linií a puklinových zón. Systém je vyvinut v několika úrovních a s vertikální oscilací samotného zkrasovění. Čerpacími zkouškami bylo prokázáno několik typů prostředí v okolí drenážního systému. Jsou to:

– slabě propustné vápence obdobné vyšší části prostředí prostoru rozvodnice nebo okolí vrtu HV.101. Hodnoty hydraulických parametrů jsou transmisivitra T= 1E-4 až 1E-5 m2.s-1, zásobnost S = 1E-5, k = 1E-6 až 1E-7 m.s-1, třída propustnosti VI-VII

– poměrně silně propustné ale výrazně nehomogenní prostředí - slabě propustné vápence s kanálky privilegované propustnosti (např. vzdálenější okolí vrtů PV 26 a PV 27). Hodnoty hydraulických parametrů popisující průměrné prostředí jsou T = 1E-2 až 1E-1 m2.s-1, S = 1E-4, k = 1E-4 až 1E-3 m.s-1, kv = 1E-3 m.s-1, třída propustnosti III.

– dosti silně propustné vápence s velkou hodnotou koeficientu zásobnosti, velmi silně zkrasovělé, relativně homogenní (blízké okolí hydrouzlu PV 21 a část okolí privilegovaného drenážního systému prostoru Mokrá. jih. Hodnoty hydraulických parametrů jsou T = 1E-2 m2.s-1, S = 0,07 - 0,15, k = 1E-4 m.s-1 , kv = 1E-3 až 1E-4 m.s-1, třída propustnosti III

– dosti silně propustné vápence, poměrně silně zkrasovělé, relativně homogenní (nejbližší okolí hydrouzlu PV 21 a vrtů PV 26 a PV 27, lze považovat i za průměrné prostředí centrální oblasti). Hodnoty hydraulických parametrů jsou T = 1E-2 m2.s-1, S = 0,01 - 0,05, k = 1E-4 m.s-1 , kv = 1E-3 až 1E-4 m.s-1, třída propustnosti III

– privilegovaný drenážní systém - hydraulické parametry nebyly zjištěny, pravděpodobně prostředí velmi silně propustné až drenáže umožňující turbulentní proudění. Nelze vyloučit ani přítomnost vertikálně oscilujících chodeb horizontální jeskynní úrovně většího rozměru, zejména v úrovni 325-335 m n.m. Hodnota koeficientu vertikální cirkulace však spíše naznačuje vyšší průtočnost ve vertikálním směru.

Hodnoty zásobnosti a koeficientu filtrace v různých typech prostředí vápencového masivu jsou srovnatelné s daty z jiných krasových oblastí (Wortington, Ford, Beddows, 2000)

HODNOCENÍ POZICE PŘÍTOKŮ A ODTOKŮ VODY VE VRTECH

Výsledky karotážních prací (termometrie a rezistivimetrie) na vybraných vrtech popisují chování vody ve vrtech a prostředí vápencového masivu. Jedná se sice o měření prostředí ovlivněné vždy přítomností vrtu, který propojuje zjištěné úrovně přítoků a odtoků, ale podobné propojení může na tektonických poruchách existovat i přírodně. Kromě toho bylo v prostoru ložiska Mokrá realizováno několik etap geologicko-průzkumných prací s ložiskovými vrty likvidovanými záhozem a těžba s trhacími pracemi značného rozsahu. Oba faktory jistě mají vliv na vertikální propojení krasových struktur v ploše těženého ložiska.

Ve vrtech PV 3, PV 4, PV 23, PV 24 v prostoru rozvodnice a ve vrtu PV 26 nebyl zjištěn měřitelný pohyb vody.

Pohyb vody mezi identifikovanými místy přítoků a odtoků byl zjištěn v případě vrtů PV 8, PV 9, PV 10, PV 13, PV 19, PV 20, PV 21, PV 22, PV 25, PV 27 a HV 101. Rychlosti proudění vody ve vrtech vyjádřené v objemových hodnotách (vnitřní prům. pažnice 73 mm) se pohybují v objemových hodnotách 0,28 až 181 l/hod. Ve všech případech (vyjma PV 9) dochází k proudění směrem k níže položeným místům odtoku.

Byly potvrzeny teoretický předpoklad existence a vysoká pravděpodobnost strukturování krasovo-puklinového systémů do horizontálních úrovní. V tabulce

VRT	spodní úroveň (3-4 patra ?)			mělká freatická zóna	hluboká freatická zóna	
PV 8	330,7	324,7	318,7 **315,1**			
PV 9		**323,8**	**317,4**	<305,0		
PV 19	(nad vodou ?)	323,1	317,3		**291,8**	
PV 10	(nad vodou ?)	325,5 324,9		**306,5**		**<282,5**
PV 21	331,9 329,9 328,1		316,3		**296,2**	**282,9**
PV 20	(nad vodou ?)	326,0 325,0		**308,68**	**292,8**	
PV 27	(nad vodou ?)	325,5			**301,0**	
HV 101	(nad vodou ?)	327,2 325,8	**320,7** **315,9**			
PV 13	330,3 328,5	322,6	319,9		**298,2**	
PV 22	(nad vodou ?)	326,6	**314,6**	**310,8**		
PV 25	334,2 333,0		**318,6**			

Tab. 1: Údaje o pozicích přítoků a odtoků v jednotlivých vrtech (údaje v m n.m., odtoky jsou vysazeny tučně).

VRT	hloubka vrtu		hloubka patron		střední hloubka hladiny		čas	rychlost proudění	koef. filtrace HDZ
	[m]	[m n.m.]	[m]	[m n.m.]	[m]	[m n.m.]	[dny]	[m.s^{-1}]	[m.s^{-1}]
PV 24	126	270,3	88	308	50,8	346,2	39	7,42E-05	2,58E-07
			120	276			15	2,31E-04	
PV 23	140	302,7			110,5	333,2	61	3,86E-4	1,20E-06

Tab. 2: Přehled výsledků stopovací zkoušky (pohyb barviva).

č. 1 jsou uvedeny zjištěné pozice přítoků a odtoků v nadmořských výškách. Rovněž se ukázalo, že existuje hluboce freatická zóna s odtokem podzemní vody ve spodní části hydrogeologické struktury.

Horizontální proudění nebylo identifikováno. Tato okolnost je ve zdánlivém rozporu s představou existence horizontální zóny odvodňování. Je zřejmé, že krasovo-puklinové systémy horizontální cirkulace s.s. zastiženy nebyly, ale místa identifikovaných pozic odtoků a přítoků jsou s nimi ve funkční souvislosti a svou výškovou pozicí a uspořádáním, vymykajícím se náhodě, existenci takových vertikálně strukturovaných jeskynních úrovní nepřímo prokazují. Jiná je otázka intenzity rozvoje systému jeskynních úrovní a jejich charakteru. Je pravděpodobné, že jsou rozvinuty v menších dimenzích než jak tomu je v ostatních částech Moravského krasu.

STOPOVACÍ ZKOUŠKA - HOSTĚNICKÉ PROPADÁNÍ III

Barvivo aplikované do zavodněného ponoru Hostěnického potoka III nebylo původně zjištěno v žádném ze sledovaných profilů či objektů (Himmel in Kudělásek 2001). Později, až po ukončení průzkumu, bylo barvivo zjištěno v blízkosti ponorů I a II Hostěnického potoka ve vrtu PV 29 (J. Himmel, ústní sdělení). I bez podrobnějších údajů o koncentraci a přesnějších časových údajů lze výskyt barviva ve vrtu PV 29 označit za překvapivý. Nicméně vrt je ve směru předpokládaného možného odtoku a zpoždění, pokud vyloučíme možnost chyby stanovení, lze snad vysvětlit velmi pomalým pohybem části obarvené vody samostatnou drenáží až do prostoru zmíněného vrtu.

Dodatečně byly získány z provedené stopovací zkoušky zajímavé výsledky až v souvislosti s novým zpracováním vzorků; patrony s aktivním uhlím byly vyluhovány jiným způsobem (Himmel, 2002). Barvivo bylo identifikováno ve vrtech PV 23 a PV 24 Přehled podává tabulka č. 2. Karotáž v žádném z těchto vrtů neidentifikovala pohyb vody.

Je zjevné, že z propustnějších krasovo-puklinových komunikací hluboké freatické zóny (k = alespoň 1E-4 m.s-1) voda komunikuje s vrty méně propustným prostředím vápenců hydrogeologické struktury v okolí vrtů (k = 1E-7 m.s-1).

V kontextu s ostatními poznatky provedeného průzkumu je velmi pravděpodobné, že voda je ponorem odváděna k freatickým a hluboce freatickým zónám krasové cirkulace podzemní vody. Podzemní proudění překonává prostor povrchové rozvodnice a hydrogeologické rozvodnice vyšší části hlavní hydrogeologické struktury a prostředím spodní části hlavní hydrogeologické struktury směřuje prostorem výše uvedených vrtů hlubokou freatickou zónou k jihu až k jihozápadu. Zde pravděpodobné souvisí s hlubokou freatickou zónou prostoru Mokrá jih. Další odvodnění ponoru Hostěnice III lze předpokládat také severně a severozápadně od podzemní rozvodnice do prostoru údolí Říčky, kde se ve skrytých a patrně rozptýlených pramenech v aluviu Říčky mísí s jejími vodami. Část barviva mohla být vázána na sedimentární výplně krasovo-puklinového freatického systému a převážná část původní koncentrace pak zředěna pod mez detekce.

Překročení rozvodnice a odtok do prostoru spodní části kvaziuzavřené struktury oblasti Mokrá – jih prostřednictvím hluboké freatické zóny společně s výsledky karotážních prací v prostoru Mokrá jih, shodně naznačují existenci obecného dvoupatrového schématu hydrogeologické stavby hlavní hydrogeologické struktury.

STOPOVACÍ ZKOUŠKA - HOSTĚNICKÉ PROPADÁNÍ I

Stopovací zkoušku provedla Správa CHKOMK v roce 2002 (Bálák, Kovařík 2002). Prověřeny byly odtokové poměry jeskynním systémem Hostěnického potoka. K novým poznatkům patří zejména:

– ve výběru sledovaných vrtů v prostoru ložiska Mokrá se barvivo neobjevilo

– bylo prokázáno a časově dokumentováno rozvětvení toku ve vývěrové oblasti Říčky a Hostěnického potoka se zpožděním ramene toku tekoucího přes jeskyni Netopýrku.

– kvantitativní hodnocení injektovaného a vytečeného barviva ukázalo na pravděpodobnou možnost další větve krasové komunikace situované jihovýchodně od systému Hostěnického potoka. Tato okolnost byla inspirací pro doplnění projektu hydrogeologických prací o dva nové pozorovací vrty, které budou realizovány v další etapě geologických a hydrogeologických prací ložiska Mokrá v prostoru Mokrá sever právě mezi systémem jeskyní Hostěnického potoka a rozvodnicí vyšší části hlavní hydrogeologické struktury.

specifický odtok	1991 – 1993	1997 – 1999	1931 – 1980
$[l.s^{-1}.km^{-2}]$	2,46	2,76	3,48

Tab. 3: Specifický odtok vody infiltrované ze srážek do hydrogeologické struktury.

Měsíc	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Privilegovaná vertikální zóna - Ochozská jeskyně	0,4	0,3	2,5	14,7	13,1	43,1	19,2	4,6	0,6	0,8	0,5	0,2
Mokrá 1993 – 1995 (model)	5,6	7,1	7,1	6,9	7,0	18,5	13,0	11,8	9,1	4,6	5,2	4,1
Punkva	5,8	11,5	3,9	4,9	10	16,2	12,2	9,3	6,8	8,7	4,1	6,6
Jedovnický potok	15,8	6,6	4	3,7	0,8	15,6	24	3,4	4,5	11,4	6,7	3,4

Tab. 4: Rozdělení měsíčních odtoků infiltrovaných vod (% ročního odtoku).

REŽIM PODZEMNÍCH VOD

Dlouhodobý trend změn výšky hladin podzemní vody je ve většině případů typický zvýšením hladiny v průběhu listopadu, prosince a ledna jako následek podzimních zvýšených srážek a "vánoční oblevy" a dále jarním maximem ovlivněným jak srážkami tak tavnými infiltrovanými vodami. Za maximem srážek (korigovaných ještě o aktuální výpar) dochází se zpožděním k zjištění maxima hladiny podzemní vody v pozorovacích vrtech. Rychlost reakce souvisí s lokální variabilitou infiltrace, kvalitou propojení krasovo-puklinových systémů a zřejmě i s předchozím nasycením nebo nedosycením vodosvodných cest. V jižní části lokality s relativně nízkou hladinou podzemní vody (v širším okolí prostoru hydrouzlu u vrtu PV 21) je reakce relativně nejrychlejší již vzhledem k takto determinované pozici a navíc se zjevným ovlivněním způsobeným krasovo-puklinovou propustností a přítomností privilegovaného drenážního systému. Specifický odtok vody infiltrované do hydrogeologické struktury je uveden v tabulce č. 3.

Chování zvodnělého kolektoru bylo řešeno matematickým modelem. V modelu bylo kvantifikováno v měsíčních intervalech množství infiltrované srážkové vody a po započítání faktorů retence a funkce bariéry ("filtru") v odtokovém prostoru byla vypočtena modelová hladina podzemní vody, která byla porovnána s reálnou měřenou hladinou.

Model byl kontrolován stabilitou hodnot specifického odtoku a úhrnů ročních údajů klimatických parametrů.

Nejvyšší hodnoty koeficientu korelace jsou mezi dotokem infiltrovaných vod do prostoru s drenážním krasovým systémem v okolí hydrouzlu a efektivními srážkami (0,927) a mezi srážkami a reálnou hladinou (0,635). Nepodařilo se však vyjádřit funkci retence krasového prostředí, funkci krasových struktur vertikální a horizontální zóny cirkulace a roli odtokového filtru tak, aby modelová hladina podzemní vody uspokojivě odpovídala reálné hladině. Modelová hladina nedosahuje skutečných minim a maxim. Nejistota stanovení některých vstupních parametrů modelu neumožnila přesněji popsat komplikované poměry nehomogenního prostoru hlavní hydrogeologické struktury.

Režim spodního patra hlavní hydrogeologické struktury není příliš znám Kolektor s hluboce freatickými krasovými komunikacemi je zřejmě sycen převážně přetékáním z vyššího patra hydrogeologické struktury. Odtokové poměry nejsou známy.

ZÁKLADNÍ PATROVÉ ČLENĚNÍ HLAVNÍ HYDROGEOLOGICKÉ STRUKTURY

Výsledky hydrogeologických prací, karotáže a stopovacích zkoušek přinesly poznatky zřejmě širšího regionálního významu, které je možné aplikovat na celý prostor Moravského krasu Obecně se rýsuje základní dvoupatrové členění hlavní hydrogeologické struktury, což odpovídá představě existence freatického základu jeskyní horizontální cirkulace Moravského krasu a výše naložených krasových struktur s jeskynními systémy jeskynních úrovní. Vyšší část hlavní hydrogeologické struktury zahrnuje na lokalitě Mokrá hodnocené částí Mokrá sever a Mokrá jih a níže je prostředí méně propustných vápenců v jehož spodní části je vyvinut systém hluboce freatického krasovo-puklinového zkrasovění. Pro celý region Moravského krasu by mohla být přijatelná představa vzniku primárního freatického a hluboce freatického základu krasovo-puklinové propustnosti vápenců včetně mnohých nehomogenit v celém rozsahu "zvodnělého" vápencovém bloku Vyšší patro je pak ta část vápencového masivu, které byla prořezáním údolí postupně "otevírána" a v němž se přednostně rozvíjela jak freatická tak následně i vadózní zóna zkrasovění včetně vývoje hlavních chodeb jeskynních systémů (Hypr 1981, Vít 1996, Bruthans, Zeman 2003).

REŽIM A FUNKCE VERTIKÁLNÍCH ZÓN

Výsledky získané hydrogeologickým průzkumem na lokalitě Mokrá lze porovnat s údaji získanými z Ochozské jeskyně (Himmel 2000). Nápadný rozdíl mezi procenty rozdělení měsíčních úhrnů odtoků spočívá ve skutečnosti, že hodnoty minim skapů v Ochozské jeskyni jsou řádově menší než minima v řešeném modelu ložiska Mokrá a hodnoty měřených maxim jsou naopak i několikanásobně vyšší. Prověřena byla oprávněnost úhrnů měsíčních srážek. Data množství srážek měřená přímo v Hostěnicích a odvozená ze stanice v Kníničkách u Brna (Himmel 2000) vykazují shodu s daty ze stanice Babice nad Svitavou použitých pro lokalitu Mokrá (koef. korelace 0,97, rozdíl ročních úhrnů 2,8 %). Analýzou dat množství skapů z prostoru Ochozské jeskyně lze vyčlenit homogenní skupinu dat z let 1987 - 1990, 1993 a 1995 - 1997. Poněkud jinak rozdělená procenta odtoků jsou v letech 1992, 1994 a 1998. Problematická je velikost plochy se kterou je uvažováno jako s plochou příslušnou pro sledované místo podzemních odtoků (skapy ve stropu hlavní chodby horizontální jeskynní chodby ve spodní jeskynní úrovni Hostěnického potoka).

K vyřešení uvedeného rozporu byla zpracována regionální data rozdílu vstupu a výstupu množství vody v dalších dvou hydrogeologických celcích Moravského krasu. Dlouhodobý rozdíl množství vody v ponorech a vývěrech je dán právě odtokem infiltrovaných atmosférických srážek a zahrnuje vliv retence krasového horninového prostředí. Odlišnost sledovaného území Mokrá - jih tkví jednak v tom, že v prostoru Mokré se jedná o typ volné infiltrační jeskyně a nikoliv o říční systém s ponory a jednak ve sporné existenci větších chodeb drenážního systému na Mokré, příp. tím, že pokud zde i takové chodby jsou, pak jsou ve vývěrové oblasti u obce Mokrá (prostor filtru) hrazeny. Nicméně retence krasové krajiny a zejména zóny vertikální cirkulace budou jistě velmi podobné. Byla vypočtena procenta měsíčního odtoku infiltrovaných vod pro oblast Rudické krasové plošiny odvodňované Jedovnickým potokem a pro oblast severní části Moravského krasu drenovanou říčkou Punkvou. V prvém případě byla použita data z let 1969 - 1988 a 1968 - 1977 a v druhém případě z let 1968 - 1988 a 1971 - 1975 (data podle I. Dostál 1985). Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 3. Model odtoků infiltrovaných srážek pro oblast Mokrá sever a Mokrá jih (Hypr 1995) je s orientačním bilančním výpočtem dat pro Rudickou krasovou plošinu a severní část Moravského krasu srovnatelný, kdežto údaje měřené v podzemní laboratoři jsou podstatně odlišné.

Vysvětlení odlišnosti dat reálně změřených v Ochozské jeskyni částečně vychází z poznatků získaných provedeným průzkumem na ložisku Mokrá, zejména z poznatků o charakteru prostředí zóny vertikální cirkulace vyplývajících z expresních hydrodynamických zkoušek. Již na hranici pokryvných útvarů a vápenců, a zejména uvnitř horninového masivu, v epikrasové zóně a na nepravidelné "ploše či plochách" hranice s vápenci s nižší průtočností, dochází k dynamickému procesu změny rozlohy odvodňované plochy přináležející vertikálním zónám cirkulace s.s. (jednotlivým vodosvodným cestám) a tím k přerozdělování množství dále odtékajících infiltrovaných vod (Dreybrodt, Siemers.2000, Klimchouk 2000). Voda dosáhne hranice s nižší méně propustnou částí horninového prostředí a pak záleží na rozmístění a průtočnosti vodosvodných cest a na reálném reliéfu hranice (plochy "vnitřního reliéfu"). Vše kontroluje primární nehomogenita propustnosti vápenců související s parametry geologické stavby horninového prostředí. Pokud privilegovaná vodosvodná cesta bude obklopena normálními vodosvodnými cestami a bude v depresi uvažovaného vnitřního reliéfu, pak nastanou dvě extrémní situace. Při malých množstvích infiltrace do horninového prostředí budou infiltrované vody relativně pravidelně odvodňovány všemi vodosvodnými cestami; záleží pak na konkrétní odvodňované ploše, jaké množství budou ty které zóny odvádět (až do max. odtokové kapacity příslušné zóny). Druhou situaci vyvolá infiltrace přesahující svým množstvím odtokovou kapacitu většiny normálních vodosvodných cest; jimi pak odtékají příslušná "malá maxima" kapacity a přebytky se stahují do deprese k privilegované vertikální zóně s relativně extrémní průtočností. Množství vody odváděné privilegovanou vodosvodnou cestou v takovém případě přesahuje příslušející ekvivalentní odvodňovanou plochu a odtokové hodnoty dosahují extrémních maxim. Primární geologická dispozice a popsaný efekt funkce privilegovaných vertikálních zón odvodňování se pak v dlouhodobém časovém horizontu projeví různě dimenzovaným systémem vertikálních zón a na tvorbě reliéfu krasové krajiny včetně přítomnosti závrtů.

LITERATURA

Balák, I. – Kovařík, J. (2002): Kolorační experiment Hostěnický potok. – MS, archiv Správy CHKOMK.

Bruthans, J. – Zeman, O. (2003): Factors controlling exokarst morphology and sediment transport through caves: comparison of carbanate and salt karst. ACTA Carsologica 32/1, 83-99. Ljublana

Dostál, I. (1985): Výsledky stopovacích a čerpacích zkoušek v letech 1980 až 1983 v Moravském krasu. – Sbor. prací ČMHÚ 30,14-27. SNTL Praha 1985

Dreybrodt, W. – Siemer, J. (2000): Cave Evolution on Two-Dimensional Network of primary Fractures in limestones. – In Klimchouk et al 2000: Speleogenesis, Evolution of Karst Aquifers Speleogenesis Under Unconfined Settings, p. 201-211..- Huntsville, Alabama, USA.

Himmel, J. (1994): Transfer srážek do karbonátů Moravského krasu a režim jejich podzemních odtoků. – Česká

speleologická společnost, Speleofórum °94 roč. XIII, Brno
Himmel, J. (2000): Efektivnost infiltrace atmosférických srážek do podzrmních vod v podmínkách Moravského krasu. – Speleo, 30, 19-15, Praha.
Himmel, J. (2000): Intenzita krasovění vápenců zóny vertikální krasové cirkulace v Moravském krasu. – Speleo, 29, 12-17, Praha.
Himmel, J. (2002): Nové poznatky o směru podzemního odtoku od Hostěnického propadání III. – Speleo 34, 7-9, Praha.
Hypr, D. (1981): Jeskynní úrovně v severní a střední části Moravského krasu. – Sbor. Okres, vlastivěd. muzea v Blansku, XII, 65-79, Blansko.
Hypr, D. (1998): Nové poznatky o hydrogeologii jižní části Moravského krasu. – Speleo, 26, 13-20. Praha.
Klimchouk, A. (2000): Speleogenesis Under Unconfined Settings. – In Klimchouk et al 2000: Speleogenesis, Evolution of Karst Aquifers Speleogenesis Under Unconfined Settings, p. 319-324. Huntsville, Alabama, USA.
Kudělásek, V. (1995): Mokrá VIII, hydrogeologický průzkum. – Geologické práce RNDr. Vít Kudělásek, (č.ú.: 02 89 5013 5 4 430 3703 1). MS, archiv CEVA Mokrá a.s.
Kudělásek, V. (2001): Mokrá X, hydrogeologický průzkum. – Geologické práce RNDr. Vít Kudělásek, (č.ú.: 02 89 5013 5 4 430 3703 1). MS, archiv CEVA Mokrá a.s.
Vít, J. (1996): Interpretace vývoje Amatérské jeskyně na podkladě morfologie a pozice hlavních chodeb (23-24, Protivanov).- Geol. Výzk. Mor. Slez. v Roce 1995.,sv. 3, s.39-41
Worthington, S. R. H. – Ford, D. C. – Beddows P. (2000): Porosity and Permeability Enhancement in Inconfined Carbonate Aquifers as Result of Solution. – In Klimchouk et al 2000: Speleogenesis, Evolution of Karst Aquifers Speleogenesis Under Unconfined Settings, p. 463-472. Huntsville, Alabama, USA.

Agroenvironmentální programy chrání jeskyně Moravského krasu

Jozef Jančo

Správa ochrany přírody, Správa CHKO Moravský kras, Svitavská 29, 678 01 Blansko;
e-mail: jozef.janco@schkocr.cz

Abstract: The protection of the cave systems as well as of surface karst phenomena on agriculturally utilized areas of the Moravian karst is not sufficient at the last time. Ordinary plant production with its usual implications is realized over the cave systems. Since the knowledge about cave systems has been in continual progress, it is not possible to find a full standard support in legislative. Admittedly, in the first zone of graded nature preservation, to be found for example over the Amaterska cave system, there is a prohibition of intensive technologies (including fertilization and using pesticides), but there is no direction of grassing, which is the only foolproof protection. That is why an agroenviromental programs has been designed. The programs goal are to reduce soil erosion and nutrients rinsing to minimum. To reach this goal it has been essential to grass 1800 hectares of arable land over the caves and to change the system of rotation of crops (with excluding maize and reducing the proportion of cereals) on the nearest lands on 260 hectares in buffer zones and on 33 hectares has been increased biodiversity on arable land by use of extensively farmed edges. Through realizing this programs will be protection of the unique Amaterska cave system (and other caves as wel as) will be ensured at the same time. This way endeavours of both voluntary and professional cavemans and conservationists that have lasted since its discovery in 1969 will be fulfilled.

Pro Moravský kras jsou charakteristické zarovnané plošiny s četnými závrty prořízнuté hlubokými údolími. Na plošinách se nacházejí poměrně úrodné půdy, protože vápence jsou překryty vrstvy hlín. Zemědělství ovlivňuje krasové jevy Moravského krasu především působením na vodní režim. Vlastnosti povrchových toků jsou ještě před tím, než se dostanou do krasového území ovlivňovány prostředím kterým protékají, množstvím srážek, klimatickými podmínkami, ročním obdobím atd. Tyto vody pak vstupují do podzemí, přičemž jejich vlastnosti se v průběhu průtoku jeskyněmi výrazně mění. Dochází ke změnám, které souvisejí s částečným rozpouštěním vápence v průběhu průtoku. Připojují se zde skapové vody, jejichž vlastnosti souvisejí hlavně se srážkami a s prostředím kterým prosakují.

Na kvalitě skapové vody závisí růst a formy krápníků. V řadě jeskyní Moravského krasu dochází ke korozi krápníků. Např. v Masarykově dómu v Punkevních jeskyních samovolně opadávají křehká brčka, v Amatérské jeskyni se vyskytují polohy zkorodovaných

sintrových záclon. Dříve se předpokládalo, že koroze je způsobena infiltrací reziduí hnojiv a pesticidů, kyselými dešti a pod. Avšak řada výzkumů ukazuje, že procesy koroze a nárůstu krápníků jsou velmi komplikované a ovlivňuje je i mnoho jiných faktorů.

Agroenvironmentální programy jsou doprovodným nástrojem společné zemědělské politiky Evropské unie, který byl zaveden v r. 1992. Programy podporují zemědělské metody šetrné k životnímu prostředí, které jdou nad rámec stanovený zákonem. Zemědělec do nich vstupuje dobrovolně, jedná se tedy o dobrovolnou dohodu mezi zemědělcem a státem s finanční podporou. Programy jsou navrhovány ve shodě s Nařízením Rady (EC) č. 1257/99 článek 22, 23, 24 a s Nařízením Komise (EC) č. 445/2002

Východiska pro návrhy programů v Moravském krasu:
– intenzívní zemědělství na krasových plošinách nad jeskyněmi,
– vápencový povrch plošin je překryt hlínami a jsou zde úrodné půdy v rovinatém terénu,
– zemědělství způsobuje erozi půdy a splachy reziduí živin a pesticidů do jeskyní,
– potencionálně jsou ohroženy i zdroje pitné vody,
– původní drobná políčka byly sceleny do lánů velkých i 80 ha, čímž se značně ochudila biologická různorodost zemědělské krajiny na plošinách,
– používáním pesticidů mizejí z krajiny kdysi běžné druhy plevelů (koukol polní, bračka rolní atd.) a ptáků (koroptev polní, křepelka polní atd.).

Cíle pro aplikaci programů v Moravském krasu jsou následující:
– redukovat půdní erozi a erozi živin a ohrožené zdroje spodní vody včetně druhotného vlivu, který by eroze mohla mít na charakter krajiny,
– vytvořit na orné půdě podmínky pro rozvoj rostlin, které z krajiny mizí,
– vytvořit v krajině s převládající ornou půdou mozaiku stanovišť příznivých pro rozvoj rostlin nezbytných v potravním řetězci koroptví a křepelek.

Úkoly pro dosažení cílů navrhovaných opatření:
– zatravnění orné půdy nad jeskyněmi (předchozí výzkumy přinesly přesvědčivé důkazy, že zatravnění jednoznačně přinese řešení),
– v ochranných nárazníkových oblastech změnit osevní postup,
– vytvoření okrajových pásů orné půdy neošetřených herbicidy.

Ukazatele dosažení cílů:
– snížení obsahu dusičnanů ve skapových vodách o 50 % (současný stav versus 3. rok),
– snížení odnosu ornice (tzn.snížení eroze, propočteno dle Wishmeyera – Wishmeyerova rovnice) o 95 % ve srovnání se současným stavem,
– plocha extenzívních pásů v poměru k celkové orné půdě v oblasti.

Agroenvironmentální programy speciálně směrované do krasové krajiny jsou již v současnosti realizovány v rámci opatření 2.3. Metody zemědělské produkce určené k ochraně životního prostředí a k uchování krajiny programu SAPARD. Jedná se o následující opatření:
– zatravnění orné půdy nad jeskyněmi
– osevní postup v erozně citlivých ochranných zónách jeskyní
– zvýšení biologické rozmanitosti na orné půdě zavedením extenzívních ochranných okrajů.

Pro posouzení účinnosti opatření jsou sledovány následující indikátory:
– monitoring rozpuštěných látek ve skapových vodách v jeskyních (NO_3^-, Cl^-,SO_4, pH, vodivost, NO_2^-, HCO_3^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+),
– monitoring plošné eroze na pozemcích na kterých se opatření realizují,
– monitoring změn vegetace na zakládaných lučních porostech a v ochranných okrajích,
– monitoring početnosti populací koroptve polní.

Po vstupu do Evropské unie navázal na předvstupní program SAPARD Horizontální plán rozvoje venkova na období 2004-2006. Jako jediný zonální program (určený pro konkrétní vymezenou oblast) je zde zařazen osevní postup v erozně citlivých ochranných zónách jeskyní v CHKO Moravský kras.

Z agroenvironmentálních programů povahy programů vyplývá, že nejsou určeny k vyřešení všech problémů ochrany přírody. Z těchto zdrojů není možné podporovat aktivity, které vyplývají ze zákonů. Programy proto hlavně maximalizují pozitivní vliv zemědělství na krasovou krajinu a krasové jevy a minimalizují jeho negativní dopady.

Nejvhodnější způsob hospodaření na zemědělské půdě v krasových oblastech musí být výsledkem rozumného kompromisu mezi zájmy zemědělců a ochranou přírody se zohledněním zkušeností místních obyvatel. Aktivní účast zemědělců, ochránců přírody, místních obyvatel, představitelů nevládních organizací a místní samosprávy je nevyhnutná. Hledání zmíněného kompromisu vyžaduje vzájemné porozumění, naslouchání a ochotu respektovat názor druhé strany což trvá obyčejně delší dobu.

V Moravském krasu se v r. 2003 podařilo ve spolupráci se zemědělci v rámci programu SAPARD založit travní porosty na ploše 180 ha nad jeskyněmi, speciální osevní postup na ploše 260 ha a extenzivní ochranné okraje na ploše 33 ha. První projekty, studie a podklady k uvedeným opatření se přitom začaly připravovat již v r.1998. Dalo by se říct, že je to podobně jako i v jeskyních, kde všechna ta krása vzniká ne silou, ale pomalým a vytrvalým kapáním jedné kapky vody za druhou.

Datování jeskynních sedimentů a rekonstrukce krasové morfologie Nízkych Tatier.

Dating of cave sediments and reconstruction of karst morphology of the Nizke Tatry Mts.

Jaroslav Kadlec[1], Helena Hercman[2], Martin Danišik[3], Petr Pruner[1], Martin Chadima[1], Petr Schnabl[1], Stanislav Šlechta[1], Tomáš Grygar[4], Darryl Granger[5]

[1] Geologický ústav AVČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6
[2] Institute of Geological Sciences PAS, Twarda 51/55, 00-818, Warsaw, Poland
[3] Eberhard Karls Universität Tübingen, Wilhelmstr. 7, Tübingen, Germany
[4] Ústav anorganické chemie AV ČR, 250 68 Řež u Prahy
[5] Purdue University, 401 S. Grant St., West Lafayette, Indiana, USA

Abstract: The paleomagnetic polarities were measured both in clastic and chemogenic cave sediments preserved in eleven horizontal cave levels occur at different altitudes in the Jánska, Demänovská and Mošnica karst valleys in the Nízke Tatry Mts. Based on the obtained polarity data we are able to distinguish cave sediments deposited during the Brunhes, Matuyama and Gauss chrons. The stratigraphic interpretation was partly verified by U-series datings of speleothems preserved in the sedimentary sections. Except for the horizontal cave levels located in the karst valleys, additional cave systems were formed at extremely high altitudes in the Nízke Tatry Mts. Preliminary data show predominantly reverse paleomagnetic orientations in fluvial sediments preserved in these high-located caves. Based on this knowledge we suppose the fluvial activity in these caves and deposition of clastic sediments during Gilbert Chron.

ÚVOD

Klastické jeskynní sedimenty lze datovat pomocí záznamu polarity geomagnetického pole z doby, kdy se sedimenty ukládaly (např. Bosák et al. 2003). Paleomagnetickou polaritu je možné měřit i v sintrových vrstvách uložených v sedimentárních profilech. Sintry lze také radiometricky datovat pomocí izotopů uranových řad (např. Harmon et al. 1975). Další možností je datování transportu křemenných valounů do jeskyně pomocí kosmogenních izotopů (Nishiizumi 1986).

Datované klastické sedimenty i sintry z Nízkych Tatier pocházely z profilů v jeskyních v dolinách Jánska, Demänovská a Mošnica a také z vysoko situovaných jeskyních systémů na Ohništi, v masívu Krakovej hoľi a v Kozích chrbtoch na jižních svazích pohoří.

METODY DATOVÁNÍ SEDIMENTŮ

Po detailní dokumentaci profilů následoval odběr orientovaných vzorků sedimentů z vrstev, tvořených jemnými sedimenty. Vertikální vzdálenost vzorků se pohybovala mezi 5 až 10 cm. V paleomagnetické laboratoři byly vzorky demagnetovány střídavým polem (ve 14ti krocích v rozmezí 1 až 100 mT) , pevné vzorky byly demagnetovány tepelně (v 11 krocích v teplotách od 80 do 580 °C). Remanentní magnetizace je měřena na rotačním magnetometru. Hodnota deklinace a inklinace vektoru magnetického pole z doby ukládání sedimentu byla odvozena pomocí multikomponentní Kirschvingovy (1980) analýzy. Následovala korelace naměřených magnetických polarit s normálními a reverzními obdobími datované škály magnetických polarit (Cande a Kent 1995). Celkem bylo demagnetováno a změřeno více než 280 vzorků klastických i chemogenních sedimentů z jeskynních systémů Nízkych Tatier.

