

sborník
ČESKÝ KRAS

XXV

uspořádali
Irena Jančaříková
Pavel Bosák

MUZEUM ČESKÉHO KRASU V BEROUNĚ

BEROUN 1999



ČESKOMORAVSKÝ CEMENT

Příspěvky jsou recenzovány členy redakční rady
a přizvanými odborníky

Řídí redakční rada:

RNDr. Dr hab. Pavel Bosák, CSc.
RNDr. Irena Jančaříková
Mgr. Pavel Janda
Mgr. Vladimír Lysenko
Mgr. Dita Weinfurtová

ISSN 1211-1643
ISBN 80-902098-3-1

OBSAH

strana

Vladimír Lysenko: Sborník Český kras 25. ročník	4
---	---

Hlavní články

Václav Čilek, Anna Žigová: Půdy, svahoviny a zvětraliny v profilu mezi Karlštejnem a Litní (rýha spol. Telecom) (Soils, slope sediments and weathering products in a Telecom trench between Karlštejn and Liteň in Bohemian Karst)	5
Pavel Janda: Ptáci v lomech Českého krasu v roce 1997 (Birds in quarries of the Bohemian Karst in 1997)	13

Odborné zprávy

Jiří Bruthans, Michal Filippi: Výzkum Arnoldky a dalších jeskyní lomu Čefinka a otázky jejich vzniku a vývoje (Investigations in the Arnoldka Cave and of other caves in the Čefinka Quarry, and questions of their origin and development)	23
Luděk Vlček: Neodhalená tajemství jeskyně Nad Kačákem (Uncovered mysteries of the Nad Kačákem Cave)	31
Karel Žák, Jaroslava Melková: Datování uhlíků z jeskyně Martina u Tetína pomocí ¹⁴ C (¹⁴ C dating of charcoal from Martina cave near Tetín)	33
Jaroslav Kadlec, Jiří Nedvěd: Výsledky geofyzikálního měření ve Svatém Janu pod Skalou (Results of geophysical survey in Svatý Jan pod Skalou, Bohemian Karst)	35
Ladislav Pecka: Problematika Tetínské vyvěračky (Problem of the Tetín karst spring)	36
Vladimír Lysenko: Redakční poznámka k Tetínské vyvěračce (Editorial note to contribution: Problem of the Tetín karst spring)	43
Marie Lachmanová, Václav Čilek, Zlatko Kvaček: Nález monocotyledonních rostlinných zbytků v pískovně "U ručiček" (Find of monocotylete plant remains in "U ručiček" sand-pit, Bohemian Karst)	44
Jaroslav Martinek: Atmosférická depozice v okolí Velkolomu Čertovy schody (Atmospheric precipitation in the Velkolom Čertovy schody area, Bohemian Karst)	46

Zprávy z akcí

Irena Jančaříková: Výstava "20let České speleologické společnosti"	52
--	----

Diskuze

Karel Žák: Vztah hydrotermálních a krasových procesů v Českém krasu - diskuze (Relationship between hydrothermal and karst processes in the Bohemian Karst - discussion)	53
Antonín Zeman a Václav Suchý: Vztah hydrotermálních a krasových procesů v Českém krasu: odpověď na diskuzní příspěvek K. Žáka (Relationship between hydrothermal and karst processes in the Bohemian Karst: a reply)	63
Jurij Viktorovič Dubljanskij a Pavel Bosák: Plynokapalně uzavřené v krystalech kalcitu z Velkolomu Čertovy schody-východ: výsledky analýz a interpretace (Fluid inclusions in calcite crystals from the Velkolom Čertovy schody Quarry-East (Bohemian Karst): results of analyses and interpretation)	67

Kroptička

Rudolf J. Prokop: Joachim Barrande, organizátor (Joachim Barrande, the organizer)	75
Václav Čilek: Velká povodeň na Berounce ve dnech 2.-5. září 1890 - modelová situace pro 21. století? (High flood on Berounka river on September 2 to 5, 1890 - a model situation for the 21 st century?)	77

Pokyny pro autory	84
-------------------------	----

Roku 1976 vyšel první ročník sborníku Český kras a dnes otevíráte 25. svazek. Toto malé jubileum nás vede k zamyšlení zda sborník splnil své poslání uvedené v úvodu prvního svazku a samozřejmě i k úvaze jak dál. Připomenu, že od počátku je vydavatelem Muzeum Českého krasu v Berouně, dříve Okresní muzeum. U zrodu stáli pracovníci muzea PhDr. Jana Čapková, ředitelka a geolog, autor tohoto úvodníku. V zakládající redakční radě ještě byli RNDr. Pavel Bosák, CSc. a Ing. Josef Slačik. V následujících letech se v radě vystřídalo dalších sedm odborníků.

Sborník byl původně zaměřený na speleologický výzkum, dnes je uváděn jako sborník pro regionální výzkum. Sborník měl, kromě prací muzea, uveřejňovat výsledky prací speleologických skupin zaměřených na oblast Českého krasu, ale otevřen byl i pro krátké zprávy s blízkou tematikou z jiných regionů či ze zahraničí. Pravidelné vydávání a relativně krátká doba od odevzdání rukopisu po jeho vytištění, umožnila řadě autorů aktuálně seznamovat čtenáře s výsledky svých badatelských aktivit. Celkem přes 120 autorů se zabývá ve svých článcích a odborných zprávách, kromě problematiky speleologie, zejména tématy z různých oborů geologie, archeologií, biologií, zoologií, problematikou ochrany životního prostředí i historickými podivuhodnostmi z oblasti Berounska.

Jistě, vlastní hodnocení přenecháme čtenáři. Redakční rada však musí kriticky zvážit další budoucnost sborníku, který dnes, po ukončení vydávání celostátního Československého krasu, či dalších časopisů zaměřených na speleologickou problematiku, drží určité výjimečné postavení. Vyšší kvalita obsahová i formální s působností rozšířenou alespoň na Čechy (v problematice speleologické) by sborníku slušela a jistě by byla ku cti i nezbytných sponzorů, bez kterých si dnes vydávání těchto sborníků lze jen stěží představit. To ovšem také znamená zánícené autory a badatelské úspěchy. Toto přejeme sborníku i autorům do dalších let.

Vladimír Lysenko

Půdy, svahoviny a zvětraliny v profilu mezi Karlštejnem a Litní (rýha spol. Telecom)

Soils, slope sediments and weathering products in a Telecom trench
between Karlštejn and Liten in Bohemian Karst

Václav Cílek¹ a Anna Žigová¹

0. Abstract

The 4 km long trench run perpendicular through a major structure of Bohemian Karst between the floodplain of the Berounka River near villages of Karlštejn and Liten. It was situated at elevated plateau displayed several important features:

1. The floodplain of Berounka river lies about 4 to 5 m above the present level. It is covered with young (probably younger than the 13th Century) brown flood sediments deposited by high floods. They sometimes contain ice-driven drift pebbles. We assume that during historical high floods the valley was repeatedly flooded to the level about 5 m above the river level.

2. The trench discovered the regular existence of nowadays destroyed landscape features such as marches, small rocky outcrops, erosional gullies. The modern landscape of the Bohemian Karst underwent intensive planation and it lost its geomorphological diversity. Nevertheless, the planation lead also to enhanced sheet erosion which reached such a degree that we can accept a profound loss of soil fertility after 100-200 years of land use when plough horizon will be removed to expose underlying horizons of soils.

3. The solifluction sheets of Pleistocene debris composed of shales of the by Liten Formation can be observed as well.

4. The studied soil catena of the Bohemian Karst is covered by fluvisols, cambisols mostly with relict properties and gleysols.

1. Úvod

V polovině listopadu 1996 byla vykopána kabelová rýha společností Telecom v úseku mezi železnicí v Karlštejně a železnicí v Litni v celkové délce 4 km. Rýha začínala u železničního průjezdu v Poučnicku, sledovala silnici na Liten směrem k jihu, pak vedla pod silnicí směrem na Krupnou. Zde před zatáčkou směřovala rovně do svahu nahoru k z. okraji golfového hřiště. Odtud vedla po v. straně silnice do Vlenců, kde byla u mostu přerušena. Zde však na ni navazovala dřívější rýha plynovodu vedoucí na z. na Tobolku a Koledník (Cílek 1997). Přerušeni se odehrávalo ve vesnici v délce asi 200 metrů a rýha opět pokračovala po z. straně až do Litně, kde končila přibližně na na čáře železnice. Rýha byla 120-140 cm hluboká a 40 cm široká. Prohlíženy byly nejenom jednotlivé úseky půdní katény, ale také vyházený a v té době již vymoklý materiál. Význam tohoto mimořádně dlouhého profilu spočívá v možnosti plynule studovat kvartérní pokryv od nivy Berounky, přes svahy údolí, dále na plošinu

Českého krasu ve výši 290-320 m n.m. včetně části nivy Stříbmého potoka a Vlenců.

2. Geologická charakteristika

V následujícím textu budou stručně popsány nejvýznamnější dokumentační body i celkový charakter rýhy. Průběh rýhy a body zmiňované v textu jsou zakresleny na obrázku 1. Výzkum měl charakter náhodného, záchranného geologického výzkumu. Nebyly odebírány žádné vzorky na pozdější studium, což umožnilo charakterizovat půdní pokryv území jenom na úrovni půdních typů. Klasifikace půdních typů a horizontů byla provedena podle Kubiény (1953) a Hraška a kol. (1991). Dílčí závěry jsou uvedeny u jednotlivých bodů a pak shrnuty v celkovém závěru této práce. Geologická stavba území je popsána v základní geologické mapě 1:25 000, list Čemošice (Havlíček, Ed. 1985). Základní mapování půd na okrese Beroun bylo prováděno v měřítku 1:10 000. Zájmové území je zpracováno na listech M 33-77-Ab3 Karlštejn, Korno, Srbsko (Dočkal 1969) a M 33-77-Ad1 Běleč, Liten, Nesvačily, Svinaře (Budeusová 1969).

Pro celý profil je charakteristické střídání silurských diabazů - metabazaltů, zvětralých diabazů, vypálených i zvětralých "graptolitových" břidlic liteňského souvrství a tmavých, tence vrstevnatých vápencových vložek stejného souvrství. Zvláště rozšíření vápencové facie liteňského souvrství představuje důležitý problém vzhledem k existenci pískovny U ručiček, kde bílé třetihorní píský zasahují do hloubek přes 20 m a není jasné, zda se jedná o zahlobbené paleokoryto říčního toku nebo o kontaktní paleokras anomálně vyvinutý právě v liteňském souvrství. V oblasti Voškova a v několika tenších vložkách uložených paralelně se silurským komplexem vystupuje

¹ Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6 - Lysolaje

Práce vznikla za podpory firmy Českomoravský cement a.s. Beroun

Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 5 - 12, 3 obr.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-3-1

je mohutná kra ordovických křemenných pískovců, drob a břidlic ve flyšoidním vývoji kosovského souvrství. Podložní horniny však v rýze vystupují jen v několika úsecích. Jedná se jednak o s. svah Voškova (lokalita Na skalách), kde místní diabazy vytváří drobné povrchové skalní výchozy, jednak překvapivě o nivu Stříbrného potoka, z jejichž hlubokých sedimentů až k povrchu zasahuje hříbtek kontaktně metamorfovaných graptolitových břidlic v.-z. směru v místě, kde bychom jednoznačně čekali výplň údolní brázy.

Asi 98 % celkové délky rýhy je vyvinuto v různých typech kvartémních sedimentů, svahovinách a opakovaně přemísťovaných zvětralínách. Půdní pokryv je diskontinuální, protože místy půdotvorné substráty vystupují na povrch.

3. Dokumentační body

A-niva Berounky

Prvních 200 m rýhy prochází údolní nivou Berounky. Představuje velmi homogenní úsek budovaný fluvizeměmi, kterých Ap horizont má mocnost 30-35 cm a půdotvorným substrátem jsou světle hnědé, nestratifikované povodňové hlíny. Místy se v nich objevují načervenalé vodorovné difúzní šmouhovité 1-2 cm mocné vrstvičky a někdy i ojedinělé valounky proterozoických břidlic, křemene a liteňských břidlic o průměru 5-8 cm. Souvrství povodňových hlín je zřetelně mladé, svým vývojem odpovídá povodňovým hlínám spodního a středního Labe a spodní Ohře, kde se běžně setkáváme s 2-4 metry povodňových hlín, které jsou zřejmě mladší než 12.-13. století (Malec 1995). Povodňové hlíny vystupují 4-5 m nad současnou úroveň řeky, to znamená, že u Berounky je nutné uvažovat o historických záplavách, které běžně dosahovaly této výše.

Berounka patří mezi řeky náchylné k povodním. Leží ve srážkovém stínu pohraničních hor, ale má přitom rozsáhlé povodí 8 861 km², takže při postupu srážkové vlny dále do vnitrozemí dochází k četným povodňovým situacím. Kromě toho bývá kaňon řeky pod Tetínem pravidelně blokován ledovými hřázi, které až o několik metrů zvyšují hladinu řeky. Rovněž historické středy obcí byly zakládány ve větších vzdálenostech od říčního toku právě díky častým povodním - dobře to je patrné v Budňanech a Srbsku. Polohy mladých povodňových hlín sahají až do zatáčky v Poučnicku (tj. až po bod B obrázek 1, což koresponduje i s výskytem fluvizemí) do

výše 4-5 m nad současnou hladinou Berounky. Během 20. století pozorujeme z hlediska povodní klidové období s menšími výjimkami v letech 1941 a 1954. Pokud by se tento sedimentační klid, jak tomu nasvědčují poslední povodně v západní Evropě i na Moravě, se mohl změnit na období povodňových rizik, pak by byla ohrožena zástavba údolí Berounky až do výše 4-5 m nad současnou hladinou.

V nivě Berounky můžeme rozeznat tři morfolické stupně. První vytváří samotné koryto řeky, druhý stupeň je tvořen výraznou plošinou celého údolí a třetí stupeň lemuje okraje údolí. Tato morfologie odpovídá klasickému vývoji "tří holocenních stupňů" (Růžicková a Zeman 1994). Důležité je, že za zvýšených vodních stavů se voda přelévá přes brázdou koryta, pokrývá nižší terasový stupeň, ale nikdy anebo jen vzácně se nepělíje přes vyšší nivní stupeň. Tato zákonitost byla ve středověku a raném novověku plně respektována. Od 13. století však dochází k zániku řady vesnic a již během 14. století a ve stoletích následujících zanikla všechna sídla, která byla položena na terase nížeji než 5 m nad hladinou řek. Tento proces opouštění vsí velmi výstižně popsal Kotyza, Cvrk a Pažourek (1995) pro dolní Labe a Ohři, ale podle pozice povodňových hlín na Berounce se domníváme, že platí i pro tuto oblast. Nasvědčuje tomu i jediná známá dobová zpráva pro proces opouštění vsí v kronice Václava Hájky z Libočan, svého času působícího na nedalekém Tetíně: *"V České zemi jednak ustavičně děšl přšal a z toho pošlo veliké řek a potuokov rozhojnění, kteříž to povodňové velící velmi mnoho vsí skazili a zvláště okolo Austí a Litoměřic i jinde. Po upokojení pak tiech vod mnohé vsi, kteréž byly blízko řekám a zvláště na Labi přisedlíci, odtud na jiná místa se přesadily"* (viz soupis zpráv o historických povodních v Kotyza a kol. 1995).

Ojedinělé valounky různých hornin v povodňových hlínách nejsou doprovázeny písčitymi polohami, takže se musí jednat o valouny driftované ledem nebo vzácněji v kořenech stromů. Poslední takovýto valoun byl nalezen asi 120 m j. od železnice. Je tedy nutné si představit, že za velkých povodní je zaplavena celá plochá niva Berounky až po úpatí svahů, ale také že ledové kry jsou schopné vyplnit značnou část údolní nivy. Ve světle těchto pozorování je zřejmé, proč historické Budňany nezasahovaly až k řece nebo proč

jádro obce (náves) Srbsko leží relativně vysoko nad hladinou a teprve mladší zástavba obsazuje v době, kdy je většina vhodných míst zastavěna, rizikové polohy u řeky. Podobný jev můžeme pozorovat v Řevnicích, Všenorech a zvláště výrazný je na Labi, kde obce jako Čelákovice, Přelouč, Kolín a řada jiných je pravidelně položená na nízkém návrší poblíž řeky. Celému jevu věnujeme na tomto místě tolik pozornosti, protože potenciální ohrožení povodněmi se v tomto úseku řeky týká desítek domů a stovek rekreačních objektů.

Na obrázku 2 je zakreslena četnost povodní v Čechách zjištěná na základě 407 kronikářských zpráv (klimatická databáze J. Svobody). Frekvenční křivka dobře odráží jev charakteristický pro klima posledního tisíciletí (a pravděpodobně i pro delší časové úseky, kde však nemáme dostatek údajů) - je jím kvasipravdělné střídání období povodňového klidu a povodňových maxim o délce několika desetiletí. Charakteristicky se jedná o úseky trvající 20-30, někdy až 50 let. Znamená to, že sice známe jednotlivé povodně, ale že také musíme počítat s povodňovými shluky, tj. s obdobími trvajících prvních několik desetiletí, ve kterých jsou povodně častější. Existuje proto určitá pravděpodobnost, že současné klidové období se mění na období s vyšším výskytem extrémních vodních stavů. Je-li tento předpoklad správný, pak nám polohy povodňových hlín udávají velikost průběhu minulých povodní a můžeme tedy očekávat zvýšené riziko poškození staveb lokalizovaných na nižším nivním stupni.

B-Terasový stupeň

V bodě B, tj. přibližně v zatáčce silnice v Poučnicku vystupují reliktu pleistocenní terasy. Její povrch je stružkovitě erodovaný. Terasa vychází v hloubce okolo 1 m. Je tvořena žlutavě-hnědými písčitymi polohami s valouny štěrku o velikosti až 30 cm. Objevují se zejména křemenné valouny a vzácněji i sikrety typu Labe (Cílek a Bednářová 1993). Kromě valounového materiálu leží na povrchu terasy ostrohranné bloky místních diabazů o velikosti 20-40 cm. Na popsaném terasovém stupni se vyskytují kambizemě s různou mocností jednotlivých genetických horizontů v závislosti od množství výše popsaného valounového materiálu a bloků diabazů.

C-Svahoviny a kamenné proudy

Úsek C leží podél silnice do Krupné a protíná

svahové sedimenty. Jako bod C jsou označena dvě místa, kde byly zastíženy nápadné kamenné proudy ležící v superpozici nad úrovní pleistocenní říční terasy a tedy holocenního stáří. Celkově v tomto úseku pozorujeme výraznou, mladou svahovou depozici, ve které se často střídají naředěné splachy zemědělských půd a načervenalé polohy zvětralín. Kamenné proudy o šířce několika metrů tvořené diabazovými sutěmi o průměru až 40 cm mají nejasnou genezi - může se jednat jak o soliflukční jev, tak i o splachy či rozvaliny dnes již zničených skalek ležících na poměrně příkrém svahu nad silnicí. Kopaná sonda o hloubce 160 cm napojená na rýhu v místě, kde silnice podtéká malý tok (na obr. 1 je toto místo zakresleno jako přerušení mezi oběma body C) prokázala, že se jedná o kambizem, která je překryta splachy erodované půdy vyšších poloh a kamínkových sutí a co se týče zrnitosti je písčitohlinitá. V hloubce 70 cm pod povrchem byl nalezen úlomek cihly dosvědčující malé stáří horní části úpatní série a tedy značnou mladou erozi. Poblíž zatáčky do Krupné pod splachy vystupuje kambizem, která je zrnitostně hlinitá.

D-Pleistocenní suť

Diabazové skalky vystupují až na povrch v bodě D. Jednalo se o několik příkrých stupňů, pod kterými se hromadila ostrohranná suť s načervenalou, ale také rovněž sprašovitou mezimotou. Suť je v závislosti na morfologii paleopovrchu nepravidelně, místy však velmi silně karbonatizována. Z původních akumulací pod skalkami se "roztéká" dál po svahu. Zde již můžeme usuzovat na jednoznačné uplatnění soliflukce.

E-Terasa

Útžek terasy zastíženy ve dvou úsecích rýhy je tvořen písčitoštěrkovitou akumulací s hrubozrnnými valouny ordovických křemenců, křemene, kambrických slepenců, bulizníků, zvětralých vulkanitů a dokonce byly nalezeny tři valouny tvořené araukarity. Podle typu se jedná spíše o araukarity z plzeňské než podkrkonošské oblasti a podle charakteru vývoje se jednoznačně jedná o pleistocenní, nikoliv třetihorní terasu. Hnědý až narezlý povrch terasy s drobnými křemennými valouny o průměru okolo 3 cm vystupuje v několika reliktech na okrajích plošiny mezi Voškovem a plochým kopcem V třeštinách nad Vlence-

mi. Přestože terasové reliktu leží ve stejné úrovni, jedná se nejméně o dvě generace teras lišících se materiálem valounů i jemnozrnné hmoty. V prvním případě se jedná o žlutavěhnědou, mladou terasu s velkými valouny a různými typy hornin, zatímco dále k jihu vystupují hnědavěčervené terasy pouze z křemennými valouny, které jsou dobře zaoblené a mají podobnou šetrčkovou velikost. Okolnost, že různé terasy odlišného stáří mohou být vloženy do sebe a vytvářet zdánlivě jednotné úrovně znesnadňuje interpretaci vývoje říčního systému (viz též Balatka a Loučková 1992). Je otázka, do jaké míry můžeme podobně jako u střípkovitých sutí, počítat se soliflukční planací. Na terase se zformovali kambizemě hlinitopísčitého zrnitostního složení.

F-Střípkovité sutě

V úseku podél golfového hřiště na Voškově se vyskytují kambizemě s Ap horizontem pod kterým leží kambický horizont pravděpodobně s příznaky rubefikace a půdotvorný substrát představují v hloubce okolo 80-100 cm střípkovité sutě s rezavě hnědou, jílovitou mezihmotou. Půdní profil obsahuje vysoký podíl jílové složky. Terciární relikt bělečských písků vystupuje ze dna sondy jen na několika omezených místech. Pravděpodobně se jedná o holocénní půdy vyvinuté na substrátech s příměsí krasových zvětralin. Střípkovité sutě v podloží byly nalezeny na poměrně rozsáhlých plochách Českého krasu např. v okolí Koledníku a Tobolky nebo mezi Tmaní a Křižatkami. Jedná se o soliflukční sediment, jehož zdroj může ležet ve vzdálenosti větší jak 1 km od výchozu břidlic. Střípkovité sutě zastírají terénní rysy a matou mapující geology, protože v jejich podloží obvykle neleží skalní výchoz, ale terasa nebo třetihorní zvětralin. Poněkud jižněji od bodu F se ve výkopu objevují sutě kosovského souvrství, takže můžeme předpokládat, že dnes pozvolný či terasovaný j. a jz. svah Voškova byl koncem glaciálu nebo v holocénu tvořen drobnými skalkami, které byly při zemědělské kolonizaci postupně odlamány a terén přeměněn na pole.

G-Slatiny a mladé splachy, ztráta diverzity

Pod písčivou U ručiček pramení drobný tok vlévající se v Bělci do Stříbrného potoka. Rýha zde v délce 45 m protnul gleje s narezlými povlaky podél kořínků vodních rostlin. Tento bývalý močál je zakryt mladými splachy zrnitostního

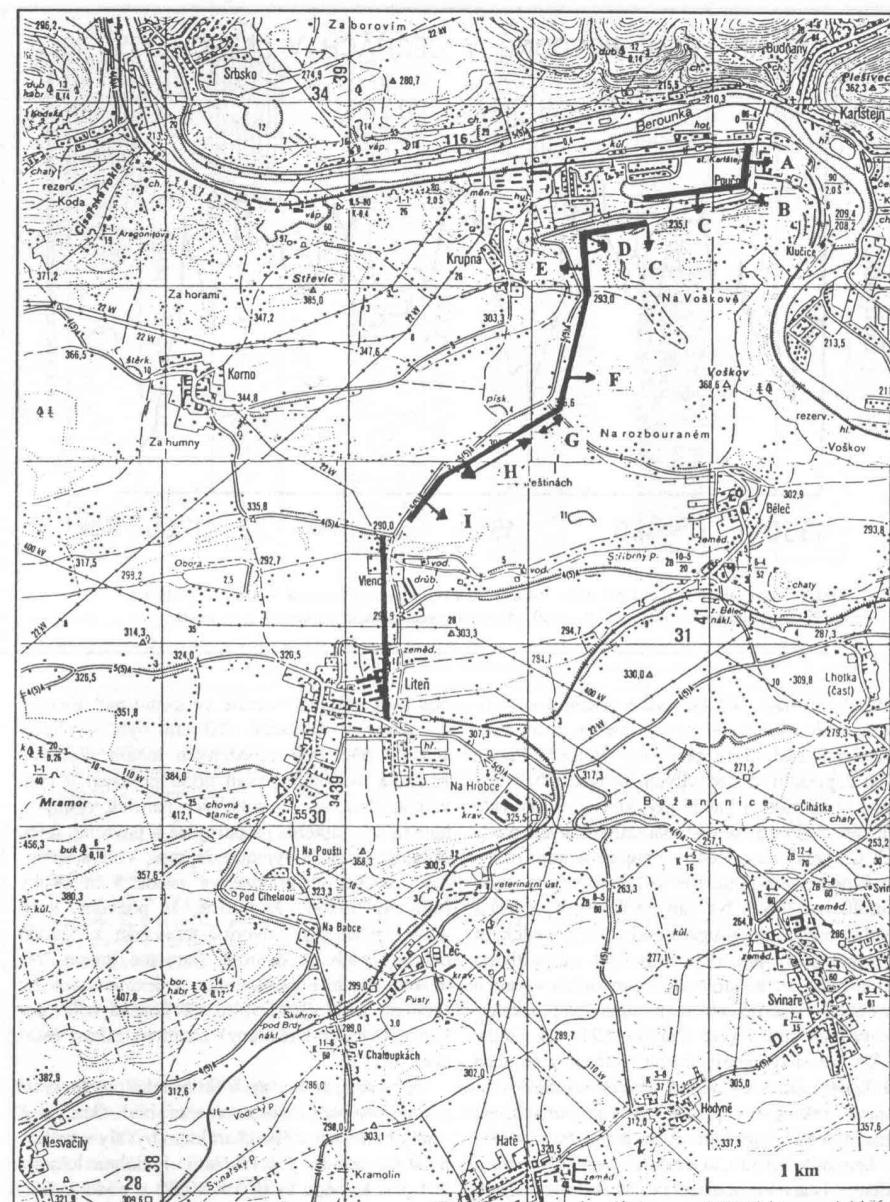
jílovitých a místy až písčitých půd z kterých v procesu pedogeneze se zformoval AGR horizont. Podloží slatiny je tvořeno pohřbeným rašelinovým T horizontem. Místy pod T horizontem vystupují nepropustné hnědé až načervenalé krasové zvětralin.

V Českém krasu můžeme dobře dokumentovat proces chudnutí krajiny - ztráty její morfologické a s ní související biologické diverzity. Tam, kde dnes na povrchu pozorujeme vcelku homogenní plochy pokryté zemědělskými půdami, je možné v rýze dokázat řadu jevů, z nichž mnohé zanikly poměrně nedávno, pravděpodobně během posledních dvou staletí. Existovaly zde skalky, suťová pole. Povrch svahů byl zbrzděn erozními stružkami či dokonce roklami. Území bylo bohatší prameny, na řadě míst existovaly mokřady (viz též Cílek 1997). Celková členitost krajiny, která se dnes skládá z několika velkých ploch byla nepoměrně vyšší. Tvorba a zcelování polí, selská těžba stavebního kamene, odvodnění mokřadů za účelem získání další zemědělské půdy vedla ke ztrátě morfologické diverzity a urychlila erozní pochody. Na svazích dnes pozorujeme A horizonty s mocností 15-20 cm, pod svahy akumulovaný A horizont s mocností 50 cm jako důsledek eroze. Na plošinách má horizont A mocnost 25-35 cm. Poslední údaj odpovídá přirozenému půdnímu vývoji pro tento mikroregion. Celkově tedy pozorujeme postupné ztenčování profilů přirozených i zemědělských půd a přibližování podloží, jílovitých substrátů směrem k povrchu.

Pokud by tento proces měl i nadále pokračovat můžeme během příštích 100-200 let očekávat prudký pokles úrodnosti půd, protože úživné svrchní polohy budou splaveny erozí. Podle úlomků cihel, popela a ojedinělých střeptů (hnědá, ostře pálená, glazovaná kamenina) usuzujeme, že ke zvýšené erozi dochází zejména během posledních 100-150 let. Jedná se o obecnější, ale velmi varovný problém (viz např. Stehlík 1975).

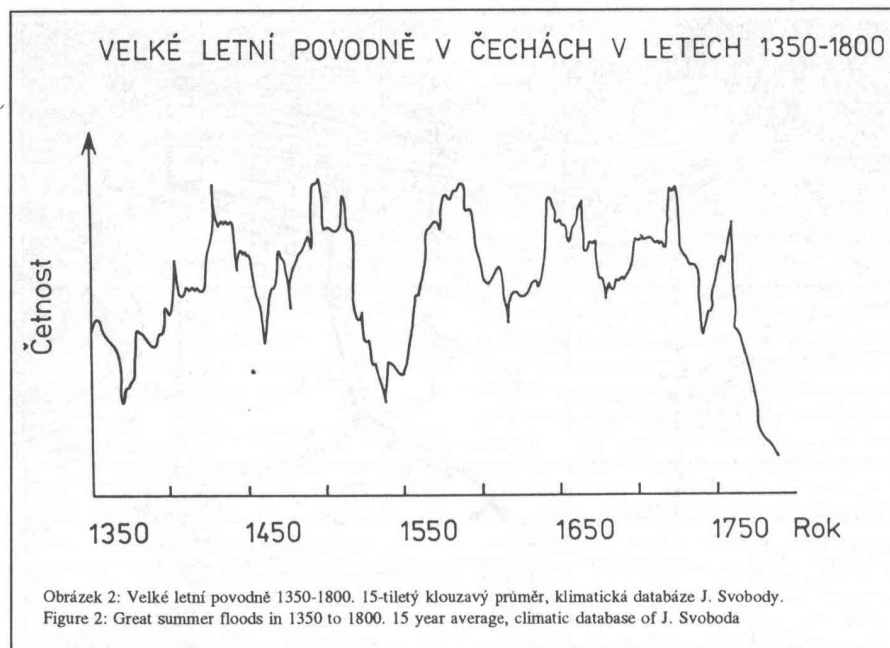
H-Půdy krasových území

Pro rozsáhlé oblasti Českého krasu jsou charakteristické půdy hnědé až načervenalé, místy hnědožluté barvy, které jsou hutné a jílovité. Jsou těžké, obtížně kopatelné, někdy narezlé. Objevují se např. v pásu táhnoucím se k Tobolce anebo byly odkryty při archeologických výkopech u Tmaně. Mívají ostrůvkovitý výskyt nebo vyplňují krasové i údolní deprese. Jsou-li odkryty lomem,



Obrazek 1: Trasa kabelové rýhy vykopané společností Telecom mezi Karlštejnem a Litní. Na písmena A - I jsou odkazy v textu.

Figure 1: The route of a cable trench of the Telecom Co. Between villages of Karlštejn and Litň. A to I - sites described in the text



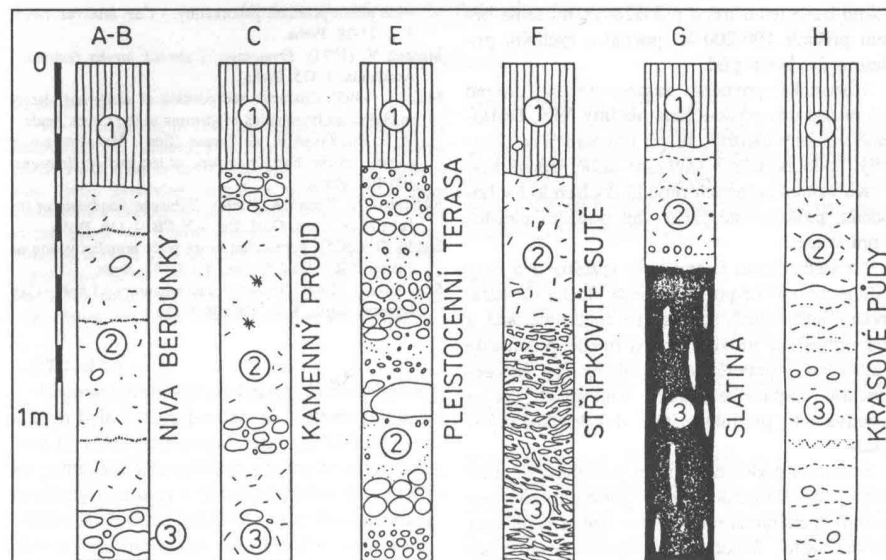
obtížně zarůstají. Někdy v sobě obsahují valounky drobného křemene, bývají písčité, často mají významné zastoupení prachové frakce. V krasových depresích se pod vlivem prosakujících vod mění až na žluté a hnědé jíl, kterým je obvykle přičítán třetihorní původ. Na zarovnaných površích Českého krasu často vystupují reliktní půdy. Na vápencovém podkladě se formuje terra fusca (Smolíková 1960). Na daných územích se jedná o velmi rozšířenou skupinu půd s polygenetickým vývojem, které jsou derivovány jak od produktů třetihorního zvětrávání, tak i samotných vápenců a z eolických sedimentů např. z hutných dekalifikovaných spraší (viz Kunský 1944, Lochman 1963). Ve sledovaném území vychází v hloubce od 30-100 cm v dlouhých úsecích mezi Voškovem a Třeštinami v podobě výše popsaných, ale žlutavě hnědých půd jílovitého zrnitostního složení. Jsou důležité tím, že zadržují vodu a vytvářejí mělké, částečně propustné zvodně a tím umožňují vznik mokřadů.

1-Splachy zemědělské půdy

Velmi instruktivní lokalita mladých splachů

půd byla odkryta v sondě ve svahu nad Vlencemi. Deprese hluboká 170 cm byla vyplněna splachy půd výše položených lokalit. Zároveň zdánlivě monotónní svah údolí prokázal v rýze velkou členitost - v některých partiích vystupují hutné půdy žlutohnědé barvy až k povrchu, jinde zemědělské půdy vyplňují deprese. V nivě Stříbrného potoka se překvapivě zvedá 5 m široký břidličný hřbít. Je možné, že pozvolný svah údolí Třeštin byl původně terasován z důvodů ochrany půdy před erozí. Samotné jméno "Na třeštinách", je etymologicky podezřelé, protože "trstí" (jako ve slově Trstená nebo dokonce Dresden-Dražďany) znamená rákosí (Machek 1971).

Je možné, že buď niva Stříbrného potoka nebo pravděpodobněji dokumentační bod G s gleji v polohách slatinného charakteru bývaly v nedávné době mokřady s rákosím. Podobná lokalita leží pod Koněprusy (Cílek 1997) v podobě široké, podmačené pramenné mísy s porostem rákosu. Půdy v podobném vývoji jako v úseku H pokračují až do Litně. Střídají se zde rovněž kambizemě načervenalé a hnědé barvy s vysokým obsa-



Obrázek 3: Profil Karlštejn - Litná, vybrané dokumentační body. A-B: profil nivy Berounky: 1 - Ap horizont, 2 - mladé povodňové hlíny s občasnými kameny driftovanými povodněmi a difuzními smouhami načervenalých říčních sedimentů, 3 - pleistocenní terasa. C: profil mladými kamennými proudy na úpatí Voškova: 1 - Ap horizont, 2 - dvojice kamenných proudů v mladých půdních sedimentech, hvězdičky označují nálezy cihel, 3 - půdní sediment s glazovaným střepem asi z 18.-19. století. E: profil pleistocenní terasy: 1 - Ap horizont, 2 - souvrství říčních písku a štěrku. F: střípkovitá sutě: 1 - Ap horizont, 2 - Bvr horizont, jílovitý, 3 - střípkovitá mrazově zvěšená sutě s mezihmotou blízkou dekalifikované spraši, soliflukční pleistocenní sediment. G: slatina: 1 - Ap horizont, 2 - AGr horizont s občasnými písčnými polohami, se zbytky kořínků rákosí a ostice, 3 - pohřbený [T] horizont. H: krasové půdy: 1 - Ap horizont, 2 - B horizont, jílovitý s občasnými písčnými polohami, 3 - BC horizont s občasnými kamínky a písčnými polohami

Figure 3: Profile Karlštejn - Litná, selected documentary sites. A-B: profile of the flood plain of Berounka river: 1 - Ap horizon, 2 - young flood loams with individual pebbles drifted by high floods and containing irregular layers of reddish sediments, 3 - Pleistocene river terrace. C: profile of the young stone flows on the lower part of slope of Voškov hill: 1 - Ap horizon, 2 - the stars depict brick fragments, 3 - soil sediment with ceramic fragment 18th-19th Century. E: profile of Pleistocene river terrace: 1 - Ap horizon, 2 - fluvial sands and gravels. F: frost shattered slate screes: 1 - Ap horizon, 2 - Bvr horizon, silty clay, 3 - Pleistocene slate screes with fine grained "loessic" matrix removed by solifluction. G: march: 1 - Ap horizon, 2 - AGr horizon with occasional sandy intercalations and root remain of reed and sedge, 3 - buried [T] horizon. H: karst soils: 1 - Ap horizon, 2 - B horizon, silty clay, 3 - BC horizon containing occasional pebbles and sandy intercalations

hem skeletu. Těsně nad Vlencemi leží další, jen několik metrů dlouhá poloha slatinného charakteru s glejem. Při vstupu do Litně přibývá antropogenních navážek, cihel a zlomků stavebního kamene, takže je patrné, že dřívější domy sahaly až k silnici.

4. Závěry

Morfologická a tím i biologická diverzita pří-

rody Českého krasu neustále klesá díky obecné planaci terénu, zcelování mikroplošek do rozsáhlejších monotónních ploch. Na sledovaném území můžeme dokázat přítomnost skalek, suťových proudů, pramenů, mokřadů a terasovaných polí v místech, kde dnes leží lány zemědělské půdy. Proces krajinné planace je doprovázen zvyšováním eroze. Relativně úrodné zemědělské půdy jsou splavovány do údolí, postupně se ztenčují.

Pokud bude tento trend pokračovat, můžeme během příštích 100-200 let počítat s rychlým poklesem úrodnosti půd.

Historické povodně zasahovaly na úroveň 4-5 m nad úroveň současné hladiny řeky. Driftované valouny ukazují, že při povodních se účastnily, podobně jako v současné době, ledové kry.

Ke vzniku suťových proudů docházelo i v holocénu, protože suť překrývají poslední pleistocenní terasu.

Na sledovaném území byly zjištěny dva typy sedimentů typické pro rozsáhlejší plochy Českého krasu - střípkovité, soliflukčně roztažené suť a hutné, masivní, jílovité zeminy hnědé, rudohnědé a žluté barvy pravděpodobně představují polygenetickou skupinu sedimentů vznikajících jak ze zvětrávacích produktů, tak dekalifikovaných spraší.

Struktura půdního pokryvu je tvořena fluvizemem podél Berounky, gleji v polohách reliéfu se slatinovým charakterem a většina území je pokryta kambizememi různého zmitostného složení a pro většinu zájmového území se specifickými znaky rubifikace. Místy je půdní pokryv nesouvislý protože na povrch vystupují půdotvorné substráty, což je do jisté míry ovlivněno erozí podmíněné nesprávnými agrotechnickými zásahy na zemědělské půdě.

Literatura

- Balatka B., Loučková J. (1992): Terasový systém a vývoj údolí Berounky. - *Stud. Geogr.*, 96: 1-53. Brno.
- Budešová E. (1969): *Základní půdní mapa ČSSR 1: 10 000. List M 33-77-Adl Běleč, Litěň, Nesvačily, Svinaře.* - Expediční skupina pro průzk. půd. Praha.
- Cílek V. (1997): Relikty říční terasy ve výkopu plynovodu u Tobolky nedaleko Koněprus v Českém krasu. - *Čes. kras (Beroun)*, 23: 59-64.
- Cílek V., Bednářová J. (1993): Silikrety Českého krasu. - *Čes. kras (Beroun)*, 18: 4-13.
- Dočkal A. (1969): *Základní půdní mapa ČSSR 1: 10 000. List M 33-77-Ab3 Karlštejn, Korno, Srbsko.* - Expediční skupina pro průzk. půd. Praha.
- Haviřík V. (Ed., 1985): *Základní geologická mapa ČSSR 1: 25 000. List 12-413 Černošice.* - Čes. geol. Úst. Praha.
- Hraško J., Linkeš V., Němeček J., Novák P., Šály R., Šurina B. (1991): *Morfogenetický klasifikační systém půd ČSFR, 2. doplněné vydání.* - VÚPÚ: 1-106. Bratislava.
- Kotzy O., Cvrk F., Pažourek V. (1995): *Historické povodně na dolním Labi a Vltavě.* - Okres. muz. v Děčíně: 1-169.
- Kunský J. (1944): Fossilní zvětrávání v jižních Čechách. - *Sbor. Čs. spol. zeměpis.*, 49: 85-89. Praha.
- Kubiňka W. (1953): *The soils of Europe.* - Consejo Superior de Investigaciones Cient., Thomas Murby and Co.: 1-318. Madrid, London.
- Lochman Z. (1963): Denukační relikty fosilních zvětralin-

vých pláštů plzeňské pahorkatiny. - *Čas. Mineral. Geol.*, 8, 1: 21-28. Praha.