Sintry byly datovány pomocí měření obsahu izotopů $^{230}Th/^{234}U$ a $^{234}U/^{238}U$. Časový dosah metody $^{230}Th/^{234}U$ je 350 tisíc let. U starších sintrů je možné podle poměru izotopů $^{234}U/^{238}U$ stanovit, zda je karbonát mladší nebo starší než 1,2 milionu let. Pomocí izotopů ^{10}Be a ^{26}Al, které vznikají v křemeni v důsledku působení kosmického záření, lze stanovit dobu, kdy byly křemenné valounky do jeskynní temnoty. Dosah metody je ca 5 milionů let (Nishiizumi et al., 1986). Výsledky datovacích metod byly doplněny poznatky o tepelné historii nízkotetranských granitů získanými ze zrn apatitů metodou fission-tracks. Tepelná historie granitů je úzce spojena s výzdvihem pohoří a s erozí granitů i karbonátových komplexů, ve kterých vznikaly jeskynní systémy.

VÝSLEDKY A JEJICH DISKUSE

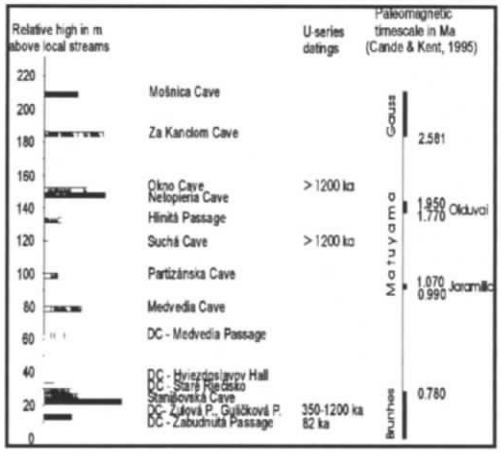
V grafu na obr. 1 jsou profily v jeskyních v krasových dolinách seřazeny podle relativních výšek nad vodním tokem proudícím příslušnou dolinou. V levé části grafu reprezentuje každý čtvereček jeden změřený vzorek. Černá barva znázorňuje vzorky s naměřenou normální polaritou, bílé čtverečky reprezentují vzorky s reverzní polaritou a černobílé čtverečky patří vzorkům s nejednoznačným záznamem polarity (tj. vzorky magneticky slabé nebo přechodné). V sedimentárních profilech zachovaných v relativních výškách do 25 m byly v klastických i chemogenních sedimentech naměřeny pouze normální polarity (obr. 1), naznačující, že ukládání probíhalo v průběhu

magnetické chrony Brunhes a jsou mladší než 0,78 milionu let. Tento předpoklad potvrzují i radiometrická stáří nejstarších sintrů ze IV. úrovně v Demänovské ľadové jeskyni (Hercman et al. 1997) i věk sintrového reliktu v profilu v Žulovej chodbe v Demänovské jeskyni slobody (Hercman et al. 2000).

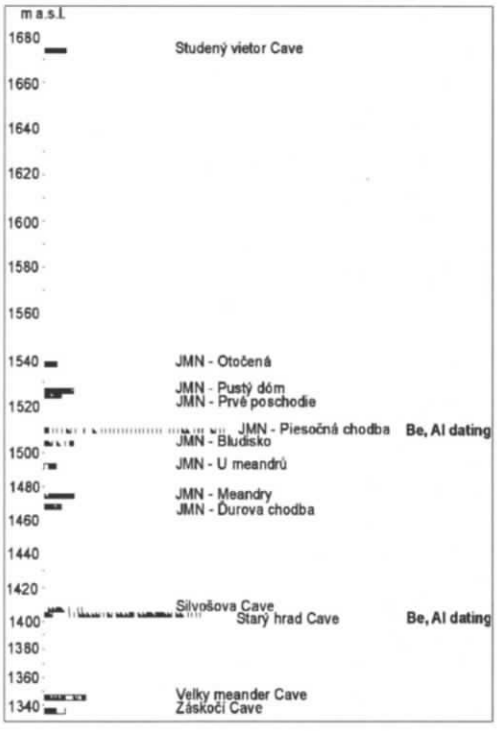
Sedimenty v relativních výškách 25–30 m mají přechodné hodnoty a méně často normální polarity. V profilech zachovaných ve výškách 30–180 m vykazují sedimenty převážně reverzní polarity – tzn., že se ukládaly během reverzní chrony Matuyama – tj. 0,78–2,581 mil. let. Tento předpoklad dokládá i radiometrické stáří sintrů ze Suché jaskyně a z jeskyně Okno v Demänovské dolině. Oba sintry jsou starší než 1,2 milionu let. Normální polarity zjištěné v sedimentech v profilech v jeskyních Medvědí, Partizánská a Netopieria v Jánskej dolině a v jeskyni Okno v Demänovské dolině lze korelovat se subchronami Jaramillo (0,99–1,07 mil. let) a Olduvay (1,77–1,95 mil. let), které se vyznačují normální polaritou. Sedimenty vyplňující sifon v Jeskyni za Kancľom se mohly ukládat v době, kdy končila chrona Gauss a začínala chrona Matuyama. Sedimenty v nejvýše položené Mošnické jeskyni mají normální polaritu a jsou proto časově korelovány s normální chronou Gauss (tzn. jsou starší než 2,581 mil. let).

Sedimenty v jeskyních Krakovej hoľi a Ohniště vykazují jak reverzní, tak normální polarity (obr. 2). U řady vzorků však nelze jednoznačně interpretovat polaritu z důvodu slabé magnetizace sedimentů. Samostatnou skupinou jsou sedimentární profily zachované v systému Jaskyňa mrtvych netopierov, jejichž výškové rozpětí je téměř 70 m (obr. 2). Profily vykazují jak reverzní, tak normální polarity. Nejvýše položenou jeskyní Nízkych Tatier s relikty říčních chodeb a fluviálních sedimentů je Jaskyňa studeného vetra. Říční sedimenty zachované v reliktu v horní části jeskyně vykázaly normální polarity. Předpokládané stáří větší než 3,5 mil. let (chrona Gilbert) bude ověřeno datováním transportu křemenných valounů kosmogenními izotopy z profilů ve Starém hradu a v Jaskyni mrtvych netopierov. Tyto analýzy se v současné době provádějí.

Výsledky analýz fisson-tracks z apatitů nízkotatranských granitů ukazují výrazné chladnutí granitu (tzn. výzdvih z zemskému povrchu) na konci mezozoika. Další období chladnutí spojené s výzdvihem nastalo počátkem miocénu a trvá dodnes.



Obr. 1: **Magnetické polarity fluviálních sedimentů v jeskyních v dolinách Jánska, Demänovská a Mošnica.** Černý čtverec – vzorek s normální polaritou; bílý čtverec – vzorek s reverzní polaritou; černobílý čtverec – vzorek s nejednoznačnou polaritou; DC – Demänovská jaskyňa.
Fig. 1: **Magnetic polarities of the fluvial sediments in caves located in Jánska, Demänovská and Mošnica valleys.**
Black squares – sample revealing normal polarity; white squares – sample revealing reverse polarity; black and white squares sample revealing unclear polarity; DC – Demänovská Cave.



Obr. 2. **Magnetické polarity fluviálních sedimentů v jeskyních Ohniště, Krakovej hoľi a Kozich chrbtov.** Vysvětlivky – viz. obr. 1; JMN – Jaskyňa mrtvych netopierov.
Fig. 2. **Magnetic polarities of the fluvial sediments in caves located on Ohniště, Krakova hoľa and Kozie chrbty.** For explanations see Fig. 1., JMN – Jaskyňa mrtvych netopierov Cave.

PŘEDBĚŽNÉ ZÁVĚRY

1. Ukládání fluviálních sedimentů v jeskyních systémech v Jánskej, Demänovskej a Mošnickej dolině probíhalo v závislosti na zahlubování krasových údolí během výzdvihu pohoří během neogénu a pleistocénu. Sedimenty v nejvýše položené Mošnické jeskyni se pravděpodobně ukládaly během magnetické chrony Gauss (tj. před více než 2,581 mil. let). Sedimentární profily zachované v jeskyních situovaných v relativních výškách 30–185 m se ukládaly v průběhu magnetické chrony Matuyama (tj. v intervalu 2,581–0,78 mil. let). Nejníže situované akumulace fluviálních sedimentů (nacházející se v relativních výškách do 25 m) vznikaly během chrony Brunhes (0,78 mil. let až současnost).
2. Na základě navržené magnetostratigrafické interpretace předpokládáme, že se jeskynní sedimenty na Ohništi, v Krakovej hoľi a v Jeskyni mrtvych netopierov tyto ukládaly během chrony Gilbert a jsou starší než 3,5 mil. let.
3. Navržená magnetostratigrafická interpretace umožňuje odhad rychlosti vertikálního zahlubování krasových dolin Nízkych Tatier. Pro různá období pleistocénu jsou rychlosti zahlubování následující: období 2,581–1,95 mil. let -5 cm/tisíc let; období 1,95–1,07 mil. let – 6 cm/tisíc let; 1,07–0,78 mil. let -32 cm/tisíc let; 0,78 mil. let až současnost -4 cm/tisíc let.
4. Model termální historie nízkotatranských granitů ukazuje dvě období chladnutí granitů (tj. výzdvihu). První proběhlo na konci druhohor po nasunutí karbonátových příkrovů, druhé začalo ve spodním miocénu a trvá dodnes.

PODĚKOVÁNÍ

Výzkum jeskynních sedimentů je financován Grantovou agenturou AVČR (č. IAA3011201 – 2002-2005) a je součástí výzkumného záměru č. CEZ: Z3-013-912 Geologického ústavu AVČR.

LITERATURA

Bosák, P. – Pruner, P. – Kadlec, J. (2003): Magnetostratigraphy of Cave Sediments: Application and Limits. – Stud. Geoph. Geod., 47, 2, 301-330. Praha.

Harmon, R.S. – Thompson, P. – Schwarz, H.P. – Ford D.C. (1975): Uranium-series dating of speleothems. – Natl. Speleol. Soc. Bull., 37, 21-33.

Hercman, H. – Bella, P. – Glazek, J. – Gradzinski, M. – Lauritzen, S.E. – Lovlie, R. (1997): Uranium series dating of speleothems from Demänova Ice Cave: a step to age estimation of the Demänova Cave Systém (The Nízke Tatry Mts., Slovakia). – An. Soc. Geol. Polon., 67(4), 439-450.

Hercman, H. – Bella, P. – Glazek, J. – Gradzinski, M. – Nowicki, T. (2000): Rádioizotopové datovanie sintrov z Demänovskej jaskyne slobody. – In Bella P. (Ed.), Výskum, využívanie a ochrana jaskýň: Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 16.-19.11.1999. 26-35. Liptovský Mikuláš.

Kirschvink, J. L. (1980): The least-squares line and plane and the analysis of palaeomagnetic data. – Geophys. J. Royal Astronom. Soc., 62, 699-718.

Nishiizumi, K. – Lal, D. – Klein, J. – Middleton., R. – Arnold, J., R. (1986): Production of ^{10}Be and ^{26}Al by cosmic rays in terrestrial quartz in situ and implications for erosion rates. – Nature (Lond.), 319, 134–136.

Stáří a geneze sedimentů v Ochozské jeskyni (Moravský kras)
Age and genesis of sediments in the Ochozská Cave (Moravian Karst)

Jaroslav Kadlec[1)], Petr Pruner[1)], Daniela Venhodová[1)], Helena Hercman[2)], Tomasz Nowicki[2)]

[1)] Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6
[2)] Institute of Geological Sciences of the Polish Academy of Sciences, Twarda 51/55, 00-818 Warszawa, Poland

Abstract: Large sections in cave deposits are exposed in the Ochozská Cave in southern segment of the Moravian Karst. The study of the genesis and age of these cave deposits poses a clue to the reconstruction of development of the Ochozská Cave and of local paleohydrographic history. The time of deposition was determined by measurement of paleomagnetic record in clastic sediments and U-series dating of speleothems. The sediments were probably deposited during the Middle and Late Pleistocene in the cave.

ÚVOD

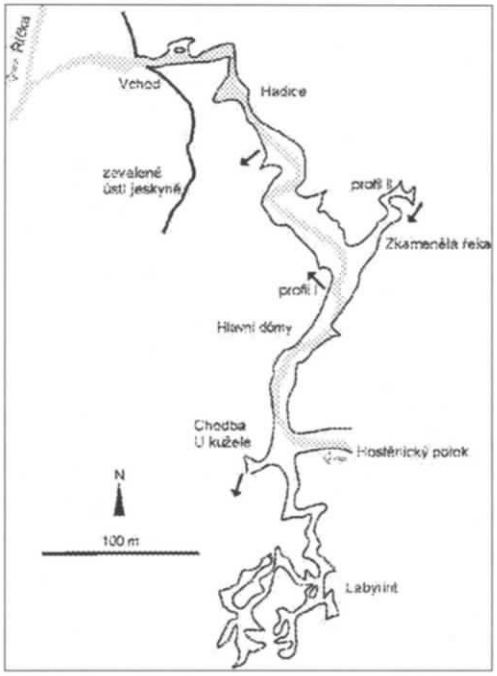
Ochozská jeskyně, jejíž délka přesahuje 1 700 m, je nejrozsáhlejším jeskynním systémem v jižní části Moravského krasu (Himmel a Himmel 1967). V jeskyni jsou odkryty rozsáhlé profily fluviálními jeskynními sedimenty. Tento příspěvek přináší výsledky studia stáří sedimentů odkrytých v Hlavních dómech a v chodbě Zkamenělé řeky v Ochozské jeskyni.

Profil I se nachází v Hlavních dómech Ochozské jeskyně proti vyústění chodby Zkamenělé řeky (obr. 1). Jeskynní chodba zde byla původně vyplněna říčními sedimenty až ke stropu. Eroze podzemního toku vytvořila později v sedimentární výplni chodby koryto, v jehož březích jsou fluviální sedimenty odkryty. Profil II se nachází ve vykopané sondě v j. části chodby Zkamenělé řeky (obr. 1).

METODY DATOVÁNÍ SEDIMENTŮ

Ze dvou profilů I a II byly v intervalech po 10 cm odebrány orientované vzorky do plastikových krabiček o objemu ca 7 cm^3. Dohromady bylo odebráno 61 vzorků. Metodika paleomagnetických a radiometrických analýz je uvedena v abstraktu Kadlec et al.: Datování sedimentů v jeskyních Nízkych Tatier, zařazeném do tohoto sborníku.

Jeskynní karbonáty byly datovány metodou $^{230}Th/^{234}U$ (např. Harmon et al. 1975). Pro datování byly odebrány vzorky ze dvou sintrových vrstev a malý stalagmit z nadloží studovaných profilů I a II. Radiometrické stáří jeskynních karbonátů tedy určuje minimální věk podložních klastických sedimentů.



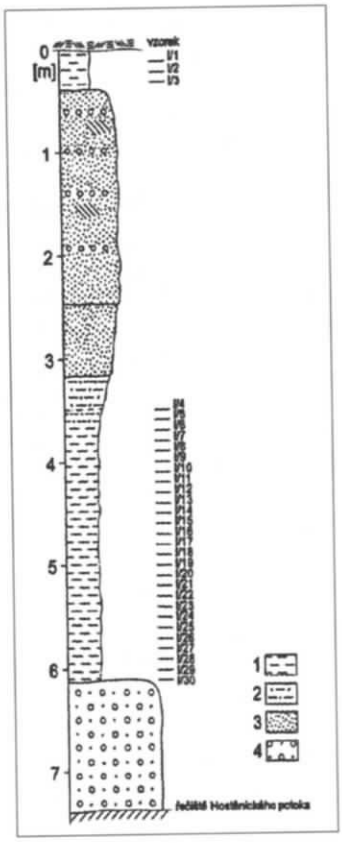
Obr. 1: **Západní část Ochozské jeskyně** (upraveno podle Himmel a Himmel 1967).
Fig. 1: **Western part of the Ochozská Cave** (modified after Himmel a Himmel 1967).
Na obrázku je vyznačena pozice zkoumaných profilů; černé šipky znázorňují směr paleoproudění (viz Kadlec 2003).
Position of the studied sections is expressed of the figure; arrows express paleocurrent directions (see Kadlec, 2003).

VÝSLEDKY DATOVÁNÍ SEDIMENTŮ, DISKUSE

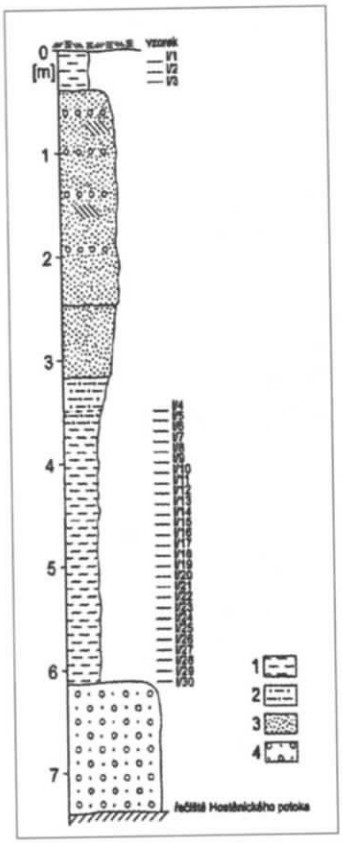
Z obou profilů I a II bylo z vrstev jílovitého prachu odebráno 30, resp. 31 orientovaných vzorků (obr. 2 a 3). Jedná se o sedimenty slabě až středně magnetické. Po demagnetizaci střídavým polem byla u všech vzorků interpretována primární složka vektoru přirozené remanentní magnetizace. Všechny vzorky zaznamenávají normální polaritu geomagnetického pole. Obr. 4 a 5 znázorňují variace remanentní magnetizace v přirozeném stavu (J_n), magnetické susceptibility (k_n), interpretovaných směrů deklinace (D_p) a inklinace (I_p) i polarity pro jednotlivé vzorky v profilech I a II.

Normální polarity naměřené v obou profilech indikují, že sedimenty jsou s největší pravděpodobností mladší než paleomagnenetická hranice Brunhes/Matuyama (tj. 780 000 let). Časovým obdobím, kdy sedimenty vyplňovaly Ochozskou jeskyni by tedy mohl být střední nebo svrchní pleistocén.

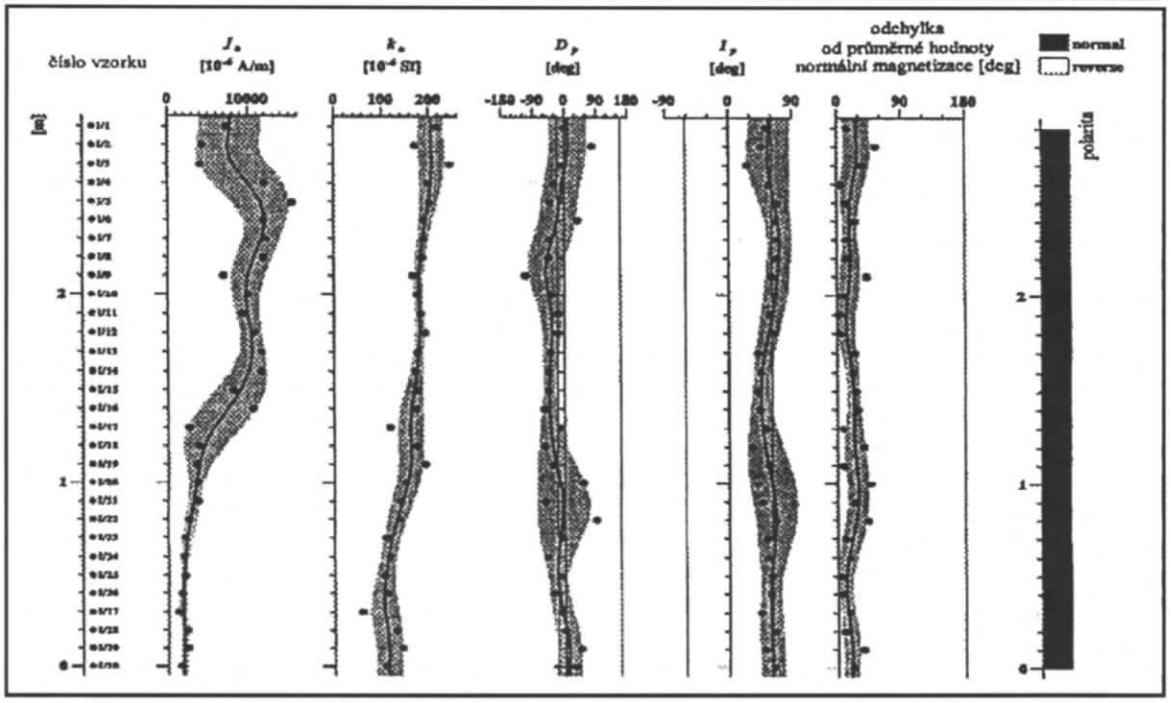
Radiometrické datování 4 cm velkého stalagmitu (vzorek OCH I) odebraného z povrchu fluviálních sedimentů v severní části Hlavních dómů ukázalo, že karbonát je mladší než 4 200 let. Sintrové kůry vysrážené v Hlavních dómech na svazích povodňového koryta Hostěnického potoka se ukládaly po vzniku tohoto řečiště, vytvořeného erozí ve fluviálních sedimentech. V severní části Hlavních dómů byla odebrána na datování část takovéto sintrové vrstvy (vzorek OCH II), ze které byla datována spodní a svrchní část. Radiometrická analýza však ukázala, že karbonát je značně kontaminován detritickým ^{232}Th, jehož přítomnost snižuje přesnost datování. Výsledkem je tedy pouze odhad stáří sintru, říkající, že karbonát je mladší než 28 000 let (spodní část vrstvy), resp. než 22 000 let (horní část vrstvy).



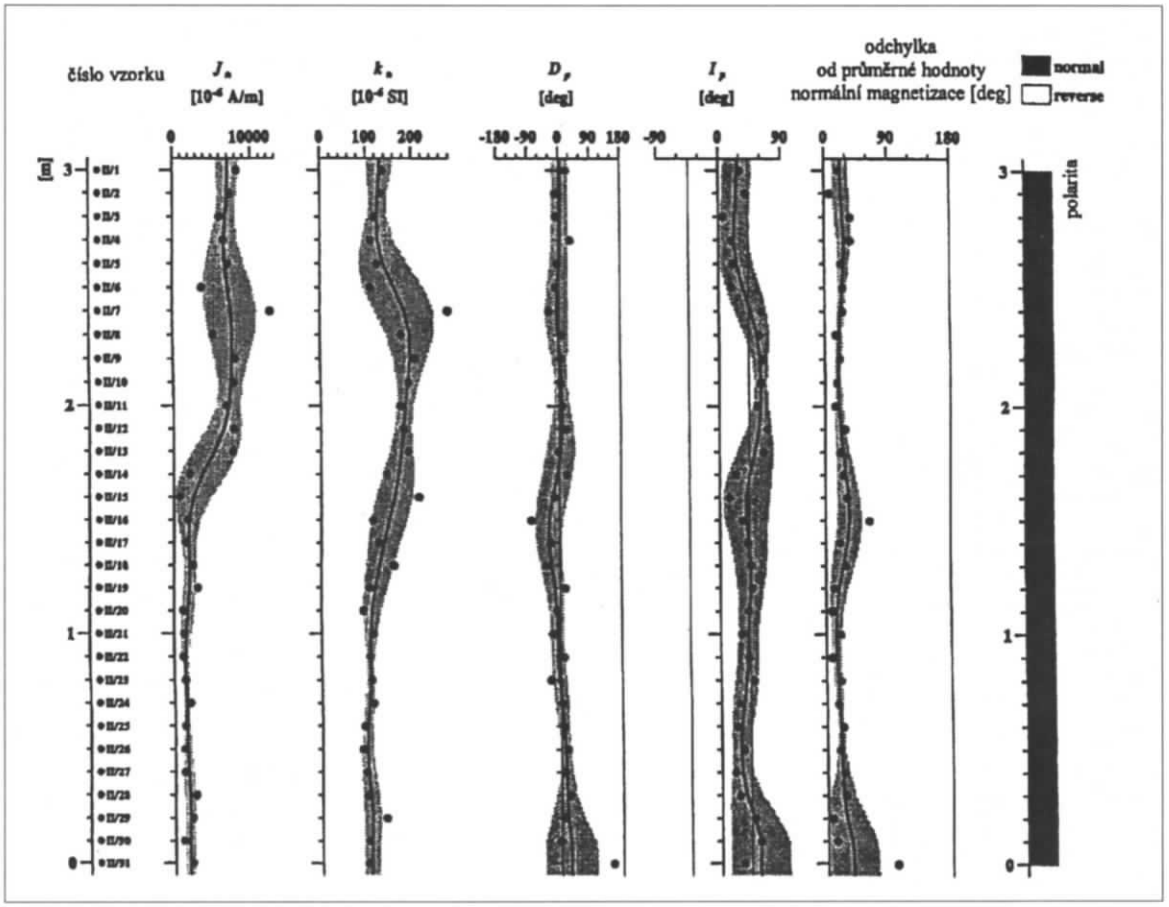
Obr. 2: **Profil I – fluviální sedimenty odkryté v hlavních dómech.**
1 – jílovitý prach, 2 – písčitý prach, 3 – písek, 4 – písčitý štěrk.
Fig. 2: **Section I - fluvial deposits exposed in the Hlavní dómy passage.**
1 – clayey silt, 2 – sandy silt, 3 – sand, 4 – sandy gravel.



Obr. 3: **Profil II - infiltrační sedimenty odkryté v chodbě Zkamenělé řeky.**
1 – jílovitý prach, 2 – písčitý prach, 3 – písek.
Fig. 3: **Section II - infiltration sediments exposed in the Zkamenělá řeka passage.**
1 – clayey silt, 2 – sandy silt, 3 – sand.



Obr. 4: **Profil I – magnetické parametry naměřené v sedimentech.** Vysvětlení v textu.
Fig. 4: **Section I – values of magnetic parameters measured in the sediments.** For explanation see text.



Obr. 5: **Profil II – magnetické parametry naměřené v sedimentech.** Vysvětlení v textu.
Fig. 5: **Section II – values of magnetic parameters measured in the sediments.** For explanation see text.

GENEZE SEDIMENTŮ

Sedimenty vyplňující Hlavní dómy Ochozské jeskyně uložil tok proudící jeskyní od Hostěnického propadání směrem k SZ do Hádeckého údolí. Směr proudění podzemního toku indikuje imbrikace valounů v písčitých štěrcích, šikmé zvrstvení ve fluviálních píscích i maximální směry anizotropie magnetické susceptibility naměřené v jemných sedimentech (Kadlec 2003). V době, kdy Hlavní dómy Ochozské jeskyně ústily do Hádeckého údolí uložil tok v jeskyni několik metrů mocný štěrkový val, jehož horní část je odkryta na řadě míst v Hlavních dómech. Mocné polohy nadložních jemných jílovitých prachů se uložily ze stagnující vody v době, kdy vodní tok nemohl jeskyní volně protékat. Příčinou byl pravděpodobně kolaps portálu při vyústění jeskyně do Hádeckého údolí, který se nacházel ve spodní části vápencové stěny jz. od dnešního vchodu do Ochozské jeskyně (viz Kraus 1989). Zřícený jeskynní portál zablokoval vývěr podzemního toku a způsobil vyplnění jeskynních prostor stagnující vodou, ze které se ukládaly jemné sedimenty transportované v suspenzi. Postupně byla jeskynní chodba vyplněna sedimenty místy až ke stropu. Podzemní tok vpozdější době vytvořil chodbu nazývanou Hadice, kterou voda odtékala (a dodnes za vyšších vodních stavů proudí) ze zablovaných Hlavních dómů do Hádeckého údolí. Eroze vodního toku odtékajícího Hadicí vytvořila v sedimentech koryto, v jehož bocích jsou dnes odkryty sedimentární profily.

Písky v profilu II v chodbě Zkamenělé řeky mají odlišné petrografické složení než fluviální sedimenty v Hlavních dómech (viz Nehyba 1998). Tyto rozdíly lze vysvětlit tak, že v chodbě Zkamenělé řeky nejsou uloženy říční sedimenty Hostěnického potoka. Jedná se pravděpodobně o eolické sedimenty (pleistocenní sprašové hlíny a naváté písky) - u nichž je běžná větší vyzrálost i opracování klastických čátic. Tyto sedimenty mohly být do chodby Zkamenělé řeky redponovány srážkovými vodami z povrch krasové plošiny.

ZÁVĚR

1. Výsledky paleomagnetického a radiometrického datování naznačují, že fluviální sedimenty vyplňovaly Hlavní dómy Ochozské jeskyně pravděpodobně v období mezi 780 000 a 28 000 lety. Není vyloučeno, že se sedimenty uložily během posledního glaciálu, jak to na základě pylové analýzy předpokládá Doláková (1998).
2. Rozdíly v petrografických vlastnostech sedimentů odkrytých v profilech I a II ukazují, že se nejedná o materiál ze stejného zdroje. Zatímco Hlavní dómy byly vyplněny fluviálními sedimenty transportovanými tokem z Hostěnického údolí, byla chodba Zkamenělé řeky vyplněna infiltračními sedimenty transportovanými do jeskyně srážkovými vodami z povrchu krasové plošiny.

PODĚKOVÁNÍ

Výzkum sedimentů Ochozské jeskyně je zařazen do výzkumného záměru CEZ: Z3 – 013 – 912 Geologického ústavu AVČR a je podporován Českomoravským cementem a.s. – závod Mokrá.

LITERATURA

Doláková, N. (1998): Palynologické zhodnocení sedimentů z Ochozské jeskyně. – MS, archiv Českomoravský cement a.s.

Harmon, R., S. – Thompson, T. – Schwarcz, H., P. – Ford, D., C. (1975): Uranium-series dating of speleothems. – Nat. Speleol. Soc. Bull., 37, 21-33.

Himmel, J. – Himmel, P. (1967): Jeskyně v povodí Říčky. – Speleol. Kroužek ZK ROH Královop. Stroj. Brno, pp 105.

Kadlec J. (2003): Rekonstrukce směrů proudění pomocí měření anizotropie magnetické susceptibility ve fluviálních sedimentech Ochozské jeskyně, Moravský kras. Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2003, 10, 5-7.

Kraus, L. (1989): Krasový výzkum a speleologický průzkum zájmového území vodního zdroje Říčky v Moravském prasu. Labyrint.- MS, archiv ZO 1-11 Čes. speleol. Spol., pp 5.

Nehyba, S. (1998): Výsledky sedimentologického a sedimentárně-petrografického výzkumu sedimentů Ochozské jeskyně.- MS, archiv Českomoravský cement a.s.

Speleologický výzkum v prostoru lomu Mokrá

Petr Kos

Česká speleologická společnost, ZO 6–12 Speleologický klub Brno, Brno

Abstract: Mokrá Plateau lies in the south part of Moravian Karst in the area where an intens mining of limestone is proceeding at present for a cement factory in Mokrá. Members of ČSS ZO Speleological club Brno recorded 58 swallow holes and 52 cave structures in the mining area of Mokrá quarry until now. Among the most important belong Glozar Cave (about 30 m), Mokrá Cave (370 m) and a cave in Moss Swallow Hole (Mechový závrt, 277 m). The existence of a fallen unexplored cave called Keith Abyss is assumed here.

The karst plateau shows polygenetic development of karst process in various geological periods registered already from younger Tertiary when fully developed cave net created by fluvial tunnels existed here. Except above noted caves world-famous Pekárna Cave which function and significance is being rather speculated in speleological and geological literature belongs here as well. By the speleological excavation and research was spotted 5 cave levels bound to an old fossil drainage and a recent basin of the Hostěnice River and the Říčka River.

Speleologický výzkum Mokerské plošiny v jižní části Moravského krasu probíhá již od roku 1997. Podnětem k zahájení výzkumu se stal objev systému Mokerské jeskyně, která byla v roce 1995 nafárána západním lomem mokerské cementárny. Rokem 1999 je odstartován předstihový záchranný výzkum Mechového závrtu, který leží při sz. hranici dobývacího prostoru velkolomu Mokrá.

Výzkumnou činností v popisované oblasti se zabývají členové ZO ČSS 6-12 Speleologický klub Brno a 4. ZO Speleologická sekce ČSOP Brno-venkov, kteří již řadu let úspěšně spolupracují při řešení „mokerského" problému s firmou Českomoravský cement a. s. nástupnická společnost, jež celou akci z větší části zaštiťuje.

Za 8 let bylo v rámci ložiska Mokrá speleology zaznamenáno 58 závrtových útvarů a 52 jeskynních struktur. Mezi nejvýznamnější patří Mechový závrt, j. Glozarova, j. Mokerská a pravděpodobně též záhadná j. Keithova propast, která byla v minulosti zasypána majitelem Keithova lomu, aniž by byla náležitě speleologicky prozkoumána. Historicky první speleologický průzkum jeskyní v mokerském lomu, je spjat se jménem Pavla Glozara, který zde tragicky zahynul v roce 1985. Jednalo se o fragment jeskynního systému, který byl tvořen vstupní propástkou, dvěma dómy a vodním jezerem. Neopatrný speleolog tu doplatil na přítomnost CO_2, který vytvářel zákeřnou plynovou kapsu na dně druhého dómu s jezerem. Z následné záchranné akce pochází paměťový náčrt půdorysu jeskyně (autor F. Šmikmátor), který jako jediný zachycuje původní podobu krasových dutin. Na počest objevitele byla jeskyně zaměstnanci lomu nazvána Glozarka (nověji Glozarova j.).

V současné době jsou na Mokerské plošině v činnosti 2 speleologická pracoviště. Jedná se o Mechový závrt č. 15 a Špičatý závrt č. 38.

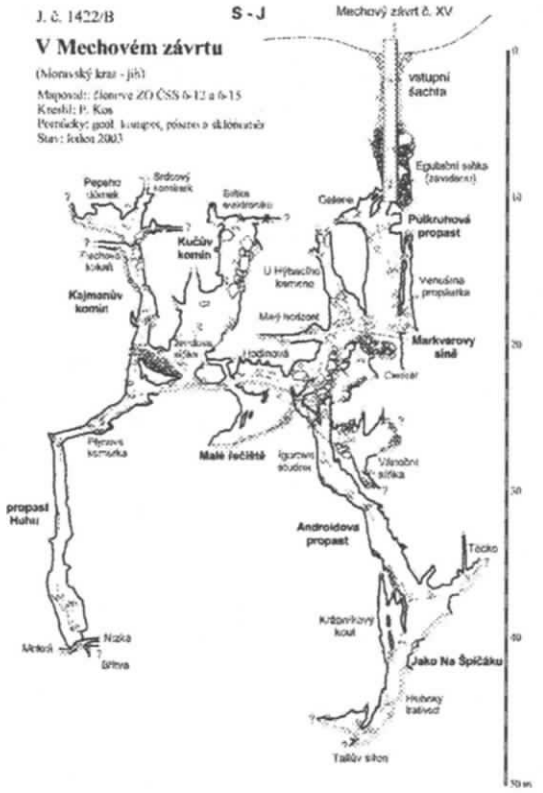
V Mechovém závrtu byla v rozmezí let 1999-2003 objevena 46 m hluboká propasťovitá jeskyně. Nyní je zde registrováno celkem 277 m chodeb, které nesou na několika místech stopy intenzivní vodní eroze, takže se zdá, že jeskyně plnila v geologické minulosti funkci paleoponoru, a to zřejmě Hostěnického potoka. Ve Špičatém závrtu, ležícím v blízkosti aktivního propadání Hostěnického potoka, se naopak nepodařilo dosud prokázat žádnou souvislost s větším krasovým systémem.

Z hlediska perspektivy a existence dosud neprozkoumaných jeskyní lze v rámci lomu Mokrá očekávat převahu fosilních forem krasu a v menší míře i recentní krasové dutiny typu volné infiltrační jeskyně, jež byly doposud registrovány převážně v západním lomu.

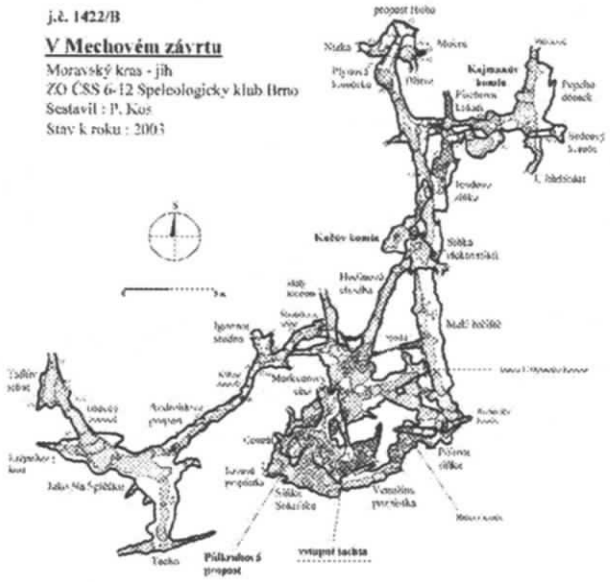
Základní úrovně fluviálních jeskyní jsou dány j. Mokerskou a j. Pekárnou, která leží v Údolí Říčky na sz. obvodu Mokerské plošiny. Mokerská j. představuje nejvýše položenou fosilní jeskyni v rámci sledované oblasti, čímž nastoluje celou řadu otázek, souvisejících s vývojem krasového reliéfu v jižní části Moravského krasu. Dosud bylo zdokumentováno a zaměřeno 370 m chodeb kaňonovitého rázu, kompletně zaplněných fluviálními sedimenty. Jeskyně Pekárna je fragmentem většího níže položeného jeskynního systému o jehož rozsahu a funkci se v současnosti nic přesnějšího neví.

Jeskynní úrovně vázané na Mokerskou plošinu:

I. jeskynní úroveň – 402 až 380 m n.m. (j.č. 0006 Mokerská)
II. jeskynní úroveň – 390 m n.m. (j.č. 1422/B Mechový z.-Pepeho d.-Galerie)
III. jeskynní úroveň – 379 až 372 m n.m. (j.č. 1422/B Mechový z.-Hodinová ch.)
IV. jeskynní úroveň – 354 až 364 m n.m. (j.č. 1422/B Mechový z.-Tallův s.)
V. jeskynní úroveň – 355 až 350 m n.m. (j.č. 1428 Pekárna)



Obr. 1



Obr. 2

Obr. 1 a 2: **Jeskyně V Mechovém závrtu**. Řez a půdorys.

3. národní speleologický kongres
8. - 9. 10. 2004, Moravský kras, Sloup

Počiatky speleozoologického výskumu v západokarpatskej oblasti
Beginnings of the speleozoological research in the Western Carpathians

Vladimír Košel

Katedra zoológie, Prírodov. fak. Univerzity Komenského Bratislava, Mlynská dolina B-l, 842 15 Bratislava 4, Slovenská republika, e-mail: kosel@fns.uniba.sk

Abstract: The research of the fauna in caves of the Western Carpathians started in the middle of the19th century and it concerns the cave Baradla. The first visit was realized in 1841 and several times later up to 1856. The most prominent persons of this period were Petian-Peténvi, I. Frivaldszky, A. Schmidl and J.Frivaldszky. After this short period this cave and the other too were visited only sporadically. In 1903, the discovery of a new species of *Duvalius* (Coleoptera) in Baradla restored the interest for cave fauna and several new species and subspecies were found mainly in the south karstic regions in following years (up to 1926).

In Czechoslovakia, the discovery of the cave Domica (the neighbourhood of the cave Baradla) was the strong impuls to start reserach of the fauna in caves mainly in the Slovakian Karst. The Karst Komission was established by R.Kettner for research of caves and the karst. The work of the Komission could not be finished because of the war events after 1939.

Vedecký výskum podzemnej fauny začal sa realizovať v jaskyniach západokarpatskej oblasti v polovici 19. storočia. Jeho počiatky sú spojené s jaskyňou Baradla pri Aggteleku a s osobnostiami ako Ján Šalamún Petian-Peténeyi, Imrich Frivaldszky, Július Kovács, Adolf Schmidl a Ján Frivaldszky, ktorí v rozpätí rokov 1841-1856 navštevovali túto najväčšiu a najznámejšiu jaskyňu vtedajšieho Uhorska.

Prvá zoologická exkurzia do jaskyne sa konala v 1841 za účasti Petiana a I. Frivaldszky. V jaskyni zaznamenali netopiere a na nich parazitujúce kliešte *Ixodes vespertilionis*. Pri opakovanej návšteve Petiána za spoluúčasti Kovácsa v auguste 1846, ako nové boli zistené parazitické muchy čeľade Nycteribiidae žijúce na netopieroch. Navyše bola tu objavená pijavica opísaná pod menom *Typhlobdella Kovátsi* Diesing, 1850.

V auguste 1853 navštívil a zoologicky preskúmal túto jaskyňu Ján Frivaldszky so spoločníkmi (I. Frivaldszky a ďalší), ale svoje pozorovania publikoval až v 1865 súhrnne s výsledkami z jaskýň južných Karpát. Z Baradly referuje o 15 druhoch fauny a opisuje odtiaľ z Isopoda nový druh pre vedu *"Titanethes graniger"*. Nájdené exempláre nifargov (prvé v Uhorsku) označuje chybne ako *„Niphargus stygius"*.

V auguste 1856 navštívil jaskyňu Adolf Schmidl, ale publikačne predstihol J. Frivaldszkého (Schmidl 1857). Pozoroval tu 6 druhov bezstavovcov a 5 druhov stavovcov. Z iných jaskýň tohto obdobia máme záznamy o výskyte netopierov od Kornhubera (1857) z jaskyne Malých Karpát a od Kolenatiho (1860) z jaskynných lokalít Demänovskej doliny, Slovenského krasu a Slovenského raja. V ďalších desaťročiach (až do 1903) snaha o výskum jaskynnej fauny upadla, nielen pokiaľ ide o Baradlu, ale aj o Západné Karpaty ako celok. Záujem o výskum fauny sa preniesol do východných a južných Karpát vtedy ešte na území Uhorska, ktoré boli na jaskynnú faunu najmä chrobáky (Coleoptera) nepomerne bohatšie a atraktívnejšie.

Do tejto výskumnej etapy spadá návšteva entomológov Ludwiga Millera (1859) a Edmunda Reittera (1870) Demänovskej doliny a okolia. Prvý z nich v 1859 pátral po chrobákoch tiež vo vtedy známych demänovských jaskyniach, ale bezúspešne. Reitter v 1869 mal pri hľadaní väčšie šťastie a pri návšteve presne nemenovaných demänovských jaskýň objavil karabida, ktorého opísal ako *"Trechus spelaeus"*. Hoci sa jednalo o prvé nálezy slepých kavernikolných foriem v západokarpatskom priestore, tieto nevzbudili na strane domácich entomológov väčšiu pozornosť.

V rokoch 1864-1869 zaujímal sa o územie Slovenského a Aggtelegského krasu domáci entomológ Horváth (1872), ktorý popri povrchovom výskume chrobákov (Coleoptera) zbieral materiál aj v Baradle a Jasovskej jaskyni.

V roku 1879 Herman publikoval prvé údaje o výskyte pavúkov v jaskyniach, Konkrétne, ale nemnohé údaje publikovali tiež Chyzer a Kulczynski (1891).

Koniec 19. storočia však môžme považovať za začiatok výskumu fauny v podzemných intersticiálnych (freatických) vodách. Tento nástup sa udial na severnom podhorí Vysokých Tatier, kde v studni poľského Zakopaného Wrześniowski (1888) objavil 2 nové druhy z Amphipoda (najznámejší *Niphargus tatrensis*).

Oživenie záujmu o faunu jaskýň západokarpatského regiónu nastalo až začiatkom 20. storočia v súvislosti s opätovným objavom kavernikolných chrobákov rodu *Duvalius*. Prvé jedince nového druhu boli tentoraz nájdené v Baradle v roku 1903, nálezy a opisy ďalších foriem (druhov a poddruhov) pokračovali až do roku 1924 resp. 1926.

Ich hľadaniu a zbieraniu sa venovali hlavne bratia Elemér a Imrich Bokorovi v rozpätí rokov 1908-1924, spočiatku za odbornej spolupráce koleopterológa Csikiho (1903, 1910, 1911, 1914). E. Bokor (1922a) bol zároveň autorom poslednej zhrňujúcej práce o faune (prevažne Coleoptera) karpatských teda i slovenských jaskýň ešte v rámci Uhorska. V ďalšej súbornej práci E. Bokor (1922b) zhrnul dovtedašie taxóny a nálezy druhov z rodu *Duvalius* prevažne zo Slovenska.

O poľských karpatských jaskyniach z tohto

najstaršieho obdobia nemáme poznatky.

Po vzniku Československa významnejší pokrok sa vo výskume jaskynnej fauny na Slovensku zo strany domácich zoológov neudial. V roku 1919 E. Bokor ešte pokračoval v úspešnom hľadaní kavernikolných karabidov na území Drienčanského krasu a v júli 1928 zbieral zoologický materiál v Silickej ľadnici. V 1925 Dudich publikoval staršie Kormosove nálezy múch Nycteribiidae a netopierov z Jasovskej jaskyne z 1916.

Zo strany domácich bádateľov určité oživenie záujmu nastalo po objave jaskyne Domica v 1926. Jeden z prvých zoológov, ktorý ju navštívil bol V. J. Staněk. Po jej návšteve v 1932, v tomže roku publikoval dve správy o jej faunistickom prieskume, ale okrem podkovára (*Rhinolophus euryale*) a ich parazitov – muchy čeľ. Nycteribiidae, ktoré boli zaevidované ako nové druhy pre ČSR, významnejší prínos sa nezaznamenal. Za účelom komplexnejšieho výskumu Domice (ale nie len jej) bola ustanovená v 1933 Krasová komisia s predsedom geológom Radimom Kettnerom a zoologickým výskumom bol poverený profesor Karlovej univerzity Jaroslav Štorkán. Štorkán navštívil Domicu (tiež blízku Čertovú dieru) v rokoch 1934-1935 a výsledky jeho zistení sú obsiahnuté v súbornej správe Kettnera (1936b) o výskumnej činnosti Krasovej komisie.

Ako ďalší produkt aktivity Krasovej komisie možno považovať morfologicko-taxonomickú štúdiu o *Mesoniscus graniger* (Isopoda) z Domice od Frankenbergera (1940). V niektorých jaskyniach pátral po faune aj Hrabě: v 1933 v Domici, v 1938 v Demänovských jaskyniach. V revíznej práci o pavúkoch rodu *Porrhomma*, Miller a Kratochvíl (1940) uvádzajú z Domice dva druhy.

Po založení zoologického pracoviska na Prírodovedeckej fakulte v Bratislave, jednorazový orientačný výskum fauny v Bystrianskej jaskyni sa zrealizoval z iniciatívy prof. Michala M. Novikova, vedúceho ústavu (Novikov 1942). Po okupácií južného Slovenska Maďarskom, v Slovenskom krase zbierali faunu ešte niektorí maďarskí odborníci. Tak speleológ K. Bertalan navštívil v auguste 1942 Silickú ľadnicu a zbieral v tamojšom potoku mäkkýše (Wagner 1943). V roku 1943 zoológ Mehély pobudol v Slovenskom krase a s istotou vieme, že navštívil minimálne jaskyňu Ľudmilu pri Gombaseku (POP 1943).

ZHODNOTENIE ETAPY

Ak by sme mali zhodnotit túto prvú etapu výskumu, tak musíme oceniť snahu i odvahu prvých prospektorov o spoznanie života v jaskynnom podzemí pri najjednoduchšom technickom vybavení. Na druhej strane sa musíme pozastaviť na veľmi skromných výsledkoch týchto bádaní. Návštevy sa konali spravidla jednorazovo, bolo zachytené len úzke spektrum skupín a zrejme šlo len o hojnejšie a nápadnejšie (väčšie) druhy, na druhej strane boli často určené chybne, alebo len čiastočne. Snáď neistota v presnom určení a prípadne i nemožnosť determinácie boli tiež príčinou oneskorého publikovania výsledkov. Nasledujúce obdobie vyše 30 ročného výskumného kľudu bolo zrejme zapríčinené istým sklamaním z chudobnej fauny západokarpatských jaskýň, najmä z absencie významnejších kavernikolných foriem. Až v poslednej fáze etapy (1903-1919) výskum bol intenzívnejší, ale jednostranne zameraný na hľadanie a zbieranie nových kavernikolných chrobákov typu *Duvalius*.

Zoologický výskum jaskýň v medzivojnovej československej etape možno hodnotit ako celkove slabý. Týka sa to jednak počtu zapojených špecialistov, skúmaným spektrom fauny, tiež hĺbkou spracovania, frekvenciou návštev i množstvom skúmaných lokalít. Treba však oceniť snahu po združení – vytvorení organizácie pre výskum jaskýň z iniciatívy R. Kettnera. To je počin, ktorý v susedných štátoch sa nepodarilo zrealizovať. K zavŕšeniu začatej práce a rozvoju ďalších aktivít zabránili udalosti smerujúce k 2. svetovej vojne a vojna samotná.

3. národní speleologický kongres
8. - 9. 10. 2004, Moravský kras, Sloup

Mechorosty v blízkosti světel ve třech přístupných jeskyních na severní Moravě

Bryophyte flora at lamps in three public caves in north Moravia (Czech Republic)

Svatava Kubešová

Botanické oddělení, Moravské zemské muzeum, Hviezdoslavova 29a, 627 00 Brno, e-mail: skubesova@mzm.cz

Abstract: Bryophytes growing close to lamps in regular use were studied in show caves. Data were collected in 2003 in three caves open to the public: Javoříčko Caves, Na Pomezí Caves and Zbrašov Aragonite Caves. All of them are situated in north Moravia (Javoříčko C. near the Mohelnice town, Na Pomezí C. near the Jeseník town and Zbrašov Aragonite C. near the Hranice town). They are formed in Devonian limestone. The cave environment has an even temperature and high air humidity.

Previous investigations of the „lamp flora" were carried out in 1958 by Šeda (1962) in Javoříčko C. and in 1989–90 in Na Pomezí C. and Zbrašov Aragonite C. by Culek (1991). During the previous investigations 29 bryophytes (only mosses) were recorded. In 2003 only 19 mosses were recorded (16 in Javoříčko C., 7 in Na Pomezí C. and 2 in Zbrašov Aragonite C.). 18 moss species were not confirmed and 8 mosses were newly recorded. Overall, 30 % of the bryophyte flora remains the same as in the past. *Cratoneuron filicium*, *Fissidens taxifolius* and *Rhynchostegium murale* were frequently observed both in past and in the present.

ÚVOD

Vybavení veřejnosti přístupných jeskyní osvětlením přináší zdroj častého a relativně intenzivního světelného záření. To umožňuje zejména v blízkosti svítidel tvorbu zelených porostů řas, sinic, mechorostů, méně často zde rostou cévnaté rostliny; tento fenomén bývá nazýván „lampenflora".

Obsahem tohoto příspěvku je stav mechorostů v "lampenfloře" ve třech vybraných jeskyních na severní Moravě v roce 2003.

METODIKA

Sběr dat proběhl v Javoříčských jeskyních, jeskyních Na Pomezí a Zbrašovských aragonitových jeskyních v roce 2003. Javoříčské jeskyně leží poblíž Mohelnice, jeskyně Na Pomezí u Jeseníku a Zbrašovské aragonitové jeskyně nedaleko Hranic. Jsou vytvořeny v devonských vápencích (případně krystalických vápencích). Jeskynní prostředí se vyznačuje vyrovnaným chodem teplot a vysokou vzdušnou vlhkostí.

Nomenklatura je sjednocena podle práce Kučera – Váňa (2003).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Celkový počet dokladovaných mechorostů je 19 (jedná se pouze o mechy). 16 mechů rostlo v Javoříčských jeskyních, sedm druhů v jeskyních Na Pomezí a dva mechy ve Zbrašovských aragonitových jeskyních. Podrobný výčet nalezených taxonů je uveden v tab. 1.

V minulosti prováděl výzkum „lampenflory" zaměřený na mechorosty v Javoříčských jeskyních Šeda v roce 1958 (Šeda 1962). V jeskyni Na Pomezí a Zbrašovských aragonitových jeskyních byl podobný výzkum zpracován Culkem v letech 1989–90 (Culek 1991). Při těchto předešlých výzkumech bylo nalezeno 29 mechorostů (podobně jako v současnosti pouze mechy).

Nejčastěji byly v minulosti uváděny a také recentně dokladovány mechy *Cratoneuron filicium*, *Fissidens taxifolius* a *Rhynchostegium murale*. 18 mechů nalezených v minulosti nebylo potvrzeno a naopak osm mechů bylo nalezeno nově. Z celkového výčtu se 30 % mechů shoduje mezi současností a minulostí. Nejbohatší (jak v minulosti tak v současnosti) se ukázala bryoflóra Javoříčských jeskyní. Na případu Javoříčských jeskyních (60. léta 20. století versus začátek 21. století) je navíc patrný zřetelný rozdíl v počtu míst, kde mechorosty rostly, a v počtu nalezených druhů. Tyto rozdíly přisuzuji změnám v provozování jeskyní (režim a intenzita osvětlení, chemická likvidace zelených porostů). Podobný trend byl patrný při srovnání údajů ze 60.–70. let 20. století a dat z let 1999–2000 pro Punkevní jeskyně v Moravském krasu (Kubešová 2001).

PODĚKOVÁNÍ

Za umožnění vstupu a laskavý doprovod děkuji zaměstnancům správ jeskyní (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR). Práce byla podpořena grantem RK 04P03 OMG023.

Šeda (1962)	Culek (1991)			2003			Šeda (1962)	Culek (1991)			2003		
Jav	Pom	Zbr		Jav	Pom	Zbr	Jav	Pom	Zbr		Jav	Pom	Zbr
2	-	-	Amblystegium serpens	10	1	-	-	-	-	Didymodon ferrugineus	-	1	-
3	-	-	Amblystegium serpens var. juratzkanum (Schimp.) Rau & Herv.				-	1	-	Encalypta streptocarpa	2	-	-
-	-	-	Amblystegium varium	-	1	-	-	-	-	Eucladium verticillatum	-	-	8
1	-	-	Barbula convoluta	-	-	-	2	-	-	Eurhynchium angustirete	-	-	-
1	-	-	Barbula unguiculata	-	-	-	3	-	-	Eurhynchium hians	-	-	-
2	-	-	Brachythecium rutabulum	4, cf.	-	-	-	5	-	Eurhynchium schleicheri	-	-	-
1	-	-	Brachythecium salebrosum	-	-	-	-	-	-	Fissidens cf. bryoides	2	-	-
18	-	-	Brachythecium velutinum	6	-	-	-	-	-	Fissidens cf. gracilifolius	2	-	-
1	-	-	Brachythecium sp.	-	-	-	6	-	-	Fissidens pusillus	-	-	-
-	-	-	Bryoerythrophyllum recurvirostrum	1	-	-	-	11	2	Fissidens taxifolius	2	3	-
1	-	-	Bryum caespiticium	-	-	-	1	-	-	Funaria hygrometrica	-	-	-
6	-	-	Bryum capillare agg.	4	3	2	1	-	-	Leptobryum pyriforme	1	-	-
2	2	-	Bryum sp.	-	-	-	1	-	-	Pohlia wahlenbergii	-	-	-
1	-	-	Homalothecium sp.	-	-	-	1	-	-	Mnium sp.	-	-	-
-	-	-	Campylophyllum calcareum	1	-	-	-	2	-	Rhizomnium punctatum	-	-	-
2	-	-	Campylophyllum sommerfeltii	-	-	-	-	2	-	Rhynchostegium cf. megapolitanum (Blandow ex F. Weber & D. Mohr) Schimp.	-	-	-
3	-	-	Ceratodon purpureus	1	-	-	1	9	1	Rhynchostegium murale	1,cf.	1,cf.	-
-	-	-	Cirriphyllum cf. piliferum	1	-	-	1	-	-	Tortella tortuosa	-	-	-
-	8	1	Cratoneuron filicinum	4	3	-	1	-	-	Tortula muralis	2	-	-
1	-	-	Didymodon fallax	-	-	-	2	-	-	Tortula subulata	-	-	-

Tab. 1: **Přehled zjištěných druhů mechorostů** (Jav – Javoříčské j., Pom – j. Na Pomezí, Zbr – Zbrašovské aragonit. j.).
Tab. 1: **The list of recorded bryophytes** (Jav – Javoříčko Caves, Pom – Na Pomezí Caves, and Zbr – Zbrašov Aragonite Caves).

LITERATURA

Culek, A. (1991): Mechorosty osvětlených částí veřejně přístupných jeskyní ČSFR. – MS, 65 s.Praha.
Kubešová, S. (2001): Bryophyte flora at lamps in public caves in the Moravian Karst (Czech Republic). – Acta. Mus. Morav., Sci. Biol., 86, 195-202. Brno.
Kučera, J. – Váňa, J. (2003): Check- and Red List of bryophytes of the Czech Republic (2003). – Preslia, 75, 193-222
Šeda, Z. (1962): Mechová vegetace Javoříčských jeskyní míru na Drahanské vysočině. – MS, 14 s. Brno.

Příspěvek k hydrologii a hydrografii Sloupského potoka v Amatérské jeskyni a jeskyních Sloupsko-šošůvských na základě výzkumů z let 1997-2004

Contribution to hydrology and hydrography of Sloupsky potok on the basis of researchs from 1997 to 2004

Tomáš Mokrý

Česká speleologická společnost, ZO 6-25 Pustý Žleb

Abstract: One of the two main sources of Punkva-the Sloupský potok, has been an object of the intensive exploration of caving club Pustý Žleb.

The exploration of the final parts of Amatérská Cave-Sloupský corridor and the lower passages in Sloupsko-šošuvské Caves has been realized regarding to the bigger amount of speleological disciplines including e.g. the detail map documentation, geological research, tectonic questions and especially hydrological and hydrographical research . The separated discipline was the measuring of many places with the radiobeacon towards the surface.

Based on the systematic access the hydrologically active objects – the known from the past discoveries as well as the new ones – were involved to the longtime measurements and examinations.

The used methods were limited by the possibilities of the activity of cavedivers, operating among the sumps. The following methods were used: speleological surveing, the siphon depth measurement with the diver´s computers, the measurement of the height of water level on the dam of lakes, the measurement of the height of the water level on the special point under the ceiling and the visual controls and exploration of hydrologically active objects. The most interesting researchs were made in 1999-2001 under the very different status of water – from dry to floods.

The measurement and exploration proved the connection between sumps No. S3, S4 and underground resurgences of Sloupský potok in Amaterská Cave. This route can be considered to be the main outlet way of water in Sloup. The spread corridors were documentated – Do žlebu and Šošůvka parts with the big potencial for new discoveries. At the same time it was claimed that this outlet route had only flood character. The most of the waters of Sloupský potok is losing between Černá and Palmová shafts, in Sloupsko-šošůvské Caves, that flows through the unknown area and blows out in sump S3. In unknown parts in front of the S3, this outlet route connects with another outlet route of S waters. Thanks to this exploration some known theories about hydrological situation of Sloup valey could be checked.

Because of the big unaccessability of the explored spaces it was decided to build a new entrance to the these parts of Amatérská cave behind the sumps. For this purpose several places have been measured and the entrance from the surface was open. After a one year effort the cavers were successful in making the connection of the back part of Amatérská cave and the surface in April 2004. The detail exploration will continue in January 2005 when the whole 70 m deep route will be safed and provided with the iron ladders. After this date it will be possible to continue with other longtime hydrographical, topographical work, geological and diving research. It is necessary to concentrate the effort towards to the solution of the communication of both cave systems.

Jedna ze dvou hlavních zdrojnic Punkvy - Sloupský potok, přicházející do vápenců Moravského krasu z drahanských kulmů, je již léta předmětem intenzivního výzkumu ZO 6-25 Pustý žleb. Přelom ve výzkumu a objevných postupech přinesl rok 1999, kdy po absolvování náročného výcviku byli členové této skupiny schopni explorovat v obtížně dostupných partiích, nacházející se za koncovým sifonem Sloupského koridoru Amatérské jeskyně, stejně jako ve spodních patrech jeskyní Sloupsko-šošůvských a zde se nalézajících sifonech. Výsledky těchto výzkumů byly již několikrát publikovány (Mokrý – Sirotek 2000, 2001, 2002, Mokrý – Musil 2004). Ambicí této práce je shrnutí dosavadních výzkumů a zasazení nových poznatků do celkového kontextu dosud známých skutečností o komplikovaném systému odtokových partií Sloupského potoka a jeho pokračování ve Sloupském koridoru Amatérské jeskyně.

Koncepční výzkum koncových patrií Amatérské jeskyně ve Sloupském koridoru byl od počátku realizován s ohledem na větší množství speleologických disciplín zahrnujících mj. i zhotovení detailní mapové dokumentace, bádání geologická, otázky tektonické a zejména zkoumání hydrologická a hydrografická. Samostatnou disciplínou pak bylo zaměřování mnoha různých míst radiomajákem vůči povrchu.

Na základě systematického přístupu byly hydrologicky aktivní objekty, ať již známé z předchozích objevů nebo nově objevené zahrnuty do dlouhodobých měření a pozorování.

Použité metody vycházely z možností, které byly dány faktem časové omezené činnosti potápěčů, pohybujících se mezi sifony. Byly použity následující metody měření: klasické mapování, měření hloubky sifonu pomocí potápěčského počítače, měření výšky vodní hladiny na přepadové hraně, měření výšky hladiny na určeném místě pod stropem a vizuální kontroly a pozorování hydro-

logicky aktivních objektů. Většina zajímavých měření byla prováděna v letech 1999-2001, za velice proměnlivých vodních stavů – od značného sucha až po povodňové stavy, díky čemuž je možné formulovat řadu hypotéz týkající se komunikace mezi jednotlivými hydrologickými objekty.

SPELEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA PARTIÍ KOLEM KONCOVÉHO SIFONU SLOUPSKÉHO KORIDORU

První sifon (S1) je kolem 20 m dlouhý, pohodlně prostupný. Po podplavání úvodní kulisy a dosažení volné hladiny (směrem doprava lze za nižších stavů po zdolání stupně dosáhnout Brčkové chodby) se stáčí vlevo na SV a v nejnižším místě pak zpět na sever. Průměrná hloubka činí 3,8 m. Za sucha bylo zhusta pozorováno značné snížení vodních stavů – v létě roku 1989 o více než 2 m, v zimě 2000 o 120 cm apod. Za sifonem pokračuje chodba 2-3 m široká o výšce 4-5 m asi 80 m daleko do tůně, kde se lomí kolmým stupněm vlevo nahoru. Tato část chodby bývá, v závislosti na stavu vod buď zcela vyschlá – za nízkých vodních stavů, vyjma S1 a koncové tůně, za obvyklých vodních stavů se při levé stěně nachází několik jezírek, zřejmě komunikujících z hlavní odtokovou cestou přes SO2 – viz dále. Za zvýšených vodních stavů se v této části chodby nachází spojitá vodní hladina. Ze zmíněné tůně lze asi 1,5 m vysokým stupněm dosáhnout pokračování charakterizovaného typickou říční chodbou, vyplněnou ve dně mocnými kulmskými valouny. Chodba je pěkně vyzdobena, místy až 5m široká a vede dalších téměř 100 m daleko, kde se stáčí vlevo na SV k vodní hladině, plynoucí ze sifonu S2. Sifon S2 se nalézá na aktivu, vytékajícím z S3 do SO2. S2 je pouze 10-12 m dlouhý o maximální hloubce 2 m a je vytvořen mírně se sklánějícím stropem pod hladinu. Velmi zajímavé jsou odtokové partie tohoto sifonu. Jejich průzkum může být prováděn pouze za předpokladu, že následuje okamžitě po příchodu od S1, poněvadž jakýkoliv pohyb v aktivu mezi S2 a S3 znamená rychlé snížení viditelnosti v SO2 na nulu. Aktiv Sloupského potoka, mizející v SO2 lze spatřit o 400 metrů dále v dómu U splasklého člunu a poté o několik desítek metrů ve vývěrech Sloupského potoka. Odtoková část druhého sifonu začíná 50 m dlouhým aktivem s mírným spádem, který posléze vytváří 15 m dlouhé jezero v puklinovité, asi 1,5 m široké chodbě. Podobný charakter mají i prostory pod vodou, kde je nutno šikmo ukloněnou nepříliš širokou chodbou sestoupit asi na 20tý metr, do hloubky 12metrů, kde se objevuje pěkná tunelovitá chodba rozměrů 2 x 1,5 m, jejíž dno je pokryto mírně zabahněnými kulmskými valouny, místy i značné velikosti. Sifon vede ještě o 20 m dále, kde se v hloubce 14 metrů lomí do vzestupné části, která je však na začátku zúžena nahloučením kulmských valounů. Po prohrabání této překážky je možný další postup.

HYDROLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA SIFONŮ S1, S2 A SO2

Na základě exaktně a vizuálně prováděných měření lze s jistotou prohlásit, že množství vody tekoucí Sloupským koridorem z dómu U vývěru dále do Amatérské jeskyně přesně odpovídá průtoku konstatovanému mezi S2 a SO2. Bezpochyby se zde jedná o hlavní odtokovou cestu sloupských vod. První sifon Sloupského koridoru leží mimo tuto odtokovou trasu a má zjevně pouze pomocný charakter, inundovaný za vyšších vodních stavů, kdy je naplněn neprostupnými spojkami mezi odtokovou trasou k SO2 a povodňovou chodbou k S1(jezírka při levé stěně chodby - viz výše), maximálně pak do výše přepadové hrany před S1, po jejímž překonání, za vyšších vodních stavů, se povodňová větev tekoucí přes S1 přidává zpět k hlavnímu odtoku mezi SO2 a VSP, patrně ještě v místech před dómem U Splasklého člunu, kde lze zastihnout hladinu Sloupského potoka ještě před vývěry.

SITUACE KOLEM SIFONŮ S3, S4 A S8

Za sifonem S2 směrem na SV proti proudu se nachází řečiště protékané aktivem z S3. Řečiště je charakteristické pěknou erozní modelací, na několika skalních prazích jsou díky spádu malé peřeje. Za výrazným meandrem se chodba rozdvojuje, směrem na SZ se po 30 m nachází sifon S3, směrem severovýchodním pak vede rozsáhlá Šošůvecká odbočka, která si drží přibližně tento směr až do svých koncových partií v sifonu S8. Pro vstup do odbočky je třeba zdolat šikmý hlinitý svah, na jehož vrcholu se objevuje rozsáhlý dóm ohromným komínem začínajícím při SSZ stěně dómu strmým sintrovým svahem pokrytým místy vrstvou sedimentu. Tato vrstva je velmi nestabilní a značně znesnadňuje postup směrem vzhůru. Sintrový svah je zhruba od výšky 30 m nahrazen písčitým sedimentem s vápencovými bloky. Lezením se podařilo dosáhnout vrcholu tohoto svahu ve výšce cca 50 m nad hladinou 2. sifonu. Komín se v těchto místech stáčí na sever a dále pokračuje kolmým až převislým stupněm, který nelze použitím běžné speleoalpinistické techniky zdolat. V severovýchodní stěně komína však v těchto místech ústí několik menších oken a stoupající chodba. Ta po cca 10 m končí neprůlezně. Vzhledem k tomu, že tato chodba směřuje na sever, je zde možné předpokládat komunikaci s pokračováním hlavního komínu. V jednom ze zmíněných oken lze vylézt do soustavy chodbiček vertikálního charakteru, které na dvou místech komunikují s hlavním komínem. Volným lezením lze postoupit o dalších 20 m výše, kde se tyto komíny opět spojují s hlavní propastí. Celkem tedy bylo dosaženo výšky asi 70 m nad hladinou 2. sifonu, přičemž při pohledu vzhůru je možné ještě o cca 20 m výše vidět rozlehlou prostoru. V těchto místech má komín průměr kolem 20m a směrem vzhůru se stále rozšiřuje. Tento komín je úplnou analogií mohutných propastí ve Sloupských jeskyních (Nagelova, Kolmá, Černá atd.), které spojují nejvyšší jeskynní úroveň se spodními patry, protékanými aktivním vodní tokem,

což dovoluje vyslovit hypotézu o existenci dalších volných prostor či zlomku horních pater, očekávajících své objevitele po dokončení explorace komína. V horní části komína se nalézá několik sintrových záclon elefantiazních rozměrů.

Za dómovitou prostorou s komínem pokračuje pohodlně prostupná chodba dále na SV, kde po 50ti metrech ústí do vysoké puklinovité chodby, na jejímž dně je vodní hladina. Postup dále je možný traverzem zmíněné chodby ve výšce asi 7m nad vodní hladinou. Tento je třeba provádět na kolmých hlinitých nánosech, přilepených ke stěně chodby. Hlinitý traverz dostal pro stále odpadávající bloky bahna název „Bahnopád Khumbu". Po překonání této překážky následuje horizontální chodba, která po dalších 50 metrech končí v dómu s vodní hladinou – sifonem S8. Hladina S8 se nachází přibližně 5 m pod ústím chodby do dómu, pro sestup potápěče k vodě je tedy nutno použít lankový žebř. Po zanoření chodba sleduje stále stejný směr na SV , má pěkný oválný profil cca 2 x 1,5 m s pěkně erodovanými stěnami. Dno je pokryto valouny kulmských břidlic, hloubka činí asi 3 m. Po asi 30 m chodba ústí do větší prostory. Pokračování bylo možné pouze po prohrabání sníženého ústí klesající chodbičky vedoucí šikmo až do hloubky 15 m. Tou lze pokračovat ještě asi 20 m, kde je chodba přehrazena stmeleným nánosem valounů. Žádné další možnosti postupu v tomto sifonu nebyly prozatím nalezeny, nelze však vyloučit změnu hydrografických poměrů v souvislosti pohybem kulmských valounů a sedimentů při vyšších vodních stavech. Na Moravský kras je v S8 neobvyklá viditelnost – až 7 m. V sifonu se tedy podařilo proniknout cca 50 m severovýchodním směrem, tedy ve směru pravděpodobného pokračování pod Šošůvecký lom. Postup v hlavním koridoru dále proti proudu k S3 vede aktivem, který tvoří kontinuální hladinu od S3 přes S2 až k SO2. Výška této hladiny byla měřena v nejnižším místě pod stropem. Při měřeních byl konstatován velice malý pohyb hladiny v rozmezí 15-50 cm pod stropem. Sifon S3 je 30 m dlouhý, maximální hloubka kolísá v rozmezí 5,9-6,4 m. S3 je charakterizován dobře prostupnou, mírně členitou oválnou chodbou průměru 2-3 m, rovnoměrně klesající k nejnižšímu místu přibližně za první polovinou sifonu, odkud poněkud příkřeji stoupá vzhůru. Dno je pokryto silnou vrstvou kalu. Za sifonem S3 následuje pouze krátká chodbička vedoucí jen o 1 m nad vodní hladinou, která po 10m končí u hladiny sifonu S4. Tento sifon se svým je charakterem odlišný od všech ostatních sifonů Sloupského koridoru. Jeho sestupná část vede šikmou chodbou o výšce 1m a šířce 2-3m, dno je tvořeno silnou vrstvou písku. V nejnižším místě se nachází několik skalních kulis, které snižují výšku sifonu na asi 60-70 cm. Maximální hloubka sifonu kolísala ve sledovaném období mezi 7,9–8,4 m. Za těmito překážkami se sifon lomí do kolmé studny vzhůru až k hladině. V některých místech studny jsou poněkud nestabilní stěny ze kterých padá kamení. Poměry v nejhlubších částech S4 se mění a vyšších vodních stavů jsou nánosy písku přemísťovány. V posledních letech se prostory na dně S4 poněkud zvětšily.

HYDROLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA SITUACE KOLEM SIFONŮ S3, S4 A S8

Celá Šošůvecká chodba od S8 až po její ústí do partií mezi S2 a S3 má charakter přítoku tvořeného dvěma nad sebou položenými, místy komunikujícími patry, z nichž je spodní za vyšších vodních stavů protékáno aktivním tokem. Hladina S8 byla v době pozorování v relaci s hladinou pod Bahnopádem Khumbu. Při ústí Šošůvecké chodby do hlavního koridoru se nalézá drobná ručej, patrně podtékající suťový kužel vytvořený pod ohromným komínem v dómu, která odvodňuje tento periodický přítok do hlavního odtoku sloupských směrem k SO2. Aktiv vytékající z S3 je v relaci s hladinou S4 a odtéká kontinuálně přes S2 až k SO2.

POKRAČOVÁNÍ SLOUPSKÉHO KORIDORU OD S4 K S5 A DÁLE K SLOUPSKO ŠOŠŮVSKÝM JESKYNÍM

Situace za sifonem S4 je velmi zajímavá a rozhodně zaslouží detailnější geologický průzkum. Partie těsně za sifonem jsou charakterizovány mohutným tlakovým kanálem šířky 1-1,5 m a výšky 2-3 m, který přechází nejdříve meandrem do rozměrnější chodby a posléze do rozměrného koridoru, typického pro Amatérskou jeskyni. Tento koridor pokračuje dále na SV, směrem k JV je koridor náhle uzavřen mohutnou stěnou pokrytou sintrem, pravděpodobně překrývajícím zával. Jak vyplývá z mapy, je zřejmé, že tento koridor má logické pokračování směřující k nedaleké Šošůvecké odbočce. Patrně zde bude přirozené spojení, vedoucí výše položenými chodbami, s partiemi nad ohromným komínem v Šošůvecké odbočce. Tuto hypotézu podporuje nález vzestupné chodby poblíž závalu směřující tímto směrem, vyznačující se nadějným průvanem. Směrem dále k sifonům S5, S6 a S7 pokračuje rozměrný meandrující koridor, jehož šířka činí 5-10 m, výška pak 7-10 m. Dno je pokryto kulmskými valouny značných rozměrů. Tenké vrstvy bahna na valounech napovídají občasný průtok těchto partií povodňovými vodami. Po 200 m tunelu následuje první významná odbočka vlevo – směrem k JZ, jež byla pojmenována podle svého směru přibližně rovnoběžného s Pustým žlebem na povrchu chodba Do žlebu. Pro vstup do této odbočky je nutno zdolat 8 m vysoký stupeň tvořený kulmskými valouny a sedimentem. Před odbočkou se nalézá ponor P2. Úvodní části chodby Do žlebu, charakteristické mocnou erozní modelací, jsou posléze vystřídány pěknými sintrovými jezírky a dále následovány menšími prostory, ve kterých lze, pod mohutnou prolomenou sintrovou deskou, proniknout do rozměrného členitého dómu (30 x 15 x 10 m). Za vysokých vodních stavů, kdy Sloupský potok teče až k mohutným blokům před vstupem do odbočky – ponoru P2, je v tomto dómu slyšet aktiv na dně úzké neprůlezné, asi 5m hluboké propástky v JV cípu dómu. V JZ části dómu se podařilo prohrabáním kulmských valounů v šikmé, asi 10 cm vysoké chodbičce postoupit do dalšího pokračování. Jedná

většinou se o nízké chodby, směrem od dómu zjevně odtokového charakteru, občas přecházející ve větší prostory. Lze soudit, že se jedná o obrovské prostory, téměř až po strop vyplněné sedimentem. Chodba je ukončena sifonem S9, vytvořeným v nejnižším místě asi 1m vysoké chodby. Sifon nemá souvislost s žádným aktivem a je pravděpodobně vytvořen skapovou vodou. Za nižších vodních stavů lze doufat v pokles hladiny v sifonu, který uzavírá cestu dále. Celková délka odbočky činí 200 m.

Při dalším postupu proti proudu Sloupského potoka se po 100 m, v dalším zákrutu za skalní kulisou nachází ponor P1, významný to ponor Sloupských vod, který je aktivní za vyšších vodních stavů. O dalších 100 m dále se nachází významná křižovatka - Vintocké rozcestí. Směrem vlevo na JZ, tedy na stejné tektonické predispozici jako předchozí odbočka Do žlebu a nad obdobně vysokým stupněm, se nalézá dnes již několik set metrů dlouhá a velmi členitá Vintocká odbočka, místy komunikující se zde objevenou vyšší jeskynní etáží. Na jejím konci – v Kalcitovém dómu chybí k propojení s nedalekou významnou jeskyní Sloupské Vintoky jen asi 30m. Směrem na SV mohutný koridor přechází do užší mohutně erodované chodby, ukončené sifonem S5. Sifon S5 je vcelku prostorný tunel o maximálních rozměrech až 2 x 3m a je po celé délce dobře prostupný. Sifon směřuje na sever. Maximální hloubka S5 značně kolísá, v závislosti na aktuálním vodním stavu. V případě, kdy z S5 vytéká aktiv činí hloubka 9 m, za běžných vodních stavů pouze 6,5-7,5 m. Za déletrvajícího sucha hladina sifonu ustupuje níže a byly zaznamenány i situace, kdy byl průstupný „suchou nohou". Za standardních vodních stavů je S5 30m dlouhý. Za S5 se lze vynořit v jezírku na dně prostorné kaverny, místy s bílou krápníkovou výzdobou. Směrem na východ je možné po prudkém svahu dosáhnout hladkého silně erodované kanálu o průměru cca 3 m prostého sedimentární výplně. Tento kanál po 10 m končí kolmým 4 m vysokým stupněm, který padá do jezera o rozměrech přibližně 2 x 6 m. To je vytvořeno na dislokaci SV - JZ a na SV straně je uzavřeno sifonem S6. Tyto prostory dostaly název Kompresorovna pro charakteristický zvuk bublin unikajících z S5 ještě dlouho po vynoření. Za S5 směrem vlevo pokračuje chodba k S7, která je za normálních vodních poměrů pod vodou, tvořící kontinuální vodní hladinu společnou pro S5, S6 a S7. Sifon S7 je odlišný od předchozích svou značnou členitostí a poměrně velkou délkou – 50 m za nízkých vodních stavů. Směřuje na sever a po 15 m se lomí na SV a potom zpět k severu. Zprava se k S7 přidává chodba vedoucí z S6. Toto spojení bylo potápěčsky prověřeno. Nejvyšší dosažená hloubka je za nízkých vodních stavů 9,5 m, za vyšších lze odhadovat hloubku až na 15m. Za S7 se lze vynořit na volné hladině 3 x 5 m. Jedná se o cca 10m vysokou prostoru, do které ústí minimálně dva komíny. Výstup do nich však není možný neboť stěny prostory padají ze všech stran kolmo pod hladinu.

VÝZKUMY VE SPODNÍCH PATRECH SLOUPSKO-ŠOŠŮVSKÝCH JESKYNÍ

V souvislosti s výše popsanými skutečnostmi, zejména v kontextu s možným propojením odtokových částí Sloupsko šosůvských jeskyní a koncových partií Sloupského koridoru byly v roce 2000 započaty i průzkumné práce a speleopotápěčské akce ve Sloupsko šošůvských jeskyních. Akcentu jim dodala zejména skutečnost, že po zaměření koncových partií Sloupského koridoru před 5.sifonem pomocí radiomajáku, následném zmapování dalších partií, orientačním zaměřením S7 a po vynesení těchto skutečností do situační mapy se ukázalo, že existuje jen velmi malá vzdálenost (v jednotkách m) mezi odtokovým sifonem na dně Palmové propasti a místem s volnou hladinou, kterého bylo dosaženo za S7 ve Sloupském koridoru Amatérské jeskyně.

Ačkoliv jsou Sloupsko-šošůvské jeskyně předmětem speleologického výzkumu již po staletí, jejich spodní patro, zejména jeho odtokové partie v Černé a Palmové propasti, je stále málo známé. Objevitelem této nejodlehlejší a nejméně prozkoumané části Sloupsko-šošůvských jeskyní byl iniciativní hoteliér Josef Broušek ze stejnojmenného hotelu (Absolon 1970), dále se ve dvacátém století se výzkumu odtokových partií Sloupského potoka zabývali členové Speloklubu Brno (Ryšavý, Vodička 1947-51, Panoš 1963), Oddělení pro výzkum krasu Moravského muzea v Brně (Gregor 1971-75) a členové ZO ČSS Cerberus (Horák 1989).

Sloupský potok, objevující se v přítokovém sifonu asi 100m před Černou propastí, protéká řečištěm na jejím dně a odtéká chodbou menších profilů s několika ponory do sifonu na dně Palmové propasti. Tato chodba je přístupná pouze za extrémně nízkých vodních stavů. Hydrologické poměry v těchto partiích byly patrně změněny necitlivým zásahem při zpřístupňování Riegrových síní a dalších chodeb v horních patrech Šošůvských jeskyní ve 30. letech, kdy bylo využito Černé propasti jakožto vhodného úložiště vytěžených sedimentů.

V březnu 2000 zde byla zorganizována k první speleopotápěčské akce. Po obtížném transportu na dno Palmové propasti a vystrojení speleopotápěčů na plošině, úspěšně zde tlející již od Absolonových explorací z r. 1936, následoval ponor v levé části sifonu, při kterém bylo dosaženo maximální hloubky 15,2 m na vzdálenosti 43 m. Tato část odtokových cest je založena na výrazné tektonické poruše směrem JJV. Prostup byl veden puklinou, místy velmi vysokou o šířce max. 1 m, místy se zmenšující do plazivek (zejména mezi 28.-31. metrem), které lze překonat cestou zpět pouze couváním. Ve vzdálenosti 43 m se puklina uzavírá do neprůlezného profilu. Podmínky pro potápění byly při této akci velmi nepřívětivé: maximální viditelnost 0,5 m a teplota vody 2 °C. Při další akci v červnu 2000 se voda na dně Palmové propasti nalézala o 7 m níže oproti „normální" hladině, indikované plošinou nad vodní hladinou v Palmové propasti. Ponor byl tentokrát veden střední, patrně hlavní odtokovou cestou sifonu. Při tomto ponoru byla, na 39tém metru nalezena vodící šňůra

z minulého ponoru, která se připojila z levé strany. Při dalším sestupu pak bylo objeveno v pravé části sifonu, přibližně na 20tém metru koncové vyvázaní historické vodící šňůry, zanechaná zde patrně potápěčem Plškem v roce 1959. Při tomto sestupu byl ohledán celý sifon a bylo konstatováno, že jediná odtoková cesta vede onou nepřívětivou puklinou, objevenou již při minulé akci. Puklinou lze prostupovat v několika místech nad sebou, ve všech výškách se však uzavírá. Bylo dosaženo max. hloubky 8,7 m, vzdálenosti 50 m, při viditelnosti 0-1 m a teplotě vody 7 °C. Dále byl při této akci prozkoumán i přítokový sifon, nacházející se při daném vodní stavu asi o 10m zpět, přičemž jeho hladina ležela o 2 m výše nad odtokovým sifonem. Sifon byl prozkoumán včetně detailního ohledání bočních stěn na vzdálenost 30 m, kde končí v neprůlezných profilech. Od asi 15ti metrů je průstup možný pouze prohrabáváním. Lze konstatovat, že potápěním v sifonech na dně Palmové propasti nelze dosáhnouti kýženého spojení s Amatérskou jeskyní. Potápěčský průzkum v těchto nepřívětivých sifonech je na samé hranici rizika.

Další průzkum byl soustředěn na chodbu spojující dna Černé a Palmové propasti. Tyto partie se nacházejí po valnou část roku pod vodou, bylo tedy třeba při několika akcích sledovat postupně klesající úroveň vody. Teprve při poklesu vodu ke kótě cca 381 m n.m., začínají být tyto prostory přístupné. V listopadu 2000 bylo možno celým cca 100 m dlouhým úsekem proniknout. Chodba za Černou propastí začíná výrazným ponorem, kterým se pravděpodobně mezi kulmskými valouny ztrácí většina vod Sloupského potoka, následují dvě studny, z nichž byla studna před Vodním dómem potápěčsky prozkoumána s negativním výsledkem. Jedná se o pouhou vodní nádržku bez jakéhokoliv odtoku, maximální hloubka činí 4 m. Za dané hladiny vody je možno proniknout polosifonem s cca 10 cm vzduchu dále směrem k Palmové propasti do Vodního dómu. Zde se nalézá ve výšce asi 5 m nadějné skalní okno, které je nutno při další příležitosti prozkoumat. Směrem dále k Palmové propasti se po levé straně chodby nachází významná odbočka, ve které se po zdolání asi 4 m propástky nalézá poměrně rozsáhlá vodní hladina, která se zdá být perspektivní ve smyslu postupu směrem k Amatérské jeskyni.

HYDROLOGICKÁ SITUACE MEZI SLOUPSKO ŠOŠŮVSKÝMI JESKYNĚMI A AMATÉRSKOU JESKYNÍ

Vzhledem ke skutečnosti, že akce do spodních pater Sloupsko-šošůvských jeskyní se odehrávaly jak za povodňových, tak za běžných či extrémně nízkých stavů vody, bylo možno formulovat významné některé o odtoku vod Sloupského potoka, zvláště v kontextu obdobně a v stejných termínech prováděných hydrologických pozorování na konci Sloupského koridoru v Amatérské jeskyni.

Prvním důležitým vodítkem pro řešení poměrů mezi oběma jeskyněmi je kolísání hladiny v Palmové propasti. Na dně Palmové propasti docházelo ve sledovaném období ke kolísání vodní hladiny o max. 9,5 m. Z minulých bádání našich předchůdců (Ryšavý, Vodička 1948) je zaznamenána změna vodního stavu až o 12 m. Ze strany Amatérské jeskyně bylo v sifonu S5 zaznamenáno obdobné kolísání vodní hladiny a to až o 9 m. Klíčovým faktem je však skutečnost, že obě hladiny kolísají shodně, jak lze usoudit z několika po sobě následujících pozorování. Tato skutečnost v kontextu velmi malé vzdálenosti mezi koncovým bodem Sloupského koridoru – volnou hladinou za S7 a sifonem v Palmové propasti dovoluje vyslovit tvrzení o přímé souvislosti obou hladin. Zajímavou skutečností je však naprostá odlišnost obou sifonů. Sifon v Palmové propasti je tvořen vysokou úzkou puklinou na výrazné tektonické predispozici, zatímco S7 je tvořen spíše nízkou meandrující chodbou o šířce 1,5-2,5 m a výšce 1-2 m. Sifon a vodní hladina v Palmové propasti jsou z hydrologického hlediska mimořádně zajímavé, nejen svou významnou vodní oscilací, ale i relativní „nezávislostí" na odtoku vod Sloupského potoka. Marginální pozorování zde byla učiněna od ledna do března 2000, kdy při stále sílícím aktivu na dně Černé propasti hladina v Palmové propasti stagnovala a dokonce klesala! Teprve za povodňového stavu v Černé propasti koncem března 2000 hladina nastoupala o 2-3 m oproti normálu. Lze proto bezvýhradně souhlasit s hypotézou Panošovou (Panoš 1963), že tato část odtokových vod je soustavou stupňů o výšce až několik metrů, které se postupně vanovitě naplňují za vyšších vodních stavů. Tuto teorii potvrzuje i pozorování při akci 10. 6. 2000, kdy se hladina přítokového sifonu v Palmové propasti (za minimálního vodního stavu) nalézala o 2 m výše než hladina odtoku. Tyto izolované nádrže se zřejmě za vyšších vodních stavů naplňují a posléze se z nich voda z nich velmi pomalu ztrácí, patrně puklinami v překážkách, což vysvětluje poměrně konstantní výšku hladiny na dně Palmové propasti, přibližně 386 m n.m. Maximální výška hladiny je zde zřejmě limitována odtokovými partiemi přes soustavu sifonů S5, S6 a S7. Při stoupající hladině v Palmové propasti se zřejmě zvyšuje i hladina těchto sifonů a za S5 se vytváří jezero. Při dosažení výšky přepadové hrany před Vintockým rozcestím, jež možno odhadnout na 388 m n.m. se aktivuje odtok směrem k P1. Tento krásný ponor, ukrytý za skalní kulisou nedaleko Vintockého rozcestí disponuje vysokou kapacitou a je zpravidla schopen většinu vod tekoucích za vyšších vodních stavů pojmout. Jen za zcela vyjímečně vysokých průtoků pokračuje aktiv k ponoru P2, nalézajícímu se před chodbou Do žlebu. Pokud je tento ponor aktivní, lze zaslechnout hukot vody v Propástce ve velkém dómu chodby Do žlebu. Za povodňových vodních stavů pak Sloupský potok teče kontinuálně z S5 až do S4. Celá odtoková trasa od S5 do S4 je však sekundárním odtokem aktivním pouze za vysokých vodních stavů. Na základě logiky věci je třeba se pídit po hlavní odtokové trase Sloupských vod. Jak vyplývá z předchozích závěrů, tento odtok nevede přes Palmovou propast a sifony S5-S7. V případě těchto sifonů zde bylo na několika místech konstatováno skalní dno, nemůže

tedy odtok vést ani nižšími neprostupnými etážemi. Za běžných vodních stavů většina vod Sloupského potoka mizí v propadání za Černou propastí, dále pak teče dvouúrovňovou chodbou o vertikální vzdálenosti asi 10 m mezi oběma patry, z nichž spodní patro je trvale zaplaveno. Mezi oběma patry se nalézají dvě studňovité spojky. Pokus o průnik do této spodního etáže byl podniknut při potápění do přítokového sifonu Palmové propasti za nízkých vodních stavů. Jak popsáno výše, podařilo zde ve velmi stísněné chodbě proniknout do vzdálenosti 30 m. Nicméně není sporu o tom, že někde v této spodní etáži se hlavní odtok odděluje do dosud neznámého směru, přibližně jak je naznačeno na obr. 2. Vzhledem ke skutečnosti, že ve spojovací chodbě mezi Černou a Palmovou propastí se nalézá již jen jedna neprozkoumaná hladina a jedno nevylezené okno, nezbývá než soustředit další průzkum tímto směrem. Bohužel přístup k těmto speleologicky zajímavým lokalitám je po většinu roku pod vodou, průniky sem jsou možné jen za mimořádného sucha. Otázkou zůstává, zda-li tato spodní zavodněná etáž nekomunikuje s prostory Za oknem v Černé propasti, ve kterých se rovněž nachází několik izolovaných hladin, jež ovšem nebyly prozatím předmětem našeho výzkumu. Je zajímavé, že přibližně ve stejné výšce byla, při akcích v Palmové propasti, objevena rozsáhlá odbočka nalézající se vedle skalního mostu nad druhým stupněm Palmové propasti, která ovšem s vodní hladinou nekoresponduje. Celý další průběh hlavní části podzemního Sloupského potoka od ponoru v Černé propasti až po aktiv vytékající z S3 není dosud známý a probíhá mimo objevené partie zadních částí Sloupského koridoru. Patrně tedy nelze přijmout další z hypotéz Panošových (Panoš 1963), zmiňující vyšší schopnost drenování ve vyšší jeskynní úrovni spodního patra Sloupských jeskyní. Považujeme-li za pravděpodobnou hypotézu o více odtokových cestách Sloupského potoka, z nichž má mít odtok přes Wankelův sifon a Černou propast nejvyšší kapacitu, formulovanou Gregorem (Gregor 1974), je pravděpodobné, že tyto další odtokové cesty procházející mimo známé hydrografické objekty spodních pater Sloupských jeskyní, zejména od propástky III.vchodu do Sloupských jeskyní se spojují s hlavním odtokem přes Černou propast v místech někde před sifonem S3, odkud Sloupský potok opět vyvěrá. Jak konstatováno výše mocnost průtoku za S3 je již v relaci s průtokem v dalších částech Sloupského koridoru v Amatérské jeskyni, není tedy pravděpodobné, že by se tato další odtoková větev přidávala ke Sloupskému potoku někde v místech před koncovým sifonem S1. Logicky tedy musí docházet ke zlomu ve směru odtokových vod tohoto paralelního odvodnění již v oblasti před Sloupskými Vintoky a to ve směru kolmém k dominantní tektonice SSV-JJZ. Pravděpodobný původní směr odvodnění přes Vintockou odbočku a chodbu Do Žlebu již není aktivní. Tyto hypotézy je však nutno prověřit dalším hydrologickým průzkumem a hypsonometrickými měřeními.

ZÁVĚR

Všechny uvedené výzkumy byly prováděny, zejména ze strany Amatérské jeskyně, za mimořádně složitých podmínek. Jakákoliv průzkumná činnost za sifony Sloupského koridoru je limitována faktem pohybu několik kilometrů za vchodem do jeskyně, za několika vodními hladinami a mnoha sifony a nachází se na samé hranici únosného rizika. Je rovněž třeba si uvědomit, že vzdálenost mezi sifony S1 a S7 činí téměř 1 km. Už jen pouhý přesun potápěče v plné výstroji je zde obtížný, násobí se pak transportem mnoha dalšího materiálu jako antény od radiomajáku, lana, lezecký materiál, vrtačka apod. Celkem bylo v popisovaném období zorganizováno čtrnáct heroických explorací zadní zadních částí Sloupského koridoru. Význam a rozsah nově dokumentovaných částí za sifony je stejně famózní, jako je obtížný přístup do nich. Proto bylo již v roce 2002 rozhodnuto o detailním průzkumu komínů ve Vintocké odbočce, zejména v okolí dómu Bezpečnostních směrnic, s akcentem na možnost jejich propojení s povrchem. Výsledky předčily očekávání. Byl nalezen rozsáhlý zlomek středních pater s mnoha komíny, které byly průběžně zdolány a ve svých vrcholových partiích konfrontovány s povrchem pomocí radiomajáku. Podařilo nalézt několik slibných míst, nejblíže povrchu - pouhých 14m byl komín vedoucí těsně vedle vozovky naproti vchodu do hotelu Broušek. Pro nasazení šachty z povrchu bylo však vybráno místo v nedalekém lese. Komín v těchto místech byl zaměřen 21 m pod povrchem, přibližně ve výšce 50 m nad úrovní hlavního koridoru. Ražba šachty započala v dubnu 2003, v dubnu 2004 se v hloubce 20 m podařilo dosáhnout kýženého komína a vytvořit tak základ pro nový vchod do rozsáhlého jeskynního systému mezi Sloupsko-šošůvskými jeskyněmi a Amatérskou jeskyní. V současné době probíhá skružování šachty, rozšiřování úzkých prostor v komínech a instalace žebříků. Tyto práce by měly být dokončeny do počátku roku 2005. Toto datum bude dalším přelomem v historii zkoumání Sloupsko-šošůvských jeskyní a jejich odtokových částí, neboť dovolí skutečně systematický a podrobný průzkum, zejména další dlouhodobá hydrografická pozorování, práce topografické, geologická bádání a potápěčské průzkumy. Je třeba soustředit úsilí zejména směrem ke konečnému vyřešení komunikace vod Sloupského potoka mezi Sloupskými jeskyněmi a Amatérskou jeskyní, potažmo na fyzické propojení obou jeskynních systémů. Ze stany Amatérské jeskyně by bylo vhodné provést čerpací pokus v soustavě sifonů S5-S7, ze strany Černé a Palmové propasti by bylo vhodné připravit kolorační experimenty, speleologicky je třeba dokončit výzkum ve většině chodeb mimo hlavní koridor, zejména v obrovském komíně v Šošůvecké odbočce. Je nutno rovněž provést mapování přesnými metodami, s akcentem na měření nadmořských výšek. Předpolí všem těmto plánovaným výzkumům vytvořila systematická, rozsáhlá a nesmírně obětavá činnost členů ZO 6-25 Pustý Žleb v letech minulých, jejíž některé výsledky jsou tímto předloženy.

LITERATURA

Absolon, K. (1970): Moravský kras. – Academia. Praha.
Boček, A. (1944): Nové objevy ve Sloupském jeskynním bludišti – Příroda, 9.
Gregor, V. (1973): Příspěvek k hydrologii a hydrografii horní části krasového povodí Sloupského potoka v Moravském krasu. – Časopis Moravského musea.
Gregor, V. (1974): K problému Sloupského potoka v Moravském krasu. – Sborník Okresního vlastivědného muzea v Blansku.
Gregor, V. (1974): Problematika hydrografie ponorného Sloupského potoka v Moravském krasu. – Časopis Moravského musea.
Gregor, V. (1975): Křížový jeskyně pod Kůlnou a jejich vztah k hydrografii ponorové oblasti Sloupského potoka. – Časopis Moravského musea.
Přibyl, J. – Rajman (1980): Punkva a její systém v Amatérské jeskyni. – Studia Geographica, 68, 1-141.Brno.
Přibyl, J. (1988): Paleohydrografický vývoj a morfotektonika v severní části Moravského krasu a Amatérské jeskyně. – Academia. Praha.
Mokrý, T. – Sirotek, J. (2000): Nové objevy ve Sloupském koridoru Amatérské jeskyni. – Speleofórum 2000, 29-33.
Mokrý, T. – Sirotek, J. (2001): Průzkum Sloupského potoka v roce 2000. – Speleofórum 2001: 13-15.
Mokrý, T. – Sirotek, J. (2002): Průzkum Sloupského koridoru v Amatérské jeskyni v roce 2001. – Speleofórum 2002, 32-34.
Mokrý, T. – Musil, F. (2004): Práce na novém vchodu do Sloupského koridoru Amatérské jeskyně v roce 2003. – Speleofórum 2004.
Panoš, V. (1963): Sloupské okrajové údolní polje a jeho odtokové jeskyně. – Kras v Československu, Brno, 1-2, 1-10.
Ryšavý, Přemysl (1954): Příspěvek k hydrografii Sloupských jeskyní. – Československý kras 2.-4, 50-52.
Ryšavý, Vodička (1950): Příspěvek k hydrografii Sloupských jeskyň za rok 1947. – Československý kras, III/1.
Ryšavý, Vodička (1950): Příspěvek k hydrografii Sloupských jeskyň za rok 1948. – Československý kras, III/8.
Slezák, L. (1964): Nové jeskyně za skalisky Evropa a Indie ve Sloupě a jejich vztah k ponornému systému Sloupského potoka. – Časopis Moravského musea.
Vodička, J. (1949): 200let výzkumu Sloupských jeskyní. – Vlastivědný věstník moravský.

Fenomén zatopených jeskynních systému Mayské Riviery
Phenomenon of the underwater caves of Riviera Maya

Zdeněk Motyčka

Česká speleologická společnost, ZO 6-25 Pustý žleb

Abstract: Riviera Maya is a part of eastern coast of Mexican semiisland Yucatan by the Caribbean. The area of carbonates is about 190 000 km². They are esentially pure, deposited from Paleocen till Pliocen. Uplift of penninsula in Pleistocene predisposed karst platform to dynamics speleogenesis. Oft rains penetrated through the porous surface and created the shallow systems that leaded the water to the sea. In the next period there was another drop of the sea level and it caused the erosion broadened existing caves while eroding deeper passages. In the meantime the process of secondary karstification and collapsing of thin cave ceilings was running through and the cenotes occurred. 18 000 years ago the sea started to rise to the contemporary level and these caves were flooded.

Today the surface is absolutely flat, covered with a jungle. There are lagunas and cenotes. Lagunas are big lakes, while cenotes can be small, often hidden behind the rocks. At the seaseide there are calets where the fresh water flows to the ocean.

The cenotes and caves are the really unique ecosystem. Hundrets species of animals were described in last century, including 37 species of troglobites.

The first bigger system Nohoch Nach Chich was discovered in 1986 by the team of Mike Madden. It was the beginning of the invasion of divers and many other cenotes and kilometrs of corridors were discovered. The exploration of cenotes continues up to now by many projects. At the present there are more then 100 cave systems where 500 km of underwater cave corridors were discovered. System Ox Bel Ha is the longest cave system in the world with 134 km of corridors.

In 2003 and 2004 also 2 Czech expeditions were organized there. They discovered and made the documentation of more than 3000m of new corridors in cenotes Cangrejo and Joolis.

ÚVOD

Mayská Riviera představuje pás východního pobřeží mexického poloostrova Yucatan, táhnoucí se od známého letoviska Cancún k jihu, až téměř k hranici s Belize, omývaný vodami Karibského moře. Nazývána je podle zaniklé Mayské civilizace, která toto území kdysi obývala. Díky své atraktivní poloze a příznivému klimatu představuje oblíbenou turistickou destinaci. V centrální části území, přibližně ohraničeném městy Puerto Morelos na severu a Tulum na jihu, bylo od roku 1980 objeveno a částečně zdokumentováno více než 500 km! zatopených jeskynních chodeb ve více než 100 jeskyních systémech.

GEOLOGICKÉ A HYDROLOGICKÉ POZNATKY O ÚZEMÍ

Na území celého poloostrova zaujímají karbonáty plochu přibližně 190 000 km^2. Jedná se o velmi porézní vápence usazované od paleocénu až po pliocén o mocnosti přibližně 1000 m, překrývající asi 1300 m mocnou vrstvu vápenců druhohorních. Po následném vyzdvižení území nad mořskou hladinu v pleistocénu, začal velmi dynamický proces krasovění. Hojné srážky penetrovaly porézním povrchem a vytvářely mělké systémy odvádějící vodu k moři. (dnes nejrozsáhlejší jeskyně, v hloubkách okolo 15 m). Kolísání a opětovný pokles mořské hladiny během následujících období vedly k postupnému zahlubování jeskynní do větších hloubek (zatím známé hloubky -100m). V mělkých, již značně rozsáhlých systémech probíhal mezitím intenzivní proces sekundárního krasovění a také proces řícení tenkých stropů a vzniku cenotů. Přibližně před 18 000 tisíci lety začalo moře zvolna stoupat až na dnešní úroveň a tyto, již značně zkrasovělé jeskyně byly zaplaveny jak stoupající mořskou vodou, tak sladkou, kterou mořská voda před sebou vytlačovala a nakonec také vodou s následných srážek.

Dnešní povrch oblasti je absolutně plochý (výška kolísá od 3 do 16 m.n.m.), bez jakýchkoliv povrchových toků, pokryt hustou, neprostupnou džunglí, vyrůstající z několik decimetrů silné vrstvy humusu. Vodní hladiny představují četné laguny a cenoty. Laguny jsou veliká jezera s plochou i několik km^2, otevřená na povrch, vesměs známá(zejména z leteckého snímkování) a některé jsou využívány jako zdroje pitné vody. Cenoty mohou představovat menší jezera, zčásti, nebo úplně krytá skalním převisem, nebo úzké, korodované komíny, vedoucí zpravidla do větších , dosud nezřícených domů. Jsou skryty v džungli a v současnosti je jich známo několik stovek, zejména kolem nemnohých cest, vedoucích do vnitrozemí. Na mořském pobřeží se nachází četné vývěrové zátoky, tzv. calety – mělké vyvěračky sladké vody do oceánu. Současně ale dochází k infiltraci slané mořské vody do vnitrozemí a jeskyní systémy jsou zaplaveny jak sladkou, tak z části i slanou vodou. Výškově se úroveň halocliny pohybuje v závislosti na vzdálenosti od pobřeží.

ARCHEOLOGICKÉ ZAJÍMAVOSTI

Dávné osídlení jednou z nejvyspělejších kultur předkolumbovské Ameriky předznamenalo možnosti dnešních archeologických výzkumů. Počátky osídlení sahají až do doby téměř 2 500 let před n.l., poslední zmínky pochází od prvních španělských kolonizátorů. Kromě rozsáhlých pyramidových komplexů v Cobe, Xel ha, nebo Tulumu, se zde nachází řada osamocených staveb skrytých v džungli. Samotné cenoty, které byly v minulosti využívány jako zdroje pitné vody představují bohatý zdroj pro nejrůznější nálezy. Poměrně hojné jsou nálezy nejrůznějších nástrojů, nádob, zvířecích a lidských kostí i celých skeletů. Jejich výzkum neustále probíhá a řada stěžejních nálezů byla vyzvednuta teprve nedávno. Vzhledem k tomu, že rozsáhlé plochy vnitrozemí jsou dosud zcela neznámé, lze očekávat další významné objevy.

BIOSPELEOLOGICKÉ POZNATKY

Již samotný povrch Mayské riviery porostlý hustou džunglí je domovem stovek druhů rostlin a živočichů. Jižně od města Tulum se nachází biosferická rezervace SIAN KA´AN, zapsaná na seznamu světového přírodního dědictví. Cenoty a jeskyně pak představují ekosystém skutečně unikátní. První výpravy uspořádané ve třicátých letech 20. století Carnegiho Institutem ve Washingtonu popsalo na 300 druhů živočichů, z toho 20 druhů troglobitů. Následné výzkumy, zaměřené již jen na troglobity postupně popsaly další druhy, rozvoj potápění a s tím spojené možnosti průzkumu často vzdálených partií, zvýšili jejich počet na současných 37 druhů. Osm druhů pak představují endemity, vyskytující se jen v okolí města Tulum, ve dvou případech se jedná o ryby, známé jen ze dvou zdejších jeskyní.

SPELEOLOGICKÝ PRŮZKUM A DOKUMENTACE

První potápěči se objevili na Mayské rivieře již v roce 1980, ale objev většího systému byl učiněn až v roce 1986, kdy Mike Madden a jeho tým objevili Nohoch Nah Chich a první kilometry budoucího největšího zatopeného systému světa. To odstartovalo doslova invazi amerických potápěčů a počátkem 90tých let již byly v oblasti známy desítky nových cenotů a v nich kilometry objevených chodeb. Jednotlivé jeskyně pak byly postupně navzájem propojovány do rozsáhlejších systémů. V první polovině roku 1996 bylo objeveno a zaměřeno téměř 22km chodeb v systému

Dos Ojos, v roce 1998 dosáhla délke chodeb v Nohoch Nah Chich již 60 km! V témže roce byl z laguny Esmeralda objeven systém, později nazvaný Ox Bel Ha. Za jediný rok v něm bylo objeveno více než 20 km chodeb a dnes je s délkou chodeb 134 km největším zatopeným jeskynním systémem světa a jedním z největších systému vůbec. V roce 1990 založil Jim Coke Quintana Roo Speleological Survey a začal s přáteli shomažďovat

veškerá dostupná data o objevených jeskyních. QRSS je dnes v podstatě oficiálním registrem zdejších jeskyní, na jejich www stránkách je dostupná jakákoliv aktuální informace o nových objevech.

Průzkum cenotů pokračuje i dnes, v oblasti se střídají četné mezinárodní týmy, pořádají se velké expedice. Mnozí z prvních objevitelů zdejších jeskyní se zde usadili a pokračují v jejich průzkumu a dokumentaci. Celá oblast se zároveň stala vyhledávaným cílem rekreačních potápěčů z celého světa.

V roce 2003 a 2004 byly uspořádány dvě výpravy České a Slovenské speleologické společnosti. Během nich se podařilo objevit a zdokumentovat více než 3 000 m nových chodeb v cenotu Cangrejo a cenotu Joolis, objevit několik nových cenotů a navázat úspěšnou spolupráci s jedním z mezinárodních týmů.