Machek V. (1971): *Etymologický slovník jazyka českého.* - Academia: 1-375. Praha.

Malec J. (1995): Character and position of auriferous placers in Holocene floodplains of streams in the Czech lands. - V: E. Růžicková E., A. Zeman (Eds.): *Manifestation of climate on the Earth's surface at the end of Holocene:* 105-109. Praha.

Růžicková E., Zeman A. (1994): *Holocene floodplain of the Labe river.* - MS, Geol. Úst. AV ČR: 1-116. Praha.

Stehlík O. (1975): Potenciální eroze půdy proudící vodou na území ČR. - *Stud. Geogr.*, 42: 1-141. Brno.

Smolík L. (1960): Terra fusca na Mramoru u Litně. - *Čas. Mineral. Geol.*, 5, 3: 305-308. Praha.

Ptáci v lomech Českého krasu v roce 1997

Birds in quarries of the Bohemian Karst in 1997

Pavel Janda¹

0. Abstract

The investigation in 1997 represented the third year of observations on selected sites. The birds were recorded by standard line transect method. Totally 50 species of birds were found. Following parameters were calculated from obtained data: number of species, average number of species in one record, and relative abundance in breeding and non-breeding seasons. The similarity of individual site was evaluated based on the Öresen's similarity index. The richest sites are on Kosov and Chlum Hills, the most depleted site is in Koněprusy and active Velkolom Čertovy schody Quarry.

1. Metodika

Podobně jako v předchozích dvou letech výzkumu byla i letos použita pro sčítání ptáků pásová metoda, která se pro daný typ lokalit jeví jako optimální. Dle velikosti plochy byly na každé vytyčeny transekty v délce od 400 m do 1 000 m a šířce 50-100 m. Jednotliví ptáci byli zaznamenáváni standardním způsobem podle zvolené metody (Janda a Řepa 1986).

V hnízdním období bylo sčítání prováděno v ranních a dopoledních hodinách, v době největší aktivity ptáků. V mimohnízním období bylo sčítáno za příznivého počasí během celého dne.

Při vyhodnocování relativní početnosti v hnízdním období nebyli započítáváni ptáci přeletující přes plochu, v mimohnízním období byli tito ptáci zahrnuti do celkových součtů. Pro hnízdní období je stanovena relativní početnost v párech na plochu pásu, v mimohnízním období v jedincích na plochu pásu. Podrobnosti k vyhodnocování viz Janda a Řepa (1986).

Počet a data jednotlivých kontrol a počty ptáků jsou patrné z přehledu výsledků. Číslování a pořadí druhů v tabulkách výskytu druhů je shodné s přehledem druhů podle jednotlivých lokalit.

2. Výsledky

Přehled zjištěných druhů v roce 1997

DRAVCI (FALCONIFORMES)

Krahujec obecný (*Accipiter nisus*)

Druh především jehličnatých lesů, ale vyskytuje se i v členité krajině s občasnými lesíky a remízky. Výskyt: Kosov - 1 samec sem zalétl z někteřého blízkého lesa.

Jestřáb lesní (*Accipiter gentilis*)

Typický obyvatel lesů všech typů. Nevyhýbá se však ani parkové krajině s roztroušenými lesíky. Výskyt: Kosov, Koněprusy - obě lokality jsou v blízkosti souvislých lesních celků, zaznamenání jedinci pouze přelétávali.

Káně lesní (*Buteo buteo*)

Nejhojnější dravec oblasti, obývá kulturní step s roztroušenými lesíky. Výskyt: všechny plochy - naprostá většina jedinců byla zaznamenána ve vzduchu na přeletu či při kroužení a pátrání po potravě.

Poštolka obecná (*Falco tinnunculus*)

Druhý nejhojnější dravec oblasti. Vyskytuje se v otevřené krajině s poli a loukami, dnes i ve městech. Hnízdí často v hnízdech jiných ptáků (straka, vrána) nebo na skalních stěnách a budovách. Výskyt: všechny plochy kromě Koněprus - dobré hnízdní podmínky (skalní stěny) jsou na Chlumu, Velkolom Čertovy schody (VLČS) a Kobyle, kde je možno očekávat zahnízdění. Jediné prokázané hnízdění je na Kosově ve starém stračím hnízdě na sloupu elektrického vedení z roku 1995.

HRABAVÍ (GALLIFORMES)

Bažant obecný (*Phasianus colchicus*)

Obývá zemědělskou krajinu, kde se střídají pole s menšími lesy. Výskyt: Kosov - ojedinělý výskyt při sběru potravy.

BAHNÁCI (CHARADRIIFORMES)

Sluka lesní (*Scolopax rusticola*)

Obyvatel hustých smíšených lesů s bohatým bylinným podrostem. Výskyt: Kobyla - 2 ptáci zastížení koncem března v lese v blízkém okolí lomu. Není jisté zda šlo o místní pár nebo jen o protahující jedince.

¹ Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1

Práce vznikla za podpory firmy Českomoravský cement a.s. Beroun

Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 13-22, 14 tab.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-3-1

MĚKKOZOBI (*COLUMBIFORMES*)

Holub hřivnák (*Columba palumbus*)

Vyskytuje se v lesích všech druhů a velikostí, často též na okrajích měst v parcích. Potravu však sbírá v otevřené krajině, především na polích. Výskyt: Chlum, Homolák - zastížení jedinci pouze přelétali.

Hrdlička divoká (*Streptopelia turtur*)

Hnízdí v parkové krajině v blízkosti vod, v sadech a remízích. Potravu sbírá na volných prostranstvích v okolí. Výskyt: Homolák - zastížení 1 exemplář při sběru potravy na ploše.

SOVY (*STRIGIFORMES*)

Kalous ušatý (*Asio otus*)

Obývá lesy a lesíky mezi loukami, parkovou krajinu i okolí měst. Výskyt: Kosov - 1 juvenilní jedinec zastížen v rozsoše mladého stromku, kam se dostal náhodou při svém prvním letu z hnízda.

ŠPLHAVCI (*PICIFORMES*)

Strakapoud velký (*Dendrocopos major*)

Hojný druh vyskytující se v lesích všech druhů i v parcích a zahradách. Výskyt: Kosov, Kobyla - dá se předpokládat četnější výskyt na těch plochách, kde jsou vzrostlejší stromy.

Datel černý (*Dryocopus martius*)

V krasu poměrně hojný pták. Obývá rozsáhlejší lesy, spíše jehličnaté a smíšené, se starými doupnými stromy. Výskyt: Kobyla, Koněprusy - zastížen pouze na plochách obklopených větším lesem, výskyt v hnízdním období naznačuje možnost hnízdění, především na Kobyle.

Žluna zelená (*Picus viridis*)

Hojný druh, preferuje otevřenou krajinu s řídkými lesíky, sady a alejemi. Výskyt: Kosov, Chlum - pouze ojedinělá pozorování dokládají nepříteli velkou přitažlivost sledovaných ploch pro tento druh.

Krutihlav obecný (*Jynx torquilla*)

Vyskytuje se ve světlých listnatých a smíšených lesích, remízích, sadech i v otevřené křovinaté krajině. Potravu sbírá na zemi i v polích. Výskyt: Homolák - 1 exemplář pozorován již 26.3. 1997 při sběru potravy na ploše.

PĚVCI (*PASSERIFORMES*)

Skřivan polní (*Alauda arvensis*)

Typický obyvatel polí a luk s nízkým porostem. Výskyt: Kosov, Chlum, Homolák - hnízdí na okolních polích, na plochách byl zastížen výjimečně při sběru potravy či při přeletu během obhajování teritoria.

Skřivan lesní (*Lullula arborea*)

Vzácný druh, vyžaduje suchá prostranství se sporou přízemní vegetací a rozptýlenými stromy. Výskyt: Koněprusy - 1 pár (zřejmě stejný jako vloni) se zdržoval celé hnízdní období, hnízdění však nebylo prokázáno. Pro tento druh se ukazují být výskyty a odvaly jako vhodné prostředí.

Vlaštovka obecná (*Hirundo rustica*)

Původně skalní, u nás synantropní druh, který hnízdí v lidských sídlech. Výskyt: Kosov - zastížení jedinci na přeletu při lovu potravy. Pocházejí nejspíše z nedaleké vesnice Bítov.

Jítička obecná (*Delichon urbica*)

Platí o ní totéž, co o předcházejícím druhu. Hojnější než vlaštovka. Výskyt: Kosov - podobně jako u vlaštovky.

Linduška lesní (*Anthus trivialis*)

Je to pták pasek a holin prosvětlených lesů, polních lesíků a sadů. Výskyt: VLČS, Koněprusy - tento pták se vyskytuje celkem hojně na celém Zlatém koni. Ve VLČS často zpívá na vrcholcích stromů na horním okraji lomu.

Ťuhák obecný (*Lanius collurio*)

Vyskytuje se v otevřené krajině s pásy křovin, tj. na stráních, mezích a krajích lesů. Výskyt: Kosov, Chlum, Homolák - všechny 3 plochy mají rozsáhlé pásy křovin, na kterých se ťuháci pravidelně vyskytují.

Pěnice čemohlavá (*Sylvia atricapilla*)

Nejhojnější pěnice, obývá podrost světlých lesů, parků, zahrad a remízů. Výskyt: všechny plochy kromě Homoláku, kde chybí vhodný lesní podrost.

Pěnice slavíková (*Sylvia borin*)

Žije ve vysokých křovinách lesů, zarostlých zahradách, parcích a hřbitovech. Výskyt: Chlum, Kobyla - její výskyt na sledovaných plochách je

proměnlivý, neboť raději žije v okolí vod. Pravidelně se objevuje pouze v okolí Kobyl.

Pěnice pokřovní (*Sylvia curruca*)

Obývá křoviny, živé ploty, zahrady, sady, parky, paseky. V krasu poměrně hojně rozšířena. Výskyt: Kosov, Chlum, Kobyla - pravidelně se vyskytuje na plochách i v blízkém okolí.

Pěnice hnědokřídla (*Sylvia communis*)

Vyskytuje se ve všech druzích křovin, na okrajích lesa, v zarostlých zahradách, remízích a loukách. V krasu obsazuje i suchá místa stepního a ruderalního charakteru. Výskyt: Kosov, Chlum, Homolák, Koněprusy - z výřtu ploch je vidět, že je to eurytopní druh, vyskytuje se pravidelně.

Budníček menší (*Phylloscopus collybita*)

Hojně rozšířený, obývá světlé listnaté lesy s bohatým podrostem, remízky a sady. Výskyt: všechny plochy - jeden z nejběžnějších ptáků, který se objeví i na místech pro ostatní ptáky neatraktivních.

Budníček větší (*Phylloscopus trochilus*)

Obývá lesy nižšího vzrůstu, vrby u řek apod. V zahradách a parcích méně často než budníček menší. Výskyt: všechny plochy kromě Homoláku - potřebuje alespoň pár stromů, které na Homoláku chybí. Na ostatních plochách se pravidelně vyskytuje.

Budníček lesní (*Phylloscopus sibilatrix*)

Vyžaduje vzrostlé lesy (především listnaté, vzácněji jehličnaté) se zapojeným stromovým patrem a řídkým podrostem. Výskyt: Kobyla - vzhledem k biotopovým nárokům je výskyt na plochách velice nepravděpodobný, zastížen pouze v blízkém okolí Kobyl (vysoký les). Vyskytuje se i na Zlatém koni, ale na plochách zjištěn nebyl.

Králíček obecný (*Regulus regulus*)

Obývá především jehličnaté (hlavně smrkové) lesy. V mimohnízdni době i listnaté lesy a křoviny. Výskyt: Chlum, Kobyla - zatímco jedinci zastížení na Chlumu zřejmě jen protahovali, na Kobyle se objevují pravidelně.

Rehek domácí (*Phoenicurus ochruros*)

Vyhledává příkré skalnaté svahy, stěny a sutě

a různé obytné a hospodářské stavby. Výskyt: Kosov, Chlum, Homolák, VLČS - i když svým skalnatým charakterem by mu plochy měly vyhovovat, častěji se na nich objevuje až v pozdním létě a na podzim.

Rehek zahradní (*Phoenicurus phoenicurus*)

Vyskytuje se v krajině s roztroušenými stromy, např. v parcích, zahradách, hřbitovech i v osadách. Výskyt: VLČS - 1 zpívající samec se zde zdržoval v hnízdní sezóně. V krasu se vyskytuje řídce, po jednotlivých párech.

Červenka obecná (*Erithacus rubecula*)

Obývá vlhké listnaté a smíšené lesy s hustým podrostem, parky a zahrady. Výskyt: Kosov, Chlum, Koněprusy - na plochách se objevuje pouze náhodně, ojediněle. Dává přednost vlhčím biotopům.

Drozd brávník (*Turdus viscivorus*)

Žije ve vysokokmenných listnatých a jehličnatých lesích i bez keřového podrostu. Výskyt: Homolák - zastížen 1 jedinec na kraji plochy při sběru potravy (na podzim).

Drozd zpěvný (*Turdus philomelos*)

Vyskytuje se ve všech typech porostů dřevin, běžně též v lidských sídlištích, parcích a zahradách. Hojně rozšířen. Výskyt: Kosov, Chlum - v krasu se objevuje spíše v blízkosti lidských sídlišť, na sledovaných plochách pozorován pouze při sběru potravy.

Drozd kvičala (*Turdus pilaris*)

Obývá jehličnaté i listnaté lesy, polní lesíky, sady, zahrady. Na podzim v alejích dřevin s dužnatými plody. Výskyt: VLČS - v říjnu pozorovány 2 exempláře na horním okraji lomu, nejspíše na tahu. V podzimních měsících je možno očekávat více ptáků na průtah.

Kos černý (*Turdus merula*)

Původně v lesích všeho druhu, křovinatých porostech, remízích a polních lesících. Dnes hojně v lidských sídlištích. Výskyt: všechny plochy mimo Koněprus - na plochách se objevuje pouze ojediněle, vyšší počty jsou zaznamenány jen na Chlumu. Obývá raději bohatší biotopy.

Mlynařík dlouhoocasý (*Aegithalos caudatus*)

Vyskytuje se v lesích všeho druhu, hlavně

však v řidších listnatých a smíšených, s hustým křovinatým podrostem. Výskyt: Chlum, Kobyla - na plochách se objevuje jen v mimohnízdním období v menších hejnech při sběru potravy.

Sýkora koňadra (*Parus major*)

Běžný druh žijící všude, kde rostou stromy, u nás především v zahradách, parcích a světlých lesích. Výskyt: všechny plochy - na plochách se vyskytuje pravidelně, hlavně však v mimohnízdní době, neboť zde chybí vhodné dutiny, ve kterých hnízdí.

Sýkora modřinka (*Parus caeruleus*)

Obývá smíšené lesy, parky, zahrady, aleje, polní lesíky. Často ve společnosti jiných sýkor. Výskyt: všechny plochy - platí o ní to samé, co o koňadře.

Sýkora babka (*Parus palustris*)

Objevuje se hlavně v listnatých lesích nižších poloh, ve stromových porostech u vod, zahradách a parcích. Dostí běžný druh. Výskyt: Kosov, Chlum, Homolák, Koněprusy - na plochách se objevuje jen ojediněle, protože preferuje vlhčí biotopy.

Brhlík lesní (*Sitta europaea*)

Hojný druh obývajcí listnaté a smíšené lesy se starými stromy a bohatým keřovým patrem. Výskyt: Kobyla, Koněprusy - jelikož je vázán na vzrostlé stromy, na plochách se objeví zřídka, pouze na Kobyle se vyskytuje pravidelně.

Zedníček skalní (*Tichodroma muraria*)

Vzácný zatoulanec, který žije na skalních stěnách velehor, v zimě podniká potulky daleko do okolí. Výskyt: Chlum - letos zjištěn dokonce dvakrát, v březnu a listopadu. Jeho původ je nejspíše alpský, není ale vyloučen ani původ tatranský.

Strnad obecný (*Emberiza citrinella*)

Běžný druh vyskytující se v zemědělské krajině s lesíky, skupinami stromů nebo keřů. Výskyt: všechny plochy - nejpočetněji zastoupený druh na sledovaných plochách. Maximálních počtů dosahuje na podzim, kdy se na okrajích ploch objevují hejna o několika desítkách jedinců.

Dlask tlustozobý (*Coccothraustes coccothraustes*)

Obývá listnaté a smíšené lesy se starými

stromy, sady, parky. Tichý pták, který se obtížně zjišťuje. Výskyt: Chlum, Kobyla - nepravidelný výskyt, nikdy nebyl pozorován při sběru potravy, kterou sbírá na zemi, ale pouze na stromech a při přeletu.

Pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*)

Náš nejběžnější pták. Objeví se všude tam, kde rostou nějaké stromy. Na podzim a v zimě na polích, rumištích a úhorech. Výskyt: všechny plochy - na plochách se v hnízdni době objevuje jednotlivě, ale celkem pravidelně, na podzim pak invazně v hejnech.

Pěnkava jikavec (*Fringilla montifringilla*)

Severský pták, který u nás nehnízdí, ale pouze protahuje a přezimuje. U nás se zdržuje na polích, úhorech, loukách i v lesích. Výskyt: Kobyla - 2 jedinci zastaveni 10.12. 1997 na rozhraní lesa a pole.

Stehlík obecný (*Carduelis carduelis*)

Hojný druh vyskytující se v otevřené krajině s roztroušenými stromy - v parcích, alejích, zahradách, hřbitovech. V mimohnízdni době nejčastěji na zaplevelených úhorech a smetištích. Výskyt: Kosov, Chlum, Homolák - hlavně na podzim, kdy se objevuje ve větších hejnech, např. 22.10. na Kosově 38 jedinců.

Zvonek zelený (*Carduelis chloris*)

Obývá kulturní step s roztroušenými stromy, parkovou krajinu, zahrady, intravilán. Výskyt: Kosov, Chlum, Homolák - zjištěn pouze na podzim v menších skupinách při sběru potravy.

Vrabec polní (*Passer montanus*)

Hnízdí v polních lesících, křovinách, na okrajích lesů a vesnic. Není vázán na člověka tak těsně jako vrabec domácí. Výskyt: Chlum, Homolák, VLČS - hnízdni výskyt je nejpravděpodobnější na Chlumu, nejčastěji se vyskytuje na Homoláku, kde se na podzim a v zimě v okolních křovinách schovávají desítky ptáků.

Vrabec domácí (*Passer domesticus*)

Pták vázaný na přítomnost člověka, žije všude v okolí sídel od nížin až do hor. Výskyt: Kosov - ojedinělé pozorování 1 samice, která sem zalétla z blízké vesnice Bitov.

Sojka obecná (*Garrulus glandarius*)

Obývá lesy všech druhů, zpravidla nepříliš hluboké, polní lesíky s duby a podrostem lísky. Běžný druh. Výskyt: všechny plochy kromě Koněprus - naprostá většina pozorování spadá do mimohnízdni období, kdy se objevuje i v menších skupinkách. Pravidelný výskyt.

Straka obecná (*Pica pica*)

Vyskytuje se v kulturní krajině s dostatkem křovin a stromů, v remízcích, parkové krajině a na okrajích cest. Výskyt: Kosov - zjištěna zde pouze na podzim, dává přednost biotopům v blízkosti lidských sídlišť.

Charakteristika ornitocenóz sledovaných lokalit v roce 1997

Druhové spektrum

Podobně jako v letech 1995 a 1996 se sledované lokality dají rozdělit do dvou skupin. Toto rozdělení je nejlépe vidět v hnízdni období, kdy počty zjištěných druhů v první skupině dvakrát převyšují počty druhů ve skupině druhé. V první jsou Chlum (15 druhů), Kosov (15) a Kobyla (14), ve druhé pak Homolák (5), Koněprusy (9) a VLČS (8). Oproti roků 1995-1996 jsou však počty druhů v hnízdni období výrazně nižší, což je způsobeno nižším počtem kontrol v hnízdni období (1997: 2 kontroly, 1996: 3, 1995: 4).

V mimohnízdni období si udržují vysoký počet druhů Chlum (27) a Kosov (24), zatímco Kobyla (16) se dostala na úroveň Homoláku (17). To je způsobeno jednak menší potravní nabídkou Kobyl na podzim a v zimě a jednak tím, že v uzavřeném Kobyle se vliv migrantů projevuje daleko méně než v případě Homoláku. Nejnížší počty druhů byly zaznamenány na Koněprusích a VLČS (obě 11 druhů).

Nově zjištěné druhy na plochách - jestřáb lesní (Kosov), sluka lesní (Kobyla), kalous ušatý (Kosov), drozd brávník (Homolák).

K nejzajímavějším faunistickým pozorováním patří výskyt zedníčka skalního v lomu Na Chlumu, který zde byl pozorován dokonce 2x - 7.3. a 20.11. 1997 a vzhledem k pozorování v roce 1995 a dalším hlášením z Českého krasu se ukazuje, že v posledních letech se v krasu stává pravidelným zimním návštěvníkem. Dalším zajímavým druhem je skřivan lesní. Tento vzácný druh byl podobně jako vloni zjištěn na výspě Koněprusy. Letos se zde zdržoval 1 pár po celou

hnízdni sezónu a i když hnízdění nebylo jasné prokázáno, je pravděpodobné.

Početnost

V hnízdni období hodnoty relativní početnosti na jednotlivých plochách velice dobře korespondují s hodnotami zjištěnými v předchozích letech. Nejpočetnější jsou společenstva na Chlumu (24 párů) a Kosově (26,5), následuje Kobyla (15,5) a jsou plochy Homolák, Koněprusy a VLČS (všechny 9,5). Odchyly od předchozích let jsou minimální, větší jsou u posledních třech ploch, které tím ukazují na zatím menší stabilitu zdejších ptáčích společenstev.

V mimohnízdni období a v zimním období jsou rozdíly v relativní početnosti jak mezi jednotlivými lokalitami, tak i mezi jednotlivými lety větší. Vzhledem k letošnímu zaměření sčítání na mimohnízdni období (podobně jako v roce 1996) jsou hodnoty relativní početnosti proporcionálně podobné, i když se liší absolutní hodnotou. Projevuje se zde opět rozdělení na dvě skupiny, tentokrát jiné. Jedná se zde o potravní hodnotu ploch v mimohnízdni době a v zimě. Potravně nejbohatší jsou plochy Homolák, Kosov a Chlum, kde hodnoty relativní početnosti v mimohnízdni období a v zimě převyšují tytéž hodnoty v hnízdni období. Naopak potravně chudé plochy jsou Kobyla, Koněprusy a VLČS, kde jsou hodnoty relativní početnosti v mimohnízdni období a v zimě nižší než v hnízdni období. Početnost v mimohnízdni době a v zimě zvyšují hejna zmořavých ptáků, nejčastěji strnadů obecných a vrabců polních, v menší míře stehlíků obecných a zvonků zelených.

Podobnost

Podobnost jednotlivých lokalit byla hodnocena pomocí Sørensenova indexu podobnosti druhového spektra (QS). Vzhledem k tažným druhům ptáků byla podobnost počítána zvlášť pro hnízdni i mimohnízdni období.

V hnízdni období zaujme naprostá nepodobnost plochy Homolák od všech ostatních ploch (hodnoty QS od 10,5 do 40) a výrazná podobnost ploch Koněprusy a VLČS (QS = 82,4), což se dá vysvětlit tím, že leží blízko sebe a okolní les je společný pro obě plochy.

V mimohnízdni období jsou si naopak všechny plochy podobné. Hodnoty QS jsou v rozmezí 42,1 až 71,4 s převahou hodnot mezi 50 -

60. Toto je způsobeno výskytem stálých druhů, protože v mimohnídní době je pro přítomnost druhu důležitějším faktorem potrava než specifické hnízdní podmínky.

Tabulka 1: Přehled druhů a jejich přítomnosti na ploše Kosov v hnízdním (HO) a mimohnídním (MHO) období

Table 1: Review of species and their presence on the area of Kosov in the breeding (HO) and non-breeding season (MHO)

	HO	MHO
1 krahujec obecný (<i>Accipiter nisus</i>)	-	+
2 jestřáb lesní (<i>Accipiter gentilis</i>)	-	+
3 káně lesní (<i>Buteo buteo</i>)	+	+
4 poštolka obecná (<i>Falco tinnunculus</i>)	+	+
5 bažant obecný (<i>Phasianus colchicus</i>)	+	-
6 kalous ušatý (<i>Asio otus</i>)	+	-
7 strakapoud velký (<i>Dendrocopos major</i>)	+	+
8 žluna zelená (<i>Picus viridis</i>)	+	-
9 skřivan polní (<i>Alauda arvensis</i>)	+	+
10 vlaštovka obecná (<i>Hirundo rustica</i>)	-	+
11 jiřička obecná (<i>Delichon urbica</i>)	-	+
12 tuhyk obecný (<i>Lanius collurio</i>)	+	+
13 pěnice černohlavá (<i>Sylvia atricapilla</i>)	+	-
14 pěnice pokřovní (<i>Sylvia curruca</i>)	+	+
15 pěnice hnědokřídla (<i>Sylvia communis</i>)	+	-
16 budníček menší (<i>Phylloscopus collybita</i>)	+	+
17 budníček větší (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	+	-
18 rehek domácí (<i>Phoenicurus ochruros</i>)	-	+
19 červenka obecná (<i>Erithacus rubecula</i>)	-	+
20 drozd zpěvný (<i>Turdus philomelos</i>)	+	-
21 kos černý (<i>Turdus merula</i>)	+	+
22 sýkora koňadra (<i>Parus major</i>)	-	+
23 sýkora modřinka (<i>Parus caeruleus</i>)	-	+
24 sýkora babka (<i>Parus palustris</i>)	-	+
25 strnad obecný (<i>Emberiza citrinella</i>)	+	+
26 pěnkava obecná (<i>Fringilla coelebs</i>)	+	+
27 stehlík obecný (<i>Carduelis carduelis</i>)	-	+
28 zvonek zelený (<i>Carduelis chloris</i>)	-	+
29 vrabec polní (<i>Passer montanus</i>)	-	+
30 sojka obecná (<i>Garrulus glandarius</i>)	+	+
31 straka obecná (<i>Pica pica</i>)	-	+

Tabulka 2: Přehled druhů a jejich přítomnosti na ploše Chlum v hnízdním (HO) a mimohnídním (MHO) období

Table 2: Review of species and their presence on the area of Chlum in the breeding (HO) and non-breeding season (MHO)

	HO	MHO
1 káně lesní (<i>Buteo buteo</i>)	+	+
2 poštolka obecná (<i>Falco tinnunculus</i>)	+	+

3 holub hřivnák (<i>Columba palumbus</i>)	-	+
4 žluna zelená (<i>Picus viridis</i>)	-	+
5 skřivan polní (<i>Alauda arvensis</i>)	-	+
6 tuhyk obecný (<i>Lanius collurio</i>)	+	-
7 pěnice černohlavá (<i>Sylvia atricapilla</i>)	+	+
8 pěnice slavíková (<i>Sylvia borin</i>)	+	-
9 pěnice pokřovní (<i>Sylvia curruca</i>)	+	+
10 pěnice hnědokřídla (<i>Sylvia communis</i>)	-	+
11 budníček menší (<i>Phylloscopus collybita</i>)	+	+
12 budníček větší (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	+	+
13 králíček obecný (<i>Regulus regulus</i>)	-	+
14 rehek domácí (<i>Phoenicurus ochruros</i>)	+	+
15 červenka obecná (<i>Erithacus rubecula</i>)	-	+
16 drozd zpěvný (<i>Turdus philomelos</i>)	-	-
17 kos černý (<i>Turdus merula</i>)	+	+
18 mlynářik dlouhoocasý (<i>Aegithalos caedatus</i>)	-	+
19 sýkora koňadra (<i>Parus major</i>)	+	+
20 sýkora modřinka (<i>Parus caeruleus</i>)	-	+
21 sýkora babka (<i>Parus palustris</i>)	-	+
22 zedníček skalní (<i>Tichodroma muraria</i>)	-	+
23 strnad obecný (<i>Emberiza citrinella</i>)	+	+
24 dlask tužozobý (<i>Coccothraustes coccothraustes</i>)	-	+
25 pěnkava obecná (<i>Fringilla coelebs</i>)	+	+
26 stehlík obecný (<i>Carduelis carduelis</i>)	-	+
27 zvonek zelený (<i>Carduelis chloris</i>)	-	+
28 vrabec polní (<i>Passer montanus</i>)	+	+
29 sojka obecná (<i>Garrulus glandarius</i>)	+	+

Tabulka 3: Přehled druhů a jejich přítomnosti na ploše Kobyla v hnízdním (HO) a mimohnídním (MHO) období

Table 3: Review of species and their presence on the area of Kobyla in the breeding (HO) and non-breeding season (MHO)

	HO	MHO
1 káně lesní (<i>Buteo buteo</i>)	-	+
2 poštolka obecná (<i>Falco tinnunculus</i>)	+	+
3 sluka lesní (<i>Scolopax rusticola</i>)	-	+
4 strakapoud velký (<i>Dendrocopos major</i>)	-	+
5 datel černý (<i>Dryocopus martius</i>)	+	-
6 pěnice černohlavá (<i>Sylvia atricapilla</i>)	+	-
7 pěnice slavíková (<i>Sylvia borin</i>)	+	-
8 pěnice pokřovní (<i>Sylvia curruca</i>)	+	-
9 budníček menší (<i>Phylloscopus collybita</i>)	+	+
10 budníček větší (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	+	-
11 budníček lesní (<i>Phylloscopus sibilatrix</i>)	+	-
12 králíček obecný (<i>Regulus regulus</i>)	+	+
13 kos černý (<i>Turdus merula</i>)	+	+
14 mlynářik dlouhoocasý (<i>Aegithalos caedatus</i>)	-	+

15 sýkora koňadra (<i>Parus major</i>)	-	+
16 sýkora modřinka (<i>Parus caeruleus</i>)	-	+
17 brhlík lesní (<i>Sitta europaea</i>)	+	+
18 strnad obecný (<i>Emberiza citrinella</i>)	+	+
19 dlask tužozobý (<i>Coccothraustes coccothraustes</i>)	+	+
20 pěnkava obecná (<i>Fringilla coelebs</i>)	+	+
21 pěnkava jikavec (<i>Fringilla montifringilla</i>)	-	+
22 sojka obecná (<i>Garrulus glandarius</i>)	-	+

Tabulka 4: Přehled druhů a jejich přítomnosti na ploše Homolák v hnízdním (HO) a mimohnídním (MHO) období

Table 4: Review of species and their presence on the area of Homolák in the breeding (HO) and non-breeding season (MHO)

	HO	MHO
1 káně lesní (<i>Buteo buteo</i>)	-	+
2 poštolka obecná (<i>Falco tinnunculus</i>)	-	+
3 holub hřivnák (<i>Columba palumbus</i>)	+	-
4 hrdlička divoká (<i>Streptopelia turtur</i>)	+	-
5 krutihlav obecný (<i>Jynx torquilla</i>)	-	+
6 skřivan polní (<i>Alauda arvensis</i>)	+	+
7 tuhyk obecný (<i>Lanius collurio</i>)	+	-
8 pěnice hnědokřídla (<i>Sylvia communis</i>)	+	-
9 budníček menší (<i>Phylloscopus collybita</i>)	-	+
10 rehek domácí (<i>Phoenicurus ochruros</i>)	-	+
11 drozd brávník (<i>Turdus viscivorus</i>)	-	+
12 kos černý (<i>Turdus merula</i>)	-	+
13 sýkora koňadra (<i>Parus major</i>)	-	+
14 sýkora modřinka (<i>Parus caeruleus</i>)	-	+
15 sýkora babka (<i>Parus palustris</i>)	-	+
16 strnad obecný (<i>Emberiza citrinella</i>)	+	+
17 pěnkava obecná (<i>Fringilla coelebs</i>)	-	+
18 stehlík obecný (<i>Carduelis carduelis</i>)	-	+
19 zvonek zelený (<i>Carduelis chloris</i>)	-	+
20 vrabec polní (<i>Passer montanus</i>)	-	+
21 sojka obecná (<i>Garrulus glandarius</i>)	-	+

Tabulka 5: Přehled druhů a jejich přítomnosti na ploše Koněprusy v hnízdním (HO) a mimohnídním (MHO) období

Table 5: Review of species and their presence on the area of Koněprusy in the breeding (HO) and non-breeding season (MHO)

	HO	MHO
1 jestřáb lesní (<i>Accipiter gentilis</i>)	-	+
2 káně lesní (<i>Buteo buteo</i>)	+	+
3 datel černý (<i>Dryocopus martius</i>)	+	-
4 skřivan lesní (<i>Lullula arborea</i>)	+	-
5 linduška lesní (<i>Anthus trivialis</i>)	+	+
6 pěnice černohlavá (<i>Sylvia atricapilla</i>)	+	-
7 pěnice hnědokřídla (<i>Sylvia communis</i>)	+	-

8 budníček menší (<i>Phylloscopus collybita</i>)	+	+
9 budníček větší (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	+	-
10 červenka obecná (<i>Erithacus rubecula</i>)	-	+
11 sýkora koňadra (<i>Parus major</i>)	-	+
12 sýkora modřinka (<i>Parus caeruleus</i>)	-	+
13 sýkora babka (<i>Parus palustris</i>)	-	+
14 brhlík lesní (<i>Sitta europaea</i>)	-	+
15 strnad obecný (<i>Emberiza citrinella</i>)	+	+
16 pěnkava obecná (<i>Fringilla coelebs</i>)	+	+

Tabulka 6: Přehled druhů a jejich přítomnosti na ploše Velkolom Čertovy schody v hnízdním (HO) a mimohnídním (MHO) období

Table 6: Review of species and their presence on the area of Velkolom Čertovy schody-Quarry in the breeding (HO) and non-breeding season (MHO)

	HO	MHO
1 káně lesní (<i>Buteo buteo</i>)	+	+
2 poštolka obecná (<i>Falco tinnunculus</i>)	+	+
3 linduška lesní (<i>Anthus trivialis</i>)	+	-
4 pěnice černohlavá (<i>Sylvia atricapilla</i>)	+	-
5 budníček menší (<i>Phylloscopus collybita</i>)	+	+
6 budníček větší (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	+	-
7 rehek domácí (<i>Phoenicurus ochruros</i>)	+	-
8 rehek zahradní (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>)	+	-
9 drozd kvičala (<i>Turdus pilaris</i>)		
10 kos černý (<i>Turdus merula</i>)	+	+
11 sýkora koňadra (<i>Parus major</i>)	+	+
12 sýkora modřinka (<i>Parus caeruleus</i>)		
13 strnad obecný (<i>Emberiza citrinella</i>)	+	+
14 pěnkava obecná (<i>Fringilla coelebs</i>)	+	-
15 vrabec polní (<i>Passer montanus</i>)	-	+
16 sojka obecná (<i>Garrulus glandarius</i>)	-	+

Vysvětlivky k tabulkám 1-6:

+ druh na ploše zjištěný, - druh na ploše nezjištěný

Explanations to Tables 1 to 6:

+ species detected on area, - species non detected on area

Tabulka 7: Výskyt ptáčích druhů v ploše Kosov v r.1997

Table 7: Occurrence of bird species on area of Kosov in 1997

druh/date	4.3.	26.3.	15.5.	11.6.	21.8.	30.9.	22.10.	19.11.	10.12.
1 kra						1m			
2 jes					1f				
3 kán	1	1	1p	1	7p	1	8p	1p	2
4 poš			1		6	1			3 +1p
5 baž			1						
6 kal				1juv					
7 str	1		1						

4	Homolák	1995	13	9	3,7	10,0	6	2,00	5,0	4,7
		1996	19	8	4,6	7,0	15	4,60	39,9	44,3
		1997	21	5	4,5	9,5	17	6,10	47,9	66,0
5	Koněprusy	1995	17	12	7,7	13,7	6	2,40	12,2	2,0
		1996	17	13	6,7	12,3	8	2,10	4,3	4,3
		1997	16	9	7,0	9,5	11	2,70	5,9	5,5
6	VČS	1995	19	15	6,8	11,3	10	2,60	13,2	2,0
		1996	21	17	10,6	17,3	12	3,40	6,0	3,6
		1997	16	8	6,0	9,5	11	3,40	5,9	2,0

Vysvětlivky: A - celkový počet druhů zjištěných na ploše, B - celkový počet druhů zjištěných na ploše v hnízdním období, C - průměrný počet druhů zjištěných na ploše v hnízdním období na jedno sčítání, D - průměrný počet párů zjištěných na ploše v hnízdním období na jedno sčítání (relativní početnost), E - celkový počet druhů zjištěných na ploše v mimohnízním období, F - průměrný počet druhů zjištěných na ploše v mimohnízním období na jedno sčítání, G - průměrný počet jedinců zjištěných na ploše v mimohnízním období na jedno sčítání (relativní početnost), H - průměrný počet jedinců zjištěných na ploše v zimě (konec listopadu až počátek března) na jedno sčítání (relativní početnost)

Explanations: A - total number of species found on the area, B - total number of species found on the area in the breeding season, C - average number of species detected on the area in the nesting time during one census, D - average number of pairs found on area in breeding season during one census (relative abundance), E - total number of species found on area in non-breeding season, F - average number of species found on area in non-breeding season per one census (relative abundance), G - average number of individuals found on area in non-breeding season per one census (relative abundance), H - average number of individuals found on area in winter (end of November to beginning of March) per one census (relative abundance)

Tabulka 14: Druhová podobnost jednotlivých lokalit vyjádřená Sørensenovým indexem (QS)

	Chlum	Kobyla	Homolák	Koněprusy	VČS
v hnízdním období (HO)					
Chlum	66,7	55,2	40,0	58,3	60,9
Kobyla		62,1	20,0	50,0	52,2
Homolák			10,5	52,2	63,6
Koněprusy				28,6	15,4
VČS					82,4
v mimohnízním období (MHO)					
Chlum	62,7	50,0	68,3	51,4	51,4
Kobyla		55,8	68,2	42,1	52,6
Homolák			54,5	51,9	59,3
Koněprusy				50,0	71,4
VČS					54,5

Kritické hodnoty indexu QS:

80 < QS výrazná podobnost až identita

80 > QS > 60 ... silná podobnost

60 > QS > 40 ... podobnost

40 > QS malá podobnost až nepodobnost

3. Závěr

V roce 1997 pokračoval výzkum na všech 6 sledovaných lokalitách - lomech Na Chlumu, Kobyla, VLČS - západ, rekultivacích Koněprusy a Homolák a srovnávací ploše Kosov. Stejně jako v minulých dvou letech se prokázalo, že nejbohatší plochy jsou Chlum a Kosov, a to jak svým druhovým spektrem, tak i početností společenstev. Je to dáno tím, že obě plochy mají poměrně diverzifikované biotopy s vhodným propojením do okolní krajiny. Na skladbě jejich společenstev se tím pádem podílejí jak lesní ptáci, tak i ptáci otevřené křovinaté krajiny, ptáci polí nebo ptáci skal a sutí. Naproti tomu lom Kobyla, i když je to biotop již stabilní, tak je příliš uzavřený a nepropojený s okolní krajinou. Jelikož je takřka celý obklopen lesem, chybí zde ptáci polí a otevřenější krajiny. Proto jsou zjištěné hodnoty nižší než u výše zmíněných lokalit. Rekultivace Homolák se dosti liší od ostatních sledovaných ploch. Je to způsobeno především polohou plochy, protože ta leží daleko od souvislých lesních porostů a v blízkém okolí nejsou ani větší křovinaté porosty. To dává velmi málo příležitosti k hnízdění, ale na druhou stranu přitahují okolní pole v mimohnízním období velké počty zmořavých ptáků. Nejméně bohaté jsou plochy Koněprusy a VLČS, které sice mají dobré propojení do okolního lesa, ale jsou to plochy mladé s ještě nevyvinutými biotopy a pro ptáky jsou proto málo atraktivní.

V případě rekultivací vytěžených ploch by bylo vhodné ponechat část lomu přirozené sukcese (zachovat příkré stěny pro ptáky skal a sutí) a zbytek osázet porosty přirozenými v krajině daného typu. Nesmí se také zapomenout na vytvoření vhodného propojení s okolními prvky krajiny.

Literatura:

- Janda J., Řepa P. (1986): *Metody kvantitativního výzkumu v ornitologii*. - MS, Okr. vlastiv. muz. MOS v Přerově a KSPPOP Ostrava: 1-158.
Janda P., Pojer F. (1997): Ptáci v lomech. - *Čes. kras (Beroun)*, 23: 43-49.
Janda P., Pojer F. (1998): Ptáci v lomech Českého krasu v roce 1996. - *Čes. kras (Beroun)*, 24: 35-41.

ODBORNÉ ZPRÁVY

Výzkum Arnoldky a dalších jeskyní lomu Čerínka a otázky jejich vzniku a vývoje.

Investigations in the Arnoldka Cave and of other caves in the Čerínka Quarry, and questions of their origin and development.

Jiří Bruthans¹ a Michal Filippi¹

0. Abstract

The Arnoldka Cave (1 250 m long, -111 m) is situated in the central part of the Bohemian Karst in the Čerínka Quarry. At least 4 evolution stages can be distinguished in all cave systems of the quarry.

(1) Inclined passages developed first in the phreatic conditions along intersection of tectonic lines and bedding planes. Passages follow the strata dip. Caves are developed in a "collector" of Pragian limestones confined in between more impermeable strata.

(2) The phreatic system was later modified by the corrosion along the water tables with the formation of bevels (Laugdecken).

(3) The cavities were later filled with thick sequence of sediments. Ceiling half tubes (meanders) formed in places. Aggressive waters changed limestones to white pulverized beds.

(4) Cave sediments were, most probably during Quaternary, exhumed and transported down to lower positioned cavities owing to increased hydraulic gradient. The process has been still active.

1. Úvod

Jeskyně Arnoldka je se svou délkou 1 260 m druhou nejdelší jeskyní Českého krasu, po Koněpruských jeskyních. Přesto, že Arnoldka patří k větším jeskyním, nebyl v ní až dosud prováděn žádný rozsáhlejší výzkum; nachází se tak trochu stranou pozornosti (srv. Nosek a Hromas 1973; Kozák 1976). Tento příspěvek se snaží toto bílé místo zcelit a upozornit na některé zjištěné zajímavosti. Zároveň s výzkumem v Arnoldce byla studována i propast Na Čerínce pro získání dalších údajů a možnosti srovnání.

Důležitou etapou v dokumentaci Arnoldky bylo její zaměření provedené mladými členy skupiny Geospeleos v letech 1992-94.

Dosud bohužel neexistuje podrobná půdorysná mapa Arnoldky ani její příčné profily. Naproti

tomu je jeskyně hustě protkána sítí 340 přesně zaměřených bodů. Vykreslením bodů byl vytvořen trojrozměrný obraz Arnoldky, který vzhledem k zaměření i nejmenších odboček věrně odráží charakter celé jeskyně. Tímto modelem pak bylo rotováno podél osy Z a byly hledány vazby prostor (tj. skupin bodů) na určité linie, značící buď litofacie, nebo zlomy atd.

2. Litologie

Jeskyně Arnoldka je vytvořena v loděnických a sliveneckých vápencích stupně prag, devonského stáří (Nosek a Hromas 1973).

Slivenecké vápence představují masivní naružověle biotritické vápence, bez jakýchkoliv jílovitých vložek, s hojnými laminami.

Loděnické vápence nasedají na slivenecké vápence, ve vertikálním směru lze vyčlenit několik litologicky odlišných jednotek. V nadloží sliveneckých vápenců se nachází 8 m mocná poloha masivních vápenců bez jílovitých vložek, které se od sliveneckých liší jen převahou mikritu nad alochemickými součástmi (projevuje se při zvětřování, viz kap. 7). Ve sledu pokračuje několik metrů mocná poloha tvořená deskovitými vápenci s hlíznatým povrchem vrstevních ploch a oddělenými až 3 cm mocnými vložkami jílovců. Směrem do nadloží se objevují lavičovitě vápence s tenkými jílovitými vložkami. Posledním členem zastoupeným v jeskyni jsou masivní hlíznaté vápence, místy s jílovitými mázdrami mezi hlízkami, které se po několika metrech střídají s 1-3 lavičovitými vápenci oddělených jílovitými vložkami. Ty obsahují hojný biotrit, zejména schránky hlavonožců, jedná se zřejmě o kalové kupy.

Jak je zřejmé z vertikálního řezu jeskyní ve směru rovnoběžném se sklonem vrstev (obr. 1), prostory jeskyně jsou vázány na 2 soubory vrstev, oddělené 10 m mocnou polohou s jen slabým zkrasovněním.

Spodní maximálně 20 m mocný krasovějící soubor vrstev náleží sliveneckým vápencům, masivním loděnickým a jejich rozhraní s deskovitými vápenci. V sliveneckých vápencích jsou vytvořeny prostory Kalcitky, z části Hřebečny a Balvanitý dóm. Ostatní části Bludiště jsou většinou vytvořeny na rozhraní masivních a deskovitých vápenců loděnických.

¹Přirodovědná Fakulta Univerzity Karlovy, Albertov 6, 128 43 Praha 2

Poděkování patří Jiřímu Slavičkovému za pomoc při práci v terénu.

Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 23-30, 3 obr.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-3-1

Interval se slabým zkrasovněním se dá vcelku přiřadit deskovitým a lavicovitým vápencům s jílovitými vložkami.

Svrchní 10 m mocný krasovějící interval představovaný Hlavním a Panoptikálním tahem je vytvořen v masivních vápencích s vložkami lavicovitých vápenců.

Podle chemických analýz vápenců v lomu Čerinka (Chybík a kol. 1958) mají slivenecké vápence okolo 96% CaCO_3 , směrem do nadložních loděnických vápenců dochází k poklesu CaCO_3 na 93%.

Je pravděpodobné, že větší roli než samotný chemismus zde hraje litologie a struktura vápenců. Tvar prostor má zřejmou vazbu na litologii. Ve sliveneckých a navazujících masivních loděnických vápencích vznikaly především vysoké a velmi úzké prostory vázané na svislé pukliny a zlomy. Dómy vznikají odpadáním bloků mezi jednotlivými prostorami.

Naproti tomu v deskovitých vápencích a ve svrchním krasovějícím intervalu jsou vytvořeny vertikálně protažené elipsovitě chodby vedoucí šikmo podél sklonu vrstev a zlomu na němž vznikly.

3. Tektonika

Směr sklonu vrstev se pohybuje v jeskyni většinou v úzkém rozmezí okolo 330° , sklon dosahuje $30-40^\circ$.

V Mlaskačce a Panoptikálním tahu byly naměřeny směry sklonu vrstev i 280° , což by mohlo souviset s deformací podél zlomu Hlavního tahu.

Chodby Arnoldky jsou vytvořeny podle nepatrných puklin, vyznívajících po několika metrech, i na zlomech s 20 cm mocnou výplní žilného kalcitu a s ohlasy na dislokačních plochách. Část chodeb, zejména v Bludišti však nemá ve stěnách patrné pukliny podle nichž by se měla vyvíjet.

Nejvíce zřetelnou dislokací je rozvětvený zlom Hlavního tahu (40/80). Zlom je vyplněn kalcitovou žilovinou se stopami rýhování a to několika směry. Převládající směr a sklon rýhování je $100/30$, jedná se tedy spíše o subhorizontální posuny, další tentokrát vertikální pohyby na zlomu indikuje již méně zastoupené rýhování. Tento zlom sledují prostory horního vstupu až po Příbův dóm, Mlaskačka, Tobogán až do Richardovy síně. Porucha stejného směru, sklonu a rýhování se objevuje též v Jezerním dómu.

Je zřejmé, že pohyby na zlomech nepřesahují deset metrů.

4. Žilné výplně a jejich doprovod (brekcie, paleokras)

Žíly hrubozrného kalcitu (štěpná zrna 0,5 až 10 cm) tvoří souvislejší výskyty na vzdálenost několika metrů, kde vyklíňují, ale objevují se i samostatná hnízda krystalického kalcitu. Některé výskyty mají i volnou dutinu s klencovými krystaly do 10 cm. (Bistro, Dóm Naděje)

Žíly o mocnosti několika centimetrů se místy nacházejí v celé jeskyni. Větší mocnost má žíla v prostoru Jezerního dómu, vázaná na zlomy Hlavního tahu (přes 20 cm), nejmocnější je žíla v Kalcitce (přes 60 cm, viz obr. 3). V Tobogánu a u bodu č. 37 v propasti Na Čerince lze sledovat zonalitu uvnitř hnízd, kdy je načervenalá kalcitová výplň ukončena černými krystaly.

V blízkosti spodního vchodu se vyskytují menší žilky ze zbytků oxidovaných Fe minerálů.

Brekcie byly nalezeny nad Kleštěnicí a v dómu Naděje, jejich výskyty jsou vázány na žíly, resp. na zlomy na nichž jsou vyvinuty. V dómu Naděje se mimoto v blízkosti zlomu vyskytuje i dutina velikosti 20×5 cm vyplněná vápencem fialové barvy s úlomky ?sintrů?

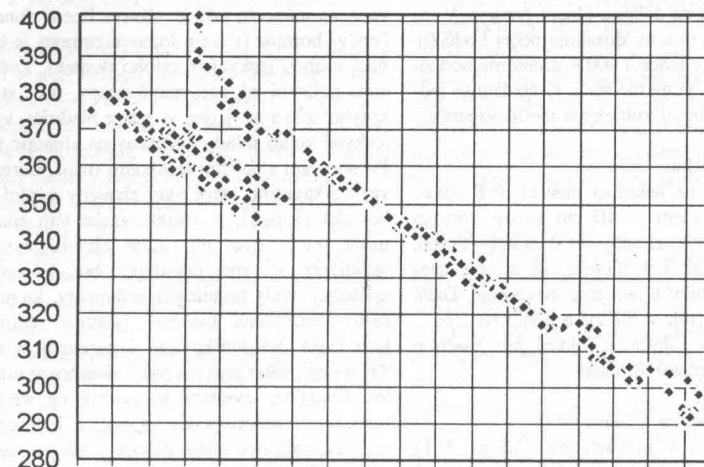
Žíly nemají žádné pokračování v jeskyni; jsou korozi seřízlé podobně jako okolní homina, proto je jejich vznik možno datovat daleko před vznik jeskynních prostor

Naprostě zřejmá je však jejich hydrologická funkce, jsou na ně často vázány krápníky a tvoří tedy dobře propustné cesty pro vodu.

5. Zarovnané stropy

V jeskyni Arnoldka i v propasti Na Čerince se nachází mnoho tvarů, zřetelně vázaných na rovinu rovnoběžnou s hladinou podzemní vody. Tyto tvary popsali v propasti Na Čerince již Hromas a Kučera (1970), jako tvary vznikající stagnující vodou na sedimentech, či ve zvodnělém sedimentu. Jde o tzv. Laugdecken (ang. bevels) ve smyslu Kempe a kol. (1985).

V Arnoldce je zřejmě první zaznamenal slovenský karstolog F. Šusteršič, který zde byl v roce 1995 na exkurzi. Jedná se o zarovnané stropy a srdčité chodby, které velmi připomínají tvary vyvinuté v jeskyni Na Špičáku. Na rozdíl od jeskyně Na Špičáku se těchto úrovní vyskytuje v Arnoldce nejméně patnáct (obr. 2). Mnoho z nich



Obrázek 1: Vertikální řez Arnoldkou (polygonové body) ve směru sklonu vrstev (330°). Sř tvoří čtverce o straně 10 m. Na vertikální ose je vynesena nadmořská výška.

Figure 1: Vertical section of the Arnoldka Cave along the direction of dip (330°). The net is composed of quadrangles 10 by 10 m. Altitude is marked on vertical axis.

má však plochu jen první čtvereční metry a jednotlivé menší úrovně se neodráží v jiných místech. Proto nelze vyloučit, že menší zarovnané stropy vznikaly pouze stojící vodou na sedimentech nezávisle na hladině spodních vod. Ze srdcovitého rozšíření chodeb sahajícího až 2 m pod vlastní "hladinu" je zřejmé, že hloubka vody musela být nejméně 2 m.

V Arnoldce tvoří zarovnaný strop souvislý horizont $371,3$ m n.m. v prostoru Balkonu, Hřebčného dómu, Vstupní chodby, o celkové ploše okolo 70 m^2 . O jediný metr výše se nachází neméně mohutná úroveň v prostoru Srdcové chodby 20 m^2 , aniž by však pod ní byl zaznamenán horizont $371,3$ m n.m. Vysvětlením (vzhledem k předpokládané hydraulické spojitosti celého systému) je možnost pozdějších tektonických pohybů, či naklonění celého bloku (přesnost měření polygonu byla kontrolována opakovaným měřením a vylučuje tak velkou chybu). Další horizonty v Arnoldce nepřesahují již 10 m^2 a jsou situovány v Bludišti a Mlaskačce v rozmezí 352 až 372 m n.m. (obr. 2).

V propasti Na Čerince se také vyskytuje několik rozsáhlých úrovní, které se však koncentrují do intervalu $379-382$ m n.m., tedy o 7-10 m výše než v Arnoldce. Tento rozdíl je již možné vysvětlit rozdílnou výškou hladiny podzemní vody v obou jeskyních. Zarovnané stropy by mohly vznikat i stagnující vodou na sedimentech, bez kontaktu s hladinou spodních vod, tomu ale neodpovídá jak značný objem a rozsah vzniklých prostor, tak zejména fakt, že se v propasti Na Čerince nachází tyto úrovně v podobné nadmořské výšce.

Je zřejmé, že větší horizonty musely vznikat za zcela jiných podmínek než dnes, kdy kolísá hladina podzemní vody i o 20 m za rok. Stabilní hladinu vody lze zajistit jedině odtokem dobře propustnými cestami do povrchové vodoteče (Bubovického potoka), v dnešní době kdy voda proudí v délce několika kilometrů v stametrové hloubce málo propustnými cestami není možné udržení stabilní hladiny.

O množství hmoty odstraněné korozi u hladiny podzemní vody je možné si udělat obrázek

z průběhu četnosti geodetických bodů v jednotlivých nadmořských výškách v Arnoldce, které potažmo ukazují na délku a objem prostor. V intervalu 362-372 m n.m. dosahuje počet bodů (tj. přibližně objem chodeb) 400% průměrné hodnoty, která je jinak poměrně stálá. Odhadem se jedná nejméně o stovky kubických metrů vápence.

6. Stropní korýtky

Vyskytují se na několika místech v Bludišti. Nejlepším příkladem je 10 cm široké korýtko vedoucí ze Srdcové chodby do Poradního domu, které je zařízlé až 3 m hluboko do stropu, není vázáno na tektoniku a nepatrně meandruje. Další korýtky se vyskytují v Jídelně a domu Naděje.

Korýtky jsou jedním z důkazů pro značnou míru zanesení prostor Bludiště.

7. Zvětrání vápenců a bílé vrstvy

V Arnoldce i v propasti Na Čerince byly zjištěny typy zvětrání vápenců, které připomínají intergranulární korozi (ve smyslu Cílek, Bosák a Bednářová 1995; srv. i Bosák 1995).

Detailní průzkum ukázal, že prakticky celou plochu jeskyních stěn pokrývá většinou jen ně-

kolik milimetrů silná vrstva měkkého zvětralého materiálu. Mocnost této zvětralé zóny byla ověřována na místech, kde je vlivem řícení obnažena čerstvá hornina (vlivem lomové činnosti je těchto míst v obou jeskyních mnoho desítek). Zvětraná zóna pokrývá jak zarovnané stropy, tak i stropní koryta, takže se jedná o jev z hlediska vývoje jeskyně velmi mladý a vázaný na chladné vody. Při srovnání s dalšími jeskyněmi (např. Barrando-va) i s kapsami, které byly zbaveny výplně (Bubovická propast), je zřejmá vazba této zóny na místa, která byla po určité období vyplněna sedimenty. Je proto pravděpodobné, že zvětrání způsobují vody protékající sedimenty, které jsou často nenasycené kalcitem (jeskynní sedimenty jsou často dekalifikované a nereagují s HCl). Trvání takového procesu může dosahovat milionů let. Charakter zvětrání je závislý na struktuře horniny. V mikritických vápencích loděnických jsou zvětralinové zóny mocné většinou několik mm, výjimečně více (na Galerii v propasti Na Čerince přes 1 cm) a mají prachovitý charakter. Naopak v detritických sliveneckých vápencích pokrývají stěny jen tenké povlaky na omak připomínající hrubozrný pískovec. Je však možné, že

zvětralinová zóna je natolik nesoudržná, že dochází k její destrukci při odnosu sedimentů.

Zvětralé úlomky vápenců byly hojně nalezeny přímo v sedimentech, kde byly tímto způsobem postiženy celé klasty i o mocnosti 5 cm. Právě skutečnost, že nejvíce postižené jsou klasty pohřbené v sedimentu podporuje teorii o vzniku zvětrání roztoky kolujícími v sedimentech.

Mocnější polohy zvětralých vápenců se nachází v blízkosti dna Arnoldky, především u Kleštěnice a v plazivce od Jezera ke Sněhulákovi. Zde mocnost "bílých vrstev" přesahuje 20 cm, nejedná se již o souvislý povrch stěn, ale pouze o určité polohy.

Je pravděpodobné, že toto zvětrání způsobily roztoky infiltrující se do hornin z sedimentárních výplní jeskyně.

Další zajímavý jev byl pozorován v obou jeskyních v blízkosti sintrů a to včetně nejmladší výzdoby čirých krápníků. Aniž by stěnu pokrývaly viditelné povlaky sintrů, je stěna v jejich těsné blízkosti vždy tvrdá, ačkoli z barvy a charakteru povrchu je zřejmé, že zvětrání prodělala. Tento jev je vysvětlitelný impregnací zvětralých stěn nepatrným množstvím sintrové hmoty.

Je možné, že výše uvedeným procesem vznikly i rozsáhlejší polohy bílých vrstev, které se vyskytují porůznu v Českém krasu.

8. Sedimentární výplně

Převážnou část dna chodeb v Arnoldce tvoří červené jílovité sedimenty místy je obnaženo skalní dno. Kde to bylo možné byly sedimenty studovány přímo na místě, mimoto bylo odebráno z různých částí jeskyně 14 vzorků, které byly zběžně prozkoumány (reakce s HCl, složení frakce nad 1 mm, i jemnějších, atd.). Podobný průzkum byl proveden na 15 vzorcích z propasti Na Čerince.

V Arnoldce byly zjištěny dva typy sedimentů a to jíl bez hrubozrnějších příměsí a splachové sedimenty občasných toků.

Jíl bez hrubších příměsí se nachází v dundačnických zbytcích, především v Bludišti, do úrovně 371 m.n.m. (tj. po strop). Nachází se v mnoha případech v slepých kapsách mnoho metrů nad současnou úrovní sedimentů. Je zřejmé, že do kaps se nemohly dostat jinak než sedimentací v době, kdy bylo Bludiště vyplněno sedimenty až po tuto úroveň. Barva jílu je červená, 15 cm pod povrchem sedimentu však přechází do šedé (při

vystavení na vzduchu přechází šedé jíly po několika dnech do červené barvy, což je způsobeno změnou ox. stavu Fe).

Ve vzorku od bodu č. 246 byla v nadsítné frakci nad 0,1 mm nalezena pouze drobná zrna magnetitu? (magnetický Fe minerál). Jemnozrný charakter sedimentu i úložné poměry svědčí pro jezerní původ těchto sedimentů. Sedimentace by mohla odpovídat vytváření zarovnaného stropu.

Splachové sedimenty

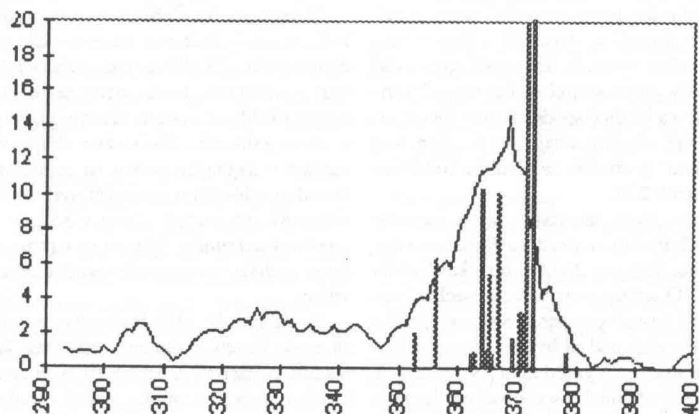
Největší část sedimentů tvoří jílové závalky (3-10 mm), jejich zastoupení může dosáhnout i 100%. Nejlépe vyvinuté jsou tyto sedimenty v Potoční chodbě, kde se střídají polohy závalků o rozdílné velikosti. Závalky jsou tvořeny jílem, zřejmě odvozeným z výše popsaných jezerních sedimentů. V menší míře bývají zastoupeny valouny křemene velikosti písku až šetěrku (vzácně až první cm). Místy sediment obsahuje i nezaoblené rohovce a velmi často i úlomky "bílých vrstev", jejich velikost však ukazuje na napadání, nikoli na transport vodou. V málo navštěvovaných chodbách se dosud zachovaly splachová korýtky, kterými jsou sedimenty transportovány za katastrofických srážek (Vstupní chodba, chodba k Salonkům).

Zbytky zemních pyramid v stejnojmenné chodbě ukazují, jak dochází k erozi původních výplní.

9. Speleotémy

V Arnoldce jsou sintrové výplně poměrně vzácné. Nachází se zde ojedinělé krápníky a polevy. Na Hlavním a Panoptikálním tahu se místy vyskytují tenké povlaky pizolitů. V blízkosti Táborového dómku byla ve stropních kapsách nalezena menší bílá excentrika. V celé jeskyni místy stěny pokrývají tenké povlaky drobných, skelně lesklých krystalků kalcitu. Ty pokrývají vystouplá místa, především drobné žilky vystupující ze stěn. Pizolity a povlaky krystalků se vyskytují i na místech kde došlo k řícení a nasedají na nezvětralou horninu, takže jsou prokazatelně mladší než zvětrání povrchu stěn. Povlaky krystalků byly v propasti Na Čerince objeveny i na úlomku kosti. Jedná se tedy o mladou, ne-li recentní výzdobu.

Mocnější nárusty pizolitů se vyskytují v propasti Na Čerince. Místy vykazují gravitační usměrnění, s bočními nárusty navíc přednostně vy-



Obrázek 2: Spojitý graf je klouzavým průměrem počtu geodetických bodů v závislosti na nadmořské výšce v jeskyni. Sloupcovými grafy je znázorněna plocha jednotlivých zarovnaných stropů (m²). Z obrázku je zřejmá korelace mezi počtem bodů, délkou a objemem prostor a intervalem výskytu zarovnaných stropů.
Figure 2: Continuous graph represents average of number of survey points in dependence to altitude in the cave. Histograms represent the area of individual bevels (m²). The correlation between the number of points, length and volume of cavities and the interval of occurrence of bevels is clear.

vinutými v jednom směru. Vznikaly tedy ve vadózním prostředí, jejich růst byl ovlivněn prouděním vzduchu v jeskyni.

10. Vznik a vývoj Arnoldky a dalších jeskyní lomu Čefinka

Pro řešení vývoje jeskyní v lomu Čefinka jsou brány v potaz dosud publikované práce i závěry rozsáhlého hydrogeologického výzkumu Českého krasu z let 1995-1998, při kterém byly autorem analyzovány údaje z pramenů, jeskyní, vrtů, atd. Rovněž byly zjištěny veškeré soustředěné přírůny podzemních vod do povrchových vodotečí (mimo Berounky a Vltavy). Pro kvantitativní zhodnocení zkrasování vápenců byla zjišťována souhrnná délka jeskyních chodů v jednotlivých typech vápenců (mimo koněpruskou synklinálu).

Mezi nejpodstatnější závěry hydrogeologického průzkumu patří:

(1) Jediný významnější kolektor je vyvinut ve vápencích stupňů lochkov a prag, místy zasahuje do zlíchova a zřejmě i podložního přídolí. V ostatních horninách siluru a devonu probíhá proudění pouze na kratší vzdálenosti. V horninách lochkova a pragu je také soustředěno přes 90% celkové délky chodů jeskyní v Českém krasu (pokud přičteme délku chodů ve vápencích zlíchovských a přídolských - 4%, a ignorujeme anomální a plošně omezené zkrasování silurských li-teňských vrstev - 5%, pak již na ostatní dutiny připadá pod 0,3 %!).

(2) Proudění se v tomto kolektoru odehrává ve směru podélném s osami synklinál, na vzdálenost i přes pět kilometrů. Vodivými zónami jsou přitom zřejmě extenzní pukliny vzniklé ohybem tělesa vápenců při vrásnění (tento typ porozity je v karbonátových synklinálách běžný, Kulmann 1990). Příčné zlomy propojují kolektor v příčném směru, slouží jako cesty mezi hlubokým a mělkým oběhem (nebo odvádí vodu z hlubokých oběhů do pramenů) a pro pohyb vod mělkého oběhu (srv. Kadlecová a Žák 1998).

(3) Hladina podzemní vody je v tomto kolektoru hluboce zakleslá a její nejhlubší úroveň není konformní s terénem, od místa vývěru tato hladina v kolektoru mírně stoupá. Tam kde je to díky vrtům možné určit, dosahuje sklon hladiny mezi 1-3% (je zde mnoho úrovní hladin podzemních vod, což je dobře sledovatelné u míst s hustou sítí vrtů; srv. Věšlová 1980).

(4) Z výpočtů hloubky oběhu podzemní vody

v synklinálách, kdy byly použity modely jež berou v úvahu odběr zemského tepelného toku proudící vodou vyplývá, že v některých synklinálách (např. v holyňsko-hostimské synklinále u Sv. Jana) může část proudící vody dosahovat hloubek i okolo 500 m a pohyb vod ve vápencích lochkovu a pragu, které se nacházejí v ose synklinály v této hloubce je možný a pravděpodobný.

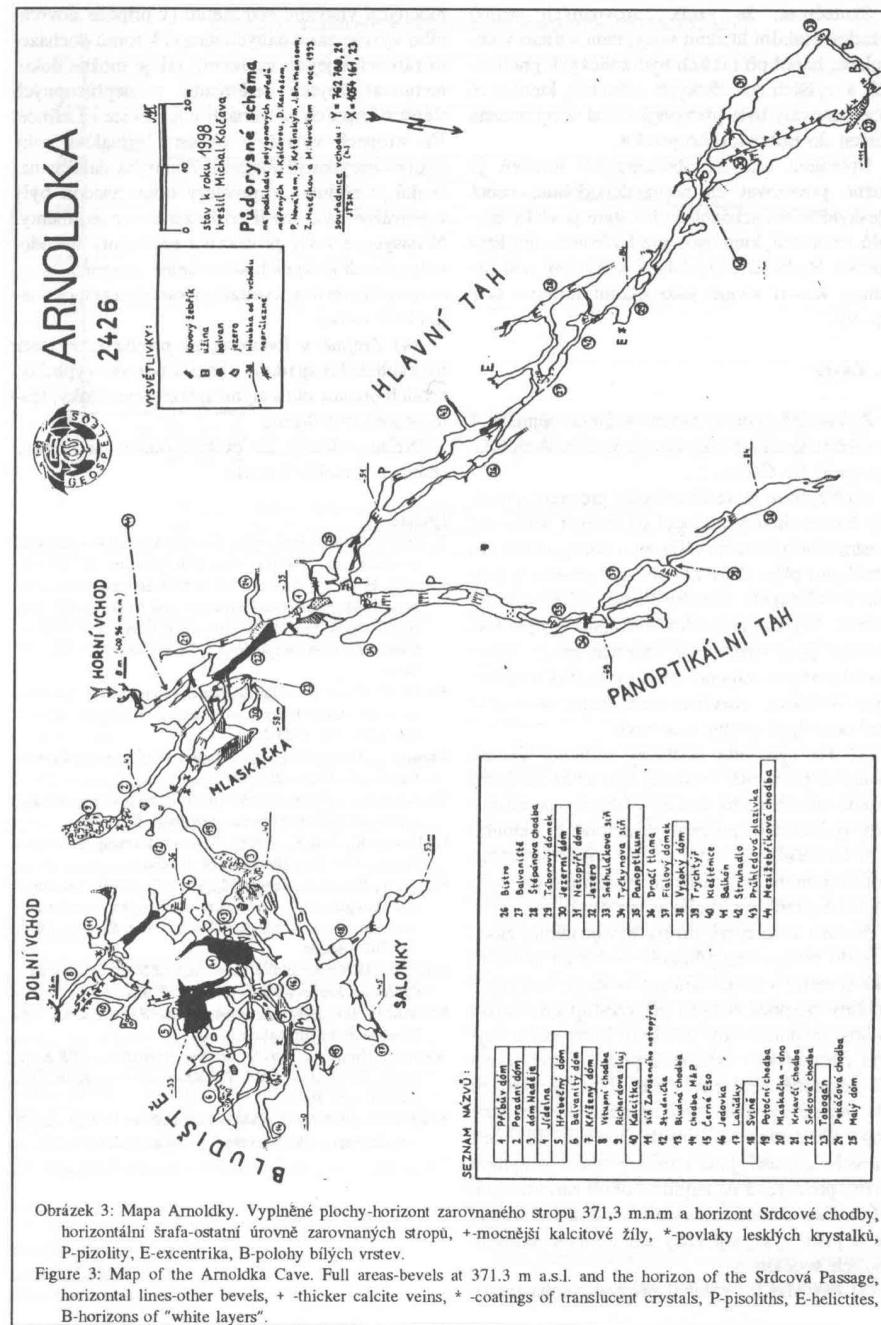
Z prvního bodu vyplývá úzká vazba jeskyní na hominy kolektoru (lochkov, prag, přídolí, zlíchova), v obklopujících horninách je rozsáhlejší pohyb vod omezen a je možné je pokládat za izolátor. Prostory Arnoldky jsou vázány na dvě rovnoběžné plochy, jedná se tedy o dvojité dvou-rozměrný jeskyní labyrint (*sensu* Ford a Ewers 1978). Speleogeneze přitom probíhala v prostředí, kde je pohyb vod omezen. V Českém krasu je mnoho dalších jeskyní, které lze označit za dvoj-rozměrné labyrinty.

Základní plán prostor vázaný na krasovější intervaly vznikl jednoznačně ve freatickém prostředí. Tomu odpovídají jak elipsovité profily chodů, tak i menší korozní tvary (např. stropní kapsy vznikající směšovou korozí). Při značném sklonu, jaký prostory mají, by se ve vadózním prostředí zákonitě vytvářelo střídání horizontálních a vertikálních úseků. Freatickému prostředí odpovídá i nepřítomnost velkých klastů v sedimentech.

Mnohem méně zřejmý je však směr pohybu vod vytvářejících prostory (do jádra synklinály jako dnes, či opačně?), pro který chybí podstatné důkazy. Za pravděpodobnější je možné považovat spíše sestupný směr proudění vod a to z těchto důvodů:

(a) Je zřejmé že současný způsob odvodnění, kdy se do ramen synklinály ponáší vody, aby v určitém níže situovaném místě opustily strukturu probíhal již v daleké minulosti, od doby, kdy hydraulický gradient byl schopen uvést vodu přes poměrně málo propustné cesty hlubokého oběhu do pohybu. Jeskyně v lomu na Čefince se nachází v nadmořské výšce okolo 400 m.n.m v úrovni předkřídového povrchu, jsou tedy již od svrchního paleogénu v pásmu infiltrace, nikoli drenáže vod.

(b) Morfologicky shodné prostory se navíc nacházejí i v lomu Branžovy, což neúměrně rozšiřuje případnou oblast drenáže vod (v případě opačného směru proudění vod), na úkor oblasti jež přichází v úvahu jako oblast infiltrace.



Obrázek 3: Mapa Arnoldky. Vyplněné plochy-horizont zarovnaného stropu 371,3 m.n.m a horizont Srdcové chodby, horizontální šrafo-ostatní úrovně zarovnaných stropů, +mocnější kalcitové žíly, *povlaky lesklých krystalků, P-pizolity, E-excentrika, B-polohy bílých vrstev.
Figure 3: Map of the Arnoldka Cave. Full areas-bevels at 371.3 m a.s.l. and the horizon of the Srdcová Passage, horizontal lines-other bevels, + -thicker calcite veins, * -coatings of translucent crystals, P-pisoliths, E-helictites, B-horizons of "white layers".

Skutečnost, že vznik zarovnaných stropů vyžaduje stabilní hladinu vody, není s tímto v nesouladu, neboť při nižších hydraulických gradientech a vyšších specifických odtocích, které v té době panovaly byla přebývajícím část vody nucena odtékat do Bubovického potoka.

Uplatnění teplých obohacených roztoků je možné považovat za nepravděpodobné, neboť v jeskyni se nenacházejí žádné staré povlaky křemalů ani sintrů, které jsou pro hydrotermální kras typické. Hydrotermální žíly v jeskyních jsou seříznuty korozi stejně jako okolní hornina (viz kap. 9).

11. Závěr

Ze získaných dat je možné vyčlenit nejméně 4 po sobě následující fáze vývoje jeskyně Arnoldka a propasti Na Čerince:

(1) Nejříve se ve freatickém prostředí vytvářely šikmé chodby vedoucí na křížení tektoniky s vrstevními plochami (Hlavní a Panoptikální tah a základní plán Bludiště, většina prostor v propasti Na Čerince). Chodby sledují sklon vrstev a směřují do jádra holočerno-hostimské synklinály. Prostory jsou vázány na vápence pragu, které s lochkovskými vápenci tvoří propustný a krasovější "kolektor" uzavřený mezi špatně propustné a nekrasovější ostatní souvrství.

(2) Po vytvoření šikmého systému chodeb vázaného na určité litofacie byl tento základní systém remodelován korozi u hladiny podzemní vody (následnost procesů je zřejmá z šikmého tvaru Bludiště, i z toho, že pro vznik srdčitých chodeb je nutná již existence původního prostoru v němž by mohly cirkulovat roztoky).

Protože zarovnané stropy bývají někdy zasazené do stropu bez jakékoli vazby na původní pukliny nelze vyloučit ani možnost, že tyto tvary vznikaly odspoda nahoru při vzestupném trendu hladiny (nejmladší by pak byly horizonty s nejvyšší nadmořskou výškou) a prostory byly zároveň postupně zanášeny jílem. Tím by zároveň bylo možné vysvětlit, proč se některé zarovnané stropy neodrážejí na jiných místech. Jíly bez hrubších součástí jsou navíc v obou jeskyních vázány prostorově na nejbližší okolí zarovnaných stropů. Tato skutečnost vyniká zvláště v Čerince, kde se jinak vyskytují vždy sedimenty s obsahem hrubších součástí.

(3) Dochází k vyplnění prostor mnoha metry

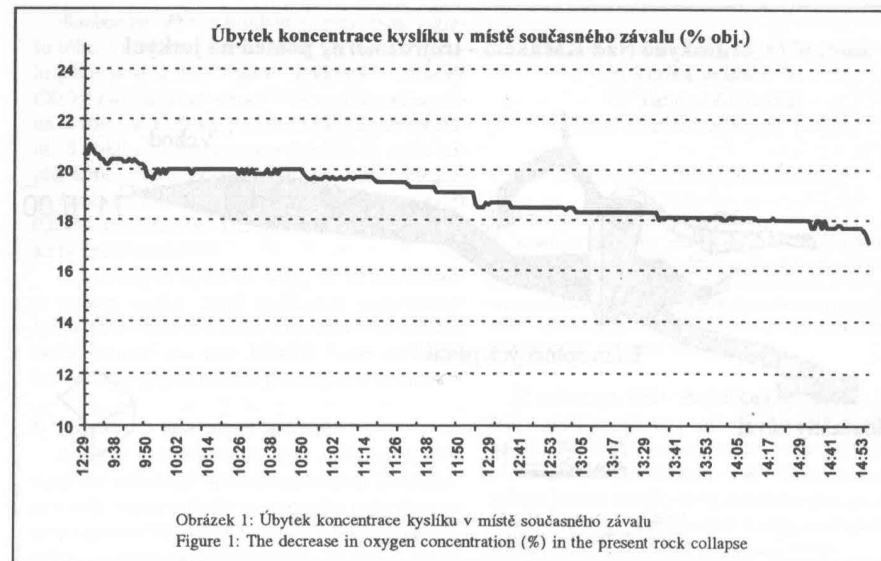
mocnými vrstvami sedimentů (v případě dovrhnutí vývoje zarovnaných stropů k tomu docházelo zároveň s jejich vznikem), jak je možné dokumentovat zbytky sedimentů v nepřístupných slepých kapsách ve stěnách v Arnoldce i Čerince. Ve stropích vytvářely občasné přívalové toky stropní korytka (Tobogan). Z mnoha dalších náznaků je zřejmé, že prostory obou jeskyní byly z převážné části, ne-li zcela zaneseny sedimenty. Nenasycené vody protékající sedimenty korodovaly povrch jeskyních stěn včetně stropních korytek a vytvořily tenkou zvětralínovou zónu připomínající bílé vrstvy.

(4) Zřejmě v kvartéru, za prudkého zvýšení hydraulického spádu dochází k odnosu výplně do nižších prostor občasnými splachovými toky, tento proces trvá dosud.

Nelze vyloučit, že období odnosu a přínosu sedimentů mohlo být víc.

Literatura:

- Bosák P. (1995): Některé výsledky vyhodnocení vrtných prací v oblasti lomu Čefinka. - *Čes. kras (Beroun)*, 21: 27-32.
- Cílek V., Bosák P., Bednářová J. (1995): Intergranular corrosion, infiltrational kaolinization and epigenetically reded limestone of the Bohemian Karst, and their influence on karst morphology. - *Stud. Carsol.*, 6: 131-150. Brno.
- Ford D.C., Ewers R.O. (1978): The development of limestone cave systems in dimensions of length and depth. - *Can. J. Earth Sci.*, 15: 1783-1798.
- Hromas J., Kučera B. (1972): Propast Na Čerince v Českém krasu. - *Čes. kras*, 22: 23-34.
- Chybík a kol. (1958): *Výpočet zásob hutních vápenců k 1.1. 1958*. - MS, ŽD H. Ejovice. Geofond FZ 2975.
- Kadlecová R., Žák K. (1998): Krasové prameny v Českém krasu. - *Čes. kras (Beroun)*, 24: 17-34.
- Kempe S., Brandt A., Seeger M., Vladi F. (1975): "Facetten" and "Laugdecken", the typical morphological elements of caves developed in standing water. - *Ann. Speleol.*, 30, 4: 705-708. Moulis.
- Kozák L. (1976): Arnoldka - nová nejhlubší jeskyně propast v Čechách. - *Krasový sbor.*, 5: 49-50. Praha.
- Kullman F. (Ed., 1990): *Krasovo-puklinové vody*. - Geol. Úst. Dionýsa Štúra. Bratislava.
- Nosek P., Hromas J. (1973): *Jeskyně Arnoldka v SPR Karlštejn - Český kras*. - MS, TIS Krasová sekce, Arch. Čes. speleol. spol. Praha.
- Věcíslav B. (1979): *Silur-devon Barrandienu-II. fáze - závěrečná zpráva*. - MS, Stavební geologie. Praha.



Neodhalená tajemství jeskyně Nad Kačákem Uncovered mysteries of the Nad Kačákem Cave

Luděk Vlk¹

0. Abstract

The Nad Kačákem Cave belongs to the most important in the Bohemian Karst, especially by its archeological excavations. The cave is 174 m long with total height difference of 21 m with the highest point at +13.7 m and the deepest point at -7 m. Measurements of CO₂ and O₂ concentrations proved the direct dependence of decrease in oxygen concentration and increase in carbon dioxide concentration.

1. Úvod

Jeskyně Nad Kačákem patří mezi nejzajímavější jeskyně Českého krasu nejen díky své archeologické významnosti, ale i charakterem vývoje a svou, na Český kras jedinečnou aragonitovou výzdobou. Stručnou historií výzkumů prováděných v této jeskyni shrnují ve svém článku Piskač a Vlk (1994). Výsledkem dalšího speleologického průzkumu na počátku roku 1995 bylo objevení chodby, pokračující z Dómu splněných přání smě-

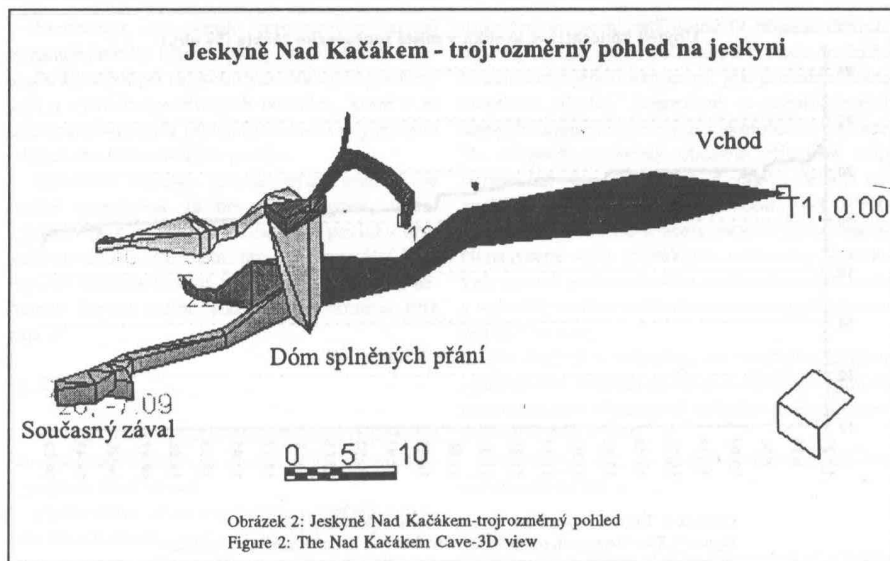
rem do masivu (ve směru původní chodby), na jejímž konci byla menší prostůrka, ze které pokračovala plazivka se zajímavě modelovaným stropním korytem.

2. Postup prací

V roce 1995 se práce ZO 1-11 Barrandien soustředily na prohloubení této chodby za účelem instalace kolejí. Výkopové práce však byly na počátku roku 1996 (Vlk 1996) zastaveny odsazením skalním blokem, který bránil dalšímu postupu. V tomto roce se soustředila činnost na odláčení tohoto kamene. Po dostatečném rozšíření chodby pokračovaly prolonační práce za tímto skalním blokem. Profil chodby je tvořen stropním korytem, cca 10 - 30 cm vysokým, se zasintrovaným dnem, pod kterým jsou uloženy různobarevné jílové sedimenty způsobem, který naznačuje, že se blíží nějaká změna charakteru chodby. Tato změna se potvrdila na konci roku 1997, kdy se začal zvedat strop chodby směrem vzhůru, obdobně, jako tomu bylo na počátku průzkumu v Dómu splněných přání. Bylo tedy zřejmé, že se jedná buď o nějaký komín nebo větší prostor, která je z velké části vyplněna hliněnými sedimenty.