	Název jeskyně	Délka [m]	Max. hloubka [m]	Počet cenotů	Objeveno kým	Objeveno kdy
1	Sistema Ox Bel Ha	133439	-33,5	84	GEO	03/2004
2	Nohoch Nah Chich	61142	-71,6	33 (?)	M. Madden	06/2003
3	Sistema Dos Ojos	56671	-119,1	24	Jasper/Turgeon	08/2001
4	Sistema Sac Actun	25111	-25,0	25	R. Schmittner	06/2004
5	Sistema Naranjal	21373	-34,7	8	J. Coke	09/2003
6	Sistema Nohoch Kiin	17544	-19,8	20	Schmittner/Sieff	06/2004
7	Sistema Ponderosa	15019	-16,5	18	S. Gerrard	02/2000
8	Sist. Yaxchen East	13090	-16,5	29	K./G. Walten	10/2003
9	Sistema Abejas	9743	-12,8	5	R. Schmittner	11/2001
10	Sistema Chac-Mol	9193	-28,3	9	A. Matthes	01/2000
11	Cueva Quebrada	9000	-10,7	5 (?)	S. Ormeroid	1993
12	Sistema Camilo	7397	-19,5	4	Cambrian Fnd.	04/2004
13	Cueva Aerolito	6100	-27,4	3 (?)	S. Ormeroid	1993
14	Sistema Actun Chen	5435	-25,0	9	Birnbach/LeMaillot	01/2001
15	Sistema Taj Mahal	5361	-24,4	8	Carnahan/Phillips	04/2004
16	Sistema Toh Ha	5169	-10,1	3	Berni/Sieff	05/2004
17	Sistema Actun Koh	5156	-16,5	5	F. Devos	01/2001
18	Cenote Zapote	4604	-24,4	2	G. Irvine	09/1992
19	Dzonot Took	4472	-16,5	5	Lins/Matthes	08/2000
20	Esqueleto (TOD)	4164	-18,3	2	J. Coke	04/1995
21	Sistema Xel-Ha Norte	4071	-8,8	2	Schnittger/Phillips	07/2004
22	Cenote Burrodromo	3962	-14,3	2	W. Skiles	09/1988
23	Sistema Dos Pisos	3704	-25,9	3	Dotchon/Schmittner	08/2003
24	Sistema Joolis	3580	-20,1	5	Czech Speleo. Sur	03/2004
25	Sistema Dos Pies	3516	-13,1	5	F. Devos	01/2001
26	Sistema Ich Tunich	3343	-15,8	6	Schmittner/Dovland	04/2003
27	Sistema K'oox Baal	3210	-17,7	6	A. Labarthe	03/2004
28	Sistema Crust? o	3163	-18,9	2	Meacham/Madden	01/2003
29	Sistema Minotauro	3118	-14,6	5	Birnbach/LeMaillot	01/2001
30	Sistema Cuts	2502	-12,2	2	Davidsson/Schmittner	06/2004

Tab. 1: Přehled nejdelších jeskyní Mayské riviery (stav k srpnu 2004)
Tab. 1: List of longest caves in Riviera Maya

LITERATURA

Gerrard, Steve. *The Cenotes of the Riviera Maya.* 1.vydání Tallahasssee, USA Rose Printing Inc., Leden 2000.

A Condensed History of Biospeleology in Yucatan. (online) Quintana Roo Speleological Survey (cit.2004-09-15) URL: <http:// http://www.caves.org/project/qrss/qrss.htm

A Condensed Geological Chronicle of the Yucatan Platform. (online) Quintana Roo Speleological Survey (cit.2004-

09-15) URL: <http:// http://www.caves.org/project/qrss/qrss.htm
List of Long Underwater Caves in Quintana Roo Mexico (online) Quintana Roo Speleological Survey (cit.2004-09-15) URL: <http:// http://www.caves.org/project/qrss/qrss.htm

Krasové oblasti České republiky – přítomnost a jejich perspektivy

Rudolf Musil

Ústav geologických věd, Přírodov. fak. Masarykovy univ. v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno

Abstrakt: Ve svém příspěvku kriticky rozebírám současnou situaci našich krasových oblastí a přednáším svůj názor na některé stránky jejich další budoucnosti.

Česká republika je poměrně bohatá na krasové oblasti. Toto bohatství nespočívá pouze v rozloze těchto oblastí, ale především v jejich genetické různorodosti, v zastoupení různých forem a v typologické pestrosti krasového reliéfu. Jejich vývoj probíhal většinou v několika navzájem od sebe oddělených časových etap – cyklů, jednalo se tedy o větší počet období jejich intenzivního krasovění. Vývoj jednotlivých krasových oblastí byl přitom odlišný, prodělaly svůj specifický vývoj, kterým se navzájem od sebe odlišují. Krasové oblasti mají nepředstavitelně velkou vědeckou a kulturně-společenskou hodnotu.

Krasová krajina je složitým komplexem nejrůznějších jevů, kterými se podstatně odlišuje od všech ostatních typů krajin. Jedná se nejen o unikátní přírodu a na ni vázanou faunu, o pozoruhodné jevy nejen na povrchu, ale i v podzemí, které svou tajuplností vždy lákalo člověka. Na rozdíl od podstatně plošně mnohem většího nekrasového okolí, je zde na poměrně malé ploše soustředěno obrovské množství unikátních jinde většinou nezachovaných objektů nejrůznějšího druhu. Proto je také objektem studia celé řady vědních disciplin a můžeme říci, že je vlastně kolébkou nejen naší kvartérní paleontologie a archeologie, ale i celé řady dalších disciplin. Je tedy unikátním typem krajiny jak z hlediska neživé přírody tak i z hlediska dnešní živé a v minulosti zde žijící zvířeny. V důsledku mimořádně příznivých faktorů zachovávají se v krasu informace nejrůznějšího druhu z velmi vzdálené minulosti.

V další části své přednášky se zaměřím především na tato témata:

1. Strategie dnešní odborné práce ve vztahu ke speleologii.
2. Kritický rozbor dosavadní speleologické práce.
3. Klady a zápory ve spolupráci s jednotlivými odborníky.
4. Odborné publikace z krasových oblastí.
5. Mediální popularizace práce v krasu.

Besnota netopierov
Vzteklina netopýrů

Anna Ondrejková, Judit Süli, Róbert Ondrejka, Zdenek Beníšek

Ústav epizootológie a infekčných chorôb, Univerzita veterinárskeho lekárstva, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; e-mail: ondrejkova@uvm.sk

In the epizootiology of rabies and rabies-ralated lyssaviruses an important role belongs to bats. The main reservoir species of lyssaviruses in Europe and in North America are the insectivorous bats. The haematophagous (vampire) bats are the reservoir species in Latin America. Extensive epizootiological studies gave rise to isolation of rabies viruses and rabies-related lyssaviruses from a lot of insectivorous, haematophagous and fruit bats all the world over. The insectivorous bats are extended all the world over, but the transmission of lyssaviruses is limited on eight bat genera: *Eptesicus*, *Myotis*, *Lasiurus*, *Lasionycteris*, *Pipistrellus*, *Tadarida*, *Miniopterus* and *Nycteris*. In Europe insectivorous bat species *Eptesicus serotinus, Pipistrellus pipistrellus*, *Myotis myotis* and other are the main lyssavirus reservoirs. The most important role in rabies epizootiology in Latin America belongs to haematophagous bat species *Desmodus rotundus*. In Australia and offshore islands has been found a new lyssavirus genotyp – *Australian bat lyssavirus* (*ABL*) in all four main species of fruit bats and also in some insectivorous bat species.

Rabies and rabies-related viruses belong to the family *Rhabdoviridae*, genus *Lyssavirus*. Currently are in this genus recognised seven genotypes. Reservoir species of genotype 1 are above all carnivores, but it is extended also in bats of North America. Bats are select vectors for 5 genotypes: genotype 2 circulates preferrently in fruit bats of Africa, genotyp 4 in insectivorous bats of Africa, genotypes 5 and 6 in insectivorous bats of Europe (genus *Eptesicus* – genotype 5, *Myotis* – genotype 6), and genotype 7 in fruit and insectivorous bats of Australia. Although genotype 3 was isolated from shrews, cats, dogs and rodents, the reservoir species was till not identified, bats are not excluded. The actual observations confirm the hypothesis, that many lyssaviruses were originally bat viruses and only some of them adapted later to terrestrial species, mainly carnivores.

Transmission and spread of infection is influenced by various factors – colony largeness, migration distance, housing type, etc. We have a few knowledges about lyssavirus infection transmission from bats to terrestrial mammals, but infection transmission between various bat species has been proved. On the basis of experiments it is supposed, that insectivorous bats after naturally infection are rather little sensitive to bat lyssavirus; a large number of bats survives the natural lyssavirus infection. The infection is transmissed most often by bite inside the colony; aerogenous way of infection is also not excluded, particularly in big colonies.

Netopiere, ktoré tvoria druhý najväčší rad cicavcov, zohrávajú dôležitú úlohu v epizootológii besnoty (vztekliny, pozn. editora) a besnote príbuzných lyssavírusov. Hlavnými rezervoárovými druhmi lyssavírusov v Európe a Severnej Amerike sú insektivorné netopiere. Hematofágne netopiere sú hlavným rezervoárovým druhom besnoty v Latinskej Amerike. Výsledkom rozsiahlych epizootologických štúdií bola izolácia rabických a besnote podobných lyssavírusov z mnohých insektivorných, fruktivorných a hematofágnych netopierov na celom svete. Insektivorné netopiere sú rozšírené po celom svete, ale prenos lyssavírusov je obmedzený na osem rodov insektivorných netopierov: *Eptesicus*, *Myotis*, *Lasiurus*, *Lasionycteris*, *Pipistrellus*, *Tadarida*, *Miniopterus* a *Nycteris*. Na Európskom kontinente najvýznamnejším rezervoárom lyssavírusov sú druhy insektivorných netopierov *Eptesicus serotinus, Pipistrellus pipistrellus*, *Myotis myotis* a ďalšie. Najvýznamnejšiu úlohu v epizootológii besnoty v Strednej a Južnej Amerike má hematofágny netopier *Desmodus rotundus*. V Austrálii a priľahlých ostrovoch izolovali nový genotyp lyssavírusu – *Austrálsky netopierí lyssavírus* (*ABL*) zo všetkých štyroch hlavných druhov fruktivorných netopierov a tiež aj z niekoľkých druhov hmyzožravých netopierov.

Vírus besnoty a besnote príbuzné vírusy patria do čeľade *Rhabdoviridae* a rodu *Lyssavirus*. V súčasnosti je do tohto rodu zatriedených 7 genotypov. Rezervoárovým druhom genotypu 1 sú predovšetkým rôzne druhy karnivor, ale je rozšírený tiež medzi netopiermi v Severnej Amerike. Netopiere sú výlučným vektorom piatich genotypov: genotyp 2 preferenčne cirkuluje vo fruktivorných netopieroch Afriky, genotyp 4 v insektivorných netopieroch Afriky, genotypy 5 a 6 v insektivorných netopieroch Európy, (rod *Eptesicus* – genotyp 5, *Myotis* – genotyp 6) a genotyp 7 vo fruktivorných a insektivorných netopieroch Austrálie. Aj napriek tomu, že genotyp 3 bol izolovaný z bielozúbok, mačiek, psov a z hlodavcov, rezervoárový druh zatiaľ nebol identifikovaný; netopiere ako rezervoárový druh nie sú vylúčené. Doterajšie pozorovania potvrdzujú hypotézu, že mnohé lyssavírusy boli pôvodne vírusmi netopierov a len niektoré sa neskôr adaptovali na terestriálne druhy, hlavne karnivory.

Prenos a šírenie sa lyssavírusovej infekcie je ovplyvňované viacerými faktormi – veľkosťou kolónií, vzdialenosťou migrácie, typom obydlia, atď. Zatiaľ je málo poznatkov o prenose lyssavírusovej infekcie z netopierov na terestriálne cicavce ale bol dokázaný prenos infekcie medzi rôznymi druhmi insektivorných netopierov.

The most of bat bites are superficial and strike only the upper part of skin. The incubation period of bat lyssavirus infection is several weeks till months. The course of bat lyssavirus infection is similar as at terrestrial mammals. The main clinical symptoms are reduced appetite, reflex changes, tremor, paresis, paralysis. The diagnosis is determined by standard diagnostic methods recommended by OIE manual.

Na základe experimentov sa predpokladá, že insektivorné netopiere sú pomerne málo citlivé na netopierí lyssavírus po prirodzenej infekcii. Problémom je, že veľký počet netopierov prežije prirodzenú infekciu lyssavírusom. Najčastejšie sa infekcia prenáša pohryzením infikovaným zvieraťom v rámci kolónie; nie je vylúčená ani aerogénna cesta prenosu, zvlášť u netopierov žijúcich vo veľkých početných kolóniách. Väčšina pohryzení u netopierov je povrchových, ktoré zasahujú len povrchové časti kože. Inkubačná doba lyssavírusovej infekcie u netopierov je niekoľko týždňov až mesiacov. Priebeh lyssavírusovej infekcie je rovnaký ako u terestriálnych cicavcov. Hlavnými klinickými príznakmi choroby je znížený apetit, zmeny reflexov, tremor, paréza, paralýza. Diagnóza sa stanovuje štandardnými diagnostickými metódami doporučenými manuálom OIE.

History and new discoveries of the Bílá Voda creek riverbed in the Nová Amatérska cave

Petr Polák

Česká speleologická společnost, ZO 6-19, Plánivy

River-basin of Bílá Voda creek takes in area 66,6 m^2. Bílá Voda creek is one of two most meaningful tributaries of Punkva river which is flowing thru such phenomena as Macocha abyss and Punkevní cave.

HISTORY

History of discovering of underground path of Bílá Voda creek was started in 1837 year in Nová Rasovna inlet, more expressively after in interwar epoch. But final Macošský sump didn't succeed to pump out and total length of underground Bílá Voda riverbed about 1 km stayed known (1933).

In next period researches continued from important localities on a surface. First time was discovered 140 m of underground flood riverbed in Spirálka cave in 1958 year but permanent active stream still haven't found. This was succeeded after discoveries in cave „13C" in 1964 but next way to Macocha abbys was closed by many others sumps. It was main reason for starting of a project of sump roof destruction. Explosive works was proceeded until 1970 year when new discoveries of Bílá Voda riverbed was done in Stará (1,5 km) and Nová (several km) Amatérská cave (both in 1969). In „13C" cave was found by this way 800 m of a riverbed and less then 100 m had left to Stará Amatérská cave. Latest known place of active streeam was located in Inflow sump in Krematorium part in the Nová Amatérska cave. After tragedy in 1970 (two cavedivers died at sudden flood) was all further research activities dumped down there. These was renewed after 1993 year when Czech Speleological Society obtained agreement for performing of further researches. In the meantime was discovered inflow part of riverbed in Spirálka cave (400 m, 1982) and come thru all unexplored sumps. In 1980 was come thru „13C" to Stará Amatérská cave, in 1983 to Spirálka cave and in 1988 from Nová Rasovna cave to Spirálka cave. At the end of 80th years was finally known continuance of Bílá Voda from its inlet up to Nová Amatérská cave in total air length over 3 km.

NEW DISCOVERIES

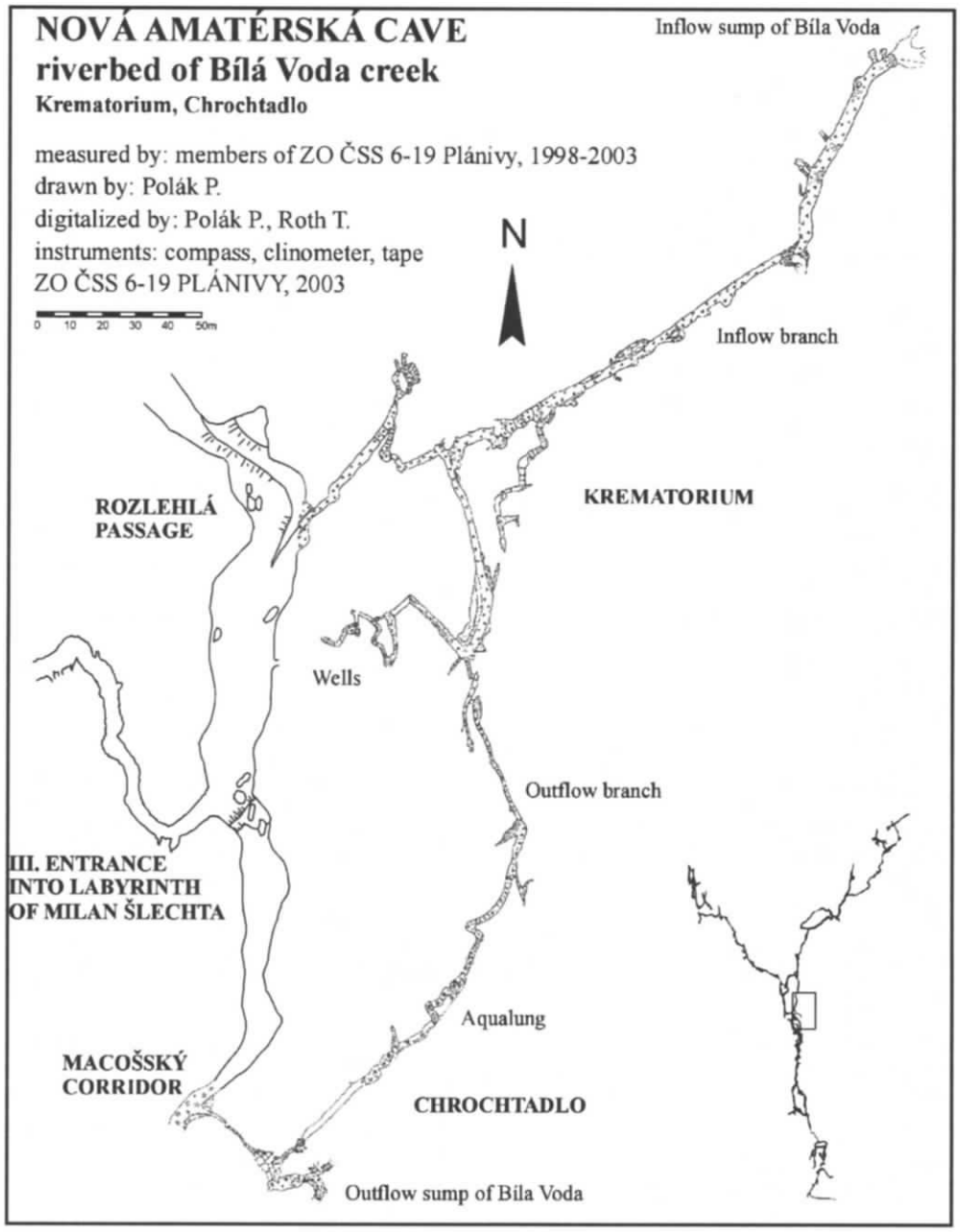
Since 1993 year continued explorations predominantly in chimneys of Bělovodská branch, Krematorium and Labyrinth of M. Šlechty in the Nová Amatérská cave with aim of further Bílá Voda riverbed finding. At the end of 90th years was done datailed map documentation and water condition measurement in Krematorium and Labyrinth of M. Šlechty. It as determined absence of Bílá Voda in case of its lower state in Labyrinth of M. Šlechty which is birthplace of Punkva river at normal conditions. For reason given was started explorations in more preferable parts of the cave.

At the beginning of 2002 was explored left-side

branch in the Macošský corridor near the Labyrinth of M. Šlechty named Chrochtadlo. After taking out of sediments and cutting thru dripstones narrow passage exhausted into 17 m deep shaft. On the bottom was found active flow of Bílá Voda creek. Downstream leads riverbed with a few left-side tributaries and it is finished after 30 m in outflow sump. Upstream continues inflow part 90 m long. At first this is getting over sump lake thru a chimney. From its top further continues freatic canal. This is slowly going down to next part riverbed of Bílá Voda creek named Aqualung. Aqualung is predominantly flooded of active stream and is finished by inflow sump. This sump was successfully passed 1 year later from Krematorium part in consequence of extremely low water conditions.

Main direction of Chrochtadlo part is same like direction of Macošský corridor but is situated in lower active level. Inflow part is connected thru very similar part - Krematorium. From outflow part active stream drains to unknown parts in Šolimova bowl direction (water shaft which is flowed pass thru of Bíla Voda creek). Connection with the Labyrinth of M. Šlechty was not proved. Total length of new discoveries in Chrochtadlo part is about 200 m.

In 2003 year was explored another left-side branch in the Macošský corridor between Chrochtadlo and Šolimova bowl named TNO. Here was discovered small chamber with expressive throughs on the bottom leading to lower parts but riverbed wasn't reached. At the present time stays unknown part of riverbed between Chrochtadlo and Šolimova bowl in air length about 500 m which will be explored in the future.



Názor na stáří jeskyně Na Turoldu na základě paleonapjatostní analýzy

Ivan Poul

Česká speleologická společnost, ZO 6–13 Jihomoravský kras

Abstract: Pavlov Hills are situated on the south of Moravia. The hills are build up of a limestones of the Klentnice formation and the Ernstbrunn limestone (Jurassic). The rocks were modeled by the karstic erosion since the end of Jurrasic sedimentation. The erosion of the limestones changed with several marine transgresions. The limestones also were deformed by the Alpine tectonic movements.

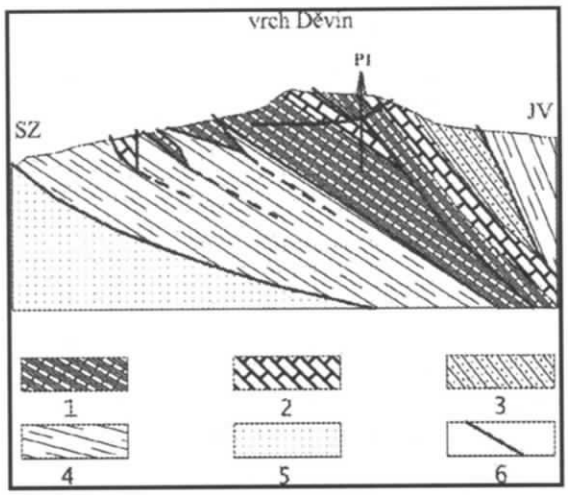
PŘEHLED GEOLOGIE NEJBLIŽŠÍHO OKOLÍ

Pavlovské vrchy tvoří unikátní přírodní scenérii jižní Moravy. Pavlovské vrchy jsou budovány především vápenci, které během miliónů roků podléhaly krasovění. Krasové jevy jsou nejlépe vyvinuty a zachovány v přírodní rezervaci Turold, poblíž města Mikulov. Jeskyně Na Turoldu je nejrozsáhlejsím jeskynním systémem v oblasti Pavlovských vrchů.

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 klentnické 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.

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 alpinských 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. 1). 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. 1: **Geologický řez přes vrch Děvín.**
Vysvětlivky: 1 – jílovce a vápence klentnického souvrství, 2 – ernstbrunnské vápence, 3 – sedimenty stáří svrchní křída (cenoman–coniac), 4 – flyšové jednotky (paleogén), 5 – sedimenty karpatské předhlubně (eggenburg–baden), 6 – významné zlomy.

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 Turold (jeskyně Pod vrcholem, Desetimetrovka, Damoklova jeskyně aj.), druhá úroveň leží v nejspodnější etáži lomu (jeskyně Na Turoldu, Liščí díra). Dříve býval celý Turold protkán spletí jeskynních chodeb, ve vrcholové části byl dokonce krasový kaňon a škrapy a z jižní části Turoldu vytékala ponorná říčka (Valoušek 1926a, 1926b).

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.

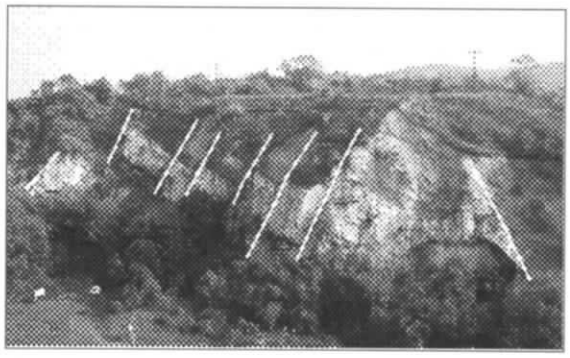
Balvanitý dóm vznikl především díky tektonické činnosti zlomů, řícením vápencových bloků, ale rovněž modelací aktivním vodním tokem (Bosák a kol. 1984). Jeskynní chodba byla přerušena mohutným zlomem, který prochází skrz několik jeskynních pater.

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. 2), 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 nejspodnějším 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.

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 $0{,}4.10^{-3}$ mol/l. Podzemní voda je chartakteristická nízkými koncentracemi dalších sledovaných látek: NO_3^- (50 mg.l^{-1}), NO_2^- (0 mg.l^{-1}), amoniak (0 mg.l^{-1}).

Sousední jeskyně Liščí díra začíná Nízkými síněmi, což jsou prostory, které vzniky 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.



Obr. 2: Jihovýchodní stěna nad vstupem do jeskyně Na Turoldu se systémem poklesových 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. turoldská) a pisolity.

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).

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 podepsla 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,

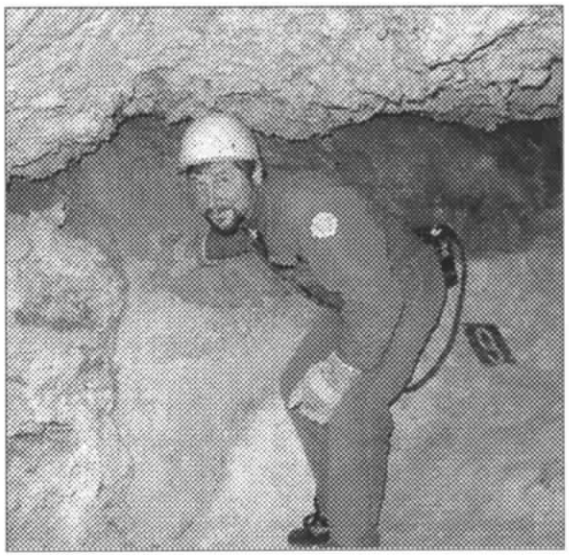
znamená to, že je jeskyně Na Turoldu mladší než svrchní křída, anebo sedimenty byly později z volných jeskynních prostor vyklizeny.

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 křídy, které mohly velmi dobře vápence izolovat od jekéhokoliv krasovění.

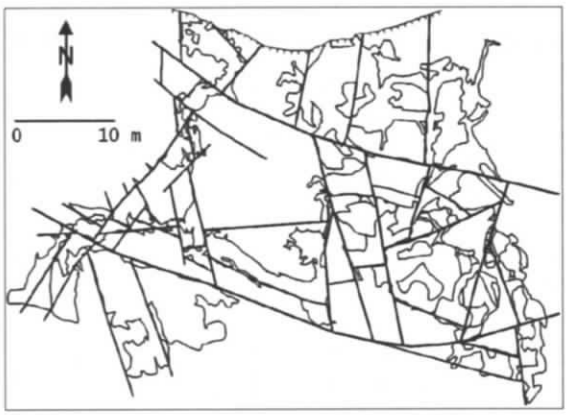
S největší pravděpodobností se jeskyně Na Turoldu začala vyvíjet až během časového úseku (3), kdy během několika miliónů let došlo k několika transgresím a ústupům moře, které byly spjaty s nasouváním příkrovů externích Západních Karpat. Z paleonapjatostního výzkumu Poula (2004) vyplynulo, že některé zlomy, které porušují jeskynní chodby (obr. 2, 3, 4,) 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 bradala 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 obět pohřbeny a v současnosti opětovně exhumovány.

Na vzhledu Jeskyně Na turoldu se rozhodně podepsala i nejmladší fáze krasovění (1). Některé dříve aktivní zlomy jsou porostlé sintrovými náteky, povrchy jiných zlomů jsou korodovány stagnující podpovrchovou vodou za vzniku tzv. „turoldské" výzdoby. V současné době v některých částech jeskyně dochází rovněž ke vzniku nové krápníkové výzdoby.



Obr. 3: Síň konce – zlomem ukončená chodba.



Obr. 4: Tektonická mapa systému jeskyně Na Turoldu – Liščí díra.

ZÁVĚRY

V jeskynních prostorách byly zjištěny přeplavené 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.

LITERATURA

Bosák, P. – Čadek, J. – Horáček, I. – Lošek, V. – Tůma, S. – Ulrych, J. (1984): Krasové jevy vrchu Turold 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.
Poul, I. (2002): Paleonapjatostní analýza zlomů v jižní části Pavlovských vrchů (Západní Karpaty). – MS, Přírodov. fak. MU v Brně.
Poul, I. (2004): Paleonapjatostní analýza zlomů Pavlovských vrchů (Západní karpaty). – MS, diplomová práce, Přírodov. fak. MU Brno.
Roth, Z. (1980): Západní Karpaty – terciérní struktura střední Evropy. – ÚÚG. Praha.
Stráník, Z. – Bubík, M. – Čech, S. – Švábenická, L. (1996): The Upper Cretaceous in South Moravia. – Věst. Čes. geol. úst., 71,1, 1-20. Praha.
Štelcl, J. – Zimák, J. – Poul, I. (2004): Výsledky gamaspektormetrických měření v jeskyni Na Turoldu. – MS, Přírodov. fak. MU, Brno, Přírodov. fak. 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.

Sloupské údolí – dosud nepublikované výsledky průzkumů ze šedesátých let 20. století

The Sloupské Valley – unpublished results of exploration in the sixtees of last century

Ladislav Slezák

Abstract: The exploration in Sloupské Valley from 1960 to 1965 was focused on Sloupsko-šošůvské Caves. New cave system was found behind two rocks, named „Europe and India" and it meant a lot of new knowledge about geology and paleohydrography. Exploration was not finished becouse of collapsing of entrance in 1965.

In the same time new exploration in one of entrances of Sloupsko-šošůvské Caves started and opened safe way to unknown parts. Exploration was not finished too, but discovery of these parts could be a key to next discovery of larger system in western side of the Sloupské Valley.

ÚVOD

V období mezi léty 1960 –1970 bádala v oblasti Sloupu a to velmi intenzivně malá, ale velice aktivní speleologická skupina. Vznikla z iniciativy Oty Ondrouška, který byl v kontaktu s profesorem Karlem Absolonem až do jeho smrti v roce 1960. Ondrouškovými spolupracovníky byli Jan Kachlíř a Richard Šikula, později Richard Cendelín. Příležitostně ve skupině pracovala celá řada spíše zájemců, než vytrvalých badatelů. Skupina se v roce 1960 úzce přimkla k nově založenému Oddělení pro výzkum krasu (pod vedením autora) jako organické části Moravského muzea v Brně. „Krasové" oddělení skupinu podporovalo jak materiálně, tak odborně. Badatelské úsilí skupiny vyvrcholilo objevem jeskyní za skaliska Evropa a Indie. Bohužel se do roku 1965 nepodařilo proniknout na dvou kritických místech do dalších předpokládaných pokračování systému. Na konci Kulmové chodby byl sice překonán bahnitý sifon, další postup však nebyl v silách skupiny. Rovněž tak plánovaná šachtice ve štěrcích Macošského sifonu nebyl realizována. Hlavním a jediným důvodem bylo zřícení vstupní šachty po seismickém

otřesu v roce 1965. Znovuobnovení šachty (hloubka 27 m) v blokové suti bylo mimo možnosti skupiny i jejích následovníků. Výplňový balvanitý zával průrvy za skalisky Evropa a Indie se dal do pohybu a dnešní situace již ani nedává jedinou indicii k lokalizaci bývalé šachty. Vzhledem k tomu, že dílčí výsledky výzkumu za sifonem na konci Kulmové chodby byly v rámci tehdejších možností zdokumentovány, mohly by posloužit k opětovnému proniknutí do systému a případnému dokončení započatých nadějných prací. Výzkumná skupina taktéž sledovala několik nadějných lokalit při úpatí východní údolí stráně údolí. Otvírkové práce byly prováděny na jedné z nejatraktivnějších ventarol pod hřebenáči Otec, Matka a Syn a dále na Propástce u III vchodu do Sloupsko-šošůvských jeskyní. Jak již bylo výše řečeno, zveřejnění výsledků těchto prací má za úkol doplnit již historické mezery, které vznikly po ukončení činnosti skupiny v této lokalitě. V poslední době se problematikou Soupského údolí zabývá ZO ČSS Pustý žleb. Výsledky prací dávají velkou šanci ke konečnému vyřešení hydrografe odtokových cest Sloupského potoka v jižním uzávěru Sloupského okrajového údolí. Není pochyb, že společně vyvstanou i otázky cest přítokových a hlavně odkrytí všech (tří ?) hlavních podzemních koridorů.

PROSTORY ZA SIFONEM NA KONCI KULMOVÉ CHODBY

První výzkumná výprava dorazila k sifonu v roce 1960 (O. Ondroušek a J. Fadrna) za situace, kdy sifon byl plně inundován a dotován slabým zurčícím přítokem ze sz. směru. Chodbu sifonu modelovanou jako několik metrů širokou, ale velmi nízkou klenbovitou chodbu plnila voda až ke stropu. Dno sifonu tvořily bahnité sedimenty napovídající a spojení s povrchem údolí (organické tlející materiály). Pozdější sledování tuto teorii potvrdila a byla dokonce vysledována přímá souvislost přítoku s hydrografickou situací v povrchovém řečišti Sloupského potoka. Dne 26. 7. 1964 nastala situace, kdy bahno v sifonu tvořilo souvislou vrstvu bez přítomnosti nadržené vody. Sifon byl otevřen. Mezi stropem a dnem byly mezera cca 40 cm a protahoval průvan. Průnik za sifon uskutečnili čtyři členové skupiny (L. Slezák, R. Cendelín, O. Ondroušek a R.Šikula). Průnik sifonem byla skutečná speleologická *lahůdka*, nicméně byla protažena cesta pro následnou expedici, která prostory zmapovala a pokusila se (neúspěšně) o fotodokumentaci. Dokumentační skupinu tvořili L. Slezák, V. Vojíř a M. Zahradníček. Expedice se uskutečnila dne 29. 7. 1964. Výsledkem je zhotovený půdorys prostor za sifonem, které byly volně přístupné. K měření bylo použito geologického kompasu a pásma. Původně zhotovená mapka je v měřítku 1 : 200, pro potřeby této publikace byla přizpůsobena plánu celého systému a připojena.

Za ukončením severního ramene sifonu pokračuje stoupající chodbička, která se po 3 m rozdvojuje. K severu odbočuje stoupající chodbička do malé síňky pod komín uzavřený bokovou vápencovou sutí. Od odbočky pokračuje chodbička dále k severu do prostorné síňky, jejíž svah tvořený sutěmi s vtroušenými drobovými valouny prudce stoupá k západní stěně. Asi ve 2/3 stoupání svahu při severní stěně je průlez pod Velký komín. Komín má široce eliptický profil rozměrů 6,0 x 3,5 m nezjištěné výšky. Pod komínem byla znatelná vzduchová cirkulace. Stěny komína (dosvíceno cca 20 m vysoko) jsou hladce erodovány a bez speciální horolezecké výstroje nepřekonatelné. Komín má válcový tvar. Jde evidentně o obrovský marmit vykroužený gravitační erozí za pomocí hrubých fluviálních materiálů. Z dolní části hlavní síňky pokračuje k severu krátká spojovací chodbička, která se lomí do směru východ – západ a ústí přímo pod další,Větrný komín. Opakuje se tu chodba Velkého komína. Je téměř jeho dvojčetem, jeho výška je neurčena. Paralelní, menší komín byl zdolán do výšky 40 m, konečné výšky nedosaženo. Východo-západní chodička je za Větrným komínem prolomena dvěma závrtkovitými propadlinami v sedimentech. Na konci chodbičky pokračuje k severu neprůlezná úžina do neznámého pokračování.

Následně po dokumentační expedici byli ke spolupráci přizváni zkušení horolezci (J. Ševčík s kol.), aby zhodnotili situaci a popřípadě se pokusili komíny zdolat. Závěrem bylo konstatováno, že stěny komínů neposkytují záchytné body pro klasickou techniku a jsou zdolatelné pouze za použití technik speciálních. K dalšímu horolezeckému průzkumu již bohužel nedošlo jednak z důvodů opětné inundace sifonu, jinak z důvodu zavalení vstupní šachty do celého systému.

Zůstává tak nedořešno jedno z mimořádně důležitých míst, které by přineslo jednak velice cenné poznatky genetické, jednak mohlo určit místo (místa) ke znovuotevření nedobádaného komplexu jeskyní za Evropou a Indií, komplexu, který jako nejsevernější, zasahuje až k samotným kontaktům vápenců se spodnokarbonskými sedimenty (souvrství rozstáňské).