Dále jsme pokračovali ve vyklizení sedimentů s tím, že bylo nutno zajistit bezpečnost proti

¹ZO ČSS 1:11 Barrandien, Kloboučnická 19, 140 00 Praha 4
Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 31-33, 2. obr.
ISSN 1211-1643
ISBN 80-902098-3-1



možnému závalu. Vzhledem ke zkušenostem z odklizení závalu v Dómu splněných přání jsme se rozhodli pro stejný postup, při kterém se vyklízejí sedimenty na okraji závalu pod pevným skalním stropem chodby. Po vyklizení závalu začínají vysychat jílové sedimenty nad závalem a ty postupně odpaďávají. Tím je zajištěn bezprácny přísun materiálu, který je odklizen z kraje závalu, tedy v bezpečné části chodby. Nyní dosahuje výška prostory 5,5 metru.

Na jaře roku 1998 se během vyklizení sedimentů na konci jeskyně podařilo objevit nové prostory, pokračující směrem 132°. Jedná se asi o 15 m dlouhou chodbu, jejíž dno tvoří z velké části jílové sedimenty. Tyto sedimenty jsou na povrchu velmi pěkně modelované a obsahují dvě výrazné manganové vrstvy. Chodba je oproti předcházejícím výrazně širší - 3 až 5 metrů. Po obou stranách chodby jsou odvodňovací řečiště, jimiž odtéká voda z horních partií jeskyně. Řečiště při východní stěně je výraznější a tvoří hlavní odvodňovací systém. Na konci chodby je prostora s nádherně modelovaným stropem, podle kterého byla nazvána Rotunda. V této části jeskyně se nalézá z východní stěny malý sintrový vodopád a v hlíněném dně je malé přepadové řečištní korýtko. V jz. části rotundy se nachází kamenný zával, který po jeho odklizení skýtá možnost objevení

dalších (horních) partií jeskyně. Rotunda má rozměry cca 4 x 4 m a výšku 3 m.

V současné době se pracuje na vyklizení sedimentů a očišťování stěn v této části jeskyně.

3. Základní charakteristika jeskyně

Jeskyně dosahuje v dnešní době 174 m délky s denivelací 21 m. Nejvyšší bod jeskyně se nalézá v horním patru při vstupu do boční chodby 13,7 m nad vchodem do jeskyně. Nejnižší bod se nachází na konci současného závalu v hloubce asi 7 m. Vzdálenost tohoto bodu od vchodu činí 70,1 m. Vzdálenost rotundy od vchodu je 95 m. Celková délka kolejí činí rovných 100 metrů.

4. Sledování výskytu oxidu uhličitého (CO₂) a koncentrace kyslíku v nevětrané části jeskyně

Dne 11.1.1997 jsme provedli sledování koncentrace CO₂ a výši koncentrace kyslíku v závislosti na délce pobytu na konci prolongované chodby, která je v této části velmi málo větraná. K měření CO₂ byl použit infračervený kapesní detektor Airwatch firmy Environmental Instruments a detektor Custodian firmy Crowcon. Oba tyto přístroje umožňují během svého měření ukládat naměřené údaje, které je možné zpracovat pomocí počítače. Měření jsme prováděli průběžně po celou dobu prolongačních prací.

Soubor naměřených údajů je zpracován v grafu (obr. 1). Měření koncentrace kyslíku prokázalo jeho pokles z přirozené hodnoty v ovzduší (20,9%) až na koncentraci 17%, což je nebezpečná hranice z hlediska potřeby kyslíku pro dýchání. S poklesem koncentrace kyslíku je spjat nárůst koncentrace oxidu uhličitého, jehož přirozená koncentrace v ovzduší se pohybuje na úrovni 0,03%. Postupně se tato koncentrace zvyšovala až na hodnotu 2,78%.

Z uvedených výsledků vyplývá, že zde existuje přímá vazba mezi poklesem koncentrace kyslíku a nárůstem koncentrace oxidu uhličitého. Další činnosti na této lokalitě bude sledování koncentrace plynů během prolongačních prací.

5. Prostorové zobrazení jeskyně

Jeskyně Nad Kačákem byla zdokumentována a její mapa byla již dříve publikována. Souřadnice a další údaje získané mapováním byly vloženy do programu Winkarst, který patří mezi nejmodernější programy, umožňující nejen prostorové zobrazení polygonu jeskyně, ale i jednoduché obalení polygonu (prostorové zobrazení geometrickými obrazy pomocí 4 bodů v rovině řezu - vzdálenosti vlevo, vpravo, nahoru a dolů od bodu polygonu, který leží v místě průniku polygonu s rovinou řezu). Navíc program umožňuje zobrazení více jeskyní jednoho systému či povrchu a jejich vztah vůči sobě (i v absolutních zeměpisných souřadnicích) a dále odlišení jednotlivých částí jeskyně.

Výsledkem zpracování mapových podkladů je uvedené prostorové zobrazení jeskyně, které poměrně názorně zobrazuje její charakter (obr. 2).

Literatura:

- Piskač C., Vlk L. (1994): Jeskyně Nad Kačákem - *Speleoforum*, XIII: 39.
Vlk L. (1996): Nové objevy v jeskyni Nad Kačákem - *Speleoforum*, XV: 20.

Datování uhlíků z jeskyně Martina u Tetína pomocí ¹⁴C

¹⁴C dating of charcoal from Martina cave near Tetín

Karel Žák¹ a Jaroslava Melková²

0. Abstract

Charcoal was found below 2 cm thick layer of flowstone relatively deep within the Martina Cave in the Bohemian Karst. Radiocarbon dating indicate conventional ¹⁴C age of charcoal of 8219 ± 219 years BP. Dendrochronologically calibrated ¹⁴C correction yields calibrated age between 9000 and 9100 years BP, i.e. early Mesolithic age.

V minulém čísle sborníku Český kras jsme informovali o nález poměrně rozsáhlé akumulace uhlíků z ohně o velikosti až 5 cm ve Vesmírné chodbě jeskyně Martina v Kodsém plesí nedaleko Tetína. Uhlíky byly nalezeny pod až 2 cm silnou vrstvou podlahového sintru, což dokládá jejich značné stáří (Žák a Zelinka 1998).

Vzhledem k neobvyklosti tohoto nálezu poměrně hluboko v obtížně dostupném jeskynním systému, jsme podrobili jak uhlíky samotné tak i sediment v podloží sintrové polohy detailnějšímu zkoumání. V místě odlomeného okraje sintrové desky byl odebrán malý vzorek obsahující kromě uhlíků i sediment z podloží desky. Lokalizace místa nálezů v původní nálezové zprávě nebyla zcela přesná. Upřesňujeme proto místo odběru vzorku, které je pod sintrovou deskou na levé (jz.) straně Vesmírné chodby, na rohu mezi Vesmírnou chodbou a tzv. Sněmovnou, tedy u odbočky k tzv. Sintrové puklině a Kajdově chodbě, v blízkosti měř. bodu č. 14.

Po rozpuštění vzorku a odstranění jílového podílu byly uhlíky ručně vybírány a podrobeny vyluhování v 2 % HCl, v 2 % NaOH a následně opět v 2 % HCl k odstranění nežádoucích uhlika-tých příměsí, tj. karbonátu a huminových kyselin (Olsson 1980). Xylotomické určení uhlíků nebylo provedeno. Takto upravený vzorek uhlíků byl katalytickým spálením v proudu kyslíku převeden na CO₂. Aktivita ¹⁴C byla potom změřena v ply-

¹Český geologický ústav, Klárov 3, 118 21 Praha 1

²Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Albertov 6, 128 43 Praha 2

Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 33-34.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-3-1

novém proporčním detektoru běžnou metodou v radiouhlíkové laboratoři Přírodovědecké fakulty UK v Praze (popis metodiky viz Jílek a kol. 1995).

Při rozplavování materiálu z podloží sintrové desky bylo nalezeno několik kostí a čelist příslušející zatím blíže neurčenému druhu netopýra a dvě ulity drobných měkkýšů. Zkoumaný sediment obsahoval kromě převažující jílové frakce malý podíl do různé míry opracovaných křemenných zm o velikosti do 2 mm.

Nálezy těchto materiálů spolu s uhlíky vyvolávají otázku, zda se jedná o primární depozici na tomto místě nebo zda se může jednat o redepozici materiálu z povrchu prostřednictvím jeskynních puklin nebo komínů. Situace v první polovině holocénu před nástupem tzv. klimatického optima mohla být velmi odlišná od dnešní a jeskyně mohla být na povrch otevřena i dalšími vstupy. Redepozice jakéhokoliv materiálu z vnějšku na místo nálezu cestou od dnešního vchodu však není přírodními procesy možná. Ohledání stropu nad místem nálezu ukazuje jen nepatrné pukliny, kterými lze těžko předpokládat transport množství uhlíků a kusů spálených dřev zjištěné velikosti. Jediný směr z kterého by teoreticky mohl být materiál transportován je směr od tzv. Sintrové pukliny a Kajdovy chodby. V horním zakončení některých plazivek v Kajdově chodbě a Stanleyho komíně se nacházejí místně sintrem překryté křemenné valouny, příslušející pravděpodobně původně terciérním štěrům známým z více míst v Kodě. Detailní ohledání sedimentů ve všech chodbách v blízkosti místa nálezu však nevedlo k nálezům uhlíků. Naopak, ojedinělé uhlíky lze nalézt v povrchové vrstvě sedimentů tzv. Kosterního dómu. Ten je však lokalizován níže než místo hlavního nálezu. Nejpravděpodobnějším vysvětlením tedy zůstává, že akumulace uhlíků z ohně ve Vesmírné chodbě je výsledkem činnosti lidí přímo v jeskyni.

Aktivita ^{14}C analyzovaných uhlíků činila $37,03 \pm 2,65$ PMC (tj. % aktivity standardu moderního uhlíku), což odpovídá konvenčnímu radiouhlíkovému stáří $8\,219 \pm 219$ let. Po tzv. dendrochronologické korekci, která koriguje nerovnoměrnou primární produkci ^{14}C v atmosféře během geologické minulosti vychází tzv. kalibrované kalendářní stáří o zhruba 800 až 900 let vyšší, tedy kolem 9 000 až 9 100 let před současností (kalibrační křivky viz Radiocarbon 35, 1993).

Z hlediska archeologického členění pravěku spadá uvedené datum do časného mezolitu. Během archeologického výzkumu prováděného v prostoru před vstupem do jeskyně a v jejím vstupním portálu v sedmdesátých letech byly, mimo jiné, nalezeny i artefakty z mladšího neolitu a mezolitu (přehledně viz Vencel 1996) a aktivita lidí v této lokalitě v uvedeném období byla tedy již dříve doložena. Mezolitu příslušely ojedinělé štípané artefakty z černošedého rohovce typu Český kras a zejména sekeromlat z parohu jelena s otvorem pro nasazení na násadu, pocházející z časného holocénu (preboreální období podle V. Ložka a I. Horáčka). Stejně jako mladopaleolitické nálezy ze vstupní části jeskyně, ani mezolitické artefakty neměly podobu souvislé kulturní vrstvy. V těchto obdobích se jednalo spíše jen o občasný pobyt (Vencel 1996).

Detailnější poznání způsobů jak se uhlíky dostaly na místo nálezu poměrně hluboko v jeskynním systému, případně poznání aktivit pravěkých návštěvníků jeskyně by vyžadovalo detailnější výzkum sedimentů ve Vesmírné chodbě jeskyně Martiny. Je pravděpodobné, že v uvedeném období jeskyně mohla být ve své jv. části otevřena na povrch více vchody než dnes (Lysenko a Slačák 1979).

Literatura:

- Jílek P., Melková J., Růžicková E., Šilar J., Zeman A. (1995): Radiocarbon dating of Holocene sediments: Flood events and evolution of the Labe (Elbe) river in Central Bohemia (Czech Republic). - *Radiocarbon* (G.T. Cook, D. D. Harkness, B. F. Miller, E. M. Scott, Eds.: *Proceedings of the 15th International ^{14}C Conference*), 37: 2, 131-137.
- Lysenko V., Slačák J. (1979): Geologické poměry a vývoj jeskyně Martina v Českém krasu. - *Čes. kras (Beroun)*, 4: 25-52.
- Olsson I. U. (1980): ^{14}C in extractives from wood. - *Radiocarbon*, 22: 515-524.
- Vencel S. (1996): Archeologický výzkum jeskyně Martina. - *Knih. Čes. speleol. spol. (L. Pecka a R. Živor, Eds.): Tetin historická a speleologická*, 30, 63-67.
- Žák K., Zelinka J. (1998): Pravěk člověk hluboko v jeskyni Martina? (nálezozápráva). - *Čes. kras (Beroun)*, 24: 79-80.

Výsledky geofyzikálního měření ve Svatém Janu pod Skalou Results of geophysical survey in Svatý Jan pod Skalou, Bohemian Karst

Jaroslav Kadlec¹ a Jiří Nedvěd²

0. Abstract

The geophysical survey (ground penetrating radar, very low frequency method) was used for investigation of bedrock morphology below calcareous tufa accumulation and detection of karst spring resurgence in Svatý Jan pod Skalou in the Bohemian Karst. A junction of Kačák Canyon and Propadlá voda Valley has a character of hanging valley with step 8 to 10 m high. The karst springs are situated on fault intersections. The morphological situation together with position of springs controlled the deposition of tufa.

1. Úvod

Holocenní pěnovcová akumulace ve Svatém Janu pod Skalou a krasový pramen, z něhož se karbonát vysrážel, se staly v posledních letech objekty detailního geochemického výzkumu (viz např. Hladíková a kol. 1996, Žák a kol. 1996). Výsledkem jsou informace o klimatických podmínkách a paleoprostředí v době ukládání karbonátu a chování krasového pramene. Předložený příspěvek přináší poznatky zjištěné geofyzikálním měřením, jehož smyslem bylo získat informace o morfologii skalního podloží pod pěnovcem a lokalizovat místo vývěru krasového pramene z vápencového masivu.

2. Pozice pěnovcového tělesa

Pěnovcová akumulace se nachází v Českém krasu ve Svatém Janu pod Skalou u dna 160 m hlubokého kaňonu Kačáku. Pěnovec se ukládal při vyústění údolí Propadlé vody do kaňonu Kačáku, kde vytvořil poměrně velké těleso vějířovitého tvaru s maximální zjištěnou mocností 16,6 m (Kadlec 1996). Jižní část akumulace byla odtěžena během stavby kostela Sv. Jana Křtitele a pozdějších úpravách areálu. Karbonát se vysrážel z krasového pramene, který je dnes svou vydatností (průměrně 20 l.s^{-1}) největším vývěrem podzemní vody v Českém krasu.

3. Použité metody

Pro zjištění morfologie skalního podloží pod pěnovcovým tělesem byla použita georadarová metoda. Pomocí metody velmi dlouhých vln (VDV) byl lokalizován vývěr krasové vody.

Princip georadarové metody spočívá v opakovaném vysílání vysokofrekvenčního elektromagnetického impulzu zdrojovou anténou v místech měřeného profilu. Tam, kde dochází ke změně elektromagnetických vlastností prostředí (např. změna litologie nebo přítomnost podzemní vody), se část vyslané energie odráží zpět a je registrována přijímací anténou. Primárním výstupem je časový řez, který se přepočítává na hloubkový řez. Měření bylo provedeno aparaturou pulse-EKKO 1000 kanadské firmy Sensors & Software. Georadarem bylo celkem proměřeno pět profilů (obr. 1).

Metoda VDV využívá jako zdroje elektromagnetické pole vojenských radiostanic o frekvencích 10-30 kHz. Registruje se deformace tohoto pole nad vodivostními nehomogenitami. Měření bylo provedeno aparaturou EM-16 kanadské firmy Geonics s krokem měření 5 resp. 2 metry. Metodou VDV byly proměřeny 2 profily (obr. 2). Zpracování bylo provedeno standardním způsobem a byl vypočten Fraserův gradient, jehož maximální hodnoty lokalizují vodivé těleso.

4. Výsledky

Interpretace georadarových dat přinesla informace o hloubce a morfologii skalního dna údolí Propadlé vody v blízkosti jeho vyústění do kaňonu Kačáku. V podélném profilu C-C' (obr. 1) byla na styku obou údolí identifikována výrazná litologická změna. V místě příčného profilu E-E' (obr. 1) se skalní dno údolí nalézá ve výšce 242 m n.m. (obr. 2). Mocnost sedimentární výplně údolí je přibližně 7 m. Pod kostelem je skalní dno kaňonu Kačáku ve výšce 226,5 m n.m. (Králik 1974). Výškové rozdíly i změna litologie naznačují, že údolí Propadlé vody ústí do kaňonu Kačáku visuté se stupněm vysokým 8-10 m.

Metoda VDV odhalila na profilu C-C' dvě výrazně vodivé zóny (obr. 3). První se nachází v ústí údolí Propadlé vody zhruba 14 m východně od tabule naučné stezky. Druhá anomálně vodivá zóna je přibližně v úrovni východního cípu zdi klášterní zahrady. Tato vodivá zóna byla identifikována také pomocí georadaru v příčném profilu E-E' (obr. 2).

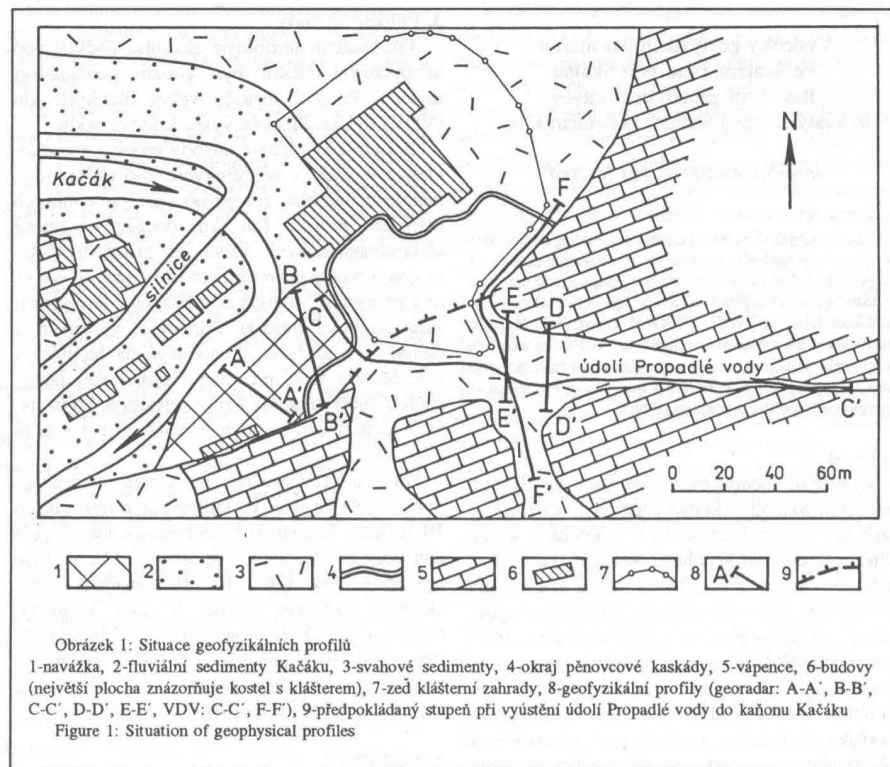
¹ Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6 - Lysolaje

² SG-Geotechnika a.s., Geologická 4, 152 00 Praha 5

Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 35-39, 3 obr.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-3-1



5. Interpretace výsledků

Stupeň na styku údolí Propadlé vody a kaňonu Kačáku byl vytvořen rychlým zahlobněním toku Kačáku koncem posledního glaciálu a počátkem holocénu. Intenzivní říční eroze v nárazovém břehu meandru způsobila, že pěnovec z počátečního období holocénu nezůstal zachován. Nejstarší datovaný pěnovec z báze akumulace pochází z období 9 500 let BP (K. Žák 1998, osob. sděl.). Údolí Propadlé vody se nezahlobilo stejně rychle jako kaňon Kačáku, protože jím v období na rozhraní pleistocénu a holocénu pravděpodobně neprotékal stálý tok. V té době již existovaly cesty podzemního krasového odvodňování a větší část srážek v povodí údolí Propadlé vody mizela pod povrchem.

Obě zjištěné anomálně vodivé zóny jsou interpretovány jako místa vývěrů krasové vody z vápencového masivu. Oba vývěry jsou situovány na zlomu V-Z směru, jenž předurčil průběh

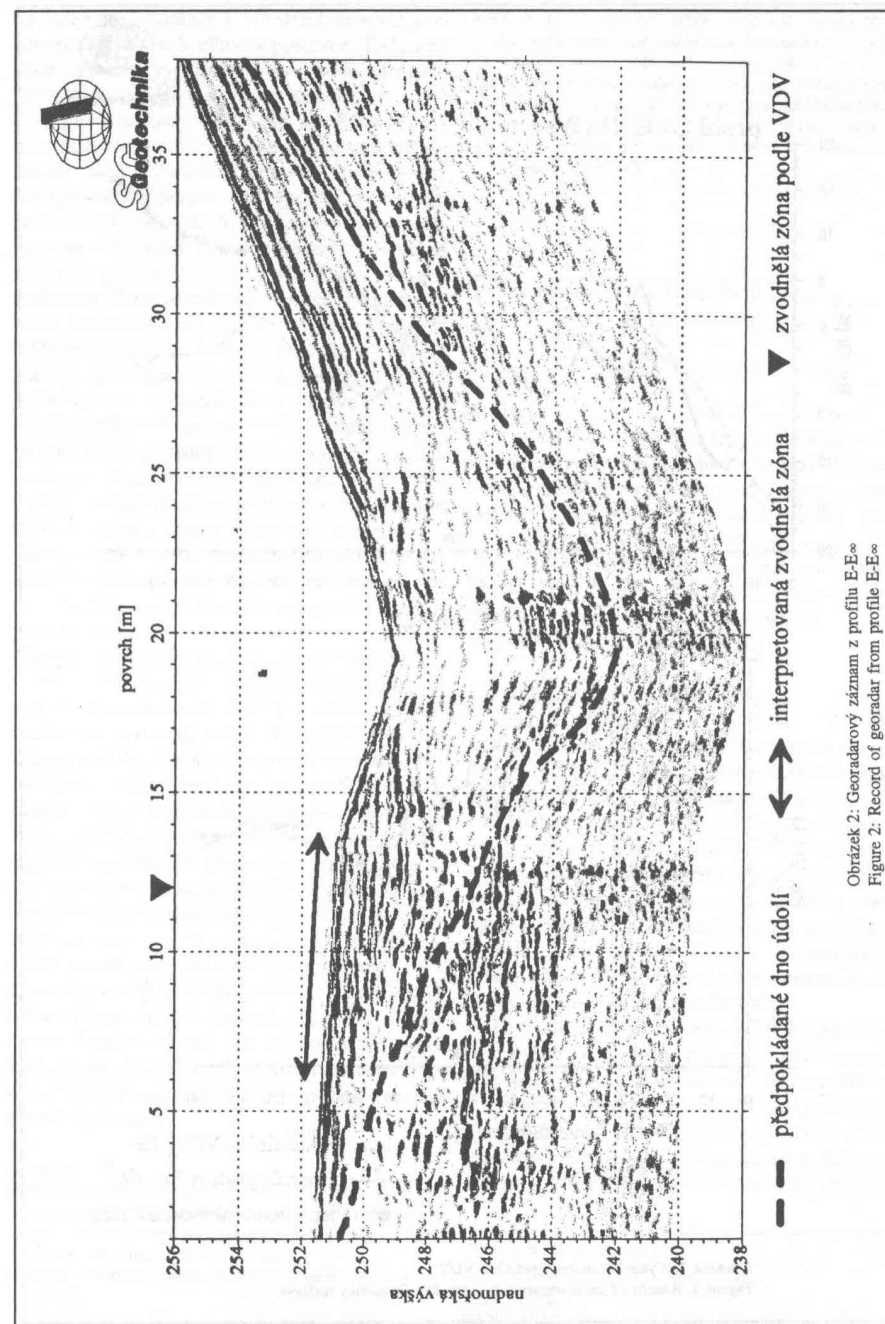
západní části údolí Propadlé vody. Stejná tektonická porucha omezuje i vápencovou kuestu na protější břehu Kačáku. Krasová voda vyvěrá v místech křížení zmíněného zlomu V-Z směru se dvěma příčnými zlomy směru S-J a SSZ-JJV. Také tyto příčné tektonické poruchy ovlivnily morfologii okolního terénu. Vznikly na nich dvě soutěsky v j. svahu údolí Propadlé vody (viz obr.1).

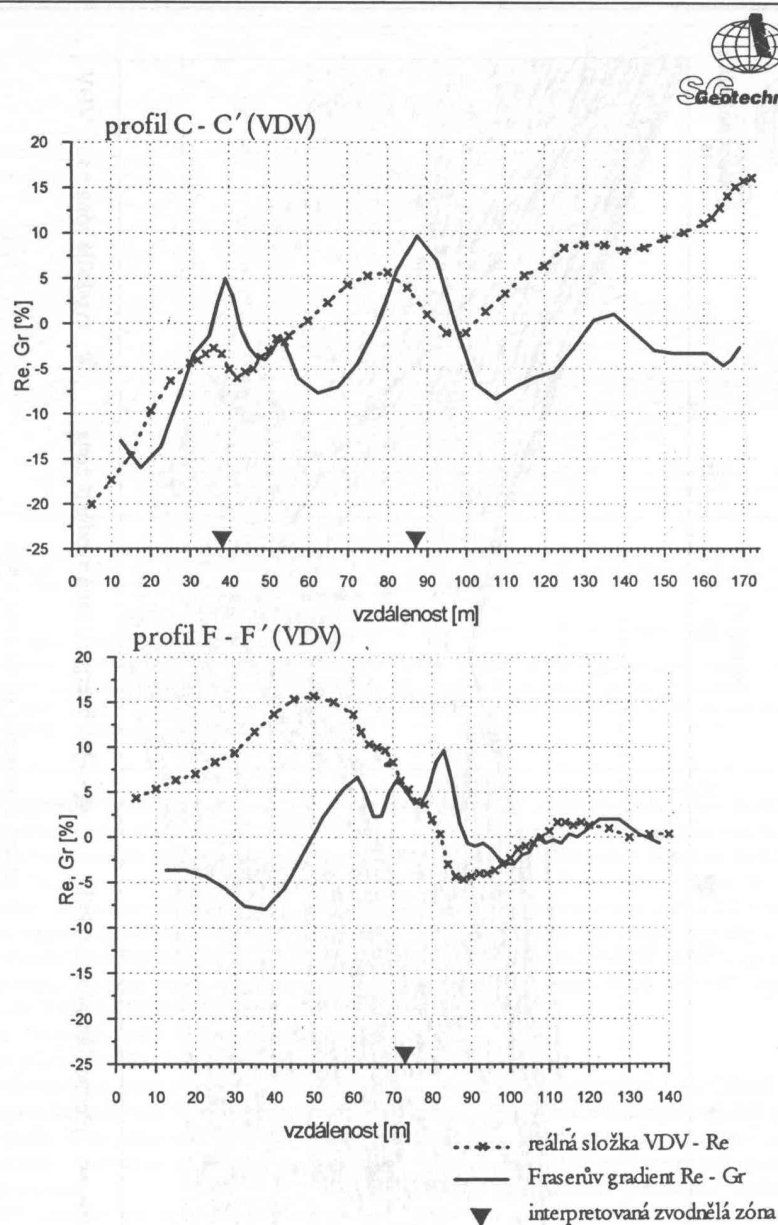
6. Závěr

Nově zjištěné poznatky o morfologii podloží pěnovce a lokalizace krasových vývěrů společně s poznatky známými z dřívější doby umožňují vysvětlit, proč právě ve Svatém Janu pod Skalou vznikla tak mohutná akumulace holocenního karbonátu.

Příčiny jsou následující:

(1) Paleozoické horniny vytváří synklinální strukturu, ve které podloží vápenců tvoří nekraso-





Obrázek 3: Výsledky měření metodou VDV

Figure 3: Results of measurements by very low frequency method

vé vulkanické hominy a v nadloží vápenců jsou rovněž nekrasové břidlice a pískovce. Podzemní voda proudí synklinální strukturou směrem k erozní bázi, kterou je kaňon Kačák.

(2) Paleozoické hominy jsou porušeny příčnými a podélnými zlomy. Příčné zlomy směru S-J a SZ-JV mají charakter tahových rozevřených poruch, kterými proudí voda. Podélné zlomy mají směr JZ-SV až V-Z. V z. části údolí Propadlé vody se v blízkosti vyústění do kaňonu Kačáku protínají systémy příčných zlomů se zlomem podélným. Tato skutečnost společně s faktem, že údolí Propadlé vody je zahloubeno téměř až k hladině podzemní vody (v její úrovni proudí Kačák) způsobuje, že v místech křížení zlomů voda vyvěrá z vápencového masívu. V době ukládání pěnovce vyvěral krasový pramen přímo na dně údolí Propadlé vody. Údolím proudila vyvěrající krasová voda pravděpodobně ještě v období velmi mladé eroze, která vytvořila malou roklí na styku j. strany pěnovcové akumulace a vápencové stěny údolí Propadlé vody. Dnes proudí krasová voda od vývěrů po skalním dně údolí pod sedimentární výplní. Obdobným způsobem předpokládá vývěr i proudění krasové vody v z. části údolí Propadlé vody také J. Kovanda (osob. sděl.).

(3) Vznik a vývoj pěnovcové kaskády při vyústění údolí Propadlé vody byl velmi ovlivněn morfologií vyústění údolí Propadlé vody do kaňonu Kačáku. Na skalním stupni visutého údolí vytvářela voda krasového pramene vodopád. Čerpení vody ve vodopádu způsobovalo únik CO_2 a tím intenzivní srážení pěnovce pod skalním stupněm. Spodní část pěnovcové akumulace - až do výšky stupně visutého údolí - je proto tvořena převážně pevným masivním karbonátem. Jakmile narůstající pěnovcové těleso vyrovnalo výškový rozdíl stupně, vodopád zanikl a s tím z větší části skončila i tvorba pevného pěnovce. Ten se tvořil nadále hlavně na čele kaskády (opět v důsledku čerpení krasové vody). Za masivním okrajem kaskády se ukládaly polohy většinou nesoudržných sypkých pěnovců a pouze ojedinělé vrstvy pevného pěnovce.

Literatura:

- Hladíková J., Žák K., Kadlec J., Čížek V. (1996): Holocene climatic record in the calcareous tufa mound in Svatý Jan pod Skalou (Bohemian Karst, Czech Republic). - *J. Conf. Abs. V. M. Goldschmidt Conf.*: 260.
Kadlec J. (1996): Svatý Jan provrtán! - *Speleo (Praha)*, 23: 26-27.

Králík F. (1974): *Stručná zpráva o výsledku geologického sledování sanace základů kostela Sv. Jana Křtitele ve Sv. Janu pod Skalou*. - MS, archiv autora, 1-4.

Žák K., Kadlecová R., Kadlec J., Kolčava M. (1996): Chování krasových pramenů ve Svatém Janu pod Skalou během mimořádných srážkových událostí v květnu a červnu 1995 a nový občasný ponor v údolí Propadlé vody. - *Čes. kras (Beroun)*, 22: 41-47.

Problematika Tetínské vyvěračky The problem of the Tetín karst spring

Ladislav Pecka¹

1. Úvod

V roce 1942 J. Petrbok (Petrbok 1942) publikoval zprávu o objevení pramene pod Tetínem. Tento pramen je nyní znám jako jeskyně č. 1301 Tetínský vývěr. Je možno si položit otázku - jaká byla cesta vod do zahájení činnosti vývěru. Ve článku o vyvěračkách Českého krasu uvádí Kadlecová a Žák (1998) ústní tradici, že původní vývěr ležel níže než dnešní. Domnívám se, že se to týká ve smyslu níže po toku řeky.

2. Hydrologie tetínského potoka

Pramen leží poblíž silnice Tetín - Tobolka v "Domášově". Celý je jímán pro potřeby tetínského vodovodu, jen při silných srážkách protéká původní roklí až do obce a dále roklí až do lomu Pod hradem a ústí do řeky. Za normálního stavu je tok tvořen přepadem z vodovodu a objevuje se až pod mostkem na silnici do Srbska. V současné době je dno tvořeno zpevněným kanálem z kamene a betonu, které pokračuje až k posledním domům obce. Část celé délky je zatrubněna do kanalizačního sběrače, jež má pokračovat do připravované čistírky odpadních vod.

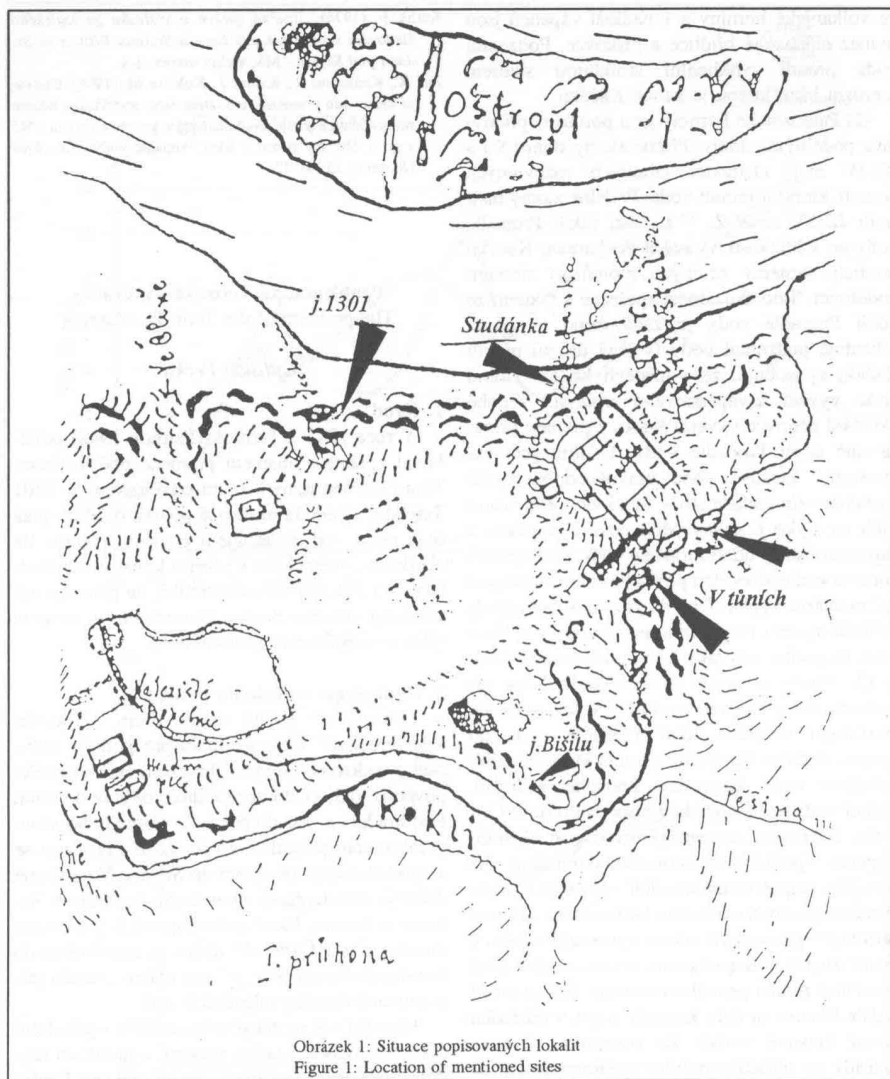
Původní tok protékal celou roklí a v její dolní části byl ovlivněn řadou ponorů, z nichž asi nejdůležitější leží v roklí na úrovni jeskyně Bišilu. Významný je název "V touních", jež je doložen k roku 1088, kdy dostal břevnovský klášter právo rybolovu v touních pod hradem Tetínem. Jelínekův plán z roku 1883 byl v roce 1927 doplněn

¹Tyršova 76, 266 01 Beroun 2

Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 39-43, 3 obr.

ISSN 1211-1643

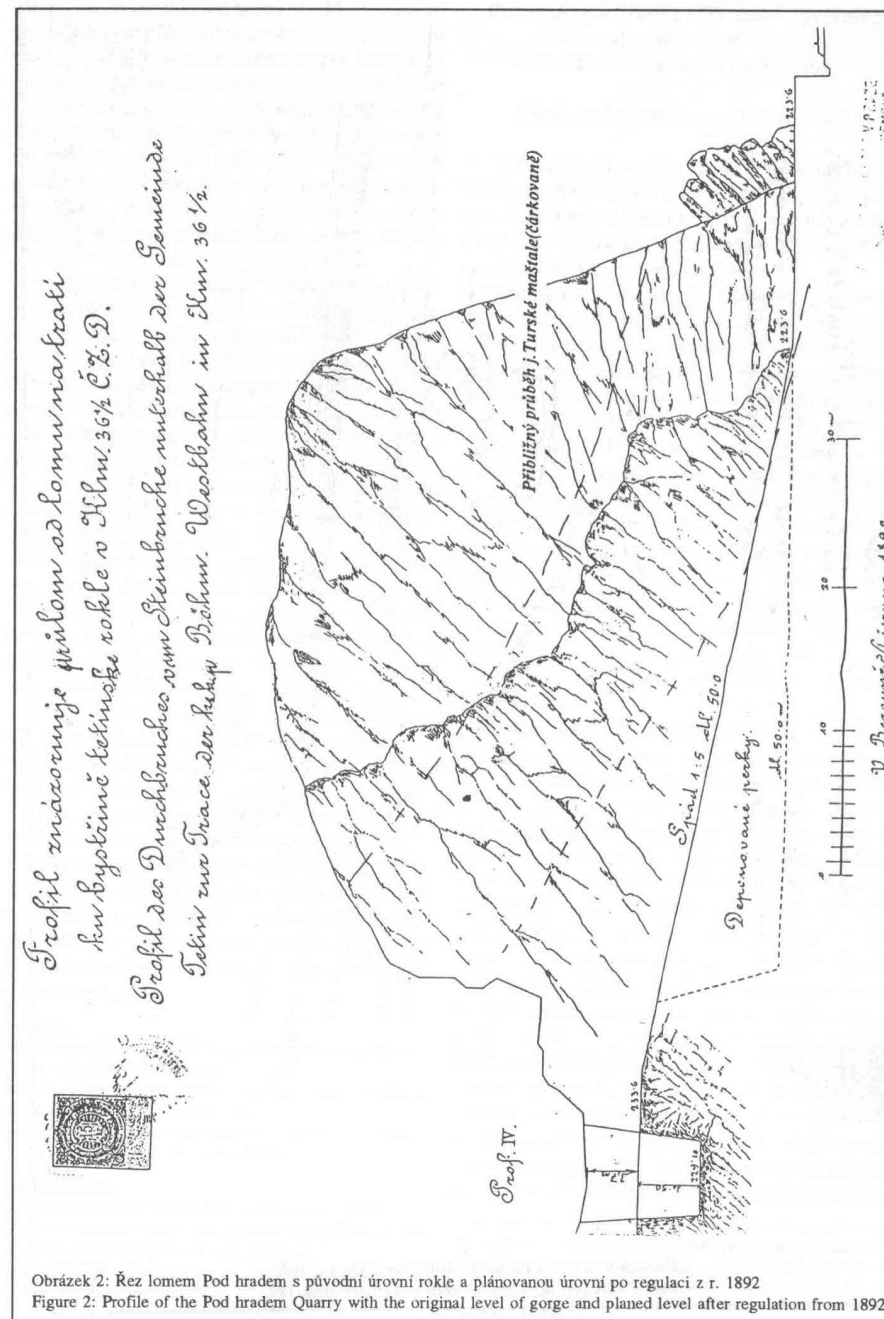
ISBN 80-902098-3-1



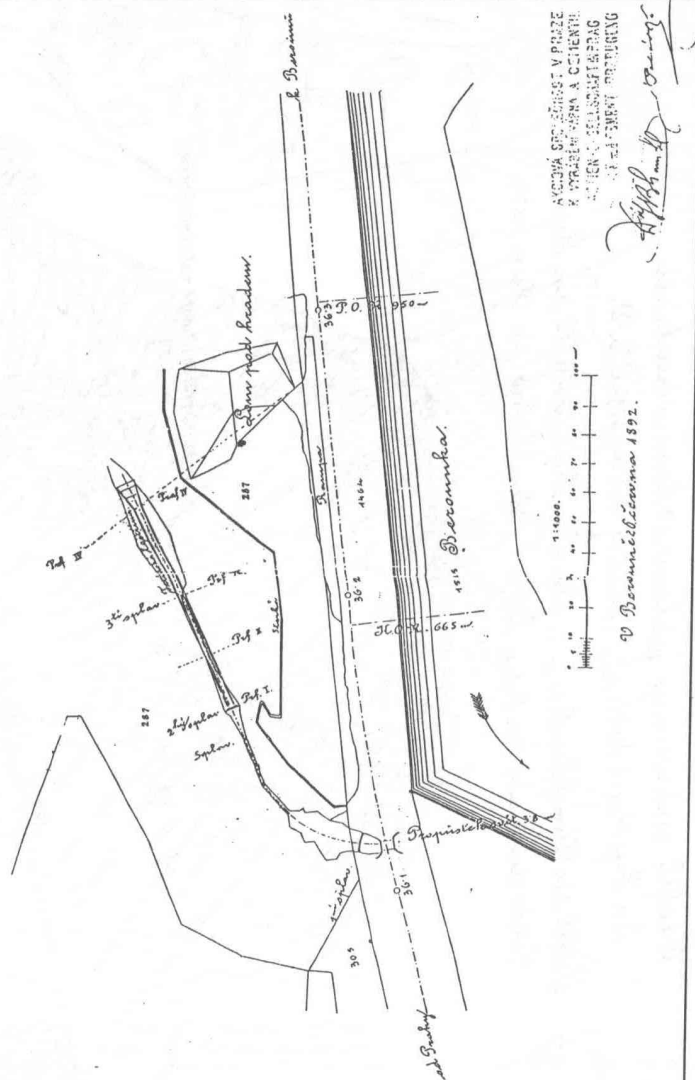
obecním kronikářem, řídícím učitelem Pechem o místní názvy, případně o místa archeologických nálezů. Pro nás je dále zajímavá lokalita "Studánka", uváděná v místě pod Tetínským hradem. Leží tedy o něco níže, než současná jeskyně č.1301 Tetínský vývěr.

3. Krasové lokality lomu Pod hradem a jejich souvislost s hydrologií

Lokalita "V touních" se nacházela v horní části lomu Pod hradem, asi na úrovni jeskyně č.1306 Tetínská chodba. Někde pod ní byl při těžbě odkryt zatím neznámý vchod jeskyně, jež byla hledána na lokalitě Sonda pod Tetínskou chodbou.



*Situace
regulované bystřiny rokle Tetínské v klm. 36 1/2 Č.Z.D.
Situations über die Regulierung der Wildbachsohle unter
halb der Gemeinde Tetín in Klm 36 1/2 d. r. k. l. p. Böhm. Westböh.*



Obrázek 3: Výřez z Pechova a Jelínkova plánu z r. 1892
Figure 3: A part from plan of Pech and Jelínek from 1892

Může být, že tato lokalita byla povodňovým ponorem, spojeným s Turskými maštalemi. Těžba v lomu byla zahájena v roce 1889 a v roce 1892 žádá Společnost pro výrobu cementu a vápna v Králově Dvoře c.k. hejtmanství o povolení regulace dolní části rokle, kde došlo k povodni, jež poškodila drážní můstek u vyústění rokle. Tato událost může mít vztah k zahájení těžby, která porušila přirozený tok vody. Prvním zásahem do systému vývěru pak byla výstavba plzeňské dráhy v roce 1870 a její rozšíření na dvě koleje v roce 1905.

Pechem uváděné umístění "Touň" a "Studánky" je třeba dát do souvislosti s lokalitou č. 1304 Turské maštale a č. 1305 Komin proti Turským maštálím. Tato poslední lokalita se uvádí jako vrchní část odlámaná a spodní zasypaná, s výškovým rozdílem 29 m. Zdá se tedy, že cesta do předpokládaného systému vývěra vede odtud - ze spodních částí zbytků jeskyně Turské maštale či poblíž nich. S tím souvisí i zpráva, že podle místních občanů se v některé jeskyni v lomu Pod hradem dalo sestoupit až k vodní hladině.

Na plánu sice Pech uvádí i jeskyně, lokalizované do míst dnešní vývěračky, ale jedná se spíše o lokality č. 1322 Římsová jeskyně, nebo č. 1301 Tetínský vývěr, ale jako bezvodou jeskyni. Pokud by zde byl nějaký pramen, třeba jen podle ústní tradice, byl by zaznamenán.

Jestliže zmiňovaný systém vývěračky existuje, dá se předpokládat značná hloubka (viz jeskyně Podtrátová). Zda bude ale systém přístupný, je sporné už k uvedeným průmyslovým aktivitám.

Obec Tetín chystá do spodní části rokle poblíž hranic lomu Pod hradem umístit vyústění kanalizace do čističky odpadních vod a tím opět změnit vodní režim v dolní části rokle. Objasnění činnosti a systému vývěru by mělo být známo před zahájením stavby, aby nemohlo dojít k jakékoli škodě už na tak poškozeném systému a jeho okolí - PR Tetínské skály.

Literatura:

- Kadlecová R., Žák K. (1998): Krasové prameny v Českém krasu. - Čes. kras (Beroun), 24: 17-34.
Pecka L., Živor R. (Eds., 1996): Tetín historický a speleologický. - Knih. Čes. speleol. spol., 30.
Petrbok J. (1942): Holocenní měkkýši krasového vývěru pod Tetínem. - Příroda, 35: 52-53. Brno.

Ostatní prameny:

- Obecní kronika obce Tetín. - MS, Okres. arch. Beroun.
Situace regulované bystřiny tetínské v klm 36 1/2 Č.Z.D. ze dne 26. června 1892. - MS, Okres. arch. Beroun.
Archív ZO ČSS 1-02 Tetín.
Projekt regulace-pádorys.

Redakční poznámka k Tetínské vývěračce

Editorial note to contribution:
Problem of the Tetín karst spring

Vladimír Lysenko¹ (za redakční radu)

V souvislosti s diskutovanou problematikou Tetínské vývěračky v článku J. Pecky a s ohledem na některé nejasnosti v informaci o Tetínské vývěračce v článku Kadlecové a Žáka (1998), uvádíme některé doplňující údaje.

Tetínská vývěračka je občasný puklinový vývěr podzemní vody s tím, že v úzké skalní puklině zapadající do masivu ve vstupní části jeskyně, lze pozorovat stálou hladinu vody. Prvé pokusy o proniknutí do masivu prováděl v 60tých letech K. Drábek. V letech 1970-1971 členové Krasové sekce Praha A. Kaas, V. Lána a V. Lysenko uskutečnili opakované nivelační zaměření hladin vývěračky a Berounky (rozdíl hladin kolísal až na maximum 3 m), zároveň s pomocí trhačích prací uvolnili vstupní část až na vlastní puklinu. V roce 1977 provedla speleologická skupina Tetín detailní zmapování jeskyně v měř. 1:100. V roce 1982 uskutečnili další výkopové práce členové speleologických skupin Tetín a Geospeleos, ale v témže roce byly práce ukončeny (Plot 1983).

Vývěry (povrchové výtoky do Berounky) byly zaznamenány v již uvedeném roce 1940 a dále v roce 1954 při červencových deštích (Stárka 1957) a v roce 1965. V roce 1965 prováděl autor redakční poznámky opakovaná měření vydatnosti a teploty vody. Velmi slabý výtok byl zaznamenán 16.5. a 6.6., vydatný výtok 20.6. (5,5 l.sec⁻¹), 27.6. (4,5-5 l.sec⁻¹), 30.6. (4,5-5 l.sec⁻¹), 4.7. (4,5-5,4 l.sec⁻¹), 11.7. (3,9 l.sec⁻¹) a 18.7. (2,25 l.sec⁻¹). 5.9. byla voda pouze v puklině, vývěr nebyl aktivní. Teplota vody ve vývěru byla 30.6. 9,5°C a v Berounce pak 22°, 4.7. ve vývěru 10,5°, 11.7. a 18.7. 9,5°, resp. 9,4° a 5.9. 8,9°. V roce 1981 uvádí Plot (1982) kolísání hladiny vody v puklině (pokles 1, 2 m pod bod č. 2 v lednu) a poté postupné zvyšování hladiny vody v prostoru až do aktivního vývěru po 19.7., těsně před červencovou povodní. Vývěr byl aktivní ještě i po povodních. Koncem roku došlo k poklesu hladiny.

¹ Ministerstvo životního prostředí, Vršovická 65, 100 60 Praha 10
Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 43-44.
ISSN 1211-1643
ISBN 80-902098-3-1

diny - v prosinci 0,5 m pod úroveň odtokové rýhy. V následujícím roce byl zaznamenán pouze další pokles hladiny. Sledování aktivních vývěrů v jiných letech není známo.

Literatura:

- Kadlecová R., Žák K. (1998): Krasové prameny v Českém krasu. - *Čes. kras (Beroun)*, 24: 17-34.
 Plot J. (1982): Zpráva o výzkumné a průzkumné činnosti speleologické skupiny Tetín za rok 1981. - *Čes. kras (Beroun)*, 7: 59 - 61.
 Plot J. (1983): Zpráva o výzkumné a průzkumné činnosti speleologické skupiny Tetín za rok 1982. - *Čes. kras (Beroun)*, 8: 63 - 64.
 Stárka V. (1957): Občasná vyvěračka v Českém krasu. - *Lidé a země*, 1: 28. Praha.

Nález monocotyledonních rostlinných zbytků v pískovně "U ručiček"

Find of monocotylete plant remains in "U ručiček" sand-pit, Bohemian Karst

Marie Lachmanová¹, Václav Cílek¹
a Zlatko Kvaček²

0. Abstract

The sand pit is located in the vicinity of Karlštejn on the river terrace some 120 metres above the river level. The position corresponds to Pliocene-Early Pleistocene level. However, the fluvial relict of whitish kaolinic sands and gravel of the total thickness more than 25 m probably belongs to Miocene or even to older formations. Finds of floral macrorelicts belong to the reed family which is relatively conservative. Therefore, the time determination yields wide range of possibilities (Upper Cretaceous-Quaternary) but the paleoenvironment can be determined as large river environment with marshes and probably abandoned oxbow lakes.

1. Úvod

Otisky listů rákosin (obr. 1) v pískovně "U ručiček" mezi Litní a Karlštejnem v Českém krasu jsou prvním nalezeným fosilním záznamem v sedimentech, u nichž se předpokládá pliocenní stáří (Balatka a Loučková 1992). To sice není

v Českém krasu doloženo, usuzuje se na něj z výškové pozice v terénu.

2. Trasové úrovně

Ve studovaném území vyčleňuje Balatka a Loučková (1992) dvě úrovně neogenních uloženin.

Miocenní vyšší úroveň

V Českém krasu se nachází relikty terciálních fluvialních, fluviolakustrinních a terestrických sedimentů. Jejich stáří je ve většině případů určováno na základě srovnání s úrovní tzv. klineckého stádia. Miocenní stáří klinecké terasy bylo dokázáno na základě nálezů makroflóry už Kettnerem (1911) a poté Němecem (1943, 1949). Stáří terestrických sedimentů v podloží terciálních říčních štěrků u Tetína bylo kladeno Ložkem (1956) kladeno do staršího miocénu snad eggenburgu.

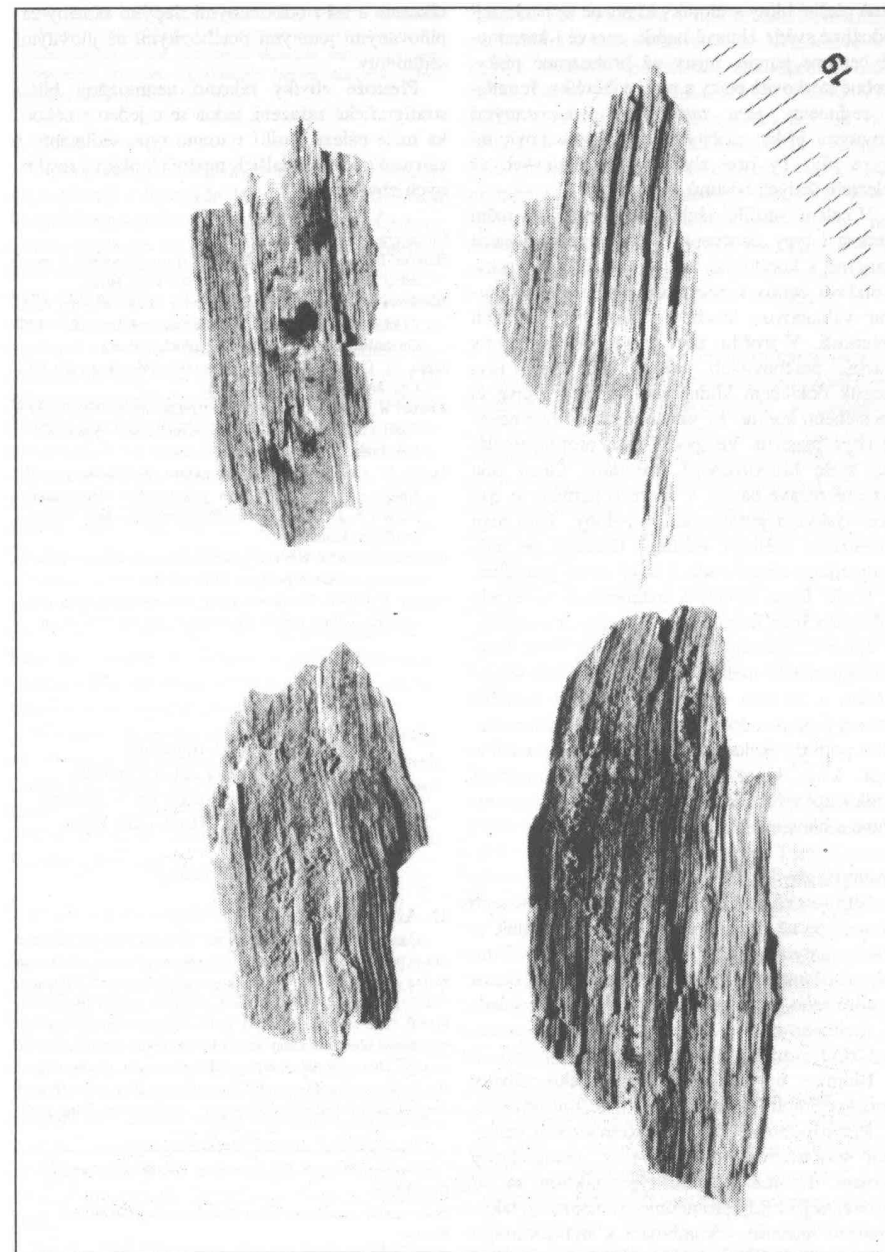
Vyšší úroveň se dá podle Balatky a Loučkové (1992) a Blažkové (1978) ještě rozdělit na vyšší s povrchem 137-149 m r. v. a bází 121-131 m r. v. a nižší ve 106-121 m r. v. (báze nezjištěna). Obě polohy se liší zemitostí a mineralogicky (vyšší je jemnozrnnější a obsahuje rozptýlené železitě minerály). Tyto fluvialní a fluviolakustrinní písky a písčité štěrky odpovídají klinecké a sulavské úrovni a jsou patrně miocenního stáří. Relikty této úrovně se nachází v oblasti Kodského polesí, Tobolského vrchu a mezi Kornem a Krupnou.

Pliocenní nižší úroveň

Sedimenty nižší úrovně leží 105-85 m (Jäger 1993) nad nivou Berounky. Tvoří je opět fluvialní a fluviolakustrinní písky a písčité štěrky s polohami jílovitých prachů a prachovitých jílů. Stratigraficky jsou řazeny podle výškové pozice do pliocénu. Leží mezi obcemi Běleč a Dolní Vlence. Podle Balatky a Loučkové (1992) sem ještě patří lokality na pravém břehu Svinařského potoka sv. od Svinař a v. od Lhotky. V této úrovni je také založena pískovna "U ručiček", kde byly nalezeny otisky rostlin.

3. Pískovna "U ručiček"

Lokalita se nachází 0,75 km j. od Krupné při silnici Poučnick-Litěň. Pískovna je v současné době činná. Je hluboká asi 25 m (povrch 315 m, dno 290 m n.m.). Pod 1-3 m mocnou polohou



Obrázek 1: Rostlinné makrozbytky z pískovny "U ručiček"; detailní pohled na povrch listů
 Figure 1: Floral macrorelicts from "U ručiček" sand-pit; detail of leaf surfaces

¹ Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6 - Lysolaje

² Ústav geologie a paleontologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Albertov 6, 128 43 Praha 2

Práce vznikla za podpory firmy Českomoravský cement a.s. Beroun

Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 44-46, 1 obr.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-3-1

silné písčité hlíny s úlomky křemene se nacházejí šedožluté, světle žlutavě hnědé, rezavé i karmínově červené jemné, místy až hrubozrnné písky, drobné šterkovité písky a písčité šterčky. Jemnější sedimenty jsou zastoupeny jemnozrnnými jílovitými písky, písčitými jíly až prachovitými jíly a jíly. Ty jsou zbarveny do žlutavých až zelenavě šedých odstínů.

V celém profilu těchto sedimentů se mění zrnitost i typy zvrstvení. V pískovně jsou časté planární i korytovité zvrstvené šterky a písky. Proudové čeriny i nezvrstvené šterky s podpůrnou valounovou stavbou nejsou na profilech vzácností. V profilu jsou zastoupeny i polohy prachů, prachovitých jíllů až jíllů, které jsou naopak dokladem klidné sedimentace v nivě či opuštěného koryta. Ty jsou buď jemně laminované popř. masivní. Ve spodní části profilu převládají spíše hrubozrnnější materiály. Často jsou výrazně rezavé barvy. V horních partiích se pak více vyskytují jemnozrnnější polohy. Tyto mají povětšinou světlejší odstíny. Celkově se tedy sedimentace zjemňovala, i když velmi pozvolna.

Podle Jägra (1993) k sedimentaci docházelo v divočicí řece, která místy vykazuje i meandrující činnost. Jednalo se o mohutnou řeku, která pravděpodobně měla i několik kilometrů široké řečiště, z kterého vystupovaly ploché protáhlé ostrovy tvořené odolnějšími horninami paleozoického podloží. Řeka měla převládající proud k z. popř. k sz. Autor ovšem nevylučuje možnost vzniku zpětných proudů, které neprobíhají souběžně s hlavním tokem.

Rostlinné zbytky

Pět úlomků rostlinných zbytků bylo nalezeno jako částečně vymoklé zlomky vyčnívající z polohy jílovitého prachu ve hloubce asi 22 m, tedy těsně nad tehdejší dnem pískovny. Barva prachovitěho proplásku je šedavá. Podle výsledků chemické analýzy jsou rostlinné zbytky tvořeny CaCO₃ s malou příměsí limonitu.

Úlomky byly identifikovány jako zbytky monokotyledonů (jednoděložných) rostlin (viz obr. 1). Pravděpodobné zbytky rákosin nemají vzhledem k obtížnému určení velký stratigrafický význam. Habitus porostů typu rákosin se od nejsvrchnější křídý proměňuje jen nepatrně, takže z nálezů můžeme v kombinaci s architekturami sedimentu spíše usuzovat na paleoenviromentální situaci toku s příbřežními mokřady porostlými

rákosem a asi i odškrncenými slepými rameny zaplňovanými jemnými prachovitými až jílovitými sedimenty.

Přestože zbytky rákosin neumožňují bližší stratigrafické zařazení, jedná se o jeden z několika mála nálezů fosilií v tomto typu sedimentu a zároveň o doklad dalších možných objevů rostlinných zbytků.

Literatura:

- Balatka B., Loučková J. (1992): Terasový systém a vývoj údolí Berounky. - *Stud. geogr.*, 96: 1-53, Brno.
 Blažková M. (1978): *Závěrečná zpráva úkolu Lahovské I 511 1383 301,511 3962 513. Surovina: šterkopisek.* - MS, Geoindustria n.p. Praha: 1-37, přílohy. Praha.
 Jäger, O. (1993): Jakým směrem tekla Paleoberounka II? - *Čes. kras (Beroun)*, 18: 24-25.
 Kettner R. (1911): O uložení třetihorních šterků a jíllů u Sloupu a Klince. - *Věst. Král. Čes. Společ. Nauk*, XXV: 1-9, Praha.
 Ložek V. (1956): Zhodnocení nálezů malakofauny. - V: Kukla J. (1956): *Průzkum přirozených slévarenských písků v r. 1954-55. Terasy Praha-Beroun.* MS, Nerudný průzkum, Praha: 1-4.
 Němec F. (1943): Novější paleontologické nálezy v českém terciéru. - *Věst. Stát. geol. Úst.*, 18: 43.
 Němec F. (1949): Rostlinné otisky středočeských neogenních ostrovů. - *Stud. Botan. Českoslov.*, 10: 14-103, Praha.

Atmosférická depozice v okolí Velkolomu Čertovy schody Atmospheric precipitation in the Velkolom Čertovy schody area, Bohemian Karst

Jaroslav Martínek¹

O. Abstract

Concentrations and fluxes of 10 ions and 11 selected minor and trace elements are the object of study of various forms of atmospheric precipitation in the area of Velkolom Čertovy schody Quarry, in the Koněprusy region (Bohemian Karst). The aim of the study is to determine sources of the monitored chemical components in relation to activities in the quarry. There are 19 months of the systematic monitoring of the bulk precipitation and 13 months of data collecting of the throughfall evaluated in this paper. On the base of the preli-

¹ Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6 - Lysolaje

Práce vznikla za podpory firmy Českomoravský cement a.s. Beroun

Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 46-51, 4 tab.

ISSN 1211-1643
 ISSN 80-902098-3-1

minary results, enhanced deposition of components connected to the lime exploitation and its processing is documented. Concentrations of the hazardous elements and compounds, nevertheless, are not significantly higher than the values common in the Central Bohemia.

1. Úvod

Systematický monitoring atmosférické depozice, započatý v listopadu 1996 na třech lokalitách bezprostředně přiléhajících k Velkolomu Čertovy schody (dále jen VLČS), pokračuje již svým druhým rokem. V květnu 1997 byl rozšířen o sledování chemického složení srážek pod korunami stromů (tzv. *throughfall*) v listnatém porostu a ve smrkové monokultuře. Až bude k dispozici dostatečně dlouhá řada dat ze všech lokalit, měl by celý soubor posloužit ke kvalifikovanému odhadu původu jednotlivých chemických komponent, stanovovaných ve vzorcích atmosférických srážek. Odebrané vzorky jsou analyzovány na určení koncentrací základních iontů stanovovaných při analýze vody, tedy Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, NH₄⁺, F⁻, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻ a HCO₃⁻. Rovněž se v nich stanovují koncentrace vybraných minoritních a stopových prvků: As, Al, Be, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Sr, Zn. V této práci jsou prezentovány soubory dat získané za 19 měsíců průběžného vzorkování srážek na volné ploše a 13 měsíců odběrů srážek pod korunami stromů.

Vybrané chemické charakteristiky atmosférické depozice sledovali v oblasti Českého krasu Hošek a Kaufman (1996). Vliv těžby na zájmové lokalitě na životní prostředí popisuje Lysenko (1993). Depozicí síranových a dusičnanových aniontů v Berouně se zabýval Pretel (1998).

2. Popis lokalit odběrů

Lokality pro odběr vzorků atmosférické depozice na volné ploše jsou situovány na vrcholu Zlatého koně (lokalita KJ1), na plošině u Husákovy lomu (KJ2) přímo v areálu VLČS a na Kobyle (KJ3) - na ploše spadající do těžební oblasti a odlesněné v rámci přípravných prací na budoucí těžbu. Toto uspořádání tvoří zhruba linii napříč zářezem VLČS a umožňuje posoudit způsob a intenzitu sedimentace tuhých emisí pocházejících z provozu velkolomu a z vápenky nacházející se přímo v jeho areálu (Martínek, Cílek a Skřivan 1998).

Srážky pod korunami stromů jsou odebírány v lesním porostu poblíž lokality KJ3, asi 50 m pod komunikací Koněprusy - Bykoš. Odběrová

zařízení jsou umístěna v oplocenkách zabraňujících vniknutí nepovolaných osob. Modelově byl vybrán smíšený porost se zastoupením buku (50%), habru (40%) a dubu (10%), lokalita KJ4. Stejný počet odběrových zařízení byl umístěn rovněž ve smrkové monokultuře (KJ5), v druhém typu porostu nejčastěji se vyskytujícího v okolí zájmového území. Instalována zde byla zprvu čtyři odběrová zařízení, ale po problémech s nedostatečným objemem vzorků pro analýzy byla jejich síť rozšířena nejprve na pět (listopad 1997) a posléze na šest (červen 1998) kolektorů.

3. Metodika terénních a laboratorních prací

Detailní popis odběrových zařízení sloužících k odběru srážek na volné ploše a metodiku zpracování takto získaných vzorků lze nalézt v práci Martínek, Cílek a Skřivan (1998). K odběru vzorků srážek pod korunami stromů jsou instalována zařízení nového typu, vyvinutá a otestovaná v Geologickém ústavu AV ČR (Skřivan a Burian 1996).

Metodika odběru a zpracování obou typů srážek, na volné ploše i pod korunami stromů, vychází z metodik užívaných na lokalitách Truba a Lesní potok na Černokostecku (Skřivan a kol. 1995).

4. Výsledky a diskuze Depozice na volné ploše

Oproti práci Martínek, Cílek a Skřivan (1998) jsou zde diskutována data za více než rok a půl systematického monitoringu. Tento soubor hodnot již lépe vyhovuje kvalifikovanému vyhodnocení chemizmu srážek na dané lokalitě. K plně uspokojivým výsledkům, jež jsou dobře využitelné při statistickém zpracování dat, jejich korelaci mezi jednotlivými lokalitami a případném vyhodnocení trendů, se doporučuje vzorkování minimálně po dobu tří let. Takové množství dat je zejména potřebné k eliminaci odlehklých hodnot.

Koncentrace a látkové toky hlavních iontů

Průměrné hodnoty koncentrací a látkových toků hlavních iontů ve vzorcích atmosférických srážek na volné ploše jsou uvedeny v tabulce 1. Koncentrace iontů jsou v tabulce uvedeny v g.l⁻¹ (ppb), vypočtené látkové toky (průměrný spád prvku na 1 m² a den) jsou uvedeny v mg.m².d⁻¹. Jeden mg.m².d⁻¹ představuje 3,65 kg deponovaného prvku na hektar za rok.

Předložená data (tab. 1) v zásadě odpovídají hodnotám publikovaným v práci Martínka, Cílka a Skřivana (1998). Zřetelná maxima na lokalitě KJ2 (Husákův lom) u Ca^{2+} , Mg^{2+} a HCO_3^- zůstávají. Koncentrace zmíněných iontů se však zvyšují na lokalitě KJ3 (Kobyla), což zřejmě souvisí s pokračující těžbou tímto směrem. U SO_4^{2-} zůstává vzájemný poměr koncentrací stejný a potvrzuje zvýšené emise síranů v prostoru VLČS (provoz vápenky a správní budovy). Vyšší obsah SO_4^{2-} může být do jisté míry přičten zvýšené prašnosti, protože plynný SO_4^{2-} se adsorbuje na povrchu jemných prachových částicek tvořených převážně CaCO_3 . Zde reaguje za účinku atmosférické vlhkosti a kyslíku za vzniku $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Koncentrace a látkové toky minoritních a stopových prvků

Tabulka 2 shrnuje průměrné koncentrace a látkové toky vybraných minoritních a stopových prvků. Průměry jsou vypočteny z 19 odběrů prováděných s frekvencí jednoho měsíce.

Z tabulky 2 vyplývají některé skutečnosti, které jsou, podobně jako v případě dříve diskutovaných koncentrací a látkových toků hlavních iontů, v dobré shodě s prvotními odhady publikovanými v práci Martínka, Cílka a Skřivana (1998). V okolí VLČS byly v průběhu vzorkovaného období překvapivě nízké srážkové úhmy. Průměrná intenzita srážek byla nižší než $1,0 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2}$ ($1 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2}$ odpovídá jednomu milimetru srážky za den), což představuje méně než 360 mm srážek za rok ($\text{KJ1} = 0,94 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$, $\text{KJ2} = 1,00 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$, $\text{KJ3} = 0,89 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$; srv. tab. 1). Přes možný dílčí podhodnocení objemu srážky v odběrovém zařízení, jsou nižší úhmy srážek zřejmě a ve svých důsledcích ovlivňují i sledované látkové toky prvků.

Obsahy Fe, Al a Sr jsou nejvyšší na lokalitě KJ2, kde je nejvyšší prašnost související s aktivitami ve velkolomu. Všechny tři tyto prvky jsou významnou součástí těženého materiálu. Podobný zdroj zvýšených koncentrací na této lokalitě je možno předpokládat také u Mn (zastupuje Ca v CaCO_3). V případě Cu a Zn byla nejvyšší průměrná koncentrace nalezena na lokalitě KJ1, což je pravděpodobně způsobeno větším zastoupením antropogenního atmosférického aerosolu z Berounské kotliny. Koncentrace Be a Cd jsou příliš nízké, než aby mohly být seriózně diskutovány, neboť se ve většině případů pohybují pod mezí detekce analytického stanovení. Oproti roku 1997

se však zvyšuje počet měsíců, kdy je mez detekce překročena u Cr. V případě dalšího nárůstu koncentrací Cr by bylo nutno uvažovat o jeho původu, protože forma Cr^{6+} je vysoce toxická.

Srážky pod korunami stromů

Nově jsou v této práci diskutovány srážky pod korunami stromů. Sledování tohoto látkového toku je významné zejména proto, že podstatná část území Českého krasu je zalesněná. Chemické složení srážky, která dosáhne zemského povrchu na zalesněné ploše, je značně odlišné od srážky deponované na volné ploše. Chemické složení srážek pod korunami stromů je ovlivňováno řadou faktorů. Vlivem intercepce a evapotranspirace je vstupující atmosférická srážka na povrchu asimilačních orgánů stromů zahuštěna, což již samo o sobě zvyšuje koncentrace látek obsažených ve srážkové vodě. Dalším, v odborné literatuře popsaným jevem je takzvaná okultní depozice v lesních porostech, tj. zachytávání horizontálních srážek (mlha, námraza). Tyto srážky mají výrazně odlišné chemické složení od běžných (vertikálních) srážek. Kapénky mlhy vznikají v přízemní vrstvě atmosféry na kondenzačních jádrech (prachových částicích), s nimiž posléze reagují. Koncentrace rozpuštěných chemických látek je zde zpravidla až o řád vyšší a závisí na povaze aerosolových částic v místě vzniku. Součástí okultní depozice je rovněž adsorpce plyných složek atmosféry na povrchu vegetace, což se významně projevuje např. u sloučenin síry. Díky tomuto jevu jsou považovány srážky pod korunami stromů za indikátory celkové depozice tohoto prvku. Významný rozdíl ve velikosti depozice na volné ploše a pod korunami stromů u některých prvků způsobuje metabolická činnost stromů. Esenciální prvky, které jsou obsaženy v rostlinných pletivech jsou buď stromem aktivně vylučovány nebo pasivně vyluhovány a významně tak zvyšují jejich koncentrace ve srážkové vodě, která vstupuje na zemský povrch pod korunami stromů. Všechny tyto popsané vlivy zvyšují koncentrace i látkové toky u většiny sledovaných prvků ve srovnání s depozicí na volné ploše.

Hlavní ionty ve vzorcích srážek pod korunami stromů

Chemické složení srážek pod korunami stromů je výsledkem interakce atmosférické srážky s lesním porostem, zejména s asimilačními orgány stromů a dalších vlivů, jež byly popsány výše.

Tabulka 3 umožňuje porovnání jak se liší koncentrace, objemy srážek a vypočtené látkové toky kationtů a aniontů v listnatém (KJ4) a ve smrkovém (KJ5) porostu, ve srovnání se srážkami na volné ploše (KJ3). Uvedené tři lokality od sebe nejsou vzdáleny více než 200 metrů.

Podrobnější diskuze je prozatím omezena nedostatkem dat zejména ze smrkového porostu, kde je nejvyšší celoroční podíl intercepce a evapotranspirace. Pro poměrně častý nedostatek vzorku, způsobený rovněž celkově nízkými srážkovými úhmy na zájmových lokalitách ve sledovaném časovém období, je k dispozici pouze osm měsíčních hodnot koncentrací a látkových toků ve srovnání se třinácti hodnotami z lokality KJ3 (srážky na volné ploše) za stejné časové období. I z takto omezeného množství dat je velice dobře patrné zhruba řádové zvýšení koncentrací SO_4^{2-} ve srážkách pod korunami smrku ve srovnání s depozicí na volné ploše. Po přepočtu na látkový tok (depozici intenzita na KJ5 je zhruba třetinová) zůstává zátěž sírany ve smrkovém porostu zhruba čtyřnásobná. Ještě výraznější, lokálně ovlivněné těžbou, jsou zvýšené koncentrace a látkové toky Ca^{2+} a HCO_3^- . Látkové toky jsou zde zhruba o řád vyšší a jsou dokonce významně vyšší než v sousedním smíšeném listnatém porostu. Toto lze jednoznačně přičíst podstatně většímu povrchu asimilačních orgánů smrku a jeho celoročnímu olistění. Podobně by bylo možno charakterizovat i ostatní hlavní ionty. V případě Na^+ , F^- a Cl^- , kde je metabolická činnost dřevin zanedbatelná, je zvýšení koncentrací na lokalitě KJ4 a zejména na KJ5 přičítáno ostatním vlivům, tedy intercepce, evapotranspiraci a okultní depozici. Mezi významně metabolizované ionty patří K^+ a NO_3^- a projevuje se výrazně i v případě Mg^{2+} . Toto je však rovněž iont, který doprovází Ca^{2+} v CaCO_3 a zvýšení jeho koncentrací ve srážkách pod korunami stromů proto tedy také souvisí (podobně jako u Ca^{2+}) s těžbou.

Minoritní a stopové prvky ve srážkách pod korunami stromů

Množství dat, která jsou k dispozici o koncentracích a látkových tocích minoritních a stopových prvků je ve srovnání s výše uvedenými ionty vyšší. Při nedostatku vzorku pro kompletní analýzy byly přednostně stanovovány právě tyto prvky z důvodu menších nároků na objem vzorků a rovněž s ohledem na priority tohoto výzkumu.

Proto je stávající datová řada kompletní. K diskuzi je, jak již bylo výše uvedeno, účelnější použít látkové toky prvků než jejich koncentrace. Značné rozdílné srážkové úhmy v jednotlivých vzorkovaných údobích totiž mají za následek na jedné straně různou intenzitu vymývání atmosféry od chemických látek, na druhé straně však dochází k různé úrovni jejich ředění ve vzorkovaném roztoku. Sledovanou skupinu jedenácti prvků lze rozdělit na prvky výrazně technogenní, na esenciální - metabolizované vegetací a na prvky smíšeného typu, neboť toto rozdělení není ostré. Data, jež jsou zatím k dispozici, jsou uvedena v tabulce 4.

Mezi prvky, jejichž látkové toky ve vzorcích srážek pod korunami stromů jsou ve srovnání se srážkami na volné ploše vyšší, patří Cu, Mn, Zn a Sr. V případě Mn a Sr se jedná současně o prvky izomorfně se výrazně zastupující s vápníkem v těžené a zpracovávané hornině. Cu a Zn jsou typické prvky z antropogenních emisních zdrojů, přítomné v atmosférickém aerosolu. U všech zmíněných prvků se projevuje zároveň jejich esencialita a jejich zvýšený tok ve srážkách pod korunami stromů proto souvisí s metabolickou činností dřevin. Z čtyř uvedených prvků se metabolická aktivita vegetace nejintenzivněji projevuje v případě Mn (Skřivan a kol. 1997). Kvantitativní porovnání jednotlivých typů zdrojů těchto prvků ve srážkách je dosti komplikované a bude proto třeba většího počtu dat, aby bylo možno provést jejich statistické vyhodnocení za využití korelační analýzy dat.

Železo patří mezi esenciální prvky, ale v tomto případě lze předpokládat, že s nejvyšší pravděpodobností je jeho hlavním zdrojem prašnost a zachytávání prachu stromovou vegetací. Podobně je tomu v případě hliníku. As, Be a Cd jsou typické technogenní prvky, jejichž koncentrace (zejména v případě Be a Cd) jsou nízké. Mírné zvýšení látkových toků ve srážkách v lesním porostu patrně souvisí s "vyčesáváním" atmosférického aerosolu asimilačními orgány stromů, což se výrazněji projevuje u smrkových porostů. Podobně je tomu i v případě olova. Jeho koncentrace jsou však ovlivněny blízkostí komunikace Koněprusy-Bykoš. Chrom již byl diskutován v části popisující srážky na volné ploše. Zvýšení jeho koncentrací na lokalitě KJ5 je pravděpodobně řízeno podobným mechanismem jako v případě As, Be a Cd.

Tabulka 1: Koncentrace a látkové toky hlavních iontů ve srážkách na volné ploše

Table 1: Concentrations of principal ions at KJ1, KJ2 and KJ3 (bulk precipitations) sites in $\mu\text{g}/\text{m}^2$

n=19	KJ1	KJ2	KJ3	jednotka		KJ1	KJ2	KJ3
	µg.l ⁻¹	µg.l ⁻¹	µg.l ⁻¹	DI	ml.m ⁻² .d ⁻¹	917,80	995,80	891,90
Na ⁺	301	439	264	Na ⁺	mg.m ⁻² .d ⁻¹	0,24	0,37	0,19
K ⁺	190	174	205	K ⁺	mg.m ⁻² .d ⁻¹	0,14	0,14	0,11
NH ₄ ⁺	726	318	934	NH ₄ ⁺	mg.m ⁻² .d ⁻¹	0,59	0,30	0,61
Mg ²⁺	109	196	92	Mg ²⁺	mg.m ⁻² .d ⁻¹	0,09	0,17	0,07
Ca ²⁺	7.630	24.140	4.250	Ca ²⁺	mg.m ⁻² .d ⁻¹	6,04	21,80	3,62
F ⁻	97	114	82	F ⁻	mg.m ⁻² .d ⁻¹	0,07	0,10	0,06
Cl ⁻	740	1.105	604	Cl ⁻	mg.m ⁻² .d ⁻¹	0,53	0,91	0,40
NO ₃ ⁻	4.410	4.350	4.230	NO ₃ ⁻	mg.m ⁻² .d ⁻¹	3,62	3,83	3,38
SO ₄ ²⁻	8.890	12.630	6.660	SO ₄ ²⁻	mg.m ⁻² .d ⁻¹	6,81	10,53	5,30
HCO ₃ ⁻	11.010	55.330	5.280	HCO ₃ ⁻	mg.m ⁻² .d ⁻¹	8,22	50,48	3,84

Tabulka 2: Koncentrace a látkové toky minoritních a stopových prvků ve srážkách na volné ploše

Table 2: Concentrations and fluxes of selected minor and trace elements in the bulk precipitation

n=19	KJ1	KJ2	KJ3		KJ1	KJ2	KJ3
	μg.l ⁻¹	μg.l ⁻¹	μg.l ⁻³		μg.m ⁻² .d ⁻¹	μg.m ⁻² .d ⁻¹	μg.m ⁻² .d ⁻¹
Cu	3,69	2,74	2,18	Cu	2,92	2,09	1,57
Mn	11,86	40,16	8,64	Mn	10,38	33,42	6,80
Fe	116,50	235,95	102,00	Fe	96,33	199,49	76,25
Zn	14,06	12,74	13,95	Zn	11,51	10,17	9,65
Pb	3,07	3,08	4,81	Pb	2,78	2,96	3,80
Be	0,04	0,07	0,03	Be	0,04	0,06	0,03
As	1,45	1,19	1,33	As	1,25	1,08	1,13
Sr	4,29	15,91	2,54	Sr	3,50	12,73	2,11
Cd	0,10	0,04	0,19	Cd	0,08	0,04	0,13
Al	110,19	193,39	90,08	Al	100,44	185,20	69,77
Cr	0,41	0,72	0,32	Cr	0,35	0,56	0,28

Tabulka 3: přehled koncentrací a látkových toků hlavních iontů na lokalitách KJ3, KJ4, KJ5 (srážky na volné ploše, throughfall v listnatém porostu, resp. smrkový throughfall)

Table 3: Concentrations and fluxes of principal ions at the sites KJ3 (bulk precipitation), KJ4 (throughfall in the deciduous forest) and KJ5 (spruce throughfall)

	jedn.	KJ3	KJ4	KJ5		jednotka	KJ3	KJ4	KJ5
n		13	10	8	DI	ml.m ⁻² .d ⁻¹	920,1	532,4	380,3
Na ⁺	mg.l ⁻¹	0,24	0,34	1,91	Na ⁺	mg.m ⁻² .d ⁻¹	0,16	0,16	0,61
K ⁺	mg.l ⁻¹	0,26	3,90	12,4	K ⁺	mg.m ⁻² .d ⁻¹	0,13	2,07	4,87
NH ₄ ⁺	mg.l ⁻¹	0,91	1,01	6,41	NH ₄ ⁺	mg.m ⁻² .d ⁻¹	0,51	0,49	2,52
Mg ²⁺	mg.l ⁻¹	0,10	0,40	1,60	Mg ²⁺	mg.m ⁻² .d ⁻¹	0,07	0,21	0,60
Ca ²⁺	mg.l ⁻¹	4,57	16,49	70,85	Ca ²⁺	mg.m ⁻² .d ⁻¹	3,93	7,82	26,19
F ⁻	mg.l ⁻¹	0,08	0,20	1,05	F ⁻	mg.m ⁻² .d ⁻¹	0,06	0,09	0,39
Cl ⁻	mg.l ⁻¹	0,60	1,44	8,58	Cl ⁻	mg.m ⁻² .d ⁻¹	0,35	0,69	3,03
NO ₃ ⁻	mg.l ⁻¹	4,05	8,05	54,72	NO ₃ ⁻	mg.m ⁻² .d ⁻¹	3,16	3,70	20,88
SO ₄ ²⁻	mg.l ⁻¹	6,43	35,64	53,00	SO ₄ ²⁻	mg.m ⁻² .d ⁻¹	4,46	17,07	17,80
HCO ₃ ⁻	mg.l ⁻¹	6,79	12,71	118,9	HCO ₃ ⁻	mg.m ⁻² .d ⁻¹	5,35	6,32	44,89

Tabulka 4: přehled koncentrací a látkových toků minoritních a stopových prvků na lokalitách KJ3, KJ4, KJ5 (srážky na volné ploše, bukový, resp. smrkový throughfall)

Table 4: Concentrations and fluxes of selected minor and trace elements at the sites KJ3 (bulk precipitation), KJ4 (throughfall in the deciduous forest) and KJ5 (spruce throughfall)

n = 19	KJ3	KJ4	KJ5		KJ3	KJ4	KJ5
	$\mu\text{g.l}^3$	$\mu\text{g.l}^3$	$\mu\text{g.l}^3$		$\mu\text{g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$	$\mu\text{g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$	$\mu\text{g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$
Cu	2,37	6,60	17,39	Cu	1,74	3,29	5,38
Mn	9,55	317,58	319,17	Mn	7,47	159,38	101,81
Fe	107,92	180,25	440,00	Fe	79,53	87,77	130,51
Zn	14,08	46,83	141,08	Zn	9,48	22,68	45,38
Pb	2,56	5,78	6,60	Pb	2,26	2,70	1,74
Be	0,03	0,07	0,25	Be	0,03	0,03	0,07
As	1,05	1,30	4,03	As	0,99	0,73	1,30
Sr	2,73	7,12	40,67	Sr	2,30	3,69	11,94
Cd	0,08	0,14	0,79	Cd	0,05	0,07	0,28
Al	64,88	173,04	678,33	Al	55,25	88,13	231,60
Cr	0,31	0,42	1,88	Cr	0,29	0,21	0,56

5. Souhrn

Práce přináší soubor údajů o koncentracích a látkových tocích deseti hlavních prvků/iontů a jedenácti minoritních a stopových prvků na celkem pěti lokalitách. Z toho se tři nacházejí na volné ploše a tvoří linii protínající zářez VLČS. Zbylé dvě jsou umístěny v lesním porostu zasaženém převládajícími směry větru od Velkolomu a jeho aktivit ve smíšeném a ve smrkovém porostu.