VENTAROLA POD HŘEBENÁČI OTEC, MATKA A SYN

Následně po zavalení přístupu do systému jeskyní za Evropou a Indií se pokusila sloupská skupina o sondáž ve volné suti na úpatí výše zmíněných hřebenáčů. Výrazná ventarola slibovala možnost průniku do neznámého systému mezi Evropou a Indií a prostorami Sloupsko-šošůvských jeskyní (Nicová, Eliščina). V zimním období byla provedena kouřová zkouška na konci Nicové jeskyně a pachová zkouška ze severní části jeskyně Eliščiny (merkaptan). Ani jedna z obou zkoušek neprokázala souvislost s ventarolou. Byla tak znovu nastolena otázka existence souvislé linie propastí při východním úpatí svahu údolí. Tato linie začíná na samém kontaktu vápenců s kulmskými sedimenty a končí až při ústí do Pustého žlebu. Zatím co inundovaný úsek Sloupského údolí přispěl k otevírání ucpaných vstupů do propastí, mimoaktivní část linie je skryta pod sedimenty (sutě, fluviální materiály).

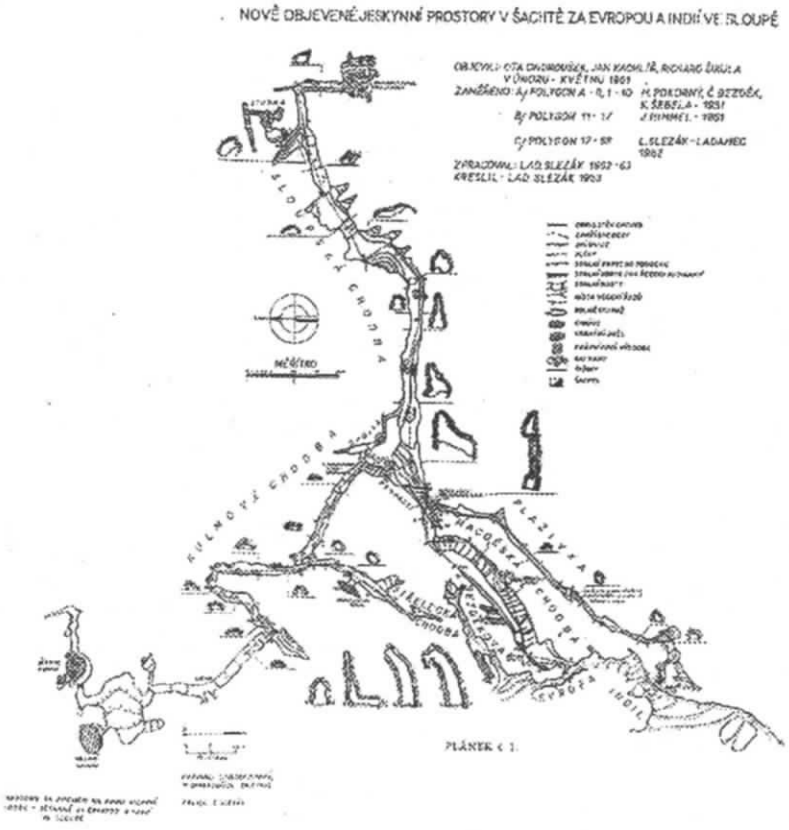
Otvírkové práce představovaly zahloubení do volné vápencové sutě plytkou, asi 1,5 m hlubokou sondou. Z této sondy bylo pokračováno podkopem větších skalních bloků ve směru pod skalní hřebenáče ve snaze docílení souvislé skalní stěny. Vzhledem k tomu, že celé dílo bylo prezentováno pouze jako orientační sondáž, nebylo řádně technicky zajišťováno a se zvyšujícím zahlubováním úpadního díla se zvyšovalo riziko závalu, byly práce po cca 6ti metrech přerušeny. Skalní stěny dosaženo nebylo a výstup teplého a vlhkého vzduchu směřoval stále z volných a velice labilních sutí. Další sledování průvanů by znamenalo založení šachtice na hlavním tahu a technicky náročné zahloubení. Naprosto problematickou by se tak stala výkopová deponie, kterou z hlediska ochranářského nebylo možno ukládat u ústí díla. Sondáž byla následně zmařena a terén uveden do původního stavu.

V samém úpatí svahu, těsně u řečiště potoka je několik aktivních ponorů, které indikují přítomnost vertikální komunikace do podzemí. Nedaleko, pod skalní stěnou (v místě bývalých WC) je evidentně skryto ústí do dalších neznámých propastí.

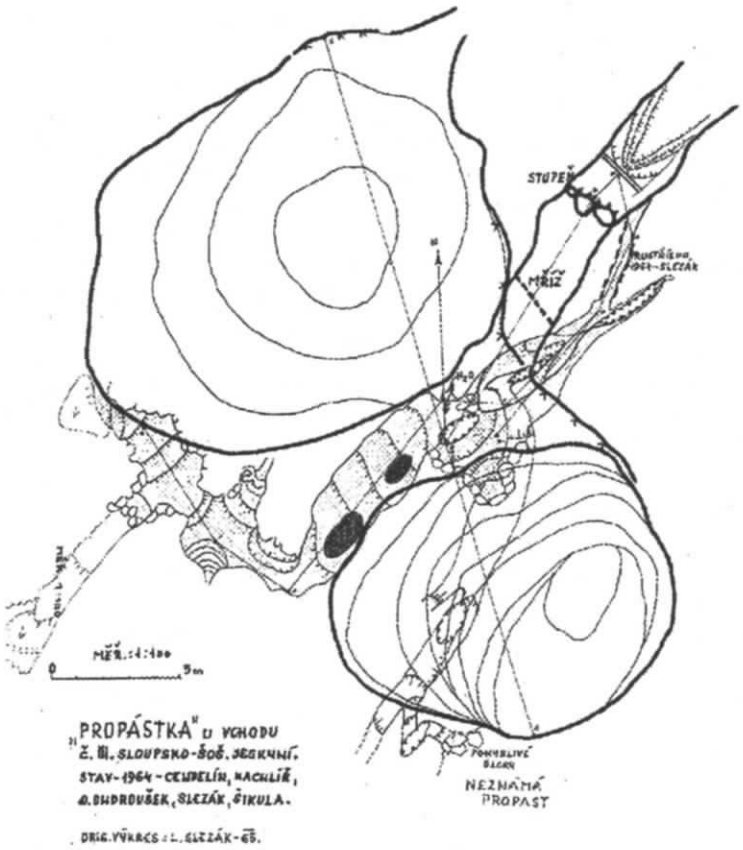
PROPÁSTKA U VCHODU III DO SLOUPSKO-ŠOŠŮVSKÝCH JESKYNÍ

Tato lokalita byla několik let pozorována ve vztahu k různým hydrografickým situacím na Sloupském potoce. Náplavy sedimentů měnily svoji pozici i mocnost a znemožňovaly tak možnost volného průniku do dalšího pokračování periodicky aktivních ponorů. V průběhu roku 1964 využila skupina možnosti technické spolupráce s Moravským muzeem, které zahajovalo rozsáhlý archeologický výzkum v jeskyni Kůlně. V rámci přípravy byly postupně za pomocí trhacích prací likvidovány betonové podlahy (pozůstatek po podzemní továrně z období let 1944-1945) uvnitř jeskyně. V souběhu této akce (prováděné autorem) byla pod stupněm Propástky rozšířena v délce 6,0 m skalní úžina. Podařilo se tak otevřít bezpečný přístup do dalšího pokračování systému založeného na výrazném směru ssv-jjz poruch. Speleologové pronikli do modelované prostorné chodby spádující k JJZ v jejímž stropu jsou dva komíny zablokované balvanitou sutí. Ve vzdálenosti 16 m od vstupní úžiny se celá prostora lomí do směru SZ a má stoupající charakter. Cca po 10 m končí chodba v balvanitých sutích. Asi v polovině vzdálenosti z ní odbočuje chodbička opět jjz. směrem, kde končí opět v sutích. Před ukončením je závrtovitá, asi 3 m hluboká prohlubeň. Zajímavým jevem, který bylo možno v průběhu průzkumu pozorovat, byla aktivní vodoteč, jejíž tok vyrážel od S do hlavní prostory, stékal po stěně k nejnižšímu místu a tam se nořil do dalšího neznámého pokračování. V těchto partiích chodbu protíná sutí zavalená chodba, která prudce stoupá k JJV (pod propadající se závrt vpravo od vchodu do Propástky). Nedaleko tohoto místa se podařilo uvolnit další pokračování do níže položených partií (opět založených na směru SSV – JJZ), které tvoří horizont směřující k JJZ a zasahující pod propadající se závrt. Zajímavým ukončením je balvanitý zával v koncové chodbičce (viz plánek), při jehož pokusu o uvolnění došlo málem k tragédii. R. Cendelín, který uvolňoval suť na konci chodbičky konstatoval, že pozoruje pulzující průvan. Podařilo se mu uvolnit průhled do neznámé (vertikální) prostory v jejíž protistěně vzdálené několik metrů se rýsoval profil mohutné chodby. Průhled uvolněnou sutí nedovoloval do neznámé prostory řádně nahlédnout. O. Ondroušek vystřídal J. Cendelína a snažil se průhled rozšířit. Způsobil však náhlý sesuv skalních bloků za uvolňovanou úžinou a její opětovné zavalení. Duchapřítomný R. Cendelín vytáhnul bleskově za nohy O. Ondrouška z úžiny a tím mu patrně zachránil život.

Další práce na této lokalitě skupina již neprováděla. následovně po zmapování známých prostor bylo možno konstatovat, že inkriminované koncové místo za závalem úžiny uzavírá evidentně přístup k mohutné prostoře (patrně propasti), která se nachází pod stále se propadajícím závrtem vpravo od III vchodu do Sloupsko-šošůvských jeskyní. Mohlo by se tak jednat o mnoha badateli předvídanou propast skupiny Postranní, Kolmá, Nagelova. Pro zpestření snad jen citace J. V. Procházky: „Komín tento jest v celistvé skále vodami vymlet. Horní část končí na svahu mezi Kůlnou a třetím vchodem. Svah jest travou porostlý. Nikdo nemá tušení, že tu jest ucpaný otvor strašné propasti Sloupské." Tolik citace. A co když O. Ondroušek a R. Cendelín nahlíželi právě do ní!



Obr. 1



Obr. 2

Obr. 1: Nově objevené jeskynní prostory v šachtě za Evropou a Indií ve Sloupě.
Obr. 2: Propástka u vchodu č. III SLoupsko-šošůvských jeskyní.

3. národní speleologický kongres
8. - 9. 10. 2004, Moravský kras, Sloup

The flood loam deposits inside collapse dolines of Postojna Karst (Slovenia)

Záplavové hlíny v závrtech Postojenského krasu (Slovinsko)

Uroš Stepišnik[1], **Milan Geršl**[2]

[1] Oddělení geografie, Filozofická fak., Univerzita v Ljubljani, Aškerčeva 2, 1000 Ljubljana, e-mail: urosstepisnik@hotmail.com
[2] Ústav geologických věd, Přírodov. fak., Masarykova univ. v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno

Abstrakt: Na krasovém povrchu Slovinska se nachází více než 100 větších závrtů. Jejich dna pokrývají sesucené bloky hornin, jílovitohlinité sedimenty nebo půda. Na ponorném okraji krasu, kde voda transportuje větší množství alochtonního materiálu tvoří dna závrtů jílovité sedimantární "plošiny". Podrobně jsme studovali 15 velkých závrtů v blízkosti systému Postojenské jeskyně. Ukázalo se, že úrovně jílovitých sedimentů se v sousedních závrtech nacházejí na stejných nadmořských výškách. Tyto výškové úrovně jsou dobře srovnatelné s výškovými úrovněmi záplavových sedimentů v blízkých jeskynních prostorách. Proces sedimentace a následné zarovnání výplní závrtů na stejnou nadmořskou výšku jsou následkem záplav, které dosahovaly nade dna těchto závrtů, čímž umožnily transport a následnou sedimentaci a zarovnání povrchu sedimentu.Na základě studia nadmořských výšek sedimentu můžeme blíže charakterizovat dynamiku sedimentace v krasovém podzemí.

Abstract: Several hundred collapse dolines are recorded on the Slovenian karst surface. Their floors are covered with boulders, scree or a soil layer. In ponor karst areas, where water transports significant amount of allochtonous material, many collapse doline floors are made level by deposits of loamy sediment.

This discussion relates to a detailed study of 15 collapse dolines near the Postojna cave system. Loamy sediment appears within several neighboring collapse dolines and covers their floors at approximately the same altitude. The sediment level preserved in the collapse dolines is commonly at the same elevation as flood loam deposits within nearby caves. It transpires that the flattening of the collapse doline floors is a result of flooding inside the karst that extended above the original floors of the collapse dolines. It is possible to predict some of the sedimentation dynamics inside the karst on the basis of the elevations of the loamy sediments within the collapse dolines. On the other hand, it is also possible to find out about collapse doline development by studying the processes inside cave systems.

INTRODUCTION

The Postojna karst is a part of classical karst of Slovenia. It lies in the northern part of the Pivka basin, where the Pivka and Lekinka rivers sink. A major cave system has developed here, including Postojnska jama and many nearby caves.

There are many collapse dolines on the surface of the Postojna karst. Most of them lie above inactive cave passages or their expected continuations. They are the result of cave system disintegration. Some of them are positioned above active cave passages, and we can observe recent collapse doline development at the surface and inside the caves.

Collapse dolines in this area are dissimilar in shape and dimensions. The only characteristic that is common to several collapse dolines is the elevation of their floors. The floors of neighboring collapse dolines are commonly at the same elevation.

Habič (1963) noticed a similar phenomenon in collapse dolines between Logatec and Vrhnika in central Slovenia. He supposed that the floor levels of collapse dolines were related to a few distinct elevation zones. He thought that this was a result of cave formation at just a few levels and cessation of the undermining of collapse dolines at the moment when they emerge at the surface.

This research was intended to investigate the appearance of the floors of collapse dolines lying at the same elevation. Though there are many collapse dolines on the Slovenian karst, comparable phenomena were noticed only in some of the collapse dolines in the regions of Matarsko podolje, Divača karst, Postojna karst and near the Ljubljanica springs. The Postojna karst was chosen for the study because there have been extensive past studies of its surface and underground features (Gams, 1966; Gospodarič, 1976; Šebela, 1998).

COLLAPSE DOLINES IN THE POSTOJNA KARST

The Postojna karst extends across the area of the Postojna cave system, in the northern ponor part of the Pivka flysch basin. Underground water has formed an extensive epiphreatic cave system predominantly comprising tunnel-like cave passages (Šušteršič, Knez, 1995).

On the Postojna karst 15 of the larger collapse dolines (Fig. 1.) lie above the Postojna cave system and its expected continuations. The collapse dolines are of various forms and dimensions. Kafrna dolina, the smallest collapse doline in this group, is 35 m deep and has a volume of 0,14 Mm^3. Vodni dol is the biggest among them, at 60 m deep with a volume of 2,9 Mm^3.

Several neighboring collapse dolines have floors at the same elevation, and the floors are flat due to the

presence of loam deposits. In the Postojna karst most of the collapse doline floors fall into groupings at five general levels. Those in the eastern and western parts of Vodni dol, together with the floor of Dolga dolina, lie at elevations between 520 and 522 m. The floors in the eastern part of Dolga dolina, Drča dolina and the Magdalena jama collapse doline are at elevations between 529 and 530 m. Velika Jeršanova dolina and Mala Jeršanova dolina have floors at 539 m.

The floors of Stara apnenca, Koliševka, an unnamed doline north of Velika Jeršanova dolina, ana dolinecollapse west of Stara apnenca are at elevations between 547 and 553 m (Fig.1).

The floors of the collapse dolines at Pivka jama, Črna jama, Kafrna dolina, Kozja jama and north of Jama Koliševka are not flattened by loam deposits and do not fit into any of the groupings described above. The process of undermining is still active beneath the floors of these dolines, or their floors are not yet deep enough to reach any of the levels described.

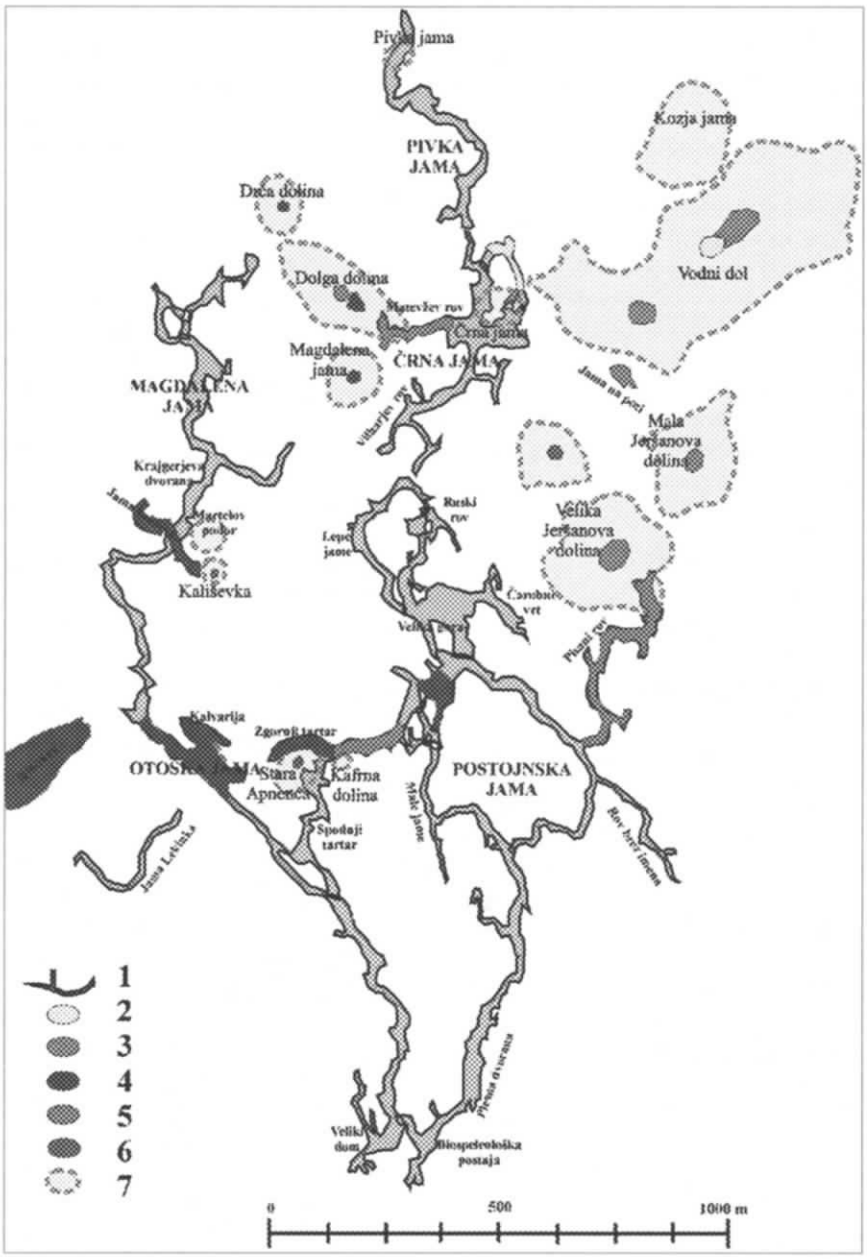


Fig. 1: Loamy sediment levels in Postojna karst.
1 – cave, 2 – sediment level at 494 – 495 meters, 3 – sediment level at 520 – 522 meters, 4 – sediment level at 527 – 530 meters, 5 – sediment level at 539 meters, 6 – sediment level at 547 – 553 meters, 7 – collapse doline.

THE ORIGIN OF THE LOAMY SEDIMENT FILL

The loamy sediment deposits that form the flat floors of the collapse dolines were examined in detail. Petrographic analysis of the sandy fraction in the sediment revealed that the loam contains particles of flysch origin. Grain-size analysis of the sediment revealed that the loam comprises mainly clay and silt size particles. Flysch-derived sandstone fragments about 1,5 cm in diameter were found in the Velika Jeršanova dolina collapse doline. These fragments were washed from an unroofed cave that is exposed higher on the slope of the collapse doline.

Loamy sediment deposits that form the level floors of investigated collapse dolines probably originate from the Pivka flysch basin, from where the River Pivka and other streams transport allochtonous flysch-derived sediment into this part of the karst. Grain-size analysis confirms that the loam comprises clay and silt particles with a diameter lesser than 0,1 mm. For suspended material of this size to be deposited the water flow velocity must be less than 0,01 $m.s^{-1}$, or the water must be stagnant (Ford, Williams, 1989).

Similar floor level elevations inside many collapse dolines suggest that the process that led to sedimentation of the fine allochtonous particles from stagnant water was active across a wide area, not just locally inside isolated collapse dolines. It is likely that deposition of the loamy sediment fills inside the collapse dolines resulted from flooding inside the Postojna karst. The original floors of the affected collapse dolines extended below the upper limits reached by the floodwaters that supplied the loamy sediment that formed the new flat floors. Accepting the assumption that the loamy sediment in the collapse doline floors is of flood origin, the question arises of whether similar sediment levels also formed inside nearby cave passages and in neighboring areas whose elevation was below flood level.

Results of detailed study of the Postojna cave system by Gospodarič (1979) have been re-examined, and new field examinations carried out, in a search for flood loam deposits inside cave passages and on parts of the surface that are lower than the known sediment levels. In parts of Črna jama there are flood loam deposits at 495 m altitude. At the 520 to 522 m level there are flood loam deposits in sections of Postojnska jama, Črna jama and Jama Koliševka. Flood loams are found in sections of Otoška jama and Postojnska jama at the 529 to 530 m level. Loamy sediment is also found at this elevation within the Risovec and Sv. Andrej blind valleys. No flood sediments were found inside caves at the highest level recorded in the collapse dolines, at elevations between 535 and 547 m. This level has a large vertical range (12 m) and any associated deposits might have formed in more than one flood phase or been partly washed away after deposition.

The flood loam levels might be result of several phases of flooding. They can be found inside cave passages, collapse dolines and parts of neighboring surface which extend below flood levels. With further investigation of flood loam levels would be posible to establish dynamic of some processes inside cave system and collapse dolines.

CONCLUSION

Detailed investigation of collapse doline floors at similar elevations on the Postojna karst revealed that:

– the floors have been leveled by deposits of loam sediment;

– the loamy material probably originated from Pivka flysch basin;

– the flat loamy floors of collapse dolines are grouped at or within five distinct levels or level ranges;

– the occurrence of collapse doline floors at similar elevations might be a result of sedimentation of suspended material from floodwaters that inundated the lower parts of several neighboring collapse dolines at the same time;

– similar flood loam deposit levels are also found inside cave passages and on nearby parts of the surface that extend below the depositional levels;

– it is also possible to establish that development of collapse dolines is related to processes inside the cave system.

REFERENCES

Čar, J. – Šebela, S. (2000): Velika Jeršanova doline – a former collapse doline. – Acta carsologica, 29, 2, 201-212. Lublana.

Ford, D. C. – Williams, P. (1989): Karst Geomorphology and Hydrology. – Wellington, Uniwin Hyman, 601.

Gams, I. (1966): On the Hydrology of the Territory among the poljes of postojna, Planina and Cerknica. – Acta carsologica 4, 1, 5-54. Lublana.

Gospodarič, R., (1976): The Quaternary Caves Development Between the Pivka Basin and Polje of Planina. – Acta carsologica 7, 1, 5-135. Lublana.

Habič, P. (1963): Dolines en forme de puits, dites koliševke, et le cours d'eau soutterain (Resume). – Treći jugoslovenski speleološki kongres. Speleološki savez Jugoslavije, Sarajevo, 1-272. Sarajevo.

Knez, M. – Šušteršič, F. (1995): Prispevek k slovenskemu speleološkemu pojmovniku. – Naše jame, 37,1, 153-171. Lublana.

Šebela, S. (1998): Tectonic Structure of postojna jama Cave System. – Ljubljana, ZRC SAZU, 112. Lublana.

Besnota netopierov – nebezpečie prenosu na ľudí
Vzteklina netopýrů – nebezpečí přenosu na lidi

Judit Süli, Anna Ondrejková, Zdenek Beníšek, Róbert Ondrejka

Ústav epizootológie a infekčných chorôb, Univerzita veterinárskeho lekárstva, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; e-mail: suliova@uvm.sk

THE BAT RABIES – DANGER OF TRANSMISSION TO HUMANS

Except carnivores many species of insectivorous and haematophagous bats can be the reservoir animal species of rabies virus. When in 1953 a man died in Florida after a bat bite, a particular surveillance of bat populations in North America have been performed. The human deceases after rabid bat exposition are best documented just in **North America**. In the past century the human rabies cases had in USA a decreasing tendency. In years 1946-1949 were the 90 % of human rabies caused by dog bite, to beginning sixties by now only 67 %. As canine rabies declined, the relative importance of other reservoirs in the USA increased. From 1970 to 1989 bat rabies virus variants caused 30 % of cases of human rabies infections, and in the last decennary already 92 %. According to the data from 2002, all 3 human rabies cases in USA were caused by bat lyssavirus. The last 3 cases of human rabies in USA became in may and june 2004 after transplantation of organs from donor who had a wrong diagnosed reason of death – actually it was a rabies, caused by bat lyssavirus. In **Latin America** the haematophagous bats (called vampires, too) are the most relevant vectors for human rabies.

The first case of bat lyssavirus infection in **Europe** was recorded in 1954. The agent was named *European bat lyssavirus* – (EBL). To the year 2000 was determined more than 600 cases of EBL infections in bats, but for the present only 4 human rabies cases have became bat origin. The first three (Ukraine, Russia, Finland) was happened before 1986, the last case have been recorded in Great Britain in 2002.

To date, *Australian bat lyssavirus* (ABL) has been responsible for the deaths of two women in **Australia**; one the subject of an unprovoked attack by a wild fruit bat, and the other a bat-carer who worked closely with fruit bats.

The ratio of human rabies caused by bats **in Africa** is relatively low, because of the largest problem in Africa is till the urban rabies; the main reservoir species of rabies virus are the coyots and jackals. The situation is similar **in Asia**, the main reservoir species is the domestic dog. Even though rabies can be transmissed also by fruit bats, the relative ratio of bat rabies is in Asia negligible.

The potential **exposition of humans** by bats is obscure for the present. The anamnestic data are deficient and inexact. Patients mention bite, scratching, direct physical contact, presence of bats in living-room, etc.

BESNOTA NETOPIEROV – NEBEZPEČIE PRENOSU NA ĽUDÍ

Rezervoárovými druhmi vírusu besnoty (vztekliny, pozn. editora) sú okrem mäsožravcov aj mnohé druhy insektivorných a hematofágnych netopierov. V roku 1953 po úmrtí človeka na Floride, ktorý bol pohryzený netopierom, sa začala vykonávať podrobná surveillance v populáciách netopierov v Severnej Amerike. Úmrtia ľudí po expozícii besným netopierom sú najlepšie zdokumentované práve **v Severnej Amerike**. Počas minulého storočia mal výskyt humánnej besnoty v USA klesajúcu tendenciu. V rokoch 1946-1949 bolo 90 % prípadov humánnej besnoty vyvolaných psím pohryznutím, do začiatku šesťdesiatych už iba 67 %. Ako klesala urbánna forma besnoty – kanínna besnota, tak vzrastal relatívny význam ďalších rezervoárov besnoty v USA. Od roku 1970 do roku 1989 už 30 % prípadov bolo vyvolaných netopierím variantom, a v poslednom desaťročí 20. storočia u 92 % sa na vzniku infekcie podieľal netopierí lyssavírus. Posledná spracovaná štatistika z roku 2002 ukázala, že všetky 3 prípady humánnej besnoty boli spôsobené netopierím lyssavírusom. Najnovšie 3 prípady humánnej besnoty v USA v máji a júni toho roku sa vyskytli po transplantácii orgánov z darcu po nesprávnom diagnostikovaní príčiny smrti – v skutočnosti bola ňou besnota spôsobená netopierím variantom lyssavírusu. **V Latinskej Amerike** sú jedným z najdôležitejších vektorov pre humánnu besnotu hematofágne netopiere (nazývané tiež vampíry).

Prvý prípad lyssavírusovej infekcie u netopiera **v Európe** bol zaznamenaný v roku 1954. Pôvodcu pomenovali „európsky netopierí lyssavírus" (*European bat lyssavirus* – EBL). Do roku 2000 bolo zistených viac ako 600 prípadov EBL-infekcie netopierov, zatiaľ však iba 4 prípady humánnej lyssavírusovej infekcie mali pôvod u netopierov. Prvé tri (na Ukrajine, v Rusku a vo Fínsku) sa stali ešte pred rokom 1986, posledný prípad bol zaznamenaný koncom roku 2002 vo Veľkej Británii.

Zistilo sa, že austrálsky netopierí lyssavírus (ABL) bol zodpovedný za smrť dvoch žien **v Austrálii;** jedna z nich pracovala v blízkosti netopierov, druhá sa stala obeťou útoku chorého infikovaného netopiera. V počte humánnych prípadov besnoty **v Afrike** je podiel úmrtí spôsobených netopierími lyssavírusmi relatívne nízky, pretože v Afrike je doposiaľ najväčším problémom urbánna besnota, pričom hlavnými hostiteľmi vírusu besnoty sú kojoty a šakaly. Aj **v Ázii** je najväčším problémom urbánna besnota; hlavným rezervoárovým

Much of them are not aware for any contact with bats. The aerogenic way of infection (by aerosol) is not excluded. A profylactic immunization of chiropterologists and speleologists, and after exposition an antirabies treatment is therefore recommended. The practical experiences with commercial vaccines are very good. Although a number of cases were recorded in several countries, when speleologists were exposed by rabid bats, anybody of them died, if was prophylactic vaccined by commercial rabies vaccine, or after bat bite was treated by common antirabies therapeutics.

druhom je pes domáci. Aj keď besnotu môžu preniesť na ľudí aj fruktivorné netopiere, ich podiel na výskyte besnoty v krajinách Ázie je zanedbateľný.

V potenciálnej **expozícii ľudí** netopiermi je zatiaľ veľa nejasností. Anamnestické údaje sú nedostatočné a nepresné. Pacienti uvádzajú pohryznutie alebo poškrabanie, priamy fyzický kontakt (dotyk), prítomnosť netopiera v obývacom priestore a pod. Mnohí však nie sú si vedomí žiadneho kontaktu s netopiermi. Nie je vylúčená aerogénna cesta infekcie (aerosólom). Preto sa chiropterológom a speleológom doporučuje profylaktická imunizácia proti besnote a v prípade expozície postexpozičná antirabická liečba. Praktické skúsenosti s komerčnými vakcínami sú veľmi dobré. Dôkazom toho je aj skutočnosť, že hoci bolo zaznamenaných niekoľko prípadov vo viacerých krajinách, keď speleológovia boli exponovaní infikovaným netopierom, žiaden z nich nezomrel na besnotu, keď bol preexpozične vakcinovaný bežnou humánnou antirabickou vakcínou, alebo po pohryznutí netopierom absolvoval postexpozičnú antirabickú liečbu.

Thousand Acres Plateau – nová krasová oblast Nového Zélandu ?

Radko Tásler

Česká speleologická společnost, ZO 5-02 Albeřice

Abstract: Five members of Czech Speleological Society visited as a turist Thousand Acres Plateau in Matiri Range in province Nelson, South Island of New Zealand. The relict of peneplain probably prepliocene age is build by carbonate of lower cretaceous. Several potholes, one shaft with decoaration and alpin tipe cave was discovered, but because of lack of speloequpment not descended.

Na závěr expedice České speleologické společnosti do jeskyně Bohemia pět účastníků výpravy turisticky navštívilo oblast náhorní plošiny Thousand Acres Plateau v pohoří Matiri Range v provincii Nelson na Jižním ostrově Nového Zélandu. Tato malá skupina nebyla speleologicky vybavena a zjištění krasového fenoménu na platu bylo překvapením. Referát podává pouze stručné informace s dvoudenního terénní pochůzky. Z výchozu na hraně horního plata byl odebrán petrologický vzorek.

Plato leží západně od údolí řeky Matiri River a pěší přístup z konce nezpevněné cesty Matiri Valley Road trvá zhruba dva dny. Plato je rozčleněno na dvě úrovně. Horní plato má průměrnou nadmořskou výšku 1 100 m, je ohraničeno strmými srázy a skalními stěnami až 50 m vysokými spadajícími do kaňonovitých údolí řek Matiri River a Larikin Creek. Na sv. stoupá na mírně vyvýšený hřbet, za kterým stupňovitě spadá na dolní palato. Spodní plato má průměrnou nadmořskou výšku 1 000 m a východě spadá strmými srázy a skalními stěnami do kaňonovitého údolí řeky Matiri River. Na severu a severozápdě je ohraničeno rozsáhlým hřebenem.

Ústřední částí horního plata je velmi mělká mísovitá sníženina. Na hřbetu jsou četné závrty vyplněné zvětralinami a porostlé trávou a křovinami. Závrty dosahují průměru 2 až 10 m, hloubky do 4 m, většinou jsou však mělké a v některých menších jsou rašelinová jezírka. U několika závrtů byla nalezena čelní stěna s korozivní modelací, založená na výrazných poruchách SV-JZ. Bylo patrné, že tyto závrty mají funkci hltače. V boku jednoho závrtu byla zející propast se zvětralými stalaktity při stropě. Hloubka byla odhadnuta na 5 m. Ve svahu spadajícím na spodní plato byla nalezeno ústí propasťovité jeskyně, vzhledem k absenci speleologického vybavení nebylo možné uskutečnit sestup.

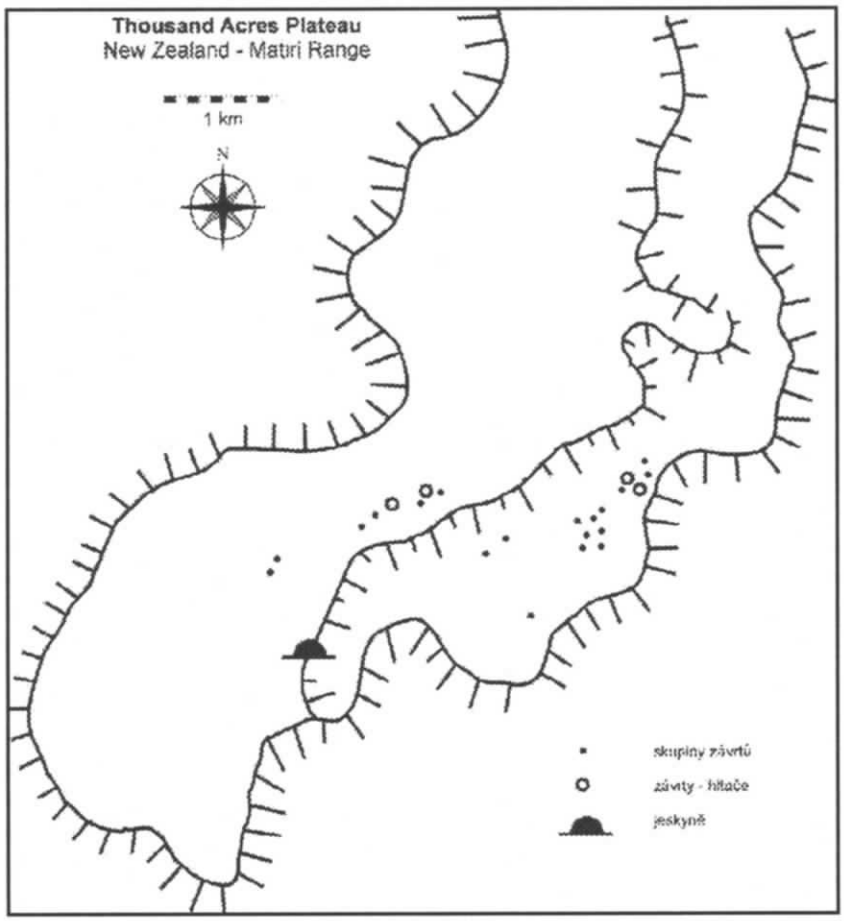
Spodní plato je rozčleněno nevýraznými depresemi a elevacemi, ústřední částí je mělká mísovitá sníženina poseta mělkými závrty a rašelinovými jezírky. Závrty mají průměr od 2 do 5 m a hloubka dosahuje maximálně 2 m. Jsou vesměs vyplněné zvětralinami a porostlé trávou. Některé závrty, především v západní části sníženiny mají charakter hltačů a na dně jsou balvany omleté periodicky protékající vodou.