Přestože je studium prozatím stále ve stádiu sběru dat a kompletace jejich souborů, projevují se již některé průkazné rysy jednotlivých lokalit, dané jejich lokalizací a charakterem, jak je stručně uvedeno v části práce věnované diskuzi dat (jde např. o vliv zvýšené prašnosti, o zvýšené zadržování tuhého atmosférického aerosolu nadzemní částí lesních porostů, význam metabolické činnosti vegetace, vliv vzdálenějších emisních zdrojů apod.). Je zřejmé, že zájmové území je jako celek zatíženo zvýšenou prašností. Z hlediska koncentrací rizikových chemických sloučenin resp. prvků a intenzity jejich depozice z atmosféry však příliš nevybočuje z hodnot běžných v tomto regionu. Charakter depozice na sledovaných lokalitách bude možno odpovědně a detailně zhodnotit teprve po skončení vstupní periody monitoringu, tj. po získání dat ze tří prvních hydrologických let sledování. Potom bude možno provést důsledné a věrohodné statistické vyhodnocení dat, které po porovnání s literárními údaji může svým významem přesáhnout regionální

úroveň. Pro hodnocení stávajících údajů v širších souvislostech budou pak zejména významná data z nově instalovaných odběrových zařízení z Kosova a z centra Berouna.

Literatura:

- Hošek J., Kaufman R. (1996) *Celková atmosférická depozice ekologicky významných látek na území CHKO Český kras*. - MS, Výzk. zpr. o grantovém projektu MŽP ČR k 23. 12.95.
- Lysenko V. (1993): Těžba nerostných surovin a životní prostředí na okrese Beroun. - *Čes. kras (Beroun)*, 18: 35 - 39.
- Martínek J., Čilek V., Skřivan P. (1998): První rok systematického monitoringu chemického složení atmosférické depozice v koněpruské oblasti. - *Čes. kras (Beroun)*, 24: 46 - 51.
- Pretel J. (1998): Současný stav kvality ovzduší v Berouně. - *Čes. kras (Beroun)*, 24: 43 - 46.
- Skřivan P., Rusek J., Fottová D., Burian M., Minařík L. (1995): Factors affecting the content of heavy metals in bulk atmospheric precipitation, throughfall and stemflow in Central Bohemia, Czech Republic. - *Water, Air and Soil Pollut.*, 85: 841 - 846.
- Skřivan P., Burian M. (1996) First experience with the new type of throughfall collector. - *Proc. of the SCOPE worksh. GLI, Prague 17 - 18 Sept. 1996*: 12-13. Inst. Geol. AS CR. Praha.
- Skřivan P., Fottová D., Martínek J., Minařík L., Kvidová O., Burian M. (1997) Biogeochemical fluxes of manganese in a Central Bohemian forested catchment on granite bedrock. - *J. Conf. Abstr.*, 2 (2):

Výstava

"20 let České speleologické společnosti"

Irena Jančaříková¹

Slavnostní vernisáž byla v úterý 29. září 1998 v Muzeu Českého krasu v Berouně zahájena výstava "20 let České speleologické společnosti". Ředitelka muzea PhDr. Jana Čapková poděkovala autorům výstavy Jiřině Novotné a RNDr. Jaroslavu Hromasovi z České speleologické společnosti za přípravu kvalitní jubilejní desáté výstavy se speleologickou tematikou v berounském muzeu. Konečnou podobu dala výstavě výtvarnice Dana Kolajová. Na vernisáži dále promluvil předseda České speleologické společnosti RNDr. Jaroslav Hromas, ředitel Geologického ústavu AV ČR a generální tajemník Mezinárodní speleologické unie RNDr. Pavel Bosák, CSc. a hlavní autorka výstavy RNDr. Irena Jančaříková.

Po krátkých úvodních proslovech si účastníci vernisáže zazpívali jeskyňářskou hymnu, která zazněla v podání folkové skupiny Krátké prsty a vydali se na prohlídku samotné výstavy.

Na panelech a ve vitrínách byly vystaveny materiály, které na výstavu zaslali jeskyňáři z celé České republiky. Příležitost prezentovat svoji činnost na veřejnosti dostalo všech šedesát sedm základních organizací ČSS, ale ne všechny toho využily. Výstava byla pojata jako průřez činností jeskyňářů za posledních dvacet let.

Témata zastoupená na výstavě byla následující: Co bylo před ČSS, vznik České speleologické společnosti, Česká speleologická společnost, základní organizace České speleologické společnosti, Speleologická záchranná služba, Labský travers, speleoalpinismus, speleopotápění, historické podzemí, pseudokras, memoriál Jaroslava Petrboka, krasová území a jeskyně České republiky, Moravský kras, Severomoravské jeskyně, Tišnovský kras, Vratkovský kras, Český kras, Chýnovský kras, Šumava, Krkonoše, Krušné hory, zahraniční expedice, Kóta 1000, mapování a dokumentace podzemních dutin, publikace Čes-

ké speleologické společnosti a ocenění udělovaná zasloužilým členům ČSS.

Vystavena byla řada předmětů, např. výstroj a výzbroj jeskyňářů, vozík na transport materiálu z jeskyně, mapovací potřeby, pracovní deníky, medaile, nálezy z historického podzemí, ukázky krápníkové výzdoby, kostí aj. Nechyběly krásné fotografie z podzemí, různé přehledné grafy a schémata, či plány jeskyní a propastí.

Výstavu, která probíhala ve dnech 29. září až 8. listopadu 1998 zhlédlo pouhých 882 návštěvníků. O konání výstavy byla přitom veřejnost dostatečně informována prostřednictvím ČTK, v regionálním tisku proběhla zpráva o výstavě vícekrát, rozeslány byly plakáty i pozvánky a krátký šot do Studia 6 přijela natočit Česká televize. Výstava zřejmě trvala příliš krátce, či oslovila jen malý okruh lidí, nebo je prostě v dnešní době vysedávání před televizní obrazovkou pro mnohé daleko pohodlnější, než se zvednout a zajít do muzea.

Uskutečnění výstavy však mělo velký význam, neboť si jeskyňáři důstojnou formou připomenuli dvacetileté výročí vzniku České speleologické společnosti a zároveň se dostali do povědomí široké veřejnosti.

Výstavu podpořili berounští podnikatelé: Firma Malý, voda, plyn, topení; Geologická a geodetická služba; VOK spol. s r.o., železářství, půjčovna, velkoobchod a Elektromontážní práce Vildmon. Občerstvení zajistily Cukrářská výroba Abrahám a Výroba lahůdek Delikates.

¹Muzeum Českého krasu v Berouně, 266 01 Beroun

Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 52.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-3-1

Vztah hydrotermálních a krasových procesů v Českém krasu - diskuze

Relationship between hydrothermal and karst processes in the Bohemian Karst - a discussion

Karel Žák¹

0. Abstract

During last three years several papers and conference abstracts have been published describing many karst depressions filled with clastic sediments, caves, and speleothems of the Bohemian Karst as formed in relation to low-temperature hydrothermal processes. The hydrothermal model links formation of hydrothermal karst to steep calcite veins occurring in the area.

The presented paper represents a collection of direct and indirect observations and indications supporting the idea that most of karst depressions filled with clastic sediments, caves, cave carbonates and surface calcareous tufa accumulations were formed by normal karst processes with no influence of hydrothermal activity.

1. Místo úvodu trochu historie

Prvním, kdo se začal systematicky zabývat kalcitovými žilami a hydrotermálním procesem v Českém krasu (ČK) byl koncem sedmdesátých a začátkem osmdesátých let J. Slačík, geolog Rudných dolů Příbram a zkušený jeskyňář. Většinu svých terénních pozorování a početná data o chemizmu žilných kalcitů však již nestačil publikovat. Jednou z posledních vědeckých prací, kterou inicioval, bylo porovnání izotopové geochemie uhlíku a kyslíku v jeskynních karbonátech (sintrech) a žilných kalcitech (Žák a kol. 1987). Z této studie vyplynulo, že kalcitové žíly, široce rozšířené v celém ČK, vznikly z jiných roztoků než krasové formy karbonátů a že se v případě kalcitových žil nejspíše jedná o nízkoteplotní "hydrotermální" událost.

Zanedlouho nato nalezl V. Cílek v syntektické, pravděpodobně během diagenese vzniklé kalcitové žíle v oblasti Amerik drobná zrna sfaleritu (Cílek a Žák 1990), a povšiml si mohutné až 2 m mocné kalcitové žíly v opuštěných štolách v lomu Alkazar u Hostimi. Mladší přínosové fáze této kalcitové žíly se staly předmětem podrobné studie využívající kombinace geochemie

stabilních izotopů a výzkumu plynokapalných uzavřenin. Z této práce vyplynul odhad teplot vzniku (zhruba 50 až 115°C) i odhad možného zdroje hydrotermálních roztoků, pravděpodobně hlubokocirkulujících pánevnických roztoků se salinitou až do zhruba 8 % solí (Cílek, Dobeš a Žák 1994). Dutiny v centrální části této žíly se stěnami pokrytými kalcitovými skalenodry byly interpretovány jako tektonicko-hydrotermální jeskyně (viz též Cílek, Žák a Dobeš 1994).

V téže době studoval P. Bosák v nově otevřené v. části Velkolomu Čertovy schody (VLČS) další mimořádně mocnou a směrně stálou kalcitovou žílu (Bosák 1994). V okolí této mocné kalcitové žíly byla zjištěna kromě často poměrně rozsáhlých, směrem k povrchu uzavřených dutin, do různé míry vyplněných hrubě krystalickým kalcitem a provázených dolomitizací (Bosák 1998a), i řada plošně rozsáhlých a velmi hlubokých korozních depresí směrem k povrchu otevřených a vyplněných pestrými klastickými sedimenty mnoha typů (Suchý, Zeman a Bosák 1996). V dalších letech rozvinuli zejména V. Suchý a A. Zeman úvahy o možné souvislosti nízkoteplotního hydrotermálního procesu vytvářejícího kalcitové žíly a vzniku těchto klastickými sedimenty vyplněných krasových depresí (Zeman a Suchý 1996; Suchý, Zeman a Dobeš 1997; Suchý a kol. 1997; Zeman a kol. 1997a, b). V posledních dvou letech byl tento model dále rozšířen a do úvah o souvislosti s hydrotermálním procesem se postupně začal dostávat i vznik rozsáhlejších jeskynních prostor a některých nejstarších forem jeskynních karbonátů v nedalekých Koněpruských jeskyních (KJ). Zejména by se mělo jednat o nejstarší generaci jeskynních sintřů s opálem, tj. generace V1 v klasifikaci Lysenka a Slačíka (1975, 1977a, b). V poslední době byla problematika vzniku žilných kalcitů v ČK i předmětem diplomové práce W. Heijlena z Belgie (Heijlen 1998).

V posledních publikovaných verzích (Suchý a Zeman 1998a, b, c; Zeman a Suchý 1998) je prezentován již poměrně ucelený model vzniku hydrotermálního krasu. Za hlavní doklady podporující hydrotermální vznik dnes klastickými sedimenty vyplněných krasových depresí i jeskyní se považují:

(a) prostorové sepětí mezi tektonikou, kalcito-

¹Český geologický ústav, Klárov 131/3, Praha 1

Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 53-63, 1 obr.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-3-1

vými žilami, krasovými korozními depresiemi a jeskyněmi;

(b) morfologie jeskynních prostor, připomínající podle autorů uvedené koncepce prostory vzniklé vzestupnými korodujícími horkými roztoky;

(c) přítomnost zvláštních forem jeskynních výplní, zejména tzv. koněpruských růžic s opálem (mikrokrytalickým křemenem) v nejstarší generaci jeskynních sintů, a

(d) mineralogické shody (přítomnost podobných Mn-minerálů) v centru žil, na stěnách krasových depresí i v jeskynních výplních.

Autoři tohoto modelu uvažují i o tom, že korozivním roztokem mohl být horký roztok obhacený H_2S , kde oxidace H_2S produkovala kyselinu sírovou, jež atakovala vápencovou horninu. Jedna z posledních verzí je doplněna i obrázkem, v němž jsou v souvislosti dokonce i pramenné vápence vznikající v místě vyústění žilného systému na povrch (Suchý a Zeman 1998a). V tomto modelu se zatím ve formě daty nepřilíší podložených úvah naznačuje, že hydrotermální aktivita byla příčinou vzniku mnoha velmi různorodých krasových jevů v celé oblasti ČK a měla pro vznik krasových jevů velký význam.

Detailně se popisem výsledků hydrotermální aktivity ve VLČS-východ zabýval i Bosák (1998b), který upozornil na skutečnost, že v prostoru velké kalcitové žíly ve VLČS se pravděpodobně uplatnilo více fází hydrotermálního procesu. Velké krasové dutiny (jeskyně) vystlané velkými kalcitovými krystaly a místy pokryté krustami mikrokrytalického křemene makroskopicky připomínajícího chalcedon, vytvořené pravděpodobně nízkoteplotními hydrotermálními roztoky, považoval za mladší fázi hydrotermálního procesu, oddělenou od vzniku vlastních masivních kalcitových žil. Největší z těchto dutin měla rozměry: výška 2,5 m, délka 20 m a šířka 4 až 9 m (Bosák 1998b).

Je nepochybné, že cirkulace nízkoteplotních hydrotermálních roztoků podél zlomů a puklin postihla celou oblast (Heijlen 1998) a stejně tak je jisté, že v ČK lze nalézt dutiny pravděpodobně převážně tektonického původu do různé míry korozně dotvořené a vyplněné žilnými či hrubě krystalickými formami kalcitu. Pro úvahy o souvislosti mezi tímto hydrotermálním procesem (resp. více - ?dvěma - etapami hydrotermální cirkulace *sensu* Bosák 1998b) a vznikem rozsáhlých

korozních, na povrch otevřených a klastickými sedimenty vyplněných depresí a velkých jeskynních systémů s běžnou krasovou výzdobou, není však zatím dostatek důkazů. Naopak, řada pozorování i laboratorních dat svědčí o tom, že naprostá většina krasových depresí, velkých jeskynních systémů a jeskynních výplní vznikla normálními krasovými procesy bez účasti hydrotermálních roztoků. V dalších odstavcích jsou shmuta některá pozorování a data, která svědčí proti hydrotermálnímu modelu vzniku těchto objektů.

2. Terminologie

Termíny jako "hydrotermální roztok", "hydrotermální proces" nebo "hydrotermální ložisko" mají svoji hlavní oblast použití v ložiskové geologii. Za spodní limit hydrotermální oblasti je zde zpravidla konvenčně považována teplota 50°C (viz např. Jackson 1997). Procesy probíhající pod touto teplotou již nejsou spojeny s horkými roztoky a nelze je proto označit jako hydrotermální.

Poněkud odlišná je hydrogeologická a balneologická klasifikace termálních vod (ČSN 86 8000), která dělí vody na studené (do 25°C), teplé (35-42°C) a horké (nad 42°C). Existuje řada dalších klasifikací, které mají odlišné teplotní hranice. Za hranici termální oblasti je zde tedy nejčastěji přijímána teplota 20°, méně často 25°C. V relativním smyslu je v hydrogeologii jako termální voda označována voda, jejíž teplota převyšuje o určitý teplotní rozdíl (zpravidla se předpokládá 5°C) střední roční teplotu vzduchu v místě vývěru (Jetel v Svododa a kol. 1983).

V tomto příspěvku je termín "hydrotermální" užíván v ložiskově geologickém smyslu slova, tedy k označení procesů spjatých s pohybem roztoků s teplotou nad 50°C.

3. Hydrotermální korozie a depozice

Jak již bylo vícekrát publikováno, vzniku kalcitových žil v oblasti ČK předcházely a jejich vznik provázely intenzivní tektonické pohyby. Na řadě míst lze nalézt ostrohranné brekcie úlomků vápence tmelené žilným kalcitem (například u řady žil v prostoru lomu Alkazar, brekciaci lze nalézt i podél velké kalcitové žíly v nové části VLČS). Kalcit v kalcitových žilách je podle Heijlena (1998) deformován. Většina vzorků kalcitu ze žil vykazovala významnou deformaci,

kteřá byla doložena intenzivní tvorbou dvojčatných krystalů a jevy, které dokládají další mechanismy duktilní deformace, jako je např. migrace hranic zrn.

Úlomky vápencové horniny uzavřené žilným kalcitem jsou sice často dolomitizovány, jsou však typicky ostrohranné a nejeví zřetelné známky rozpouštění. Velmi ostrohranné jsou i nepatrné úlomky vápence o velikosti kolem 1 cm. Dolomitizaci a první fázi ukládání organických látek před vznikem nejstaršího kalcitu uvádí také Heijlen (1998), rozsáhlou dolomitizaci doprovázenou lokálně korozí v okolí velké kalcitové žíly v prostoru VLČS popisuje i Bosák (1998b). Nic však nenasvědčuje tak enormnímu rozsahu korozní aktivity v tomto stadiu hydrotermálního procesu mimo žíly samotné, jak je předpokládána např. Zemanem a Suchým (1998) či Suchým a Zemanem (1998a). Předpoklad hydrotermální korozie, která by byla schopná rozpustit tisíce krychlových metrů vápence v jejích okolí (a krasové deprese v okolí velké kalcitové žíly v VLČS nebo velké dómy v KJ mají tento objem) není příliš pravděpodobný. Již samotná skutečnost, že se jedná o kalcitové žíly, tedy převážně o depozici kalcitu, nenasvědčuje příliš intenzivnímu rozpouštění.

Obecně v krasových podmínkách platí, že čím je teplota hydrotermálního roztoku vyšší, tím jsou jeho korozní účinky menší a spíše než k normálnímu rozpouštění dochází k inkongruentnímu rozpouštění nebo metasomatóze.

V Červeném lomu u Koneprus lze pozorovat, jak redukční hydrotermální roztoky redukovaly trojmocné (červené) formy železa v hostitelské hornině v okolí některých žil raného typu na dvojmocné (šedozelené) železo. Kolem údajné hydrotermálně - korozní jeskyně v tomto lomu (Zeman a kol. 1997b) však žádné podobné alterační zóny vyvinuty nejsou.

V nízkoteplotní hydrotermální oblasti pod zhruba 100°C je dominantní oxidovanou uhlíkatou složkou roztoku HCO_3^- , resp. volný CO_2 (Hegelson 1969), nejsnazším mechanismem ukládání kalcitu z těchto roztoků je pokles tlaku, únik části CO_2 z roztoku do plynné fáze a rozpad HCO_3^- , vedoucí k výraznému nárůstu pH, nárůstu zastoupení iontů CO_3^{2-} a následně ke srážení karbonátu (pokles teploty přitom není důležitým mechanismem, který by mohl vést k ukládání kalcitu). Při těchto procesech obecně vzrůstá pH

a roztok má velmi omezené korozní schopnosti. Pokud by nějaký hydrotermální roztok měl vytvořit rozsáhlé korozní dutiny ve vápenci musel by to být jiný roztok, než ten, který ukládal kalcit. Rané fáze celého procesu způsobovaly lokálně dolomitizaci - tedy Mg-metasomatózu spojenou s inkongruentním rozpouštěním vápenců. Jak naznačují ostrohranné brekcie nebyla ani tato dolomitizace spojena s mimořádně rozsáhlou korozí vápenců. Inkongruentní rozpouštění v zásadě vede k nahrazení jednoho minerálu druhým a nikoliv ke vzniku rozsáhlé dutiny.

Bosák (1998b) uvádí, že pronikání hydrotermálních roztoků způsobovalo třštění vápenců v široké zóně kolem výstupové cesty. Nehledě na to, že odlišní tektonického třštění a hydrotermální brekciace je v některých případech obtížné, proces, který způsobuje brekciaci v hydrotermálním procesu je často svou podstatou přesně opačný. Vznik křehkého tektonického porušení v prostředí s původně litostatickým tlakem pórovitých fluid a otevření tektonické struktury směrem k povrchu způsobí okamžitý skokový pokles tlaku ve struktuře z litostatického na hydrostatický. Pokud je rozdíl mezi litostatickým tlakem fluid v pórech a dutinách kolem zlomové struktury a cca 2,5 x nižším hydrostatickým tlakem uvnitř této struktury dostatečný, dojde k explozivní brekciaci horniny přetlakem pórovitého fluida do nově otevřené zlomové struktury. U tektonických dutin tohoto charakteru, které lze na mnoha místech ve vápencových horninách ČK předpokládat, mohou být rané hydrotermální minerály na periférii tektonicky porušené zóny zachovány a drcené horniny z centra zlomové zóny mohou být vyklizeny později jiným procesem, což může vést k přecenění významu hydrotermální korozie.

Bosák (1998b) jako první upozornil na možnost existence více časově vzdálených fází hydrotermálního procesu v prostoru VLČS-východ. Podobnou situaci zjistil v tzv. Jezerní propasti ve VLČS-východ A. Komaško (úst. sděl). Hlavní korozní událost je zde podle jeho pozorování mladší než tvorba masivních kalcitových žil, po této korozní události však následuje další fáze ukládání hrubě krystalického kalcitu (ústní sdělení). Žádná data charakterizující vznik tohoto mladšího typu "hydrotermálního" kalcitu v rozsáhlých dutinách kolem velké kalcitové žíly však zatím nebyla publikována, takže není zřejmé, zda se skutečně jedná o hydrotermální kalcit, či

pouze o hrubě krystalický kalcit ukládaný z teplých vod.

Autoři hydrotermálního modelu spekulují s výraznou přítomností H_2S v roztocích (Zeman a Suchý 1998, Suchý a Zeman 1998a). Pokud by tomu tak bylo, musely by žíly být charakterizovány hojností sulfidů, protože při interakci s vápencem a zvýšení pH by při běžné dostupnosti železa ve vápencích došlo ke krystalizaci pyritu a případně i dalších sulfidů, jak je to známo z nízkoteplotních rudních ložisek ve vápencích (typu Mississippi Valley). Sulfidy jsou však v žilách mimořádně vzácné a pokud došlo k ukládání pyritu, jedná se zpravidla o ojedinělé krystaly nasedající přímo na nepřilíhající zřetelně korodovaný vápenc (například v některých kalcitových žilách na Zlatém Koni u Koněprus v horní části stěny Císařského lomu při cestě k Nové propasti), nebo drobné rozptýlené krystalky pyritu v nejstarších kalcitových krystalech nasedajících přímo na horninu (viz vzorek šedých krystalů kalcitu z VLČS-západ ve sbírkách Muzea ČK Beroun). Jediná masivnější "hydrotermální" akumulace sulfidů ve vápencích ČK je cca 10 cm mocná žíla litého pyritu ve staré části lomu Homolák, nalezená A. Komaškem (úst. sdělení). K depozici sulfidů došlo tedy jen ve velmi omezené míře, během prvního, redukčního a uhlovodíky bohatého stadia mineralizace. Na základě toho lze usoudit, že H_2S nebyl podstatnou složkou hydrotermálních roztoků. Pokud by došlo k oxidaci takového roztoku a produkci H_2SO_4 , musely by hydrotermální dutiny v zóně oxidace být bohaté sulfátovými minerály, které zpravidla hydrotermální korozní jeskyně vzniklé tímto mechanismem provázejí (Forti 1996). Přítomnost sulfátů je však v jeskyních ČK spíše sporadická a lze ji stejně dobře vysvětlit i odparem vody.

V jeskyních ČK zatím nebyly popsány některé z forem minerálních výplní, které jsou typické pro hydrotermální jeskyně s volnou hladinou (Např. kónické akumulace vznikající v místě potápění plovoucích kalcitových filmů. Tyto plovoucí kalcitové filmy - "cave rafts" - vznikají na hladině vod přesycených CO_2 a potápějí se kapkami v místě skupu).

Na podporu vztahu jeskyně ke zlomově kontrolovanému hydrotermálnímu procesu a jeho dlouhodobého opakovaného trvání se Suchý a Zeman (1998a) zmiňují o recentních zlomově kontrolovaných emisích CO_2 a radonu (Rn) do

některých jeskyní. O takových recentních zlomově kontrolovaných výronech však v ČK nejsou žádná věrohodná data. Zvýšené koncentrace CO_2 v jeskyních jsou naprosto běžné ve všech krasových oblastech a souvisí jednak s uvolňováním CO_2 z roztoku během vzniku jeskynních karbonátů, s přímým vlivem CO_2 půdního původu i s činností lidí v jeskyni (vydechovaný CO_2 , CO_2 jako produkt hoření a pod.). Jeskyně s nejvyššími koncentracemi CO_2 v ČK (např. Martina a Plší v Kodě) dosahují běžně 3-5 obj. % CO_2 i více, izotopová data $\delta^{13}C$ však dokládají, že se jedná o CO_2 biogenního původu a nikoliv o výron podél zlomů (nepublikovaná data K. Záhrubského, PřF UK Praha). Také zvýšené koncentrace Rn jsou v jeskyních naprosto běžné a souvisí s radioaktivním rozpadem U nejčastěji přímo v jeskynních minerálních výplních, jeskynních klastikách a jílech. Samozřejmě každý zlom porušující horninové prostředí v okolí jeskyně do ní bude ve zvětšené míře dotovat i Rn, to však není doklad recentní hluboké "hydrotermální" komunikace těchto zlomů. V této souvislosti je třeba upozornit na zvýšené koncentrace U v opálu nejstarší generaci jeskynní výplně v KJ i jinde v ČK. Typické obsahy U v těchto materiálech se pohybují v řádu X0 ppm U (viz např. Lysenko a Slačik 1979; Lysenko a Slačik 1987).

Suchý a Zeman (1998c) zmiňují, že v některých jeskynních karbonátech je uváděna přítomnost galenitu. Pokud je mi známo, přítomnost mikroskopického zrna galenitu několikrát zmínil J. Slačik, ale v žilných kalcitech a nikoliv v jeskynních karbonátech. Až 4 mm velká zrna galenitu nalezl v prostoru VLČS také A. Komaško (úst. sděl.), ale opět v kalcitové žíle a nikoliv v jeskynních karbonátech. O přítomnosti galenitu v jeskynních karbonátech ČK zatím nejsou k dispozici žádné publikované údaje.

4. Krasové deprese, jejich distribuce, morfologie a výplně

V tropickém krasu je vznik hlubokých, sedimenty vyplněných depresí vzniklých rozpouštěním vápence srážkovými vodami prosakujícími výplní deprese běžný (viz vznik tzv. geologických varhan). Mechanismus vzniku těchto depresí je vcelku jednoduchý. V prohlubenině na povrchu se hromadí snáze jak organický materiál tak i voda. Srážková voda infiltrující do sedimentů v depresi se v důsledku rychlého rozkladu organických

hmot v teplém klimatu stává agresivní a rozšiřuje depresi jak do hloubky, tak i do šířky. Celá rostoucí deprese je přitom průběžně doplňována sedimenty, takže se nikdy nejedná o prázdnou dutinu. Klastický sedimentární obsah deprese je v podstatě karbonátu prostý, pórové vody v něm mají nižší pH a jsou více redukční než v prostředí okolních vápenců. Vápencová stěna deprese je poté geochemickou bariérou, kde dochází k neutralizaci vod, rozpouštění vápenců a ukládání některých prvků více mobilních v kyselším a redukčnějším prostředí uvnitř deprese (Mn, Cu, Co příp., i Fe).

Pro úvahy o genezi těchto depresí v ČK je důležité, že po nesmírně dlouhý geologický období možná již od svrchního karbonu, jistě od křídý až do současnosti oscilovala v některých částech tohoto území úroveň zemského povrchu velmi blízko úrovně dnešního erozního řezu (srv. Cílek 1989). Báze svrchnokarbonských, křídových a terciálních sedimentů jsou výškově minimálně vzdáleny a některé části krasu tak byly v bezprostředním dosahu srážkových vod opakovaně po nesmírně dlouhá období s často velmi teplým klimatem. Krasové deprese vyplněné sedimenty různého stáří jsou známy z desítek míst z celého ČK a nejsou tedy ničím mimořádným (Röhlich a Chlupáč 1951; Zelenka 1981, 1984, viz též přehled další literatury in Bosák 1998a).

Jakékoliv krasové procesy snáze atakují vápence nejruznějším způsobem porušené. Proto není překvapující, že lze tyto krasové deprese a jeskyně nalézt častěji podél tektonických zón, jež jsou doprovázeny také kalcitovými žilami. Morfologická souvislost jeskyní se zlomovou tektonikou byla vícekrát prokázána (v KJ např. Kadlec a Jäger 1984). Tuto prostorovou a morfologickou souvislost tektonických a hydrotermálních jevů a pozdějších krasových jevů však v žádném případě nelze považovat za důkaz jejich souvislosti genetické.

Naprostá většina klastickými sedimenty vyplněných krasových depresí v ČK je otevřena směrem k povrchu. Deprese vyplněné sedimenty v prostoru VLČS se směrem k povrchu se zpravidla mírně rozšiřují (Zeman a kol. 1997b), což je typická morfologie vzniklá běžným krasověním. Pokud by se jednalo o korozní hydrotermální dutiny původně směrem od povrchu uzavřené, měly by jejich stěny alespoň v některých přípa-

dech naznačovat zužování dutiny směrem k povrchu, podle toho v jaké části dutiny by se nacházel dnešní erozní řez. Pro hydrotermální kras je navíc typická buď morfologie směrem nahoru se větvičích korozních komínů se zvonovitým zakončením, které vznikají v důsledku termální turbulence uvnitř plně zaplavené dutiny, nebo naopak dvourozměrné nebo trojrozměrné složité systémy mnoha drobných chodeb a dutin, které vznikly v místech míšení a oxidace zdola vystupujícího hydrotermálního roztoku a normálních krasových vod (viz též Forti 1996). Strmé paralelní vertikální deprese, které se směrem dolů nesbíhají do jednoho většího systému, nejsou typickým morfologickým projevem hydrotermálního krasu.

Nejlépeším důkazem normálního krasového vzniku některých krasových depresí je jejich sedimentární výplň. Pokud by se jednalo o v rámci geologického času rychle vzniklé korozní dutiny, při prvním otevření takové dutiny směrem k povrchu a pohybu sedimentů po povrchu krasu by byly rychle vyplněny víceméně jedním typem sedimentu. Některé zjištěné deprese však vykazují dosti zřetelnou stratifikaci a obsahují sedimenty velmi pestré litologie a pravděpodobně i velmi různého stáří (Suchý, Zeman a Bosák 1996). Takový charakter výplně deprese může ale vzniknout pouze tehdy, vzniká-li deprese postupně a dlouhodobě, korozí svého dna a stěn sestupnými vodami, a v každém období je doplňována sedimenty právě na povrchu krasového reliéfu dostupnými. Propagace dna do hloubky potom vede k postupnému zaklesávání sedimentů a ke vzniku typického prohnutí jednotlivých sedimentárních vrstev a případně jejich vyvlečení podél stěn, jak to názorně ukazuje například schéma výplně deprese na III. etáži VLČS-východ (Zeman a kol. 1997b). Litologicky pestrý stratifikovaný sedimentární obsah některých depresí je tedy nejlepším důkazem jejich pomalého a dlouhodobého vzniku sestupnými vodami. Hydrotermální procesy naopak mají v rámci geologického času vždy jen krátkodobé trvání, hydrotermální činnost v jednom systému zpravidla netrvá déle než stovky tisíc nebo nejvýše první miliony let. Pokud by došlo k epizodickému jednorázovému zapadnutí sedimentů do původně volné dutiny po kolapsu jejího stropu nebo postupnému zaklesávání starších sedimentů jak to naznačuje Bosák (1998b), pravděpodobně by těžko byla zachována stratifi-

kace sedimentárního obsahu. Na dně deprese by poté měly ležet bloky z proříceného stropu, což nebylo dosud věrohodně popsáno.

Mnohé z krasových depresí kolem velké kalcitové žíly však mají sedimentární obsah velmi chaotický a možnost epizodického zapadnutí sedimentů do volné dutiny nelze proto zcela vyloučit (P. Bosák, úst. sděl.). Ani v tomto případě však není třeba tvořit dutiny "hydrotermální". Podobné formy lze vytvořit i míšením vod dvou různých typů, například v obdobích překrytí krasových hornin mladšími sedimenty.

Za jeden z důkazů genetické souvislosti krasových depresí a hydrotermálních žil byla považována přítomnost inkluzí Mn-minerálů typického pro stěny depresí i v nejmladší části výplně žil (např. Zeman, Suchý a Melka 1997). Zde je třeba podotknout, že nejmladší části výplně žil nejspíše reprezentují stádium vzniku hydrotermálního procesu a nahrazování hydrotermálních roztoků obvyklými srážkovými vodami. Mn-minerály se tvoří v krasovém prostředí běžně a lze je nalézt v jeskynních výplních zcela odlišného stáří, místy se údajně v ČR tvoří i recentně (v dnešní aktivní jeskynní úrovni kolem řeky Berounky, úst. sdělení A. Komaško). Popis Mn-minerálů na geochemických bariérách popisují například Cílek a Fábry (1989).

Heijlen (1998) uvádí, že nejmladší část výplně kalcitových žil vykazuje výrazné zonální luminescenci (cyklické opakování mnoha zón odlišného chemizmu) u nejmladšího nedeformovaného kalcitu. To naznačuje jeho vznik z nízkoteplotních meteorických vod. V této fázi mohlo samozřejmě dojít k depozici Mn-minerálů v centrální části žil z již meteorických a nikoliv hydrotermálních roztoků. Postupně nahrazování hydrotermálních roztoků běžnými meteorickými vodami je během vývoje nejmladších minerálů žilných systémů běžné. V podmínkách hydrotermálního krasu byl vývoj kalcitových krystalů během přechodu od termálních k běžným chladnějším meteorickým vodám prokázán například v Phaff Cave v dole Masua na Sardinii (de Vivo a kol. 1987). Aby bylo možno považovat vznik Mn-minerálů v nejmladší výplni kalcitových žil v prostoru VLČS za skutečně hydrotermální, bylo by třeba prokázat, že kalcit, který tyto manganové minerály uzavírá, má "hydrotermální" izotopovou charakteristiku a odpovídající fluidní inkluze. Detailní studium tohoto kalcitu s uzavřeními Mn-minerálů z centra

žil by však nejspíše vykazovalo charakteristiky běžné pro normální krasové vody.

Obecně Mn-oxidy a hydroxidy nepatří k minerálům typickým pro hydrotermální kras. V nízkoteplotních hydrotermálních systémech s přítomností H_2S anebo H_2SO_4 jsou v krasových podmínkách nejběžnějšími minerály sádrovec a další sulfáty, v případě bakteriální oxidace H_2S i ryzí síra. Hydrotermální roztoky bohaté CO_2 naopak nejčastěji produkují hrubě krystalický kalcit. Oba typy termálních roztoků mohou ukládat i zpravidla hrubě krystalický křemen, který může být v nízkoteplotních částech systémů zastoupen nejčastěji ledvinitým opálem (Forti 1996). Mn-minerály tedy nejsou pro hydrotermální kras typické, naopak jsou běžné pro zónu zvětrávání.

5. Morfologie a prostorová distribuce jeskyní

V modelu vzniku hydrotermálního krasu se ve více diskutovaných publikacích uvádí, že většina jeskyní ČR má jen malý nebo žádný vztah ke dnešní topografii a hydrologii (např. Suchý a Zeman 1998a). Je třeba poznamenat, že je to pravda jen zčásti, k tomuto tématu existuje mimořádně bohatá literatura. I kdyby byly poznatky získané studiem v oblasti Zlatého koně a VLČS plně doložené a platné, nelze je automaticky aplikovat na celou krasovou oblast o rozloze přes 100 km² s zhruba 400 evidovanými jeskyněmi.

Korozní deprese na krasovém povrchu ČR vyplněné klastickými sedimenty mají k morfologii velmi zřetelný vztah a nejhogněji se vyskytují v úrovni zarovnaných svrchnokřídových resp. terciálních povrchů, tedy v nadmořských výškách kolem 400 až 450 m n. m. v oblasti Koněprus, lomů Na parapleti a Bubovic, s mírným poklesem nadmořských výšek těchto starých povrchů směrem ku Praze. V této úrovni se také nachází řada velkých jeskynních systémů, charakterizovaných podobným vývojem minerálních jeskynních výplní (KJ, j. Martina a další). Co se však počtu jeskyní v celé oblasti ČR týče, nachází se jich naprostá většina buď přímo v údolích hlavních vodotečí (Berounky a Loděnice), pod jejich terasami nebo nedaleko od nich. Ve značném procentu jeskyní ČR lze běžně nalézt hrubá říční klastika, zejména v jeskyních ve výškové úrovni 0 až 70 m nad řekou Berounkou. Jako příklad snad lze uvést jeskyně systému Dynamitka-Marie v Beranově lomu u Karlštejna, kde valounové

šterky dosahují velikosti valounů až 20 cm. Vazba na jednotlivé říční terasové stupně je velmi zřetelná v některých úsecích (horní etáž lomu Alkazar, stěna tzv. Kavčího lomu - Montánky).

Řada jeskyní ČR však tuto vazbu na terasové stupně skutečně postrádá a zasahuje i hluboko pod úroveň dnešní erozní báze. To vedlo v minulosti ke vzniku bohaté literatury na toto téma. Nové modely (Bosák, Cílek a Tipková 1992; Bosák, Cílek a Bednářová 1993; přehledně např. Bosák 1985, 1996) předpokládají u většiny morfologicky komplikovaných jeskynních systémů této oblasti vznik skutečně korozními procesy, avšak korozními procesy způsobenými směšovou korozí ve freatickém prostředí pod úrovní erozní báze, v zóně míšení krasových podzemních vod a vod povrchových toků. K tomu mělo docházet zejména v obdobích zarovnaného povrchu a existence rozsáhlých aluviálních plošin s povrchovými toky překládajícími často svoje koryta, zejména během paleogénu až spodního miocénu. Pokud se v ČR skutečně jedná převážně o korozně vzniklé jeskyně v úrovni pod hladinou podzemní vody, nelze z jejich korozní morfologie vyvozovat závěry o jejich hydrotermálním původu.

V obdobích teplého klimatu s průměrnou roční povrchovou teplotou kolem 15-20°C mohly mít i vody poměrně mělkého oběhu cirkulující v krasu do hloubek prvních stovek metrů i při běžném teplotním gradientu teploty kolem 30°C i více. Při míšení těchto vod hlubšího krasového oběhu s povrchovými vodami v dutinách pod hladinou podzemní vody již může teplotní turbulence produkovat morfologii dutin velmi blízkou morfologii (mimochoodem mimořádně vzácných) termálních monogenních jeskyní (*sensu* Forti 1996).

Žíly z čistého kalcitu v některých vzácných případech lépe odolávají krasové korozí než vápence. V ČR lze nalézt místa, kde vypreparované kalcitové žíly vyčnívají několik cm do volného jeskynního prostoru (např. ve stropě hlavního tahu propastovitě jeskyně Amoldka u Bubovic, některé kalcitové žíly v Zlomené slují v lomu Kobyla). To dokládá, že krasová korozie v těchto jeskyních byla aktivní v době, kdy kalcitové žíly byly již na místě.