Západně od popisovaného plata je ve stejné výškové úrovni vidět další plato oddělené hlubokým kaňonem (z časových důvod nenavštíveno).

Dr. Bosák a V. Houša z Geologického ústavu AV ČR popsali vzorek a určili stáří karbonátu jako spodní křída (mokoiwian) – pravděpodobně barrem-apt. Karbonát obsahuje malé množství klastického křemene, ojedinělé akcesorické těžké minerály (turmalín). Základní mikritová matrix je místy slabě silicifikována drobnými rohovci. Kromě dominantních foraminifer (rody Hedbergella /cf. cigali/, Nodosaria a další) se objevují následující bioklasty: úlomky tenkoskořepytých mlžů, ?úlomky kostí (fosfatické), ?spikule hub, ?ostrakodi. Ve komůrkách foraminifer je glaukonit, organická hmota a mírně rozložený pyrit (na limonit).

O platu se zmiňuje pouze několika větami turistické informační centrum v městečku Murchison, jako o nádherné horské oblasti, ale hůře dostupné. Ve speleologické literatuře se nepodařilo zatím zmínku nalézt.

Plato představuje relikt starého povrchu pravděpodobně starší než pliocén. V této výškové úrovni jsou vyvinuty velké říční chodby jeskyně Bohemia a Bulmer Cavern (Mt. Owen – 20 km vsv.od plata) (Tásler a kol.1991), které jsou považovány za pliocénní, případně starší (Main 1988). Tektonická mocnost karbonátů je minimálně 100 m (úložné poměry nebyly studovány) a na styku s podložními ?granitoidními horninami lze očekávat jeskynní systémy. Vzhledem k zvětralinovému pokryvu plata a jejich přemisťování do podzemí nelze vyloučit značné zasedimentování hypotetických podzemních dutin. Pro krasové odvodňování plata svědčí i mocné travertinové kupy v údolí řeky Matiri River.



Obr. 1: Thousand Acres Plateau.

LITERATURA

Main, L. (1988): Speleogenesis of Bulmer Cavern. N.Z. – Speleological Society Bulletin (8) 144/145, 141-145. Waitomo.
Tásler, R. a kol. (1991): Owen 90. – Česká speleologická společnost, ZO 5-02 Albeřice. Trutnov.

Speleologické výzkumy a ochrana přírody v CHKO Moravský kras
Speleological survey vs. nature protection in the Moravian Karst PLA

Antonín Tůma

Správa ochrany přírody, Správa CHKO Moravský kras, Svitavská 29, 678 01 Blansko

Abstract: The contribution briefly describes major cave types with respect to their utilization, survey and exploration. Several cave examples are provided.

The permissions cover just operation that does not result in any damage of the cave and the included biota. The operation is permitted in a minimal form in order to reduce damage of the locality, its functions, and value. The Administration of the Moravian Karst PLA sets the conditions for working procedures, recultivation, and depositing of the dug material. The permission includes specific issues concerning archaeological and paleontological supervision at the diggingsite. If underground caves featuring bat winter habitat are affected, no activity possibly disturbing the animals are acceptable. The Administration of the Moravian Karst PLA approves the caveclosure solution. After the terrain operation si over, a final report is elaborated that includes text, maps, and photos.

Based on previous agreement with the Administration of the Moravian Karst PLA, the speleological organization also carries out cave protection supervision in the specified area of interest.

Abstrakt: V referátu je podána stručná charakteristika jednotlivých typů jeskyní podle jejich využití z hlediska speleologických průzkumů a výzkumů doplněná příklady.

Povolovány jsou pouze takové práce, které nepoškozují jeskyně a její živé složky. Veškeré práce na lokalitách jsou povolovány v nezbytně nutném rozsahu tak, aby minimálně narušily dochovaný stav lokality, její funkce a hodnoty. Správa CHKO Moravský kras určuje způsob provedení a uložení výklizu, podmínky úprav okolí a rekultivaci deponií vytěžených materiálů. V rámci povolení jsou řešeny i otázky archeologického a paleontologického dozoru nad výkopovými pracemi. V podzemních prostorách, které slouží jako zimoviště netopýrů, jsou zakázány všechny činnosti, které by mohly narušit klid zimujících netopýrů. Způsob uzávěry jeskyně je předem odsouhlasen Správou CHKO Moravský kras. Po ukončení prací je zpracována Závěrečná zpráva o lokalitě s textovou částí, mapovou a fotografickou dokumentací.

Po dohodě se Správou CHKO Moravský kras speleologická organizace provádí ve svém zájmovém území i ochranářský dohled nad tzv. jeskyněmi v konzervaci.

Výuka Speleologického mapování na oboru Geodézie a kartografie Vysokého učení technického v Brně

Josef Weigel, Radim Kratochvíl

Ústav geodézie, Stavební fak., Vysoké učení technické v Brně, Veveří 95, 602 00, Brno;
e-mail: weigel.j@fce.vutbr.cz, r_kratochvil@fce.vutbr.cz

Abstract: The Institute of Geodesy at the Faculty of Civil Engineering, Brno University of Technology, offers voluntary subject Speleological Surveying. The introductory part of the seminar is theoretically aimed and deals with carstological geology, geomorphology, hydrology and biology. The second part is focused on practical aspects of underground surveys. At the end of winter semester students spare two days on field traning in Býčí skála (Bull rock) cave in the central part of the Moravian carst.

ÚVOD

Studenti magisterského studijního programu Geodézie a kartografie absolvují během studia řadu povinně volitelných předmětů, mezi nimiž figuruje již tradičně Speleologické mapování, zařazené do zimního semestru. pátého ročníku. V rámci tohoto semináře jsou přednášeny zejména elementární základy vědních disciplín spojených s krasovým fenoménem, aplikace geodézie ve sféře speleologie a na závěr je zařazeno terénní cvičení, v jehož

průběhu si studenti vyzkoušejí nabyté poznatky v praxi. Výuku uzavírá odevzdání zpracovaného dokumentačního díla a získání zápočtu. Obsah předmětu je volen tak, aby doplňoval poznatky z obdobného povinného předmětu Měření podzemních prostor, zahrnujícího zejména problematiku důlního měřictví a vytyčování podzemních inženýrských děl (metro, tunely, kolektory apod.).

HISTORIE

Ústav (katedra) geodézie se problematikou měření v Moravském krasu zabývá již dlouhodobě. Někteří pracovníci a studenti oboru jsou i členy České speleologické společnosti (ČSS). Od počátku vzniku ČSS se pracovníci katedry geodézie podíleli na pořádání měřických kurzů pro ČSS. Pro potřeby ČSS byla sepsána i základní příručka pro speleologické mapování Hromas a Weigel (1986), která byla v roce 1998 vydána v přepracované podobě.

V rámci pedagogického procesu jsou pravidelně zpracovávány z oblasti Moravského krasu seminární a diplomové práce. Přehled diplomových prací od roku 1980 do roku 1985 byl publikován v příspěvku Weigel a Lotreková (1986). Z diplomových prací v dalších letech stojí za zmínku např. práce k problematice měření Amatérské jeskyně, viz. Sirotek (2000).

Počátkem devadesátých let minulého století byl do studijního programu zařazen povinně volitelný seminář Speleologické mapování, který si každoročně vybírá přibližně 20 studentů oboru.

OBSAH VÝUKY

Přednášková část

Úvodní, obecněji zaměřený cyklus přednášek zajišťuje známý krasový badatel RNDr. Jan Himmel. V jeho rámci jsou studenti seznámeni se základy krasové geologie, geomorfologie, hydrologie a biologie. Výklad je doplněn jak obsáhlým souborem obrazového materiálu, tak i řadou vzorků přírodnin. Navazující, již specificky zaměřenou část přednášek zajišťují autoři příspěvku. Objasňuje možnosti použití geodetických přístrojů a pomůcek v podzemí, způsoby stabilizací geodetických bodů, problematiku výběru zaměřovaných objektů a formy jejich grafického vyjádření v mapovém díle.

Praktická část

Terénní část výuky byla řadu let realizována obvykle formou jednodenního pobytu v jižní části Moravského krasu v Ochozské jeskyni. Od roku 2003 se podařilo, ve spolupráci se ZO ČSS 6-01, zajistit výhodnější podmínky ve střední části krasu na lokalitě Býčí skála. Možnost ubytování studentů v jeskyňářské základně umožnila prodloužit konání akce na dva dny, zjednodušil se transport měřického vybavení a zvýšila bezpečnost pobytu v jeskyni s ohledem na rizika vyšších vodních stavů. Rozsáhlejší jeskynní komplex rovněž nabízí širší paletu mapovaných jevů (typy a profily chodeb, druhy výplní).

V průběhu předcházejících let byla v hlavní chodbě jeskynního systému Býčí skála provedena důkladná stabilizace páteřního polygonového pořadu. Tím byl pro studenty vytvořen základ pro aplikaci přesných, ryze geodetických metod, jako je měření úhlů teodolitem a výšek nivelací. Na tento polygonový pořad dále navazují podrobným měřením prvků jeskyně pomocí teodolitu s nástavcem pro "bezodrazný" dálkoměr Disto. Rovněž si vyzkoušejí i mapování v těsných chodbách se závěsným či geologickým kompasem, sklonoměrem a pásmem, včetně zákresu podélného profilu a jednotlivých příčných řezů.

Veškeré číselné a grafické výstupy jsou následně zpracovávány v jednotném souřadnicovém i výškovém systému (S-JTSK, Bpv). Výsledná podoba mapy je vytvářena v digitální formě v grafickém prostředí MicroStation. Závěrem semestru studenti odevzdávají výsledný elaborát obsahující technickou zprávu, zápisníky, výpočty, měřické náčrty a mapu zpracovávané části jeskyně ve vhodném měřítku.

ZÁVĚR

Seminář Speleologického mapování se za uplynulá léta osvědčil natolik, že byl akreditován i v nově koncipovaném trojstupňovém studiu oboru Geodézie a kartografie. Seminář je opět zařazen do zimního semestru druhého ročníku magisterského stupně, který navazuje na předcházející tři ročníky bakalářského studia. Seminář si volí přibližně polovina studentů příslušného ročníku. U některých z nich vyústí jejich zájem o krasovou problematiku i ve volbu tématu diplomové práce z této oblasti, případně vstup mezi členy ČSS. Při výběru témat diplomových prací Ústav geodézie úspěšně spolupracuje s řadou profesionálních a zájmových organizací a skupin.

Blízkost Moravského krasu, nejvýznamnějšího krasového území ČR, k brněnským vysokým školám je jedinečnou příležitostí pro jejich výzkumnou a pedagogickou aktivitu. Zavedení samostatného předmětu Speleologické mapování do výuky vysoké školy technického směru je v tomto směru, pokud víme, ojedinělou aktivitou. Ústav geodézie chce v rámci své oblasti odborného zaměření i nadále přispívat k poznání a dokumentaci unikátního přírodního fenoménu.

LITERATURA

Hromas, J. – Weigel, J. (1986): Základy speleologického mapování. – ČSS.
Hromas, J. – Weigel, J. (1998): Základy speleologického mapování, Zlatý kůň a ČSS.
Sirotek, J. (2000): Diplomová práce, VUT v Brně, Ústav geodézie. Brno.
Weigel, J. – Lotreková, L. (1986): Diplomové práce vztahující se k CHKO Moravský kras. – Regionální sborník okresu Blansko1986, Okresní muzeum Blansko.

Silnice u Nové Rasovny – geodetický, geologický a geofyzikální průzkum

Josef Weigel, Vlastimil Hanzl, Tomáš Šváb

Ústav geodézie, Stavební fak., Vysoké učení technické v Brně, Veveří 95, 602 00, Brno;
e-mail: weigel.j@fce.vutbr.cz, hanzl.v@fce.vutbr.cz, svab.t@fce.vutbr.cz.

Abstract: In this presentation we describe the geodetical, geological and geophysical prospectings of surrounding area of the Nová Rasovna Cave in the northern part of the Moravian karst. The Bílá voda Creek disappears into the Nová Rasovna Cave, which is under the road III/3783 near the village of Holstejn. The road is endangered with erosion and braking off small parts of road construction. The resultes of investigations will serve to recognize of conditions needed for the solution present state.

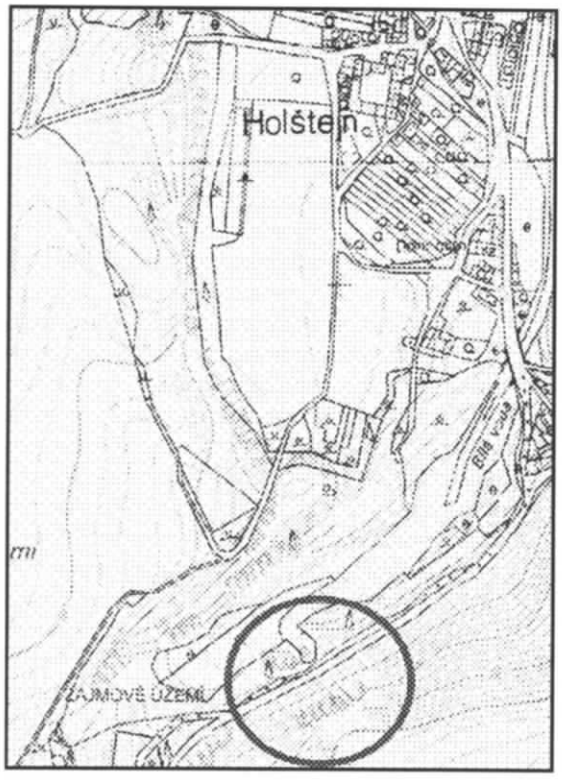
ÚVOD

Začátkem roku 1994 se začali pracovníci Ústavu geotechniky a Ústavu geodézie Stavební fakulty Vysokého učení technického v Brně zabývat inženýrsko-geologickým průzkumem a geotechnickým zhodnocením území v okolí silnice III/3783 v prostoru jeskyně Nová Rasovna v Moravském krasu. (obr.1). Zmíněná komunikace spojuje obec Holštejn s okolními obcemi a vede v těsné blízkosti propadání potoka Bílá voda. Silnice byla v předchozích letech značně zatížena těžkou dopravou. Těleso vozovky nad propadáním potoka bylo poškozováno odlamováním části konstrukce vozovky směrem do propadání. V roce 1965 došlo dokonce k rozsáhlému zřícení části stěny nad ponorem. Zřícené balvany a skalní bloky se nacházejí na dně říčního koryta před dnešním ústím propadání. Prvotní průzkum provedený v roce 1994 měl za úkol zhodnotit stabilitu území tohoto silničního úseku. V roce 2003 byl dokončen druhý, podrobnější průzkum, který byl rozšířen o geofyzikální adalší geodetická měření.

POPIS LOKALITY

Bílá voda mizí do podzemí v propadání Nová Rasovna nedaleko obce Holštejn. Odtud odtéká jako podzemní říčka přes jeskynní systém Piková dáma – Spirálka a jeskyni 13C směrem do Amatérské jeskyně. Bílá voda společně se Sloupským potokem jsou hlavními zdrojnicemi podzemní říčky Punkvy. Z Amatérské jeskyně Punkva odtéká na dno propasti Macocha a přes světově proslulé Punkevní jeskyně směrem k vývěru na povrch.

Potok Bílá voda se ponořuje pod zem na levé straně poloslepého údolí, zhruba 0,5 km jižně od obce. Potok se



Obr. 1.: Situace lokality.

propadá v ponoru, který se nachází u paty skalní stěny přímo pod silnicí III/3783 z Ostrova do Lipovce a Holštejna. Zatímco vlastní ponor se nachází na jedné straně silnice asi 20 m hluboko pod silnicí, vstup do jeskyně je na druhé straně silnice prakticky v její úrovni.

Při velkých vodních stavech nestačí ponor Nové Rasovny pohltit všechnu přitékající vodu, ta se vylévá ze svého koryta a přetéká k závěrové stěně poloslepého údolí, kde se ztrácí v jeskyním systému Stará Rasovna.

Vlastní jeskyně, do nichž lze proniknout buď horním vchodem, nebo za mimořádných podmínek i vlastním ponorem, má propasťovitý charakter o hloubce 65 m a délce přes 1,5 km. Vstupní propasťovitá část spojuje horní patra se zajímavě modelovanými patry středními. Spodní patro tvoří dlouhé chodby povodňového charakteru. Horní patra jeskyně se nacházejí jen několik metrů pod vlastní konstrukcí vozovky. Macošský sifon, symbolický konec jeskyně směrem k Macoše, byl potápěčsky překonán až v roce 1985, proplaváním do dva roky předtím objevených prostor v jeskyni Spirálové.

Z geologického hlediska se území nachází na severovýchodním okraji Moravského krasu, který je tektonicky oddělen od kulmu Drahanské vrchoviny dvěma zlomovými liniemi ve směru ZSZ-VJV. Hranice devonu s kulmem na východě probíhá ve vzdálenosti cca 500 m SZ u obce Holštejn. Karbonáty Moravského krasu jsou zastoupeny vilémovickými vápenci středního až svrchního devonu. Zkrasovatění je nepravidelné, od centimetrových dutinek po metrové chodby a kaverny. Povrch dutin je většinou dokonale vyhlazen tekoucí podzemní vodou.

PRVOTNÍ GEODETICKÝ A GEOLOGICKÝ PRŮZKUM (1994)

Průzkumné práce

S prvotním průzkumem této lokality bylo započato v roce 1994 a na společném průzkumu se podíleli i další spoluřešitelé z Ústavu geotechniky a Ústavu geodézie VUT v Brně.

V okolí jeskyně a propadání potoka Bílá voda neexistovala žádná vhodná mapa velkého měřítka. Proto prvotním úkolem bylo zmapování okolí propadání a vhodné grafické znázornění obtížného terénu. Mapování bylo provedeno z bodového pole vybudovaného pro tyto účely a pro účely speleologického mapování. Mapovalo se v souřadnicové systému S-JTSK a výškovém systému Bpv. Pro vzájemné poznání prostorových vztahů mezi povrchem a podzemím bylo nezbytně nutné doměřit i podzemní prostory a připojit stávající měření na povrch. V případě jeskyně Nová Rasovna bylo možno využít již některých existujích měření, které v předcházejících letech vykonali speleologové z Holštejna. Pro zpracování části mapy jeskyně byla též použita mapa zpracovaná prof. Karem Absolonem počátkem minulého století. Jeskyně byla doměřena polygonovými pořady měřenými pomocí závěsného hornického kompasu, geologického kompasu a pásma. Použitá metoda mapování jeskyně patří k nejčastějším způsobům dokumentace jeskyní v Moravském krasu. Díky tomuto měření bylo poté možno vykreslit průběhy vybraných chodeb do mapy povrchu lokality.

Ze skalní stěny pod silnicí jsou postupně vyplavovány sedimenty a dochází i k uvolňování některých skalních bloků. Proto bylo zahájeno také fotogrammetrické zaměření puklin na skalní stěně. Fotogrammetrie se využilo pro složitost a nepřístupnost skalní stěny. Snímky byly proměřeny a zpracovány v obecné poloze s vyhodnocením univerzálním programem ORIENT vytvořeným na TU Vídeň. Výsledkem fotogrammetrického měření byl ortogonální průmět skalní stěny do roviny pohledu s vykreslením jednotlivých skalních puklin.

Pro sledování výškových změn v nejkritičtějších částech vozovky byla do asfaltového krytu vozovky osazena sada speciálních značek. Tyto značky jsou opakovaně zaměřovány metodou velmi přesné nivelace. Body byly voleny s ohledem na kritické části vozovky. Za nejkritičtější bylo považováno místo, kde byla strž v přímém kontaktu s vozovkou. V okolí tohoto místa byla zvolena hustější síť bodů. Celkem bylo osazeno 23 nivelačních značek spolu s 2 značkami zajišťovacími. Základní etapa nivelačních měření se uskutečnila v zimě 1994.

Dále byly provedeny 3 jádrové vrty a 3 kopané sondy. Vrty byly hloubeny kombinací technologie jádrového vrtání na sucho a systémem WIRE – LINE do hloubky 15-20 m. Z vrtů byly odebírány průběžné dokumentační vzorky hornin.

Výsledky prvotního výzkumu a navržená opatření

Na základě inženýrskogeologického průzkumu, speleologického výzkumu, geodetických měření a dalších poznatků bylo možno zhodnotit stabilitu území silničního úseku nacházejícího se v bezprostředním okolí propadání potoka Bílá voda. Bylo konstatováno, že:

– stabilita svahů nad i pod silnicí je trvale snižována dešťovou a potoční erozí, stabilita skalních stěn pod propadáním je snižována mrazovým zvětráváním a odpadáváním bloků, které může vést i k náhlým katastrofálním řícením stěn.

– stabilita území nad i pod silnicí je ohrožována krasovými jevy a to ponorným tokem a jeho účinky.

– stabilita území je nadále ohrožována nepříznivou tektonickou stavbou a průběhem hlavních zlomů.

Silnice je v prostoru Nové Rasovny nad propadáním potoka Bílá voda v trvalém ohrožení z hlediska stability.

Návrhy na opatření musí respektovat vedle geologie, hydrologie, krasových jevů, také problematiku ekologie, neboť lokalita se nachází v Chráněné krajinné oblasti MK.

Pro řešení problému připadaly v úvahu následující varianty:

– přemostění nad vlastním propadáním a zrušení stávajícího úseku vozovky.

– vybudování přemostění vozovky na stávající trase.
– vybudování přitěžovacího kameninového až balvanitého přísypu pod stávající skalní stěnou pod silnicí.
– přeložení silnice do údolí Bílého potoka.
– vybudování nového obchvatu mimo tuto lokalitu.

Problém se stabilitou daného území byl nakonec prozatímně vyřešen smontováním ženijního mostu a jeho pokládkou na stávající komunikaci v její nejohroženější části. Současně byla na vozovce snížena rychlost a stanoveno maximální zatížení tohoto provizorního mostu.

SOUČASNÝ DETAILNÍ PRŮZKUM (2003)

Detailní průzkum, který se uskutečnil v roce 2002 a 2003 byl doplněn o nová geodetická měření a zejména pak o poznatky geofyzikálních měření.

Geodetické a geologické práce

V okolí propadání potoka Bílá voda bylo provedeno nové podrobné doměření území o rozsahu asi 5 ha. Podrobné body na terénu byly voleny tak, aby co nejlépe vystihly komplikovanou morfologii terénu. Část bodů v okolí propadání byla převzata z předchozího měření. V grafickém prostředí programu ATLAS byl vytvořen podrobný 3D digitální model terénu.

Stejným programem byla vytvořena mapa s vrstevnicemi a hranami a také řezy napříč údolím. Ze speleologických map vyhotovených v roce 1994 byla vrstevnicová mapa doplněna kresbou horního patra podzemních prostor. Do mapy byla označena poloha nových vrtů, které byly ke konci roku 2002 a v průběhu roku 2003 realizovány.

Dále byla fotogrammetricky opětovně zaměřena skalní stěna nad propadáním. Stěna byla snímkována digitální kamerou NIKON Coolpix 5000 s objektivem 7.1 –21.4 mm s velikostí obrazu 5 Mpix (2560x1920). Velikost pixelu 3.1 mm . Po orientaci snímků pomocí zaměřených vlicovacích bodů byl v prostředí programového systému PhotoModeler Pro 4.00 firmy EOS Systém Inc. vytvořen 3D model skalní stěny. Při dalším snímkování tak bude možné zjišťovat poměrně rychle případné změny zaměřovaného objektu.

Nadále bylo prováděno geodetické měření nivelačních bodů pro sledování jejich výškových změn. Interval opakovaných měření byl stanoven v roce 1994 zpočátku na 3 měsíce, později se měřilo v půlročních intervalech. Dosud naměřené svislé posuny těchto bodů jsou způsobeny spíše pohybem vlastní konstrukce vozovky, než poklesem skalních bloků.

Geofyzikální průzkum

Úkolem geofyzikálního průzkumu okolí ohrožené silnice bylo přispět ke zjištění zakrytých a dosud neznámých oslabených zón a krasových dutin skalního masívu a poskytnout podklady pro vyhledání relativně stabilních míst pro možné založení nového mostu. Bylo použito dipolové elektromagnetické profilování pro zjištění plošného rozložení měrného odporu, dvojrozměrná odporová tomografie pro odporové řezy do hloubky 20 m a půdní termometrie ve vrtech v hloubce 1 m pro identifikaci dosud neznámých jeskyní v podloží vozovky.

Chod izolinií měrného odporu ukazuje tři hlavní směry anomálií nízkého odporu, které představují oslabené zóny vápenců. Hlavní jsou svahové deformace paralelní se směrem údolí vzniklé vlivem gravitační síly.

Metoda dvojrozměrného odporového řezu s využitím mnoholektodového kabelu a kvantitativní interpretace programem RES2DINV je novou možností odporového geoelektrického průzkumu. Touto metodikou bylo možno interpretovat odporový řez jako celek a nikoliv jako jen jednotilvé body. Odporové řezy ukazují místa sníženého odporu vápenců, kde je nutno předpokládat snížené hodnoty RQD a oslabení vápenců puklinami a kavernami.

Využití digitálního modelu terénu umožňuje aplikace konečných prvků s korekcemi na reliéf terénu. Obě nové možnosti jsou důležité v případě strmých odporových anomálií a členitého terénu. V případě, že pukliny jsou v hloubce pod skalním útesem, je třeba uvažovat o možnosti pohybu skalního bloku a s jeho kolapsem v budoucnosti.

Další použitou metodou bylo měření teploty půdy odporovým termometrem v otvorech vyvrtaných do hloubky 1 m. Měření ukázalo několik výrazných anomálií zvýšené teploty o 1 až 2 °C. Zvýšení teploty se interpretuje jako vliv teplého vzduchu vystupujícího z jeskyní. Kromě teplotních anomálií, které odpovídaly jeskynnímu systému Nové Rasovny byly zjištěny některé další, které možná přísluší dosud nezjištěným podzemním prostorám.

Geofyzikální měření bylo poskytnuto ústavu geodézie VUT v Brně. Z naměřených hodnot byly vyhotoveny v grafickém prostředí programu ATLAS 3D modely zaměřovaného území ve vyjádření odporových hodnot. Tyto modely byly vytvořeny pro vhodně zvolené hodnoty měrného odporu vyskytujících se v uvažované oblasti. Model vytvořený pro hodnotu měrného odporu 350 Ohm.m (těchto hodnot bylo v uvažované lokalitě nejvíce) se shodoval s vyhotovenou mapou izolinií a podával plastický přehled rozložení měrného odporu ve zvoleném prostoru.

ZÁVĚR

Detailní geologický, geodetický, geofyzikální a speleologický průzkum lokality je naprosto nezbytný při řešení tohoto komplikovaného problému.

Získané poznatky by měly přispět k objektivnímu posouzení navrhovaných opatření, ať již půjde o vybudování nové mostní konstrukce, nebo jiné řešení zohledňující chráněnou krajinou oblast a její unikátní podzemní krásy.

LITERATURA

Paseka, A. – Šamalíková, M. (1974): Holštejn – Rasovna, Inženýrskogeologický průzkum silnice III tř. v prostoru Nové Rasovny nad propadáním potoka Bílá voda, VUT-FAST Brno.

Paseka, A. – Šamalíková, M. – Pícha, B. – Hanzl V. (2003): Vliv krasové činnosti na stabilitu horninového prostředí. Dílčí výzkumná zpráva 2003, VUT-FAST Brno.

Absolon, K. (1970): Moravský kras, díl I. a II. – Academia. Praha.

Studium „stagnujících" výskytů skapové a kondenzované vody v jeskyních: Chemické složení a poznámky ke korozi krápníkové výzdoby

Ondřej Zeman[1], Jiří Bruthans[2], Michal Filippi[1], Helena Vysoká[2]

[1] Geologický ústav Akademie věd České republiky, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6. e-mail: zeman@gli.cas.cz
[2] Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užité geofyziky. Přírodovědecká fakulta University Karlovy, Albertov 6, 128 43 Praha 2

Abstract: Slight stagnant water occurrences (drops) were studied in four caves in the Czech Republic and Slovakia. Major components were analyzed (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, Cl^-, NO_3^-), pH, conductivity and temperature were measured in the field. Results are shown in table 1. Waters coming from condensation differs by higher amount of sulphate and some other components if compared with dripping waters.

ÚVOD

Při izotopovém studiu krasových vod prováděném autory v řadě krasových oblastí v ČR byla v letech 2003 až 2004 určitá pozornost věnována též skapovým vodám v jeskyních. Z mikroskopických výzkumů odpadlých brček provedených Štelclem a Zimákem (2002) vyplynulo, že v Amatérské jeskyni se nachází brčka se stopami koroze. Studium saturačního indexu skapových vod v téže jeskyni však ukázalo, že ani v jednom vzorku nebyla zachycena voda nenasycená vzhledem ke kalcitu (Faimon a Zajíček, 2002). Autoři jako vysvětlení tohoto paradoxu uvádějí, že k průniku agresivních vod může docházet pouze epizodicky – při extrémních událostech (ty jsou obtížně zachytitelné při vzorkování).

Při vlastním makroskopickém pozorování brček i jiné krápníkové výzdoby na přístupných místech v Amatérské jeskyni v roce 2003 jsme zjistili, že náznaky koroze (nepravidelné proděravění stěn visících brček, proděravění záclon porušující růstové plochy) jeví výhradně brčka a záclony, které byly buď suché, nebo na nich byly stagnující kapky (vůbec neskapávající, případně s extrémně dlouhým intervalem). Naopak všechna místa smáčená silným skapem jevila intenzivní růst sintrů bez jakýchkoli stop koroze. Z výše uvedeného vyplývá důležitý závěr: Korozi nezpůsobují intenzivní skapy (které lze běžnou technikou vzorkovat). Korozní postižení je buď již neaktivním následkem minulých období, nebo nějak souvisí s téměř imobilními výskyty vody na krápnících, jejíž složení ani původ dosud nebyl studován. Proto bylo vybráno několik lokalit těchto „stagnujících vod" a zkoumáno jejich chemické složení a původ vody.

STUDOVANÉ LOKALITY

V tomto pilotním výzkumu bylo odebráno 7 vzorků skapových, kondenzačních a stagnujících vod ze čtyř lokalit. Žádná ze zkoumaných jeskyní nepatří mezi zpřístupněné pro veřejnost. Dva vzorky byly odebrány z Amatérské jeskyně v severní části Moravského krasu, krátce po velké letní přívalové povodni na Sloupském potoce (květen 2003). Jeden vzorek pochází z Ochozské jeskyně z jižní části Moravského krasu. V obou případech se jedná o lokality hluboko v jeskyním systému, bez intenzivnější ventilace. Dalším objektem byla Jaskyňa Mŕtvych Netopierov (dále JMN) na Kozích Chrbtech v Nízkých Tatrách. Zde byly odebírány jednak kondenzační vody z Kozího dómu asi 40 m od vchodu Orlí Okno, který představuje extrémně dynamickou prostoru z hlediska proudění vzduchu. V zimním období proudí Orlím oknem do Kozího dómu a dále do nitra jeskyně venkovní vzduch rychlostí až několika $m.s^{-1}$ a přináší s sebou sníh (Štéc, 2000). Výsledkem je podchlazení těchto prostor pod bod mrazu. Naopak v létě tudy proudí vzduch z jeskynního systému směrem ven. V Kozím dómu dochází v létě díky silnému podchlazení stěn k intenzivní kondenzaci vody z relativně teplejšího vnitrojeskyního vzduchu. O původu vody z kondenzace zde není nejmenších pochyb. Pro srovnání byly odebrány i vzorky běžných skapových

vod z Pískové chodby, která se nachází hluboko v nitru jeskynního systému, bez výraznějšího proudění vzduchu. Kondenzovaná voda byla studována i v Strašínské jeskyni u Sušice v Jižních Čechách. Vzorky byly odebrány z hlavní prostory, která funguje jako zimní statická jeskyně, ačkoli k určitému průniku vzduchu v létě do horní části prostory dochází. Opět byl odebrán vedle kondenzační vody i vzorek skapu. Detailní lokalizace odběrů je popsána v tabulce 1.

METODIKA

Aby bylo možné malé „stagnující" výskyty vod na stropech a výzdobě studovat, byla použita speciální technika odběru vod a musel být zvolen alternativní způsob zpracování v laboratoři. Odběr byl prováděn pomocí injekční stříkačky s jehlou. Záhy se ukázalo, že je rychlejší nechat kapky po vnější straně jehly samovolně „sklouznout" na čistý mikrotenový sáček. Vhodným náklonem jehly a pomalým přiblížením lze touto metodou vzorkovat i kapky na koncích brčka bez jakéhokoli dotyku se stěnou brčka a možnosti poškození. Kapky byly odsáty do vzorkovnice o objemu 8 ml (vzorky tvořené smíšením desítek odebraných kapek). V ní byla změřena konduktivita (Cond 340i se sondou TetraCon 325 od firmy WTW) a pH (pH 330i se sondou SenTix 41 od téže firmy, oboje s integrovaným teplotním čidlem). Srovnávací měření obou veličin v běžných vzorcích i v těchto malých vzorkovnicích vykazovalo shodné hodnoty. Konduktivita je dále uváděna výhradně s přepočtením na hladinu 25 °C.

Odebrané vzorky byly zfiltrovány pomocí filtru 0,45 mm nasazovatelného na injekční stříkačku a v chladu dopraveny do laboratoře ČGS na Barrandově, kde byly naředěny a analyzovány na obsahy hlavních kationtů a aniontů. U vzorků 1-4 (tab. 1) byla filtrace prováděna až v laboratoři. Obsah hydrogenkarbonátů nebyl stanovován, protože pro titraci je třeba objem 100 ml vzorku. Hydrogenkarbonáty byly proto dopočteny dvěma nezávislými způsoby: 1) odečtením stanovených aniontů od stanovených kationtů; 2) odečtením stanovených aniontů od konduktivity dělené stem. Chyba rozboru byla počítána z následující rovnice:
Chyba rozboru = 1-(suma kationtů v meq.l^{-1}) / (kond při 25 °C/100).

U tří skapů byly chyby rozborů do 4 % (tab. 1). U vzorků z Amatérské jeskyně bylo zjištěno méně kationtů, než vyplývá z měření konduktivity, nebyl však stanoven hořčík. Naopak u kondenzovaných vod je konduktivita o 18 a 32 % nižší, než by odpovídalo zjištěným obsahům kationtů. Vzhledem k těmto značným odchylkám je výsledky nutno brát jako orientační. Pokud byla k dispozici měření pH v terénu byl spočten saturační index v programu Phreeq C (Parkhurst a Appelo, 1999). V některých případech bylo provedeno i stanovení $\delta^{18}O$ (F. Buzek, ČGS Barrandov) pro určení možného vlivu kondenzace a evaporace na zkoumané vody.

V Amatérské jeskyni a JMN byly odebrány i duplicitní vzorky, do kterých byl po změření konduktivity přidán vápencový prach (vysokoprocentní vápence, lom Čertovy schody). Po uložení v chladničce a občasném protřepání (cca 1x denně) byla konduktivita měřena znovu po 3 a případně i 60 dnech (tab. 1).