6. Izotopy a inkluze

Obě tyto geochemické metody mohou významnou měrou přispět k poznání vzniku hydro-

termálních minerálů a právě v krasovém prostředí přispět k identifikaci hydrotermálního procesu. Geochemie stabilních izotopů přinesla již při prvním zpracování tohoto tématu v ČR jasné důkazy, že žilné kalcity a nejstarší typy jeskynních karbonátů nemohly vzniknout z téhož roztoku v jednom geneticky spjatém procesu (viz data v Žák a kol. 1987). V běžném grafu $\delta^{13}C$ vs. $\delta^{18}O$ (obr. 1) se pole hodnot žilných kalcitů a jeskynních sintrů ČR nepřekrývají a jsou zřetelně separovány. Navíc se nelze dostat z pole žilných kalcitů do pole jeskynních sintrů poklesem teploty, je tedy evidentní, že obě skupiny kalcitů vznikaly z jiných roztoků za jiných podmínek (viz též graf v Zeman a kol. 1997b). Všechny typy jeskynních karbonátů KJ, včetně generace V1 s opálem a stébelnatých medově hnědých sintrů V2, padají v tomto diagramu do pole zcela typického pro normální krasové karbonáty vzniklé ze sestupných vod za nízkých teplot běžnými krasovými procesy. Úvahy Suchého a Zemana (1998a, v popisu obrázku 2., i. a.) o možném hydrotermálním původu těchto jeskynních karbonátů tedy nejsou podloženy žádnými důkazy.

Zeman a kol. (1997b) naznačují použití metod výzkumu plynokapalných uzavření ke studiu jeskynních karbonátů KJ, zejména nejstarší generace V1 s opálem. Zde je třeba poznamenat, že tato data mají v případě jeskynních karbonátů s opálem jen velmi omezenou platnost. Vzhledem ke vzniku jeskynních karbonátů na styku dvou fází, skapové vody a jeskynní atmosféry, dochází v inkluzích k náhodnému zachycení obou fází v různém poměru. Teploty homogenizace proto nelze v tomto případě (zachycení heterogenní směsi fází v náhodném poměru) vůbec k ničemu využít.

Depozice opálu v jeskyních je často doprovázena odparem vody. Hydrotermální vznik opálu je však také běžný v nízkoteplotních částech hydrotermálních krasových systémů, kde nízká teplota neumožňuje vznik běžnějšího hrubě krystalického křemene.

I když dosavadní výzkum koněpruských různých výrazný odpar vody při jejich vzniku nenaznačuje (Žák a kol. 1987), nelze tuto možnost vyloučit. Pokud by opál deponoval za odparu vody, bylo by samozřejmě možné nalézt v něm inkluze proměnlivé a místy velmi vysoké salinity, v důsledku zvýšení koncentrace zbytkového roztoku po odparu vody. Pokud by k depozici opálu

docházelo v obdobích vlhkého a teplého klimatu, mohlo by při odpařování dojít i ke koncentrování organických látek (huminových kyselin a podobně) přítomných ve skapových vodách. Právě organické látky, jejichž přítomnost v inkluzích je naznačována Suchým a Zemanem (1998a), mohou být kromě prokázané přítomnosti uranylového iontu (Lysenko a Slačík 1987), příčinou neobvyklé luminescence opálů. Ani přítomnost organických látek v inkluzích tedy nelze považovat za důkaz hydrotermálního vzniku těchto jeskynních minerálů. Opál v sintrech první generace má navíc velice jemnou a pravidelnou laminaci přírůstových vrstviček, tedy jev typický spíše pro nízkoteplotní podmínky.

7. Časové vztahy

Pokud by měl platit model hydrotermálního krasu, musely by tektonické procesy, vznik hydrotermálních kalcitových žil, hydrotermálních korozních depresí, dutin a jeskyní a jejich nejstarší výplně, tak jak je naznačován Suchým a Zemanem (1998a), probíhat v jediné geneticky spjaté skupině procesů a tedy za určitých časových souvislostí. Většina procesů důležitých v tomto modelu zatím není jednoznačně datována, určitá pozorování a indície o jejich stáří však existují.

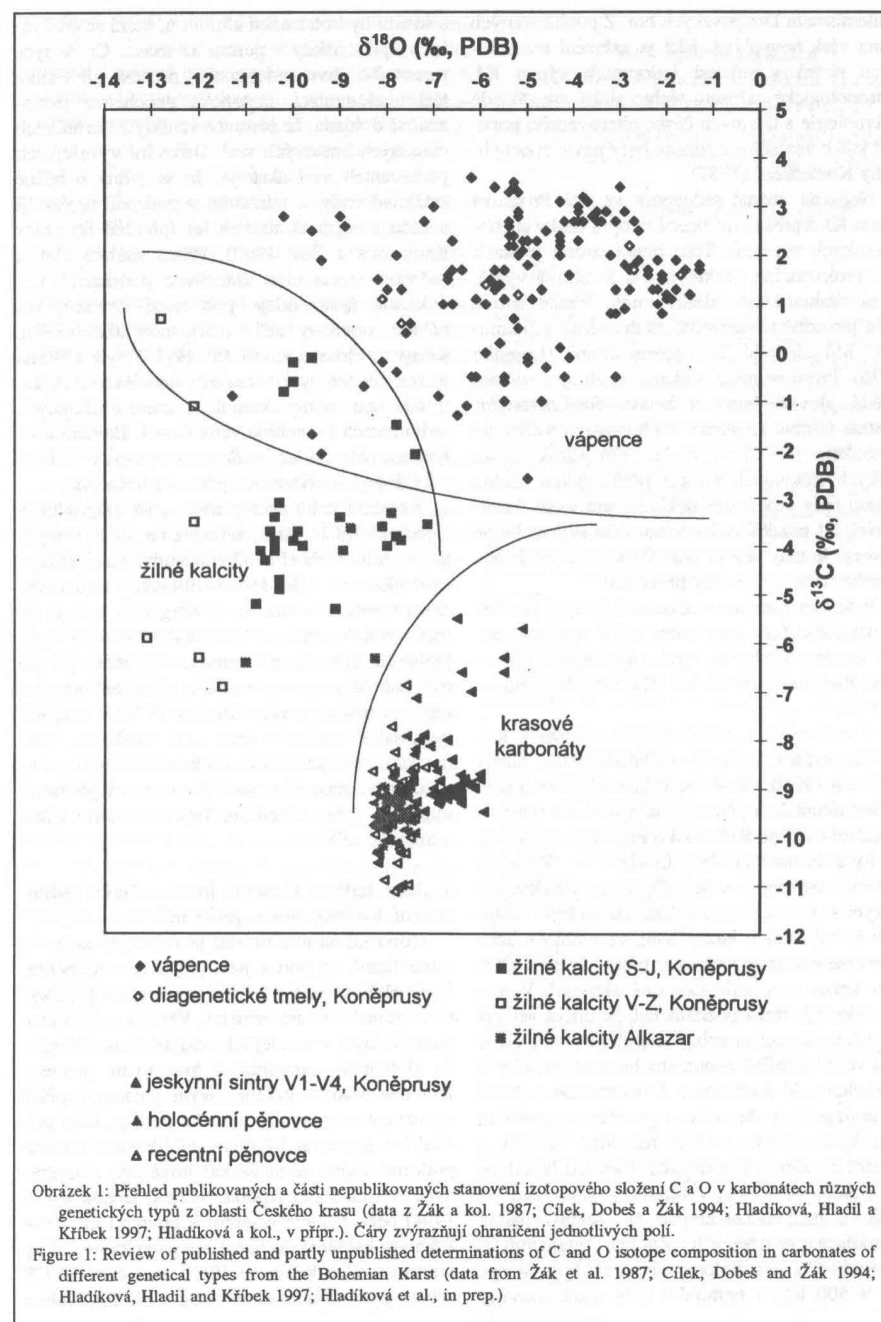
Kalcitové nízkoteplotní hydrotermální žíly ČK nebyly zatím uspokojivě datovány. Křehké i duktilní porušení kalcitu však naznačuje, že jejich vznik byl provázen tektonickou aktivitou. Směry S-J až SSZ-JJV jsou jedním z hlavních směrů pozdně variské až post-variské tektoniky v Českém masivu, sblížené směry kalcitových žil nesou v nedaleké příbramské rudní oblasti známou uranovou mineralizaci (teploty ukládání objemově nejvýznamnějšího pouranového kalcitu K5 nejčastěji mezi 100 a 150°C, depozice uranových minerálů proběhla v permu před 285 až 270 Ma - Anderson 1987; Žák a Dobeš 1991). Směrově sblížené jsou i pozdněvariské struktury českého křemenného valu v z. Čechách. Hydrotermální aktivita na strukturách tohoto směru jinde v Českém masivu tedy zpravidla spadá do permu až triasu. Podle této analogie lze předpokládat, že kalcitové žíly v ČK mohly vzniknout někdy v období mezi variským vrásněním a koncem triasu. Za variské považuje tyto hydrotermální projevy i Bosák (1998b). Během jury, křídý a terciéru byla obecně hydrotermální aktivita v Českém masivu nízká a byla prostorově

vázána zejména na zónu ohářeckého riftu (Pivec a kol. 1998; Žák a kol. 1990).

Jedna ze základních pouček, často uváděných v karsologických učebnicích, je, že vznik jeskynní dutiny, jako prázdného prostoru, nelze datovat. Výjimečně lze u hydrotermálně korozních jeskyní vytvořených přímo účinkem kyselých roztoků s obsahem H_2SO_4 datovat metodou $^{40}Ar/^{39}Ar$ mikroskopické krystalky alunitu ($KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$), které mohou vzniknout jako produkt reakce mezi kyselinou sírovou a horninami bohatými Al na stěnách jeskyně. Tato data mohou určit stáří vzniku dutiny podstatně lépe než mladší karbonátové jeskynní výplně (Polyak 1998). V naprosté většině případů však vznik dutiny datovat nelze.

Tato skutečnost dává mimořádný prostor nejrozsáhlejšímu spekuluji. Dosavadní modely vývoje ČK zpravidla uvažují vznik krasových dutin již od svrchní křídý, s jedním maximem krasování v terciéru a druhým během kvartéru (Bosák 1985, Bosák 1996a-c). Předsvrchnokřídové krasování je více spekulativní (Bosák 1998a). Pokud by maximum velkých jeskyní skutečně vznikalo v několika etapách od svrchní křídý, zeje mezi nejspíše variským až pozdně variským vznikem kalcitových žil a počátkem vývoje velkých jeskynních systémů časová propast dlouhá hodně přes 100 Ma a jakákoliv genetická souvislost by byla nemožná. Na definitivní závěry v tomto směru je však při současném nedostatku geochronologických dat ještě brzy. Bosák (1998b) naznačuje možnost existence více etap hydrotermálního procesu, možná dosti vzdálených v čase. Pro to však dosud nejsou k dispozici žádná věrohodná data. Řešením by snad mohlo být datování hrubě krystalických kalcitů metodou U/Pb, která je použitelná pro kalcit s dostatečně vysokým poměrem uran/obyčejné olovo.

Odhad nejvyššího možného stáří jeskynních dutin představuje stáří nejstarších jeskynních výplní. Ani v datování jeskynních výplní není situace v ČK zřetelně lepší. U nejstaršího typu jeskynních sintrů v KJ, tzv. generace V1 podle Lysenka a Slačika (1977a) padá většina odhadů stáří do terciéru. Jediným nepřímým důkazem stáří sintrů v KJ je nálezy pylů a snad i alterovaných částic vulkanického popela v aerosolových sintrech KJ s opálem, který byl Halbichovou a Jančaříkem (1982-1983) nejprve řazen do spodního miocénu, později po revizi do oligocénu (Jančařík 1986) a dáván do souvislosti s terciérem



vulkanismem Doupovských hor. Z publikovaných prací však nevyplývá, jaké je zařazení aerosolových sintrů v sukcesi jeskynních výplní KJ. Chronologické zařazení těchto sintrů na základě palynologie a údajných částic alterovaného popela i jejich aerosolová geneze byly navíc zpochybněny Komaškem (1987).

Nejstarší známé sedimenty ve dně Proškova dómu KJ reprezentují řícené stropní desky suchomastských vápenců. Toto řícení stropů je starší než prokazatelně prokřemenělá kalcitová výplň, která druhotně tyto desky tmelí. Řícení stropů bylo původně považováno za neogenní a akumulace Mn-minerálů za eopleistocenní (Lysenko 1976). Prostory mezi deskami vyplňují červenohnědé jílovité hlíny s bělavě fosilizovanými kostmi (*Ursus spelaeus* v převaze) považované Lysenkem (1976) za risské. Pro vznik těchto velkých jeskynních prostor před svrchní křídou nejsou tedy sebemenší doklady, pro vznik kalcitových žil později než v triasu také nejsou žádné důkazy. Je tedy nejvyšší pravděpodobné, že se oba procesy v čase nemohly překrývat.

Jedinými jasnými indikacemi jeskyní předceanomanského stáří jsou zatím v ČR ojedinělé strmé komíny vyplněné svrchnokřídovými masívními jíly, které uvádí ve VLČS-východ Bosák (1998a).

V některých verzích modelu (Zeman a kol. 1997a, obrázek in Suchý a Zeman 1998a, Suchý a Zeman 1998b, 1998c) se naznačuje možná souvislost akumulací pěnoveců na povrchu s recentní cirkulací fluid podél hluboko zasahujících zlomů. Suchý a Zeman (1998a) uvádějí, že "Recentní srážení aragonitu, emise CO₂ a Rn v některých jeskyních a mocné subaerické akumulace vápnitých sintrů mohou naznačovat, že zlomové kontrované endogenní procesy tvorby krasu v Českém krasu jsou stále částečně aktivní." V této souvislosti je třeba poznamenat, že drtivá většina známých akumulací subaerických pěnoveců v ČR byla velmi detailně zkoumána biostatigraficky J. Petrbohem, V. Ložkem a J. Kovandou a četné akumulace byly datovány i geochronologickými metodami. Výčet citací je nesmírně obsáhlý a přesáhl by záměr této diskuze (přehled literatury viz Hladíková a kol., v přípr.). Je však nad jakoukoliv pochybnost zřejmé, že všechny známé akumulace povrchových pěnoveců (pramenných vápenců) ČR jsou holocenního stáří (mladší než cca 9 500 let) a nemohou tedy nijak souviset

s fosilní hydrotermální aktivitou, která se odehrála nejspíše někdy v permu až triasu. Co se týče recentního vlivu endogenních procesů při vzniku těchto akumulací, izotopová geochemie jednoznačně dokládá, že pěnovce vznikly z normálních chladných krasových vod. Datování vyvěrajících podzemních vod ukazuje, že se jedná o běžné srážkové vody se zdržením v podzemí nejčastěji v řádu měsíců až desítek let (přehled literatury Kadlecová a Žák 1998). Přímá měření aktivit radonu v recentních krasových pramenech ČR vykazala často údaje pod mezí detekce, jen některé prameny měly měřitelnou aktivitu Rn, jediná zvýšená hodnota (86 Bq.l⁻¹) byla zjištěna v Nesvačilské vyvěračce, tedy nedaleko od oblastí, kde jsou známy akumulace uranu v silurských sedimentech (nepublikovaná data I. Barneta a R. Kadlecové). Žádné endogenní procesy nebyly tedy doposud při vzniku pěnoveců indikovány.

Recentní nebo subrecentní vznik aragonitu je v jeskyních ČR vázán zejména na jejich vstupní partie, kde dochází k odparu vody. Staré názory uvažující na základě nekritického hodnocení experimentálních dat vznik aragonitu jen za teplot vyšších než cca 25°C byly již mnohokrát přehodnoceny. Za přítomnosti Mg iontů je pro růst kalcitu zapotřebí vyššího přesycení roztoku než pro růst aragonitu (Berner 1975) a aragonit tedy může vznikat v jeskyních všude tam, kde dochází k přesycení roztoku karbonátovými ionty a kde jsou alespoň v malé koncentraci přítomny ionty Mg²⁺, bez ohledu na teplotu (viz též Čílek a Šmejkal 1986).

8. Jsou tedy v Českém krasu nějaké jednoznačně hydrotermální jeskyně?

Odpověď na tuto otázku je velmi jednoduchá, samozřejmě že jsou a jsou popsány v literatuře. Správnější název těchto prastarých dutin je jeskyně tektonicko-hydrotermální. Většina z nich kromě toho byla v pozdějších obdobích morfologicky dotvořena normálními krasovými procesy. Jedná se však o vzácné, svým počtem nepříliš významné a zpravidla nevelké dutiny. Jako příklad lze jmenovat již dříve publikované obtížně průlezné dutiny ve velké kalcitové žíle v opuštěných štolách lomu Alkazar (Čílek, Dobeš a Žák 1994) nebo některé směrem k povrchu uzavřené a žilným kalcitem do různé míry vyplněné dutiny přímo ve velké kalcitové žíle v nové části VLČS nebo v jejím těsném okolí (Bosák 1998b). Kolem

velkých kalcitových žil lze očekávat v budoucnu i nálezy dalších dutin, jejichž tektonicko-hydrotermální původ bude prokazatelný. Ze známých veřejně přístupných útvarů má zřejmě tektonicko-hydrotermální původ puklinovitá prostora Jelínkova mostu na Kotýzu a s největší pravděpodobností i Axamitova brána tamtéž, ta je však již výrazně dotvořena normálními krasovněním. U řady dalších objektů byl jejich snad původně tektonický a hydrotermální charakter do různé míry setřen pozdějším normálním krasovněním, například objevená, ztracená, znovu objevená a dnes opět ztracená Nová jeskyně v lomu na vrchu Damil u Tetína (Živor 1996), nově prolongovaná jeskyně v kóte Javorka nad Karlštejnem a další.

9. Závěr

Celá koncepce vzniku hydrotermálního krasu je v zásadě správná. Hydrotermální cirkulace a vznik kalcitových žil postihly regionálně celou oblast ČR. Podle některých názorů (Bosák 1998b) snad mohla hydrotermální aktivita v této oblasti proběhnout ve více etapách značně vzdálených v čase. Během těchto procesů vznikly lokálně tektonicko-hydrotermální, možná i korozní dutiny většinou nevelkých rozměrů, které byly do různé míry vyplněny nízkoteplotním hydrotermálním kalcitem. Pro úvahy o přímé genetické souvislosti hydrotermálních procesů se vznikem na povrch otevřených a klastickými sedimenty vyplněných krasových depresí, velkých jeskynních systémů a jejich minerálních výplní a akumulací pěnoveců není k dispozici dostatek dat. Naopak, naprostá většina dostupných pozorování a dat svědčí o tom, že uvedené krasové jevy vznikaly normálními krasovými procesy.

Literatura:

Je uvedena společně za příspěvkem J.V. Dublanského a P. Bosáka

Vztah hydrotermálních a krasových procesů v Českém krasu: Odpověď na diskuzní příspěvek K. Žáka

Relationship between hydrothermal and karst processes in the Bohemian Karst: a reply

Antonín Zeman¹ a Václav Suchý²

0. Abstract:

Earlier concepts and mechanisms (e.g. river erosion, mixing corrosion, multistage pre-Cretaceous karstification etc.) that have been called upon to explain the origin and peculiar pattern of the caves of the Bohemian Karst clearly fail to explain important karstological features of the area. Recent investigations show that many caves appear to have originated through the mechanisms of hydrothermal and/or hydrothermal-geochemical dissolution. Early hydrothermal stage of cave development that probably occurred in a deeper subsurface was followed by a later stage of "normal karstification" that prevailed in shallow subsurface, under the influence of cold meteoric water. Hydrothermal origin of the Bohemian Karst is well supported by a growing line of independent petrographical, geochemical and sedimentological evidence.

1. Diskuze

Děkujeme RNDr. Karlu Žákovi za kritické a stimulující vyjádření k našim současným pracím týkajícím se vzniku jeskyní v Českém krasu. Mnohé z oponentových poznámek jsou zodpovězeny v našem obsáhlejší příspěvku (Suchý a Zeman 1999), kde podáváme shrnutí současného výzkumu a detailní argumentaci pro hydrotermální model vzniku krasu. Čtenáře, kterého probíhající dispute zajímá, proto odkazujeme také na tento rozsáhlejší článek, v němž je vysvětlen problém v širších souvislostech, s uvedením řady klíčových odkazů z moderní světové literatury.

¹ Obětí 6. května 6, 140 00 Praha 4

² Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6 - Lysolaje

Práce vznikla za podpory firmy Českomoravský cement a.s. Beroun
Poděkování: Autoři vyjadřují poděkování společnosti Českomoravský cement a.s. za finanční pomoc, jež umožnila úhradu části analytických a terénních nákladů a Velkolomu Čertovy schody a.s. za povolení vstupu a terénních prací ve Velkolomu Čertovy schody. Tato studie byla částečně finančně podpořena Grantovou agenturou AV ČR (Grant A3012703). RNDr. I. Jančíkové (Muzeum Českého krasu, Beroun) jsme zavázáni za její redaktorskou podporu, bez níž by tato diskuse nebyla vznikla

Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 63-67.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-3-1

V tomto krátkém diskuzním příspěvku se omezíme pouze na stručnou odpověď na hlavní body kritiky K. Žáka. Nosné body oponentových námitek proti naší předkládanému modelu hydrotermálního (hypogenního) vzniku Českého krasu (ČK) jsou v zásadě tyto:

Námítka č. 1: Prostorová a časová koexistence rozpouštění (krasové dutiny) a depozice (krystalizace kalcitu v hydrotermálních žilách) je obtížně slučitelná a v podstatě protičeží předkládané představě hydrotermálního krasovnění vázaného na kalcitové žíly.

Odpověď: Intimní prostorová a časová koexistence rozpouštění a depozice je v hydrotermálních karbonátových systémech ve skutečnosti normální a zákonitá. Dubljanskij a Dubljanskij (1988) dokumentovali, že, jestliže hydrotermální roztok (nejčastěji horká voda syčená CO_2) migruje vzhůru vertikálními tektonickými puklinami, ve spodní části profilu převládá rozpouštění, zatímco ve vyšších částech systému (v nejvyšších několika stovkách metrů pod povrchem) dochází naopak k ukládání kalcitu krystalizuje. Jak teoreticky zdůvodnil Malinin (1979), tato vertikální zonalita souvisí s proměnlivou rozpustností CaCO_3 v různých úrovních hydrostatického sloupce termálních vod. Při tektonickém vzestupu krasové sekvence anebo během eroze, se zóny rozpouštění a krystalizace pochopitelně postupně posouvají ve vertikálním směru, což vede k tomu, že tam, kde původně převládala koroze a rozpouštění, se posléze dostává krystalizace. V podstatě ke stejnému výsledku může ovšem přivést i pozvolný zánik hydrotermálního režimu v čase, spojený s postupným míšením hypogenních vod s vodami meteorickými (Dubljanskij 1995; Dubljanskij a Ford 1997). Velmi těsnou prostorovou a časovou koexistenci procesů rozpouštění a krystalizace v hydrotermálních kalcitových žilách kontrolovanou komplexem hydrochemických reakcí s účastí organické hmoty diskutují také Spirakis a Heyl (1988).

Námítka č. 2: Mineralogická data, hlavně absence sulfidů, nesvědčí o tom, že hydrotermální roztoky, které měly údajně intenzivně rozpouštět karbonát, obsahovaly větší množství H_2S nebo H_2SO_4 , jak naznačují např. Suchý a Zeman (1998a).

Odpověď: Kalcitová žilovina například "Velké kalcitové žíly" ve Velkolomu Čertovy schody-východ (VLČS-V) je ve skutečnosti sulfidy dosti

bohatá (Zeman a Suchý, nepublikovaná terénní pozorování 1997). Přesvědčivým minerálním důkazem někdejšího "kyselinového stádia" vývoje krasu je halloysit - endellit (Forti a Rossi 1990), jež jsme v tomto prostoru našli ve značném množství.

Mimo fluid s příměsí H_2S , v našem novém modelu nabízíme také alternativní variantu fluid s obsahem organických kyselin, která dobře zapadá do celkového geologického kontextu a je podporována i nepřímými petrografickými důkazy (podrobněji viz Suchý a Zeman 1999).

Námítka č. 3: Zvýšené koncentrace radonu (Ra) v jeskyních ČK, uváděné jako podpůrný argument v hydrotermálním modelu (Suchý a Zeman 1998), lze vysvětlit i jinak než vazbou na hypotetické hlubinné zlomy, např. rozpadem uranu v jeskynních sintrech nebo sedimentech apod. V podstatě totéž platí i o zvýšených koncentracích CO_2 .

Odpověď: Otázka původu radonu v jeskyních ČK je v současné době stále otevřená. Publikované názory jsou navzájem protikladné a dilem nepotvrzené novými exaktními daty. Podrobný rozbor problému bude obsažen v další připravované publikaci (Filip a kol., v přípr.). S ohledem na přetrvávající nejistoty v otázce původu radonu, nelze zatím *a priori* odmítat naši představu, že zdroj radonu je hlubinný. Na druhou stranu, faktem je, že pro některé hydrotermální, respektive hypogenní jeskyně jsou radonové emanace typické (Dubljanskij a Pashenko 1997). V dané souvislosti lze také zmínit ne nezajímavou historii výzkumu původu radonu v jeskyních Moravského krasu. Dlouhou dobu se věřilo, že radon zde vzniká rozkladem uranu, obsaženého v zirkonech kulmských zvětralín, jež byly splavovány do dutin Moravského krasu. Detailní mineralogický a chemický výzkum tyto hypotézy nepotvrdil (srv. Zeman v Štelcl a kol. 1987).

Podobná argumentace je možná i v otázce původu CO_2 v jeskyních ČK. Zdroje ani koncentrace CO_2 zatím nebyly předmětem systematického výzkumu a o jejich původu je možno jediné spekulovat. Zvýšené koncentrace CO_2 jsou ovšem typické pro některé hypogenní jeskyně (například pro Zbrašovské aragonitové jeskyně, kde plyn proniká do jeskyní po hlubokých zlomech).

Námítka č. 4: Krasové deprese v prostoru VLČS-V, uváděné jako hydrotermální (např. Zeman a kol. 1997), jsou ve skutečnosti exogen-

ního původu. Dutiny se postupně zaplňovaly sedimenty splavovanými z povrchu.

Odpověď: Dutiny soustředěné kolem "Velké kalcitové žíly" ve VLČS-V postrádají tvary charakteristické pro mogotový nebo jiný exogenní kras. Současná konstelace lomových stěn umožňuje sledovat některé z těchto komínovitých dutin do hloubky nejméně 30-40 metrů. V tomto profilu jsme však nikde nepozorovali náznaky jejich zužování směrem do hloubky, které by svědčilo pro formy exogenního krasu. Větvení a kulovité prostory, typické pro hydrotermální kras, mohly být původně vyvinuty v horních částech dutin, které jsou dnes erodovány. V této souvislosti je třeba vzít do úvahy, že celá oblast nepochybně prodělala dosti hlubokou erozi. Vycházejí z průměrné rychlosti eroze vápenců ($15-100 \text{ mm.kl}^{-1}$; Kukal 1983), lze jednoduchým počtem zjistit, že jenom během terciéru muselo být v dané oblasti sneseno řádově několik set metrů mocnosti a během kvartéru ještě nejméně dalších 100 metrů. Existující představy, sdílené i oponentem, o tom, že v celé oblasti Českého krasu minimálně od křídý "oscilovala úroveň zemského povrchu velmi blízko úrovni dnešního erozního řezu", a že tudíž se zde "opakovaně a po nesmírně dlouhá období s teplým klimatem.....vyvíjel exogenní kras" (Žák 1999; viz též Čilek 1989) se v tomto světle jeví jako přinejmenším velmi zjednodušené.

Představa K. Žáka o zaplňování korozních dutin postupným snosem z povrchu podle našeho názoru odporuje terénním pozorováním. Představujeme si, že dutiny vznikly endogenní, "dovrchní" erozí a že do vzniklých prostor se profilil kompletní vrstevní sled sedimentů, který ležel na povrchu tehdejší krajiny. Tento gravitační kolaps dokládá specifické uložení zpevněných sedimentů křídý ve svrchní části dutin i synklinální stavba výplně svědčící o prosedání uloženin směrem dolů. Manganové krusty, potahující stěny dutin, vznikly během určité fáze hydrotermální alterace vápenců. Jejich původ je endogenní, jak dokládá celkový kontext i geochemické charakteristiky (Zeman a kol. 1997). V době, kdy do dutin propadl nadložní sedimentární sled, byly krusty již na stěnách, o čemž svědčí typické ohlasy na povrchu Mn-Fe krust i jejich útržky redeponované do sedimentární výplně dutin.

Námítka č. 5: Jeskyně postrádající vazbu na současnou erozní bázi a zasahující hluboko pod

současná koryto Berounky, nevznikly hydrotermálně, nýbrž procesy směsivé koroze.

Odpověď: Model směsivé koroze, aplikovaný *ad hoc* na některé jeskyně Českého krasu např. Bosákem, Čílkem a Bednářovou (1993) je spekulativní. Aplikaci tohoto modelu si v podstatě vynutila potřeba vysvětlit, proč některé jeskyně ČK zasahují hluboko pod současnou erozní bázi. Obecně proti mechanismu směsivé koroze, zejména v prostředí diageneticky zpevněných vápenců, existují závažné teoretické námitky (Ford 1988). Také Palmer (1995) uvádí, že směsivá koroze se uplatňuje hlavně v zóně míšení mořské a sladké vody v prostředí karbonátových ostrovů, ale v podmínkách kontinentálního krasu má zřejmě jenom malou účinnost. Jinak řečeno, přítomnost jeskyní zasahujících v Českém krasu hluboko pod erozní bázi lze nejlogičtější vysvětlit právě pomocí naší předloženého modelu hypogenního-hydrotermálního krasovnění.

Námítka č. 6: (a) Izotopická charakteristika žilných karbonátů a jeskynních sintrů není shodná, což nesvědčí pro předpokládaný hydrotermální model krasovnění.

(b) Data analýzy plynokapalných uzavření na sintrů nejstarší generace mají z hlediska interpretace geneze krasu omezenou hodnotu a jejich použití je, s ohledem na mechanismus zachycení uzavření, navíc metodicky pochybné.

Odpověď: (a) Izotopická data: získaná izotopická data i jejich následná interpretace jsou vždy kriticky závislá na způsobu a strategii vzorkování. "Typické" vzorky odebrané z hydrotermálních kalcitových žil ČK se nepochybně izotopicky liší od "typických" vzorků jeskynních speleotém (Žák a kol. 1987). Při detailním geochemickém výzkumu "velké kalcitové žíly" ve VLČS-V se však tento obraz zcela nepotvrdil (Hladíková v Suchý a kol., v tisku). Ukázalo se, že vzorky z vnitřních (t.j. relativně nejmladších) generací kalcitových tmelů žíly (v typické asociaci jsou minerály Mn a chalcodon-křemen) jsou izotopicky jiné než vzorky z centra a okrajových částí žíly a spadají do pole izotopických hodnot charakteristických pro speleotémy (*sensu* Žák a kol. 1987). Tento poznatek perfektně zapadá do naší představy, že hydrotermální fluida se vyvíjela v čase a že pozdní fáze krasovnění byla charakteristická nejspíše míšením hypogenních vod s chladnými vodami meteorickými (srv. Suchý a Zeman 1999). Podobný vývoj je logický a byl již podrobně do-

kumentován na několika zahraničních lokalitách hypogenního krasu (např. Dublyansky 1995, 1997; Juhász a kol. 1995; Martini a Marais 1996 a mnoho dalších).

V daném kontextu pokládáme ovšem za potřebné podotknout, že výpovědní schopnost samotných stabilních izotopů uhlíku a kyslíku je v otázce hydrotermálního krasu poněkud problematická. Prostá shoda (nebo naopak rozdílnost) izotopického složení C/O hydrotermálních kalcitů a jeskynních sintrů není sama o sobě ještě argumentem pro nebo proti jednoznačnému hydrotermálnímu původu (Palmer a Palmer 1989). Do izotopického "pole hydrotermálních kalcitů" (Ford 1990) totiž spadají i některé vadózní travertiny i určité typy moderních jeskynních bradavičnatých sintrů (Bakalowicz a kol. 1987). Dublyansky a Ford (1997) navíc nedávno ukázali, že izotopické hodnoty hydrotermálních kalcitů se mohou dosti významně lišit v závislosti na typu hydrotermálního krasu, respektive na hloubce precipitace pod povrchem terénu.

(b) Plynokapalné uzavření v jeskynních sintroch: Skutečnost, že v řadě jeskynních sintrů se vyskytují plynokapalné uzavření s nepravdělným zaplněním, jejichž teploty homogenizace mají problematický genetický význam, je všeobecně známa (viz Goldstein a Reynolds 1994 a další odkazy tamtéž). V tomto smyslu jsme však v žádném z našich příspěvků hodnoty T_{hom} ze sintrů ČR nikdy neinterpretovali. Příslušná oponentova námitka je proto úplně bezpředmětná. I další úvahy K. Žáka o způsobu zachycení plynokapalných uzavření v sintroch nejstarší generace jsou založeny na nedoložených předpokladech (např. vznik "růžic" bez výrazného odparu vody, srážení opálu během period tepleho a vlhkého klimatu apod.) a nemohou být proto použity jako plnohodnotný argument proti hydrotermálnímu modelu srážení sintrů. Moderní studie navíc dokládají, že tzv. popcorn (do jehož "rodiny" nejstarší koněpruské sintry zjevně patří) vzniká zcela odlišným a podstatně složitějším mechanismem (Dublyansky 1997). V detailech tohoto bodu odkazujeme čtenáře na náš příspěvek (Suchý a Zeman 1999).

Námitka č. 7: Výskyty některých minerálů, zejména oxidy manganu a aragonit, uváděná např. Suchým a Zemanem (1998) jako doplňující podpůrný argument pro model hydrotermálního krasu, mají z genetického hlediska malou vypo-

vidací schopnost. Oxidy manganu navíc nejsou vůbec typické pro prostředí hydrotermálního krasu, ale svědčí naopak pro exogenní vznik. Neexistují ani žádné publikované údaje o přítomnosti galenitu v jeskynních sintroch.

Odpověď: Podmínky, za nichž krystaluje aragonit, a zejména proč v některých jeskyních krystaluje právě aragonit a nikoliv kalcit, nejsou stále úplně vyjasněné (viz např. Gonzalez a Lohman 1988; Fernández-Díaz a kol. 1996 a mnoho dalších). Aragonit je nicméně obecně pokládán za běžný precipitát z pramenů při teplotách vyšších než 40–45°C (Guo a Riding 1992; Folk 1994). Vyskytuje se také typicky v řadě hypogenních-hydrotermálních jeskyní, často ovšem v podobě druhotných kalcitových pseudomorfů po aragonitu (viz Suchý a Zeman 1999 a další odkazy tamtéž).

Oxidy manganu jsou typické pro podmínky hydrotermálního krasu (Reiner a Kempe 1990; Maltsev a Malishevsky 1990; Dublyansky 1990). Mimoto, mají koněpruské Mn-Fe krusty geochemické rysy, které jejich endogenní původ silně indikují (Zeman a kol. 1997). V detailech odkazujeme opět na podrobnější rozbor této otázky v textu našeho výše citovaného příspěvku.

Oponent se mylí i v tom, že údaje o galenitu v sintroch nejstarší generace nebyly nikdy publikovány. Nález drobných krystalů galenitu z nerozpustných zbytků nejstarší sintrové generace s opálem je uveden ve studii Slačfka (1982, str. 64).

Námitka č. 8: Genetická souvislost mezi hydrotermálními žilami, jeskyněmi a povrchovými akumulacemi travertinů je nereálná, mimo jiné s ohledem na velkou časovou prodlevu mezi uvažovanou fosilní hydrotermální etapou a holocénní deposicí travertinů.

Odpověď: Tato souvislost je nereálná jenom zdánlivě. Ve skutečnosti, jak rozvádíme v našem detailním článku (Suchý a Zeman 1999) nejsou zatím k dispozici žádné hodnověrné údaje o stáří kalcitových žil ani o stáří případných hydrotermálních fází odpovědných za krystalizaci jeskynních sintrů. Genetická spojitost mezi jeskynními sintry a travertiny v Českém krasu však existuje a je ověřitelná při pečlivějším terénním pozorování. V lomu Kobyla, v okolí zbytků tzv. Chlupáčovy sluje, jsme nedávno našli jeskynní písolické sintry přecházejících v jediném vzorku do vápnných travertinů. Na jiném místě, na j. svahu

Kotýzu, jeden z autorů tohoto příspěvku (V.S.) našel obvyklé hydrotermální kalcitové žíly, jejichž krystalická výplň byla částečně tmelena travertinovým tufem. Zbytky drobné akumulace těchto vápnných tufů, jež se očividně ještě geologicky nedávno srážely z jakéhosi pramene, jsou zachovány v drobné depresi těsně pod vrcholem Kotýzu. Tato pozorování, jakkoliv jsou zatím útržkovitá, pravděpodobně naznačují, že procesy tvorby hydrotermálních kalcitových žil, jeskynních dutin, jeskynních speleotém a povrchové akumulace travertinů, tvořily zřejmě v ČR jedno genetické kontinuum. Izotopická charakteristika ani nepochybně holocénní stáří travertinů ČR však nijak a priori nedokazují, že travertinové akumulace nemusejí představovat povrchový projev závěrečné fáze hydrotermálního procesu. Podobná spojitost mezi hydrotermálními procesy a povrchovou tvorbou travertinů existuje i v jiných terénech, například v Budínských kopcích v Maďarsku (Dublyansky 1995). Bakalowicz (1996) nedávno zkoumal travertiny j. Francie, které jsou většinou spojeny s krasovými prameny. Sedimentace těchto travertinů se tradičně vysvětlovala, podobně jako v ČR, srážením CaCO_3 za příznivých klimatických podmínek. Detailní geochemické studium však ukázalo, že travertiny se srážely s přispěním CO_2 endogenního, nejspíše plášťového, původu (Bakalowicz 1996).

Námitka č. 9: Koncept hydrotermálního vzniku ČR trpí nevyjasněnými a spekulativními časovými vztahy.

Odpověď: Jak uvádíme podrobně v našem hlavním článku (Suchý a Zeman 1999), náš současný výzkum směřuje k vyjasnění doby vzniku kalcitových žil, jeskyní i jejich speleotém. Až do okamžiku, než budou exaktní data absolutního stáří (nebo alespoň část z nich) k dispozici, jsou veškeré úvahy o časovém zařazení diskutovaných procesů skutečně více či méně spekulativní. Pokus o nepřímé datování kalcitových žil a speleotém pomocí paleomagnetických dat zatím nepřinesl jednoznačné výsledky (Pruner, ústní sdělení, duben 1999). Naše současné výzkumy však ukazují, že přinejmenším některé speleotémy ČR jsou datovatelné pomocí radiouhlíkové metody. První předběžné výsledky získané pro jednotlivé generace sintrů Koněpruských jeskyní naznačují překvapivě nízká radiokarbonová stáří v rozmezí 16 až 29 tis. let (Melková, ústní zpráva, únor 1999, viz též Suchý a Zeman 1999).

Zhodnocení těchto nejnovějších dat bude předmětem našeho dalšího příspěvku. Tato skutečnost je ovšem logickým důsledkem současného nedokonalého stavu poznání ČR jako celku a není a ani nemůže být pokládána za argument proti naší předkládanému konceptu hydrotermálního-hypogenního krasu.

3. Závěr

Předkládaná koncepce hydrotermálního-hypogenního původu Českého krasu je v současné době potvrzována rozrůstající se řadou indicií z různých oblastí geologických věd, mimo jiné geochemickými, sedimentologickými, petrografickými i geomorfologickými údaji. Prakticky všechny námitky, jež byly proti této představě dosud vzneseny, lze logicky vyvrátit nebo přinejmenším zpochybnit. Některé zásadní otázky (např. datování hydrotermálních procesů nebo jejich fází) však zůstávají nadále nezdopovězeny a další pokrok přinese teprve pokračující výzkum. Karlu Žákovi jsme zavázáni za to, že nás na některé dosud otevřené otázky upozornil.

Literatura:

Je uvedena společně s příspěvkem J.V. Dublyanského a P. Bosáka

Plynokapalné uzavření v krystalech kalcitu z Velkolomu Čertovy schody-východ: výsledky analýz a interpretace

Fluid inclusions in calcite crystals from the Velkolom Čertovy schody Quarry-East (Bohemian Karst): results of analyses and interpretation

Jurij Viktorovič Dubljanskij¹ a Pavel Bosák²

0. Abstract

Hydrothermal karstification was connected with the deep circulation of groundwater during increased heat flow associated probably with the main phase of neovolcanic activity in

¹ Fluid Inclusion Laboratory, Institute of Mineralogy and Petrography, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, University Ave. 3, 630090 Novosibirsk, Russia

² Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6 - Lysolaje

Práce vznikla za podpory firmy Českomoravský cement a.s. Beroun
Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 67-74, 2 obr., 1 tab.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-3-1

the Bohemian Massif (35-17 Ma). This idea is supported by the finds of Oligocene/Early Miocene pollen grains and decomposed volcanic ash in aerosol speleothems in the Koněprusy Caves. Aerosol speleothems were formed after cave spaces were connected with external atmosphere, i.e. after the major phases of speleogenesis. It is supposed that caves in the Koněprusy Devonian were formed within confined aquifer under phreatic and bathypneumatic conditions. Confinement was caused by less permeable overlying limestone formations and siliciclastic platform cover. Thermal conditions appeared when paleogeothermic gradient was increased due to intensive neovolcanic activity. Thermal waters invaded cold water caves and changed partly their morphology, leaving two-dimensional mazes with rests of original phreatic tubes along the boundary of permeable and less permeable formations, and phreatic morphologies in the depth. The maximum temperatures were stated to 60-80°C from large calcite crystals precipitated under phreatic and deeply phreatic conditions. The piezometric level was situated above limestones in Upper Cretaceous platform siliciclastics as indicated by numerous subvertical phreatic tubes ("depressions") filled with sunkened Cretaceous and Tertiary sediments after the water buoyancy support decreased. Popcorn-like silicified Koněprusy Rosettes making irregular horizon in two-dimensional maze caves can be result of the drop of thermal water level and mixing with infiltrating meteoric waters. Outer zones of large calcite crystals with precipitation temperatures of about 40°C can indicate the gradual cooling of the whole system.