VÝSLEDKY

Chemické analýzy i fyzikálních měření na malých vzorcích jsou nutně velmi náchylné ke kontaminaci a ovlivnění. Jejich nízký počet a často poměrně velké chyby rozboru zatím dovolují jen orientační závěry. Na základě dosavadních výsledků lze vymezit dva typy vod s malou intenzitou skapávání, nebo úplně stagnující:

Kondenzované vody

Kondenzované vody byly zjištěny v některých jeskyních (JMN, Strašínská jeskyně) i dolech (např. Vehlovice u Mělníka). Jako nejlepší a přitom velmi jednoduchý znak pro jejich odlišení od skapových vod se jeví přítomnost kapek o různé velikosti hustě pokrývajících stěny (od desetin mm po velikost běžné kapky). Přitom je nutné vyloučit vznik malých kapek z rozstřikující se vody. Nejdokonalejším příkladem jsou prostory Kozího dómu pod vchodem Orlí okno v JMN, kde v létě relativně teplý vzduch z nitra jeskyně vniká do prostoru se silně podchlazenými stěnami ze zimního období. V dómu dochází k velmi intenzivní kondenzaci, která generuje i poměrně intenzivní skapovou činnost, což je jinak zřejmě jev v jeskyních velmi vzácný. Stěny dómu jsou pokryty malými stalaktity, takže kondenzované vody tu nemají čistě korozní vlastnosti, ale alespoň po část roku zde dochází k depozici sintrů (kondenzační voda měřená 7. 10. 2003 měla pH 8,1; což při ostatních parametrech indikuje přesycení k $CaCO_3$).

V jarním období dochází ke kondenzaci vodních par i na stropě ve Strašínské jeskyni, kde se v zimě ochlazuje horninové prostředí díky vchodu umístěnému v horní části dómovité prostory. Tabulka 1 ukazuje srovnání složení běžných skapových vod (intenzita skapu okolo 20 ml.hod^{-1} s kondenzovanou vodou. Zatímco skapová voda je slabě přesycená vůči $CaCO_3$ (SI 0,44), kondenzovaná voda je naopak slabě agresivní vůči kalcitu (SI -0,37 až -0,53). Kondenzovaná voda se výrazněji od skapové vody liší mnohonásobně vyšším obsahem síranů, draslíku a sodíku; vyšší je i obsah chloridů. Vyšší obsah síranů vykazuje i kondenzovaná voda z JMN oproti skapové vodě z téže jeskyně. Může se jednat o rozpouštění sekundárních síranů vysrážených díky odparu v zimním období (K. Žák, úst. sděl.). Chyby rozboru jsou u obou vzorků kondenzačních vod vysoké. Mohly by naznačovat např. vyšší zastoupení huminových látek, které díky vazbě části látek na organické komplexy vykazují nižší konduktivitu, než by odpovídalo skutečné koncentraci kationtů.

Izotopy kyslíku ve vodě neumožnily jasné rozlišení skapových a kondenzovaných vod. Kondenzovaná voda

v JMN má hodnoty izotopu kyslíku blízké průměrné roční hodnotě ve srážkách v úrovni 1600 m n.m. ve kterých se jeskynní systém nachází. Ani další vzorky nevykazují nijak výjimečné hodnoty $\delta^{18}O$, které by pomohly určit procesy, kterými voda prošla (extrémní výpar, nebo kondenzace).

Ostatní stagnující vody

Jedná se o výskyty vody, které připomínají skapy, ale jejich aktivita je velmi malá (téměř, spíše vůbec neskapávají; vzorky 1-2 a 5; tab. 1). Jedná se zřejmě buď o vody z mikrokapilár, které propouští extrémně malé množství vody, nebo je jejich skap zastaven/přitlumen jen dočasně v suchých obdobích. Nelze však vyloučit ani jiný původ. Zkoumané vody mají velmi nízkou konduktivitu, mnohem nižší než běžné skapy z téže oblasti. V Amatérské jeskyni byla u stagnujících kapek zjištěna konduktivita 366 a 440 $mS.cm^{-1}$ (tab. 1), přitom intenzivní skap v Absolonově dómu měl v téže době konduktivitu 718$mS.cm^{-1}$. Nižší konduktivitu vykazovaly stagnující kapky i v Ochozské 558 $mS.cm^{-1}$. Himmel (1993) přitom uvádí z detailní studie v Ochozské jeskyni pro skapové vody s intenzitou skapu 8 až 8000 $ml.l^{-1}$. konduktivity 725 –883 $mS.cm^{-1}$ (původní hodnoty přepočteny na 25 °C). Nízkou konduktivitu a obsah vápníku i hydrogenkarbonátů v zkoumaných vodách lze zřejmě vysvětlit velmi dlouhým setrváním vody v kontaktu s jeskynním vzduchem, a tím únikem přebytečného CO_2 do atmosféry. Obsahy Ca a HCO_3^- se blíží obsahům uváděným Faimonem a kol. (2004) ze skapových jezírek v Amatérské jeskyni. Základní chemické složení stagnujících kapek je blízké i vodám některých stagnujících jeskyních jezer v Českém krasu, které jsou též zřejmě odvozeny ze skapových vod: občasné jezírko v Příbově dómu v jeskyni Arnoldka, jezero v propasti Na Čeřince i jezero v Tomáškově propasti (tab 1).

V případě vzorků z 29. 5. 2003 z Amatérské jeskyně jsou hodnoty konduktivity stagnujících kapek obdobné hodnotám Punkvy a jejích podzemních přítoků ze stejného data: 332-366 $mS.cm^{-1}$. Pouhé 3 dny před odebráním vzorků postihla obec Sloup katastrofální povodeň, která rozvodnila Sloupský potok. Nelze vyloučit, že na nízké konduktivitě se mohla podílet i usazená voda z vodní tříště nebo kondenzovaná voda při průchodu teplých povodňových vod Amatérskou jeskyní (reziduální louže v jeskyních chodbách obsahující vodu z kulminace měly konduktivitu 227 $mS.cm^{-1}$).

Prachovité povlaky vázané na kondenzované vody a jejich složení

V Strašínské jeskyni i v Kozí jeskyni v systému JMN byly zjištěny povlaky lemující výskyty kondenzovaných kapek. Zdá se pravděpodobné, že jejich vznik je s kondenzací vody přímo spojen. Ve Strašínské jeskyni byly tyto povlaky orientačně analyzovány RTG-difrakční analýzou. Výsledky ukazují na majoritní přítomnost kalcitu, dále pak byly v difraktogramech identifikovány křemen, dioktaedrická slída (pravděpodobně muskovit), jílový minerál (montmorillonit nebo chlorit) a přítomen je pravděpodobně i plagioklas anorthit. Zjištěná minerální skladba vzorků zhruba odpovídá složení místních krystalických vápenců, nebo jejich reziduu po rozpouštění. Povlaky se tvoří zřejmě poměrně rychle, jsou vyvinuty na místech zatopených vodou za povodní v srpnu 2002. Jejich vznik lze vysvětlit cyklickým smáčením a korozí povrchu vápenců kondenzovanou vodou v jarním období a následného vysychání a srážení rozpuštěných látek. Díky odpadání prachu probíhá odnos materiálu ze stropu mnohem rychleji, než kdyby měl být materiál odnášen v roztoku (díky zpětnému vypaření kondenzované vody by k odnosu vůbec nedocházelo). Při vzniku povlaků se zřejmě uplatňují další procesy (biogenní?): I při výrazně nadhodnocenému odhadu, že v průměru se na stěnách během roku vytvoří vrstva 5 mm kondenzované vody, by při hustotě vápence, množství rozpuštěného $CaCO_3$ (tab. 1, vz. 6) došlo ke korozi jen 0,4 mm za rok, což odpovídá 1 g hmoty na plochu 1 m^2. Množství prachovitých povlaků však dosahuje nejméně desítek $g.m^{-2}$ stropu. Je otázkou, zdali jsou tyto procesy rozšířeny i u jiných lokalit a jaký mohou mít případně vliv na destrukci krápníkové výzdoby.

ZÁVĚR

Výsledky studia stagnujících vod na stěnách a stropech jeskyní díky malému počtu provedených analýz zatím dovolují jen orientační závěry.

Korozivní vlastnosti skapových vod byly pozorovány v Písečné chodbě v JMN (vz 3), kde zcela chybí sintry a skalní dno je v místech dopadu skapové vody přetvořeno do ostrých škrapů. Jedná se však o vysokohorský kras. Ze tří vzorků, které dovolily výpočet saturačního indexu je nenasycení vůči $CaCO_3$ patrné pouze u kondenzované vody ve Strašínské jeskyni, která ale byla prakticky imobilní (bez velkých odkapávajících kapek), a to přesto, že odběr byl proveden v období pro kondenzaci nejpříhodnějším (výrazné zvýšení teploty vzduchu po dlouhém chladném období). Při stagnaci, či nepatrné intenzitě pohybu zkoumaných vod nemůže mít přímý odnos kalcitu kondenzovanou/skapovou vodou téměř žádný význam. V případě kondenzovaných vod nicméně k destrukci povrchu stropu dochází díky tvorbě prachovitých povlaků.

Pokud v současnosti v Moravském krasu vůbec dochází k významnější korozi výzdoby (viz nové překvapivé poznatky Štelcla a kol., 2004) nebude se zřejmě jednat o běžný typ rozpouštění, ale spíše o méně typické případy, např: kondenzační korozi, vliv živých organismů, střídavé smáčení a vysychání povrchů (doprovázeným odpadáváním vysrážené hmoty), mikroskopické fyzikální jevy (konkávní a konvexní povrchy a vliv na nasycení vůči $CaCO_3$) apod. V budoucnu se proto bude vhodné zaměřit jednak na dokumentaci korozí postižených forem (pro zjištění v jaké míře se koroze v současnosti uplatňuje) a také na detailní studium vod které přímo souvisí

s korodovanými sintry.

Korodované záclony a větší krápníky v Amatérské jeskyni mohou být následkem výrazného znečištění skapů v druhé polovině 20 století vlivem hnojení, nebo jsou periodicky korodovány při zaplavení chodeb vodou nekrasových toků za extrémních povodní. K odpadávání brček dochází i vlivem přírodních procesů, jak ukazují polohy odpadlých brček místy uchovaných v jeskyních sedimentech (K. Žák, úst, sděl.).

Za zmínku stojí práce Sánchez-Moral a kol. (1999), kde jsou kvantifikovány i nesmírně nepatrné vlivy lidské činnosti na jeskyní prostředí včetně kondenzační koroze generované lidskou přítomností v jeskyních.

PODĚKOVÁNÍ

Výzkum by nebyl možný bez finančních prostředků, které poskytly: HeidelbergCement, Mokrá ve spolupráci s Geologickým ústavem AVČR a výzkumný záměr MSM 1131 00006. Děkujeme Z. Gorecké a F. Buzkovi z ČGS Barrandov za ochotu při zpracování vzorků skapových a kondenzovaných vod a Karlu Žákovi za cenné kritické připomínky k rukopisu.

popis		**stagnující kapky** na stropu v Macošském koridoru u b. 37 (Amatérská jeskyně)	**stagnující kapky** na stropu na okruhu v Absolónově dómu (Amatérská jeskyně)	**korozivní skap** v Pisčité chodbě v JMN	**skapávající kondenzovaná** voda ve vchodu Orlí okno v JMN	**stagnující kapky** na brčkách, Ochozská jeskyně	**stagnující kondenzovaná** voda na stropě hlavní prostory v Strašínské jeskyni	**běžný skap** cca 20ml/hod, Strašínská jeskyně	**jezero** na dně Tomáškovy propasti	**občasná louže** v Přibově dómu (jeskyně Arnoldka)	**jezero** na dně propasti Na Čeřince
číslo vzorku		1	2	3	4	5	6	7	J1*	J2*	J3*
datum		29.5.03	29.5.03	22.7.03	22.7.03	14.5.03	29.5.04	29.5.04	24.4.03	15.7.99	8.2.95
pH						7,85	7,57	8,16			
konduktivita (uS/cm pro 25oC)		**366**	**440**	**190**	**284**	**558**	**216**	**306**			
teplota vody (oC)		10	14	5	6	9	8	6			
Na+ (mg/l)		3	4,6	2	1	1	6	1	1	2	1
K+ (mg/l)		1	0,8	0	1	1	9	2	1	1	1
Ca2+ (mg/l)		60	59	31	63	112	40	57	66	84	116
Mg2+ (mg/l)				3	2	2	5	1	19	4	9
Cl- (mg/l)		16	6	pod 0,8	3	8	12	6	5	8	2
NO3- (mg/l)		28	8	5	3	2	2	3	4	4	6
SO4- (mg/l)		9	41	6	17	122	17	4	96	114	121
HCO3- (mg/l) kationty-anionty		127	123	100	175	183	132	168	162	134	223
HCO3- (mg/l) konduktivita-anionty		158	198	102	144	170	89	168			
chyba rozboru		16%	28%	1%	-18%	-4%	-32%	0%			
delta 18O (promile, SMOW)		-9,6	-8,9	-9,9	-10,7						
SI index (phreeq C)						**+0,4**	**-0,4 až -0,5**	**+0,44**			
nárůst konduktivity po přidání váp. prachu	3 dny	-17	2	14	11						
	60 dnů	-70	-14								
vztah vody k CaCO3; podle SI a reakce na přidání váp. prachu		sráží? **	mírně sráží? **	koroze	koroze?	mírně přesyc	slabá koroze	mírně přesyc			
filtrace		filtrováno v laboratoři				filtrováno v terénu					

Tab. 1: **Fyzikální vlastnosti a chemické složení stagnujících vod.** Další komentář v textu.
* výtah ze základního chemického rozboru, ** snížení konduktivity mohly způsobit i jiné procesy (např. odstranění dusičnanů bakteriemi).

LITERATURA

Faimon, J. – Zajíček, P. (2002): Vliv karbonátových rovnováh na destrukci jemných sintrových forem. – In: Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Vyd. Zborník referátov. Liptovský Mikuláš : Správa slovenských jaskýň, 2002. III. vědecká konference s mezinárodní účastí, ISBN 80-8064-145-5, s. 104-107.

Faimon, J. – Zajíček, P. – Baldík, V. (2004): Geochemistry of dripping waters in selected caves of the Moravian Karst. – Výskum, využívanie a ochrana jaskýň 4. Zborník referátov. Tále 2004. 108-109.

Himmel, J. (1993a): Jak vám kape Krasovka? – Speleo 10: 23-26. Praha

Parkhurst, D. L. – Appelo, C. J. (1999): Users guide to PHREEQC (Version 2). U.S. Geological Survay Water Resources Investigation Report 99-4259, 312p.

Sánchez-Moral, S. – Soler, V. – Canaveras, J.C. – Sanz-Rubio, E. – Van Grieken, R. – Gysels, K. (1999): Inorganic deterioration affecting the Altamira Cave N Spain: quantitative approach to wall-corrosion (solutiobal etching)

processes induced by visitors.-The Science of the Total Envirnment 243/244, 67-84. Elsevier.

Štéc, M. (2000): Sprievodca Ďumbierskim vysokohorským krasom. Jaskyňa mŕtvych netopierov. 72s.

Štelcl, J. – Zimák, J. (2002): Mineralogické zhodnocení odpadávajících brček z jeskyní Moravského krasu. – In: Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. 13.-16.11.2001 : Stará Lesná, Slovenská republika, 2001. III. vědecká konference s mezinárodní účastí.

Štelcl, J. – Faimon, J. – Zimák, J. (2004): Nové poznatky o stavbě a vývoji kalcitových brček.-Výskum, využívanie a ochrana jaskýň 4. Zborník referátov. Tále 2004. 75-77.

Statistické zhodnocení jeskyní v ČR k 1. 9. 2004

Daniela Bílková, Antonín Zelenka, Roman Mlejnek, Jan Albrecht

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Kališnická 4-6, 130 00 Praha 3

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK ČR) a Česká speleologická společnost (ČSS) zpracovaly v letech 1997 a 1998 **Karsologické členění České republiky**. Nutnost rozčlenění území republiky na menší celky vyplynula zejména z rozdílné geologické stavby, na niž jsou vázány krasové horniny. Karsologické členění bylo zpracováno jako podklad pro JESO (Jednotná evidence speleologických objektů). Metodika JESO byla schválena a přijata Českou speleologickou společností v r. 1985.

Karsologické členění rozděluje území ČR na soustavy, celky, jednotky, krasové oblasti a krasové skupiny. Soustavy, celky a jednotky byly zpracovány nově. Krasové oblasti i skupiny byly začleněny již v tradičním rozsahu a doplněny o nové. Protože JESO zahrnuje i jevy pseudokrasové, byly ve spolupráci s ÚOK pro pseudokras zpracovány návrhy členění, z nichž bylo vybrána jakási kompromisní varianta, že soustavy, celky a jednotky (tedy členění nově zpracované) budou použity stejně pro pseudokras, ale místo krasových oblastí a skupin bude požito republikově schválené geomorfologické členění ČR, tedy geomorfologický celek, podcelek a okrsek.

AOPK ČR zpracovala v r. 1998 Inventarizaci krasových jevů v krajině ČR - národní přehled. Přehled krasu a jeskyní v ČR obsahoval základní charakteristiky krasových území v ČR, jejich rozdělení. Soupis 1 147 krasových a pseudokrasových jeskyní se základními charakteristikami a lokalizací v přehledné mapě 1 : 500 000 byl doplněn o cca 1000 dalších lokalit na základě došlých vyžádaných připomínek a doplněn dle dalších dostupných podkladů na 2 227 jeskyní a propastí. Výstup úkolu – mapa a text byly předány Kartografii Praha vč. výřezů Českého a Moravského krasu v měřítku 1 : 100 000.

Ve 3 karsologických soustavách je evidováno celkem 3 348 krasových i pseudokrasových jeskyní. Z toho je 2 256 jeskyní krasových a 1 092 pseudokrasových. Tedy oproti r. 1998 narostl počet evidovaných jeskyní o 1/3.

Kód	Karsologická soustava	Krasové jeskyně	Pseudokrasové jeskyně	Celkem
100	ČESKOMORAVSKÁ KRASOVÁ A PSEUDOKRASOVÁ ÚZEMÍ	956	966	1922
200	MORAVSKOSLEZSKÁ KRASOVÁ A PSEUDOKRASOVÁ ÚZEMÍ	1268	20	1288
300	KRASOVÁ A PSEUDOKRAS. ÚZEMÍ ZÁP. KARPAT A PŘEDHLUBNÍ	32	106	138
Celkem		**2256**	**1092**	**3348**

NEJDELŠÍ KRASOVÉ A PSEUDOKRASOVÉ JESKYNĚ PODLE KARSOLOGICKÉ SOUSTAVY

Karsol. soustava	Nejdelší krasová jeskyně	Kód jeskyně	Délka [m]
100	Koněpruské jeskyně – celek	K112 87 11 J00007	2000
200	Amatérská jeskyně (systém Staré a Nové Amatérské j.)	K230 12 12 J08080 K230 12 10 J02081	22500
300	Jeskyně Na Turoldu	K322 27 10 J00001	1200

Karsol. soustava	Nejdelší pseudokrasová jeskyně	Kód jeskyně	Délka [m]
100	Teplická jeskyně	P164 42 2E J00028	1065
200	Puklinová jeskyně 13	P220 75	58
300	Cyrilka	P321 90 1B J00019	370

POČTY JESKYNÍ V JEDNOTLIVÝCH KARSOLOGICKÝCH CELCÍCH

Kód	Karsologický celek	Krasové jeskyně	Pseudokrasové jeskyně
110	Krasová a pseudokrasová území západních a středních Čech	498	31
120	Krasová a pseudokrasová území moldanubika a středočeského plutonu	270	59
130	Krasová a pseudokrasová území Krušných hor	0	8
140	Krasová a pseudokrasová území podkrušnohoří	1	99
150	Krasová a pseudokrasová území české křídy	13	595
160	Krasová a pseudokrasová území Sudet	174	174
Celkem 1922 jeskyní		**956**	**966**
210	Krasová a pseudokrasová území severního bloku – Nízkého Jeseníku a okolí	43	2
220	Krasová a pseudokrasová území středního bloku – Hornomoravský úval a	67	2
230	Krasová a pseudokrasová území jižního bloku – Drahany a Moravský kras	1158	16
240	Krasová a pseudokrasová území Dyjské klenby	0	0
Celkem 1288 jeskyní		**1268**	**20**
310	Krasová a pseudokrasová území karpatské předhlubně	0	0
320	Krasová a pseudokrasová území Vnějších Západních Karpat	29	106
330	Krasová a pseudokrasová území Vídeňské pánve a jejích výběžků	3	0
Celkem 138 jeskyní		**32**	**106**

NEJDELŠÍ KRASOVÉ JESKYNĚ PODLE KARSOLOGICKÝCH CELKŮ

	Název jeskyně	Kód jeskyně	Délka [m]
110	Koněpruské jeskyně – celek	K112 87 11 J00007	2000
120	Chýnovská jeskyně	K123 57 10 J00001	1400
130	0		
140	Bendova jeskyně	K141 49 10 J00001	8
150	Bartošova pec	K151 75 10 J00001	225
160	Bozkovské dolomitové jeskyně	K162 50 10 J00001	1060
210	Zbrašovské aragonitové jeskyně	K212 06 10 J00001	930
220	Javoříčské jeskyně	K220 34 10 J00001	4000
230	Nová Amatérská	K230 12 10 J02081	20000
240	0		
310	0		
320	Jeskyně Na Turoldu	K322 27 10 J00001	1200
330	0		

NEJDELŠÍ PSEUDOKRASOVÉ JESKYNĚ PODLE KARSOLOGICKÝCH CELKŮ

	Název jeskyně	Kód jeskyně	Délka [m]
110	Trhlinová jeskyně 1	P112 57 2B J00001	20
120	Brněnská jeskyně	P123 20 4H J00001	300
130	Puklinová jeskyně na Špičáku	P130 25 2F J00001	20
140	Loupežnická jeskyně (jeskynní systém Loupežnická – Pytlácká jeskyně)	P141 26 1A J00001	200
150	Jeskyně u Rozhraní	P151 71 1B J00007	396
160	Teplická jeskyně	P164 42 2E J00028	1065
210	Matějovická jeskyně	P211 51 4B J00001	25
220	Puklinová jeskyně 13	P220 75	58
230	Jeskyně v Šebetově	P230 23 1C J00001	15
240	0		
310	0		
320	Cyrilka	P321 90 1B J00019	370
330	0		

POČET JESKYNÍ V JEDNOTLIVÝCH KRASOVÝCH OBLASTECH

Kód	Krasová oblast	Počet jeskyní	Podíl v %
111	K111 85 Kras Dyleňské hornatiny	1	0,04
	K111 86 Hydrotemální kras Karlových Varů	1	0,04
112	K112 87 Český kras	621	27,53
	K112 88 Hydrotermální kras Brdské vrchoviny	0	0,00
121	K121 41 Kras sedlčanskokrásnohorského metamorfovaného ostrova	19	0,84
	K121 42 Kras čerčanského metamorfovaného ostrova	1	0,04
	K121 43 Kras mirovického metamorfovaného ostrova	4	0,18
122	K122 58 Kras povodí horní Otavy	12	0,53
	K122 59 Kras povodí horní Volyňky	14	0,62
	K122 60 Kras Radomyšlské pahorkatiny	5	0,22
122	K122 61 Kras povodí horní Vltavy	11	0,49
	K122 62 Kras povodí horní Úhlavy u Klatov	1	0,04
	K122 63 Kras povodí horní Blanice	5	0,22
123	K123 40 Kras Železných hor	41	1,82
	K123 55 Kras povodí horní a střední Sázavy	7	0,31
	K123 56 Kras Nedvědické vrchoviny	0	0,00
	K123 57 Chýnovský kras	4	0,18
	K123 68 Kras Žďárských vrchů	3	0,13
	K123 69 Kras Brtnické vrchoviny	0	0,00
	K123 70 Kras Bítovské pahorkatiny	2	0,09
	K123 71 Kras Znojemské pahorkatiny	8	0,35
	K123 72 Kras Písecké pahorkatiny	8	0,35
141	K141 49 Kras jurských vápenců u Krásné Lípy	1	0,04
151	K151 66 Kras Čáslavské kotliny a Kutnohorské plošiny	11	0,49
	K151 75 Kras Turnovské pahorkatiny	2	0,09
162	K162 45 Kras záp. části Ještědského hřbetu	11	0,49
	K162 46 Kras vých. části Ještědského hřbetu	9	0,40
	K162 47 Kras Jizerských hor	2	0,09
	K162 48 Kras podkrkonošského permokarbonu	1	0,04
	K162 50 Kras povodí Kamenice a Železnobrodska	10	0,44
	K162 51 Kras povodí horní Jizery	18	0,80
	K162 52 Kras povodí horního Labe	6	0,27
	K162 53 Kras povodí horní Úpy	21	0,93
	K162 54 Kras Orlických hor	2	0,09
163	K163 29 Kras Supíkovické a Žulovské pahorkatiny	3	0,13
	K163 30 Kras Králického Sněžníku	9	0,40
	K163 31 Kras Travenské hornatiny u Javorníku	4	0,18
	K163 32 Kras pásma Branné	72	3,19
	K163 33 Kras Úsovské vrchoviny u Vitošova	6	0,27
211	K211 01 Kras v okolí Vrbna a Zlatých Hor	3	0,13
	K211 02 Sovinecký kras	4	0,18
	K211 03 Kras štembersko-hornobenešovského pruhu	0	0,00
	K211 04 Kras Moravské brány u Přerova	5	0,22
	K211 05 Kras travertinů Moravské brány u Přerova	0	0,00
212	K212 06 Hranický kras	31	1,37
220	K220 07 Kras Hornomoravského úvalu s.s.	9	0,40
	K220 34 Javoříčský kras	48	2,13
	K220 35 Mladečský kras	10	0,44
	K220 36 Kras Úsovské vrchoviny u Troubelic	0	0,00
230	K230 09 Němčický kras	1	0,04
	K230 10 Vratíkovský kras	16	0,71
	K230 11 Mojetínský kras	3	0,13
	K230 12 Moravský kras	1103	48,89
	K230 13 Kras v jurských vápencích u Brna	10	0,44
	K230 14 Valchovsko-Holíkovský kras	1	0,04
	K230 15 Kras v okolí Tišnova	24	1,06
	K230 16 Malhostovicko-Veverský kras	0	0,00
321	K321 26 Štramberský kras	9	0,40
322	K322 27 Kras Pavlovských vrchů	20	0,89
330	K330 28 Mušlovský kras	3	0,13
Celkem		**2256**	**100,00**

ÚDAJE O DÉLCE KRASOVÝCH JESKYNÍ

Počet dostupných údajů o délce jeskyní	Počet údajů	Podíl v %
	1600	70,92

Deset nejdelších krasových jeskyní

Kód jeskyně	Název jeskyně	Délka [m]
K230 12 12 J08080 K230 12 10 J02081	Amatérská jeskyně (systém Staré a Nové Amatérské jeskyně)	22500
K230 12 16 J11850	Býčí skála	7 000
P151 71 1B J00007	Rudické propadání	6000
K230 12 10 J00250	loupalo-šošůvské jeskyně	4250
K220 34 10 J00001	Javoříčské jeskyně	4000
K112 87 11 J00007	Koněpruské jeskyně-celek	2000
K230 12 11 J05510	Nová Rasovna	2000
K230 12 16 J11310	Výpustek	2000
K112 87 25 J00029	Jezerní Ementál	1884

Intervaly délky krasových jeskyní

Interval délky	Počet jeskyní	Podíl v %
0 až 5,0 m	471	29,44
5,1 až 10,0 m	314	19,63
10,1 až 20,0 m	296	18,50
20,1 až 50,0 m	250	15,63
50,1 až 100,0 m	111	6,94
100,1 až 250,0 m	85	5,31
250,1 až 500,0 m	33	2,06
500,1 až 1000,0 m	20	1,25
> 1000,1 m	20	1,25

ÚDAJE O DÉLCE PSEUDOKRASOVÝCH JESKYNÍ

Počet dostupných údajů o délce jeskyní	Počet údajů	Podíl v %
	578	52,93

Deset nejdelších pseudokrasových jeskyní

Kód jeskyně	Název jeskyně	Délka [m]
P164 42 2E J00028	Teplická jeskyně	1065
P164 42 2B J00004	Jeskyně pod Luciferem	400
P151 71 1B J00007	Jeskyně u Rozhraní	396
P321 90 1B J00019	Cyrilka	370
P123 20 4H J00001	Brněnská jeskyně	300
P162 39 2B J00002	Valhala	300
P321 90 1B J00001	Kněhyňská jeskyně	280
P321 90 2C J00001	Ondrášovy ďůry	217
P164 42 2E J00009	Řeřichová jeskyně	205
P141 26 1A J00001	Loupežnická jeskyně (j. systém Loupežnická – Pytlácká jeskyně)	200

Intervaly délky pseudokrasových jeskyní

Interval délky	Počet jeskyní	Podíl v %
0 až 5,0 m	181	31,31
5,1 až 10,0 m	182	31,49
10,1 až 20,0 m	113	19,55
20,1 až 50,0 m	69	11,94
50,1 až 100,0 m	16	2,77
100,1 až 250,0 m	10	1,73
250,1 až 500,0 m	6	1,04
500,1 až 1000,0 m	0	0,00
> 1000,1 m	1	0,17

NEJHLUBŠÍ JESKYNĚ

K sestavení žebříčku nejhlubších jeskyní ČR byly použity dostupné údaje o hloubkách **(H)** i denivelacích **(Dn)**. Údaje o denivelacích jsou označeny hvězdičkou (*).

Deset krasových jeskyní s největší denivelací

Kód jeskyně	Název jeskyně	Délka [m]
K212 06 10 J00008	Hranická Propast	204,6
K230 12 12 J09000	Macocha	190
K230 12 15 J10110	Rudické propadání	* 173,0
K230 12 12 J08180	Jalového závrt	130
K230 12 12 J08220	Dámský závrt	125
K230 12 13 J09031	Kajetánův závrt	120
K230 12 13 J09050	Společňák	120
K112 87 24 J00026	Arnoldka	111
K230 12 13 J09051	V závrtu č. 17	110
K220 34 10 J00001	Javoříčské jeskyně	* 108

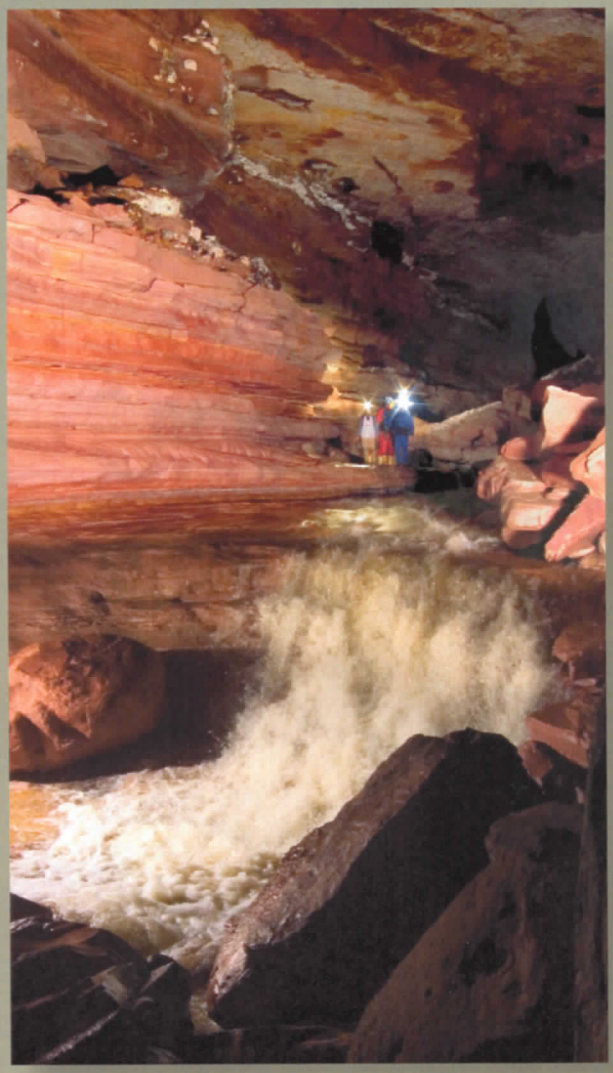
Deset pseudokrasových jeskyní s největší denivelací

Kód jeskyně	Název jeskyně	Délka [m]
P321 90 1B J00001	Kněhyňská jeskyně	* 57,5
P164 42 2E J00038	Skalní chrám	* 50
P164 42 2E J00028	Teplická jeskyně	* 42
P141 26 1A J00001	Loupežnická jeskyně (j. systém Loupežnická – Pytlácká j.)	40
P141 26 1A J00014	Hluboká mezerní jeskyně	40
P164 42 2E J00029	Teplická propast	* 38,5
P151 71 1C J00001	Průvanová jeskyně	38,5
P141 31 1C J00001	Loupežnická jeskyně u Velkého Března	36
P321 90 1B J00009	Čertova díra	* 35
P321 90 2C J00001	Ondrášovy ďůry	* 34,5

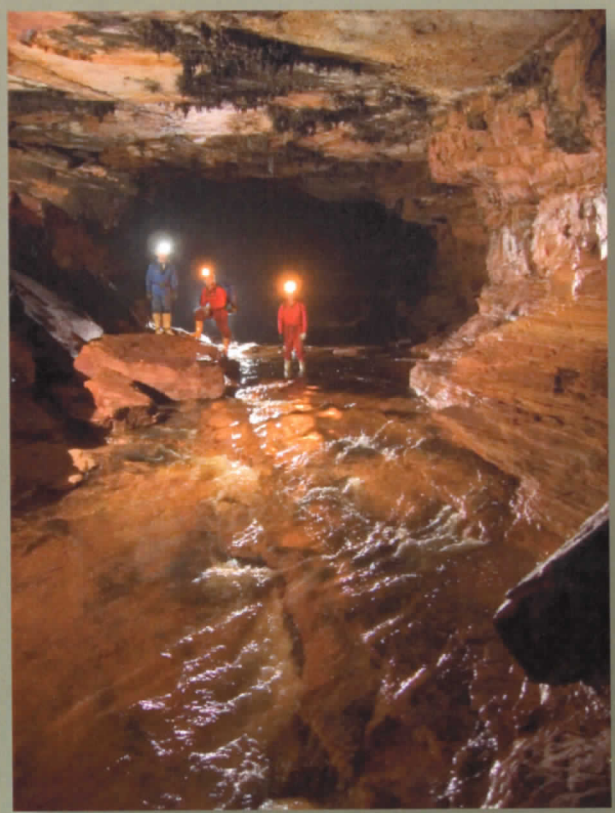
Kapky kondenzované vody a vysrážené sintry z Kozího dómu v systému JMN / Drops of condensated water and precipitated speleothems in the Kozí Dome in the cave system JMN, k článku Zeman a kol.: Studium „stagnujících" výskytů skapové a kondenzované vody v jeskyních: Chemické složení a poznámky ke korozi krápníkové výzdoby, foto: Jiří Bruthans

Půlkruhová propast, Moravský kras / Půlkruhová Abyss, Moravian Karst, k článku P. Kos: Speleologický výzkum v prostoru lomu Mokrá, foto: Petr Kos

Zbrašovské aragonitové jeskyně – Jeskyně Smrti, koncentace 35% CO_2 / The Zbrašov Aragonite Caves – Cave of Death, concentration 35% CO_2, k článku M. Geršl a kol.: Proměnlivost koncentrace oxidu uhličitého ve Zbrašovských aragonitových jeskyních a její vyhodnocení na základě devítiletého sledování, foto: Vlastimil Zela



Průtok řeky v kvarcitové jeskyni Charles Brewer kolísá od 0,5m^3 do 4m^3 během několika hodin / water level fluctuation is from 0,5 m^3 to 4m^3 during a few hours, Charles Brewer Cave, Venezuela, foto: Marek Audy



Freatický tunel v kvarcitové jeskyni Charles Brewer / Freatic tunnel in Charles Brewer quartzit Cave, Venezuela, foto: Marek Audy

Galerie Karen i Fany – část páté největší přírodní podzemní prostory světa (400 000 m³), kvarcitová jeskyně Charles Brewer, Venezuela
Karen i Fany Gallery – the fifth largest underground chamber of the world, Charles Brewer Cave, Venezuela, foto: Marek Audy

ISBN 80-903378-1-3