1. Úvod

Na 4. etáži Velkolomu Čertovy schody - východ (dále jen VLČS) byla v prosinci 1996 nafárána freatická chodba oválného průřezu o průměru asi 1,5 m. Chodba prudce klesala směrem k Jezerní propasti (j. č. 1821) v jejímž bezprostředním sousedství se nacházela. Stěny chodby byly pokryty souvislým povlakem cvočkovitých kalcitových krystalů velikosti 4-12 cm, které byly odebrány po pozdější výzkum. Vedle této chodby se dále vyskytovala rozevřená puklina vyplněná menšími skalenoedry (dog-tooth spar) pokrytými několika milimetry mocnou namodralou šedobílou krustou opálu či chalcedonu.

2. Výsledky analýz (J.V. Dubljanskij)

Zkoumané kalcitové krystaly byly 4-7 cm veliké, ploché klenky v místech kontaktu se stěnou s příměsí tmavě zabarveného materiálu. Vzorky byly zkoumány v laboratoři Ústavu mineralogie a petrografie Ruské akademie věd, sibiřský oddíl v Novosibirsku.

Luminiscence

K získání předběžné informace o teplotě tvor-

by kalcitu byla použita metodika navržená Šopovem (v Hill a Forti 1997). Vzorek byl osvětlen v temnotě silným fotografickým bleskem a vzniklá luminiscence byla registrována vizuálně. Po ozáření kalcit zářil po dobu asi 1/3 vteřiny oranžovo-červeným dosvitem. To naznačuje hydrotermální kalcit. Ze zkušenosti můžeme potvrdit, že oranžovo-červený dosvit je typický pro kalcit jehož plynokapalné uzavření indikují teplotu nad 60°C. Kalcit vytvořený v níže temperovaných, ale stále hydrotermálních podmínkách (tj. kolem 40°C) má typický bělavě modrý dosvit. Typické kalcity pro speleotémy běžně poskytují luminiscenci bělavých, nažloutlých a hnědávých barev, což je způsobeno přítomností organických (huminných, aj.) kyselin.

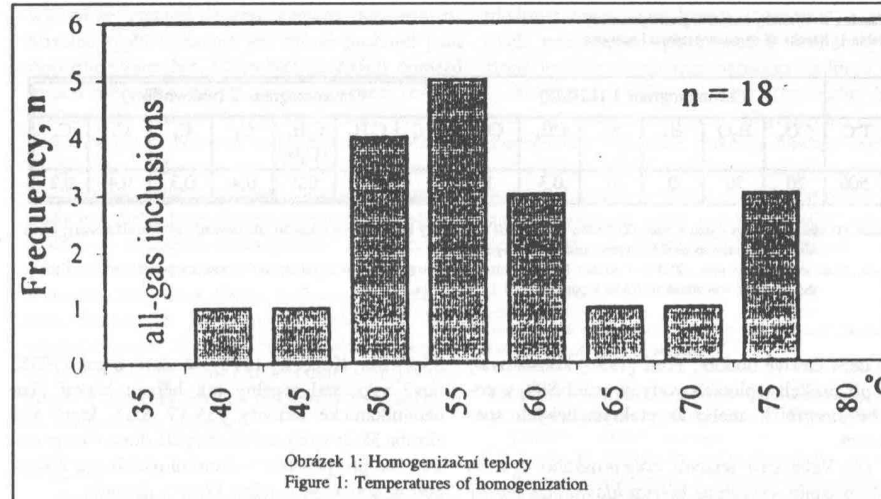
Oranžovo-červená barva luminiscence tedy ukazuje tvorbu studovaného kalcitu z termálních roztoků za teplot vyšších než ~60°C.

Termometrie

Homogenizační teploty získané z plynokapalných inkluzí jsou na obrázku 1. Nejnižší teploty byly naměřeny v inkluzích zjevně druhotných anebo primárně-sekundárních vytvořených zacelelím mikropuklin a prasklin. Některé inkluze jsou soustředěny podél ploch štěpnosti. Jsou typicky ploché a mají nepravidelný tvar.

Některé z inkluzí výše teplotních jsou rovněž soustředěny podél nakloněných ploch, které mohou být zacelelím praskliny nebo stopy růstu hrany krystalu. Inkluze s teplotami 60-70°C mají typicky dobře "vyvážený" tvar, často s útržky "negativních krystalových" ploch. Tyto inkluze mají nahodilou nebo třírozměrnou distribuci v matrix, což indikuje jejich primární povahu (tj. vázanou na růst krystalu). V několika případech výše teplotních inkluzí byly zkoumány asociace uzavření (FIA) a nikoli jen jednotlivé inkluze. Takové skupiny inkluzí mají podobný habitus, se stejným typem výplně (poměr plynu ke kapalině) a podobné homogenizační teploty (v rozmezí 2-3°C). Údaje získané ze skupin inkluzí jsou při studiu inkluzí považovány za věrohodnější (Goldstein a Reynolds 1994).

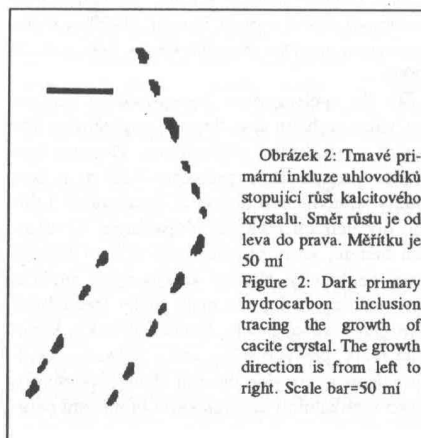
Termometrická data získaná z plynokapalných uzavření indikují hydrotermální původ studovaných kalcitů. Tvorba kalcitu probíhala v teplotách asi 70-80°C. Tato epizoda byla následována ochlazením systému nebo, alternativně, několika epizodami při nižších teplotách.



Obrázek 1: Homogenizační teploty
Figure 1: Temperatures of homogenization

Inkluze uhlovodíků

Zajímavou skutečností ve studovaných kalcitech je přítomnost primárních inkluzí tmavých uhlovodíků (nejpravděpodobněji, nebo bitumenu). Mohou být považovány za primární, protože jsou soustředěny podél růstových ploch krystalu. Jedna strana inkluze bývá plochá a další vypuklá (obr. 2). Ukazuje to na to, že tyto inkluze byly zachyceny na mezopovrchu rostoucího krystalu (plochý povrch) s mineralizovaným médiem (Goldstein a Reynolds 1994). V takovém případě může být indikován snadno i směr růstu krystalu.



Obrázek 2: Tmavé primární inkluze uhlovodíků stopující růst kalcitového krystalu. Směr růstu je od leva do prava. Měřítko je 50 μm
Figure 2: Dark primary hydrocarbon inclusion tracing the growth of calcite crystal. The growth direction is from left to right. Scale bar=50 μm

Kalcit byl podroben analýze na plynovém chromatografu. Byly uskutečněny dva typy analýzy: běžná LHM8 a speciálně připravená pro zkoumané uhlovodíky. Plyn pro analýzu byl získán zahřátím vzorku na 500°C a výsledky jsou v tabulce 1.

Kalcit vyjmutý z pece ztratil jasně bílou barvu a stal se šedavým. To naznačuje rozklad ("hoření") uhlovodíků přítomných buď jako inkluze nebo jako rozptýlené příměsi.

3. Vztahy k modelu speleogeneze (P. Bosák)

(1) Nález kalcitových krystalů v jeskynních dutinách s nepochybným vznikem z hydrotermálních roztoků má řadu implikací pro model speleogeneze předložený Bosákem (1996a- c). Jde o to, že zde prokazatelně existuje hydrotermální fáze speleogeneze s.s.

(2) Jeskyni s velkými kalcitovými krystaly je v této oblasti více, např. Krystalová j.; Velká Krystalová j. a Jezerní propast. Výšková pozice jeskyní s krystaly se poněkud liší a naznačuje hluboce freatickou až batyfreatickou pozici speleogeneze.

(3) Krystalizace velkých kalcitových krystalů bývá spojena se systémem termálních vod během pomalé a stále degazace CO₂ a pomalé výměny vody (Ford a Williams 1989). Palmer a Palmer (1997, úst. sděl.) pokládají, krystalizaci větších krystalů za produkt termálního systému stabilního

Tabulka 1: Výsledky chromatografických analýz
Table 1: Results of chromatographical analyses

T°C	Chromatogram 1 (LHM8)						Chromatogram 2 (uhlovodíky)						
	CO ₂	H ₂ O	H ₂	N ₂	CH ₄	CO	CH ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₄ +C ₂ H ₆	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
500	20	50	0	0	0,3	1	1	0,5	0,2	0,4	0,3	0,4	0,2

pozn. (1) všechny hodnoty jsou v ppm; (2) 3 nebo 4 další těžší uhlovodíky byly zjištěny v kalcitu, ale nemohly být identifikovány, jejich obsah byl stanoven na 0,5-1 ppm. Analytik L. Jęgorova

note (1) all values are in ppm; (2) 3 or 4 another heavier hydrocarbons were detected in calcite, but it was not possible to detect them, their content was stated to 0.5 to 1 ppm. Analyst L. Jęgorova

po delší časové období. Forti (1996) konstatoval, že při nižších teplotách vody se sráží SiO₂ v podobě amorfních anebo kryptokrystalických speleotém.

(4) Větší část jeskyní koněpruského devonu byla nejspíše vytvořena během hlavní fáze tvorby jeskyní v Českém masivu datované do paleogénu až časného miocénu (Bosák 1990) za podmínek hluboce freatické a batyfreatické speleogeneze pod pokryvem svrchnokřídových sedimentů v prostředí uzavřené zvodně (Bosák 1996a-c).

(5) Převážná část speleogeneze není předkřídová (srv. Bosák 1998a); křídové sedimenty jsou v některých jeskyních přítomny v druhotné pozici. Genezi těchto jeskyní je proto nutno časovat do období po skončení sedimentace svrchnokřídového platformního pokryvu a pravděpodobně vázat na tzv. saxonskou tektonogenezu.

(6) Svrchní časová hranice tvorby jeskyní je doposud odvozována od jakkoli zpochybňovaného nálezu (srv. Zeman a Suchý v tomto svazku) tzv. aerosolových sintrů s oligocénními pyly a alterovaným vulkanickým prachem mladšími než koněpruské rúžice (Halbichová a Jančařík 1982-1983; Jančařík 1986). Horáček (1980) konstatuje, že od časného pliocénu nebyla Nová propast modifikována jakýmkoli speleogenetickým procesem. Tedy časový rámec obdivuhodně jasně uzavřený tzn. paleogén až nejvýše konec miocénu / časný pliocén.

(7) Původ teplých vod je nejspíše následkem prohrátí hluboce cirkulujících vod v průběhu některé (některých) neopalidní fáze (fází) alpské orogeneze s výraznou odezvou i v Českém masivu. Přednostně asi byly využity systému směrů S-J. Laramijské a mladé eocénní/spodnomiocénní fáze byly spojeny s neovulkanickou aktivitou (67-60 a

35-17 Ma; Kopecký 1978). Medaris a kol. (1998) nově vypočítal tepelný tok během hlavní fáze neovulkanické aktivity (35-17 Ma), který byl zhruba 3krát vyšší než je obvyklé dnes. Což je dostatečně pro prohrátí vod cirkulujících cca 700 až 800 m souvrství svrchní křída a devonu.

(8) V náhledu na vývoj jeskyní mohou být použity dva scénáře.

(8a) První z nich je založen na spekulaci, že pokřídová a předsvrchnomiocénní termální cirkulace vytvořila větší část jeskyní koněpruského devonu v průběhu relativně rychlé, jednofázové, speleogeneze vázané na hlavní fázi neovulkanické aktivity (35-17 Ma; tj. vyšší tepelným tokem a lepší podmínky pro prohrátí cirkulujících vod).

(8b) Druhý scénář je založen na spekulaci naložení termálního procesu na dřívější speleogenezi v normálních podmínkách před zvýšením tepelného toku. Takto vytvořené dutiny by byly později dotvořené a zčásti přetvořené teplejšími vodami. Detailní diskuzi k těmto scénářům mohou čtenáři nalézt v práci Bosáka (1999) a s připravovanou prací ve sborníku Český kras, roč. 26 (2000).

(9) Se speleogenezi koněpruského devonu úzce váže problém tzv. depresí vyplněných křídovými a terciárními uloženinami. Deprese jsou obvykle trubcovité o průměru 2-25 m a jsou tvořeny jednoduchou trubicí či paralelními trubicemi oddělenými tenkými přepážkami. Geofyzikální měření, vrtný průzkum ani těžba v lomech dosud neobjevily zbytky kolapsových brekcií. Stěny některých depresí mají znaky freatických speleogenů (velké facety, boční výklenky, kopulovitě tvary, převislé stěny, atd.). Sekvence vyplňující deprese obvykle ukazují chaotickou stavbu s často vertikálními litologickými hranicemi para-

lelními se stěnami depresí. Případy, kdy stratifikovaná výplň vykazuje jen mírné prohnutí jsou opravdu výjimečné. Charakter úložných poměrů výplně může naznačovat, že v uzavřeném režimu podzemních vod mohly být koněpruské vápence dovrchně perforovány až na kontakt s nadložními klastickými sedimenty svrchní křída a terciéru. Po snížení vztlaču napjaté hladiny podzemní vody pak došlo k prudkému prořícení nadložních klastik do takových dutin (Bosák 1999), což je proces aktivní v mnoha krasových oblastech i v recentu (srv. Beck 1984). To by vysvětlilo chybění klasických kolapsových brekcií na bázi výplně depresí. Pokračující krasování v hloubce by pak mohlo způsobit mladší poklesy projevující se jen v mírně zakleslých terciárních sedimentech ve svrchní části depresí.

4. Závěr

Speleogeneze v koněpruském devonu byla spojena s hlubokým oběhem podzemních vod v průběhu zvýšeného tepelného toku ve vazbě nejspíše na hlavní fázi neovulkanické aktivity v Českém masivu (35-17 Ma). Speleogeneze skončila někdy mezi koncem oligocénu (indikace oligocénními pyly aerosolových sintrů dokazujícími otevření komunikace Koněpruských jeskyní s povrchem) až časným pliocénem.

Předpokládáme, že jeskyně byly tvořeny v uzavřeném režimu podzemní vody s napjatou hladinou v hluboce freatickém a batyfreatickém prostředí. Uzavření zvodně bylo způsobeno přítomností méně propustných vápenců a klastického platformního pokryvu v nadloží koněpruských vápenců.

Jsou navrženy dva modely. Jednofázový model je založen na čistě hydrotermálním vývoji krasových dutin. Termální vody však nejspíše vnikly do již dříve vytvořených anebo vytvářených "chladných" jeskyní za částečného přetvoření jejich morfologie a vzniku dvourozměrných labyrintů se zbytky původních freatických trubic ve vyšších částech systémů, tzn. podél litologického rozhraní koněpruských a nadložních sucho-mastských a akantopygových vápenců.

Nejvyšší teploty termálního systému byly stanoveny na 60-80°C z velkých kalcitových krystalů vysrážených ve freatických podmínkách. Piezometrická úroveň podzemních vod byla situována nad vápenci ve svrchnokřídovém platformním pokryvu, jak naznačeno četnými subver-

tikálními freatickými kanály ("deprese") vyplněných prořícenými platformními sedimenty po ztrátě vztlaču vyvolaného napjatou hladinou vod.

Koněpruské rúžice tvořící nepravidelný horizont v dvourozměrných labyrintech mohou představovat výsledek poklesu hladiny teplých vod a jejich mísení s infiltrujícími meteorickými vodami. Indikují to vnější zóny kalcitových krystalů s teplotami sráží jen kolem 40°C odrážejícími postupné chladnutí celého systému.

Literatura:

společná pro příspěvky K. Žáka, A. Zemana a V. Suchého a J.V. Dublanského a P. Bosáka

- Anderson E. B. (1987): *Izotopno-geochronologické studie dovaní uranových mestoroždní ČSSR*. - MS arch. DIAMO, č. 1862/87. Příbram.
- Bakalowicz M. (1996): Deep CO₂ Contribution to Karst Processes from Examples of French Mediterranean Karsts. - *Newletter. IGCP No. 379 (Karst Processes and the Carbon Cycle)*: 56-57. Inst. Karst Geol. Guilin, China.
- Bakalowicz M.J., Ford D.C., Miller T.E., Palmer A.N., Palmer M.V. (1987): Thermal genesis of dissolution caves in the Black Hills, South Dakota. - *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 99: 729-738.
- Beck B.F. (Ed., 1984): *Sinkholes: their geology, engineering and environmental impact*. - A.A. Balkema: 1-429. Rotterdam.
- Berner R. A. (1975): The role of magnesium in the crystal growth of calcite and aragonite from sea water. - *Geochim. cosmochim. Acta*, 39: 789-804.
- Bosák P. (1985): Periody a fáze krasování v Českém krasu. - *Čes. kras (Beroun)*, 11: 36-55.
- Bosák P. (1990): Tropical paleokarst of the Bohemian Massif in Czechoslovakia. - *Stud. Carsol.*, 3: 19-26. Brno.
- Bosák P. (1994): Nové geologické struktury ve VČS-východ. - *Čes. kras (Beroun)*, 19: 37-39.
- Bosák P. (1996a): The evolution of karst and caves in the Koněprusy region (Bohemian Karst, Czech Republic) and paleohydrologic model. - *Acta Carsol.*, XXV: 57-67. Ljubljana.
- Bosák P. (1996b): Paleokarst of the Bohemian Massif in the Czech Republic: an overview and synthesis. - *Int. J. Speleol.*, 24, 1-4 (1995): 3-39.
- Bosák P. (1996c): Vývoj krasu a jeskyní v koněpruské oblasti a paleohydrologický model (Český kras, Česká republika). - *Čes. kras (Beroun)*, 22: 15-22.
- Bosák P. (1998a): Projevy předsvrchnokřídového krasování (karbon-cenoman) v Barrandienu (Česká republika). - *Čes. kras (Beroun)*, 24: 56-59. Beroun
- Bosák P. (1998b): Variský hydrotermální paleokras a kalcitové žíly ve Velkolomu Čertovy schody-východ (Český kras, Česká republika). - *Čes. kras (Beroun)*, 24: 60-64.
- Bosák P. (1999): The evolution of karst and caves in the Koněprusy region (Bohemian Karst, Czech Republic), Part II: Hydrothermal paleokarst. - *Acta Carsol.*, XVIII. Ljubljana.

- Bosák P., Čilek V., Bednářová J. (1993): Tertiary morphogeny and karstogenesis of the Bohemian Karst. - *Knih. Čes. speleol. spol. (Karst Sediments. The fossil record of climate oscillations and environmental changes)*, 21: 10-19. Praha.
- Bosák P., Čilek V., Típková J. (1992): Le Karst de Bohème au Tertiaire. - V: J.-N. Salomon, R. Maire (Eds.): *Karst et évolution climatiques*: 401-410. Press Universitaires de Bordeaux. Talence.
- Čilek V. (1989): Exhumace a geomorfologický výzkum Českého krasu. - *Čes. kras (Beroun)*, 15: 97-112.
- Čilek V., Šmejkal V. (1986): Původ aragonitu v jeskyních Studie stabilních izotopů. - *Čs. kras*, 37: 7-13.
- Čilek V., Fábry J. (1989): Epigenetické manganem bohaté polohy v krasových výpních Zlatého koně v Českém krasu. - *Čs. kras*, 40: 37-55.
- Čilek V., Žák K. (1990): Sferit z kalcitové vláknité žily dobývajícího překopu Amerika. - *Čes. kras (Beroun)*, 26: 19-20.
- Čilek V., Dobeš P., Žák K. (1994): Formation conditions of calcite veins in the quarry "V Kozle (Hostim I, Alkazar)" in the Bohemian Karst. - *J. Czech Geol. Soc.*, 39/4: 313-318.
- Čilek V., Žák K., Dobeš P. (1994): Hydrotermální proces a kras v Čechách. - *Speleo (Praha)*, 17: 26-31.
- Dubljanskij V.N., Dubljanskij Ju.V. (1988): Kalcitové žily Gornogo Kryma kak indikator ego paleogeologičeskich uslovij. - *Geol. Žurnal (Kijev)*, 3: 81-86.
- Dubljanskij Y. (1990): The main principles and diagnostic criteria of a carbonate hydrothermal karst. - *Proc. 10th Int. Congr. Speleol., Budapest 1990*, 1: 77-79.
- Dubljanskij Y.V. (1995): Speleogenic history of the Hungarian hydrothermal karst. - *Environmental Geol.*, 25: 24-35.
- Dubljanskij Y.V. (1997): Transition between Hydrothermal and Cold-Water Karst. - *Proc. 12th Int. Congr. Speleol.*, 1: 267-270. La Chaux-de-Fonds.
- Dubljanskij Y.V., Ford D.C. (1997): Paleoenvironment in Hydrothermal Karst: Evidence from Fluid Inclusions and Isotopes of Carbon and Oxygen. - *Proc. XIVth Europ. Current Res. on Fluid Inclusions (XIV ECRFI), July 1-4, 1997, Nancy, France. Vol. de Res. CNRS-CREGU. Vandoeuve-Nancy*.
- Dubljanskij Y.V., Pashenko S.E. (1997): Cave Popcorn - an Aerosol Speleothem? - *Proc. 12th Int. Congr. Speleol.*, 1: 271-274. La Chaux-de-Fonds.
- Fernández-Díaz L., Putnis A., Prieto M., Putnis Ch. (1996): The Role of Magnesium in the Crystallization of Calcite and Aragonite in a Porous Medium. - *J. Sed. Res.*, 66: 482-491.
- Filip J., Světlík I., Suchý V., Zeman A., Komaško A. (in prep.): Měrné aktivity radionuklidů uranové a thoriové řady v karbonátových horninách a jeskynních sintrech Českého krasu (díleč studie z Koněpruských jeskyní a okolí).
- Folk R.L. (1994): Interaction between bacteria, nannobacteria, and mineral precipitation in hot springs of central Italy. - *Geogr. Phys. Quatern.*, 48: 233-246.
- Ford D.C. (1988): Characteristics of Dissolutional Cave System in Carbonate Rocks. - V: N.P. James, P.W. Choquette (Eds.): *Paleokarst*: 25-57. Springer-Verlag.
- Ford D.C. (1990): Stable isotope studies of subaqueous calcite deposits from thermal water caves. - *Proc. 10th Int. Congr. Speleol., Budapest 1990*, 1: 665.
- Ford D.C., Williams P.W. (1989): *Karst Geomorphology and Hydrology*. - Unwin Hyman: 1-601. London.
- Forti P. (1996): Thermal karst systems. - *Acta Carsol.*, XXV: 99-117. Ljubljana.
- Forti P., Rossi A. (1990): Speleothems and speleogenesis of Faggeto Tondo Cave (Umbria - Italy). - *Proc. 10th Int. Congr. Speleol., Budapest 1990*, 1: 74-76.
- Goldstein R.H., Reynolds T.J. (1994): Systematics of fluid inclusions in diagenetic minerals. - *Soc. Econ. Paleontologists Mineralogists (SEPM) Short Course*, 31: 1-198. Tulsa.
- Gonzalez L.A., Lohman K.C. (1988): Controls on Mineralogy and Composition of Spelean Carbonates: Carlsbad Caverns, New Mexico. - V: N.P. James, P.W. Choquette (Eds.): *Paleokarst*: 81-101. Springer-Verlag.
- Guo L., Riding R. (1992): Aragonite laminae in hot water travertine crusts, Rapolano Terme, Italy. - *Sedimentology*, 39: 1067-1079.
- Halbichová I., Jančařík A. (1982-1983): Conseguenze del cambiamento della morfologia e del microclima in alcuni ripipienti i minerari delle grotte di Koněprusy. - *Not. sez. CAI, Sez. di Napoli, N.S.*, 37, 1: 51-55. Napoli.
- Hill C.A. Forti P. (1997): *Cave Minerals of the World*, 2nd Ed. - National Speleological Society: 1-463. Huntsville.
- Hladíková J., Hladil J., Kříbek B. (1997): Carbon and oxygen isotope record across Pridoli to Givetian stage boundaries in the Barrandian basin (Czech Republic). - *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 132: 225-241.
- Hladíková J. a kol. (in prep.): Výzkum pěnovec a krasového pramene ve Svatém Janu pod Skalou. - *Výzk. Práce Čes. geol. Úst. Praha*.
- Hegelson H.C. (1969): Thermodynamics of hydrothermal systems at elevated temperatures and pressures. - *Amer. J. Sci.*, 267: 729-804. New Haven.
- Heijlen W. (1998): *Post-Varistische adersystemen in het Praags Bekken, Barrandium gebied, Tsjechie*. - MS, Dipl. práce, Katholieke Universiteit. Leuven.
- Horáček I. (1980): Nová paleontologická lokalita na Zlatém koni u Koněprus. - *Čs. kras*, 31 (1979): 105-106. Praha.
- Jackson J. A. (ed., 1997): *Glossary of geology*. - Amer. Geol. Inst.: 1-769. Alexandria, Virginia.
- Jančařík A. (1986): Ke genesi specifických forem aerosolových sintrů vyskytujících se ve středních patrech Koněpruských jeskyní. - *Čes. kras (Beroun)*, 12: 5-22.
- Jetel J. (1983): Termální voda. - V: J. Svoboda a kol: *Encyklopedický slovník geologických věd*: 590. Academia. Praha.
- Juhász E., Korpás L., Balog A. (1996): Two hundred million years of karst history, Dachstein Limestone, Hungary. - *Sedimentology*, 42: 473-489.
- Kadlec J., Jäger O. (1984): Tektonická studie jeskyní na Zlatém koni u Koněprus. - *Čes. kras (Beroun)*, 9: 28-38.
- Kadlecová R., Žák K. (1998): Krasové prameny Českého krasu. - *Čes. kras (Beroun)*, 24: 17-34.
- Komaško A. (1987): Několik kritických připomínek ke genezi tzv. aerosolových sintrů. - *Čes. kras (Beroun)*, 13: 60-68.
- Kopecký L. (1987): Neoidic taphrogenic evolution and young alkaline volcanism of the Bohemian Massif. - *Sbor. geol. Věd, Ř.G.*, 31: 91-107. Praha.
- Kukal Z. (1983): *Rychlost geologických procesů*. - Academia. Praha.
- Lysenko V. (1976): Příspěvek ke stratigrafii sedimentů v Koněpruských jeskyních. - *Čes. kras (Beroun)*, 1: 18-27.
- Lysenko V., Slačik J. (1975): Chemismus gentischen verschiedener Sinterformen in den Koněprusy Höhlen (ČSSR). - *Ann. Spéléol.*, 30: 4, 711-717. Moulis.
- Lysenko V., Slačik J. (1977a): Příspěvek k sukcesi minerální výplně Koněpruských jeskyní. - *Čas. Mineral. Geol.*, 22, 3: 307-315. Praha.
- Lysenko V., Slačik J. (1977b): Sukcese a chemismus minerálních výplní Českého krasu. - *Čes. kras (Beroun)*, 2: 7-20.
- Lysenko V., Slačik J. (1979): Geologické poměry a vývoj jeskyně Martina v Českém krasu. - *Čes. kras (Beroun)*, 4: 35-52.
- Lysenko V., Slačik J. (1987): Výskyt uranu ve výpních Českého krasu. - V: *Celoštátní mineralogický seminář "Mineralogická uranových a s nimi souvisejících nerostných surovin", Spíšská Nová Ves-Čingov, 22.-24.4. 1987. Uranový průzkum, k.p. Liberec, závod IX, Spíšská Nová Ves*.
- Malinin S.D. (1979): *Fizičeskaja chimija gidrotermal'nych sistem s uglekislotoj*. - Nauka: 1-110. Moskva.
- Maltsev V.A., Malishevsky D.I. (1990): About the hydrothermal stage on the later part of evolution of the Cupp-Coutum cave system. - *Proc. 10th Int. Congr. Speleol., Budapest 1990*, 1: 815-816.
- Martini J.E.J., Marais J.C.E. (1996): Grottes hydrothermales dans le Nord-Ouest de la Namibia. - *Karstologia*, 28: 13-18.
- Medaris L.G., Wang H.F., Fournelle J.H., Zimmer J.H. Jelinek E. (1998): A cautionary tale of spinel peridotite thermobarometry: an example from xenoliths of Kozákov Volcano, Czech Republic. - V Ulyrch J., Cajz V. Adamovič J. (Eds.): *Magmatism and Rift Basin Evolution, IGCP 369, Workshop, Final Session*: 1-80. Český geologický ústav Praha.
- Palmer A.N. (1995): Geochemical Models for the Origin of Macroscopic Solution Porosity in Carbonate Rocks. - V: D.A. Budd, A.H. Saller, P.M. Harris (Eds.): *Unconformities and Porosity in Carbonate Strata*, Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 63: 77-101. Tulsa.
- Palmer A.N., Palmer M.V. (1989): Geologic history of the Black Hills Caves, South Dakota. - *Nat. Speleol. Soc. Bull.*, 51: 72-99.
- Pivec E., Ulyrch J., Šrein V., Bendl J., Dobeš P., Žák K. (1990): Epithermal Tertiary Pb-Zn-Cu (Ag, Te) mineralization in the Roztoky volcanic centre, České středohoří Mts., Czech Republic. - *Geol. Carpath.*, 49: 2, 139-146. Bratislava.
- Polyak V. (1998): Age and origin of Carlsbad Caverns and related caves from ⁴⁰Ar/³⁹Ar of alunite. - *Science*, 279: 1919-1922.
- Reiner A., Kempe S. (1990): Recent and paleokarst systems and their relation to ore mineralization in the Iberian reef-complex, Hartz Mountains. - *Proc. 10th Int. Congr. Speleol., Budapest 1990*, 1: 1-2.
- Röhlich P., Chlupáč I. (1951): Zbytky mořského cenomanu u Svatého Jana pod Skalou. - *Čas. Nár. Muz., Odd. Přírodověd.*, 1949-1950: 118-119. Praha.
- Slačik J. (1982): Nové poznatky o geochemii a mineralogii jeskyní-I. - *Čes. kras (Beroun)*, 7: 62-66.
- Spirakis Ch.S., Heyl A.V. (1988): Possible effects of thermal degradation of organic matter on carbonate paragenesis and fluorite precipitation in Mississippi Valley-type deposits. - *Geology*, 16: 1117-1120.
- Suchý V., Heijlen W., Sýkorová I., Muchez Ph., Zeman A., Hladíková J., Jačková I., Dobeš P., Šafanda J., Stejskal M. (v tisku): Geochemical study of calcite veins of the Barrandian basin (Czech Republic): Evidence for widespread post-Variscan fluid flow in the central part of the Bohemian Massif. - *Sedim. Geol.*
- Suchý V., Zeman A. (1998a): Karst processes along a major seismotectonic zone: an example from the Bohemian Massif, Czech Republic. - V: Y. Quinif, R. Maire, O. Kaufmann, S. Vandycke, A. Vergari (Eds.): *Contr. Int. Sympos. on Karst & Tectonics. Relations between tectonics, karst and earthquakes. Spéléochronos hors-série 1998*: 159-162. CERAK. Mons.
- Suchý V., Zeman A. (1998b): Episodic post-Variscan fluid flows and hydrothermal karstification in the Bohemian Massif, Czech Republic: A preliminary note. - V: J.C. Canaveras, A.M. Garcia del Cura, J. Soria (Eds.): *Abstr. 15th Int. Sedimentol. Congr., 12-17 April 1998, Alicante, Spain*: 747-748.
- Suchý V., Zeman A. (1998c): Transcurrent faults, seismicity and fluid activity in Variscan and post-Variscan lithosphere of Central Europe: an example from the Bohemian Massif, Czech Republic. - *Acta Univ. Carol., Geol.*, 42, 2: 345-347. Praha.
- Suchý V., Zeman A. (1999): Hydrotermální původ jeskyní v Českém krasu: Nové paradigma. - *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.*, LXXXIV (1999): 3-25. Brno.
- Suchý V., Zeman A., Bosák P. (1996): Sedimentologické výzkumy krasových dutin ve Velkolomu Čertovy schody (Koněprusko, Český kras). - V: K. Martinek, D. Uličný (Eds.): *Sedimentární geologie v České republice*, Sbor. abs.: 40-41. PřFUK. Praha.
- Suchý V., Zeman A., Dobeš P. (1997): Hydrothermal veining and karstification in the Barrandian basin (Lower Paleozoic), Czech Republic: A preliminary survey. - *Europ. Union Geosci., EUG 9, Strasbourg 23-27 March 1997, Book of abstracts*.
- Suchý V., Zeman A., Bosák P., Dobeš P., Hladíková J., Jačková I. (1997): Hydrothermal calcite veins and the origin of caves in the Lower Paleozoic of the Barrandian Basin, Czech Republic: evidence of extensive (post?) Variscan fluid flow. - *18th IAS Reg. Europ. Meeting Sedimentol., Heidelberg, September 2-4, 1997, GAEA heidelbergensis*, 3: 325.
- Štelcl J., Navrátil O., Přibyl J., Štelcl J. jun., Cimbáliková A., Zeman A. (1987): On the Sources of Radon in Caves in the Northern Part of the Moravian Karst. - *Scripta Fac. Sci. Nat., Univ. Purk. Brunn.*, 17: 233-240. Brno.
- Vivo de B., Maiorani A., Perna G., Turi B. (1987): Fluid inclusion and stable isotope studies of calcite, quartz and barite from karstic caves in the Masua mine, southwest Sardinia, Italy. - *Chem. Erde*, 46: 259-273. Jena.

- Zelenka P. (1981): Výskyt svrchnokřídových sedimentů na území českého krasu. - *Čes. kras (Beroun)*, 6: 29-33.
- Zelenka P. (1984): Křídové sedimenty v krasové depresi na Divčích hradech. - *Čes. kras (Beroun)*, 6: 51-55.
- Zeman A., Suchý V. (1996): The karst of Central Bohemia, Czech Republic: new constraints from karst cavities. - *Abstr. 30th Int. Geol. Congr., Beijing, China, 4-14 August 1996. Abstracts vol 2 of 3*: 172.
- Zeman A., Suchý V. (1998): Seismotectonic north-south trending lineaments of the Bohemian Massif: A new paradigm. - *Geolines*, 6: 65-66, Praha.
- Zeman A., Suchý V., Melka K. (1997): Složení a původ černých kůr na stěnách krasových dutin ve velkolomu Čertovy schody u Koněprus. - *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1996*: 138-140, Praha.
- Zeman A., Suchý V., Bosák P., Dobeš P., Hladíková J., Jačková I. (1997a): Hydrotermální kalcitové žíly a předkřídové korozní dutiny v prostoru Velkolomu Čertovy schody: první výsledky. - *Čes. kras (Beroun)*, 23: 33-40.
- Zeman A., Suchý V., Bosák P., Hladíková J., Jačková I., Dobeš P. (1997b): Odhalování geologické historie českého krasu: nové nálezy ve Velkolomu Čertovy schody u Koněprus. - MS, Geol. úst. AV ČR: 1-17, Praha.
- Žák K., Čadek J., Dobeš P., Šmejkal V., Reichmann F., Vokurka K., Sandstat J.S. (1990): Vein barite mineralization of the Bohemian Massif: sulfur, oxygen and strontium isotope and fluid inclusion characteristics and their genetic implications. - *Proc. sympos. on barite and barite deposits*: 35-49, Geol. Surv. Prague.
- Žák K., Hladíková J., Lysenko V., Slačík J. (1987): Izotopické složení uhlíku a kyslíku jeskynních sintrů, žilných kalcitů a sedimentárních vápenců z Českého krasu. - *Čes. kras (Beroun)*, 13: 5-28.
- Žák K., Dobeš P. (1991): Stable isotopes and fluid inclusions in hydrothermal deposits: The Příbram ore region. - *Rozpr. ČSAV, Ř. mat. přír. Věd*: 1-109, Praha.
- Živor R. (1996): Popis významných jeskyní. - *Knih. Čes. speleol. spol. (L. Pecka a R. Živor, Eds.: Tetín speleologický a historický)*, 30: 22-31.

KRONIKA

Joachim Barrande, organizátor
Joachim Barrande, the organizer

Rudolf J. Prokop¹

Osobnost a dílo Joachima Barranda byly již pobírány z nejruznějších hledisek; jedna z jeho pozoruhodných vlastností však zůstává nedoceněna a to byl jeho organizační talent. Talent, který se projevil například tím, že kromě paleontologických výzkumů, které v té době neměly obdoby, spravoval jakoby mimochodem i statky svého bývalého žáka a celoživotního přítele Jindřicha hraběte Chamborda. Existuje však ještě daleko nápadnější příklad Barrandových organizačních schopností a to při publikování jeho stěžejního díla: *Système silurien du centre de la Bohême*. Strohá statistika říká, že za Barrandova života bylo vydáno 22 svazků o více jak 6.000 stranách textu a s 1.160 litografovanými tabulemi, na kterých bylo dokonale vyobrazeno 3.557 popisovaných druhů do té doby vesměs neznámé české staroprvohorní fauny. To vše za necelých 32 let: od roku 1852, kdy byl vydán první díl *Système silurien...* věnovaný trilobitům, až do roku 1883, kdy Barrande dokončil, těsně před smrtí, poslední, tj. druhé korektury prvního svazku ostnokožců - Cystoidea (dílo bylo vydáno jako posmrtné až v roce 1887 W. Waagenem). Když vezmeme v úvahu, že na jedné tabuli je průměrně 30 přesných a technicky dokonalých vyobrazení, v poměru 1:1 (mimo samostatných obrázků s detaily), vychází nám ohromující číslo: 34.800 litografovaných obrázků; přibližně 3 vyobrazení denně při pracovní době 365 dní v roce, bez nedělí a svátků, bez nemocí a dovolené. Je pravda, že v té době byla litografie běžná a velmi oblíbená metoda vědecké ilustrace a na jednotlivých tabulích *Système...* pracovalo vždy několik velmi zkušených a ve své práci zběhlých grafiků, ale jen jeden člověk mohl jejich práci řídit a celý projekt organizovat: Joachim Barrande!

Přiznám se, že si nedovedu představit, jak to mohl jeden člověk zvládnout. Představme si třeba postup při zhotovování jen jediné tabule tohoto

unikátního díla! Celá práce začíná ve sbírkách vyhledáním a výběrem exemplářů, které mají být vyobrazeny. Ty je nutno uspořádat na tabuli a to nejen podle hledisek odborných, ale i estetických. Na obojí Barrande pečlivě dbal, a proto vždy rozvržení, označení a očíslování kusů na tabuli sám do návrhu nakreslil. Nyní bylo potřeba paleontologický materiál i návrh jeho vyobrazení a rozvržení na tabuli bezpečně zabalit a poslat do tiskárny, což sice vypadá jednoduše, ale jen na první pohled. Většina tabulí byla totiž tištěna v Paříži, některé ve Vídni a jen menší část u Haase v Praze, což znamenalo poslat vše poštou. Nehledě k riziku ztráty zásilků, poštovní spojení Praha-Paříž, případně Praha-Vídeň, nemohlo být v druhé polovině 19. století právě expresní (i když pravděpodobně lepší než dnes).

Takže - tiskárna dostala materiál zkamenělín (mnohdy dosti rozměrných) a kreslený návrh tabule. Pařížští nebo vídeňští tiskaři vše zpracovali a poslali první litografické nátky poštou do Prahy, ke korektuře. Barrande návrhy schválil, doplnil, nebo také pozměnil (je známo, že některé tabule opravoval až třikrát). Novou verzi poslal zpět do tiskárny, kde litografové vše upravili podle jeho přání a zkameněliny spolu s novou verzí poslali do Prahy. Konečné nátky tabulí Barrande prostudoval a vydal imprimatur = konečné svolení k tisku. To vše se mohlo opakovat za ta léta minimálně 244x, vezmeme-li jako průměr, že každá zásilka obsahovala paleontologický materiál pro 5 tabulí.

Nebyly to však jenom tabule, které vyžadovaly maximální pozornost a čas, ale byl třeba napsat a publikovat celý text tohoto gigantického díla, což reprezentovalo již zmíněných více než 6.000 tiskových stran velkého formátu, (tj. nejméně 15.000 stran rukopisu), vysvětlivky k tabulím, schémata, tabulky a mapky v textu. Dále připravit čtyřsvazkovou *Obranu kolonií*, podstatně se angažovat v *takovském* problému paleozoika Severní Ameriky, publikovat řadu dalších, menších, leč zcela zásadních prací, prochodit, prostudovat a podrobně zaznamenat odkrývy a profily v terénu českého staršího paleozoika a srovnat je s ekvivalentním vývojem těchto souvrství v cizině, zejména v Německu, Francii, Sardinii a Skandinávii (viz záznamy ve více než 30 terénních denících, ze kterých se bohužel do

¹Národní muzeum, Václavské nám. 68, 115 79 Praha 1

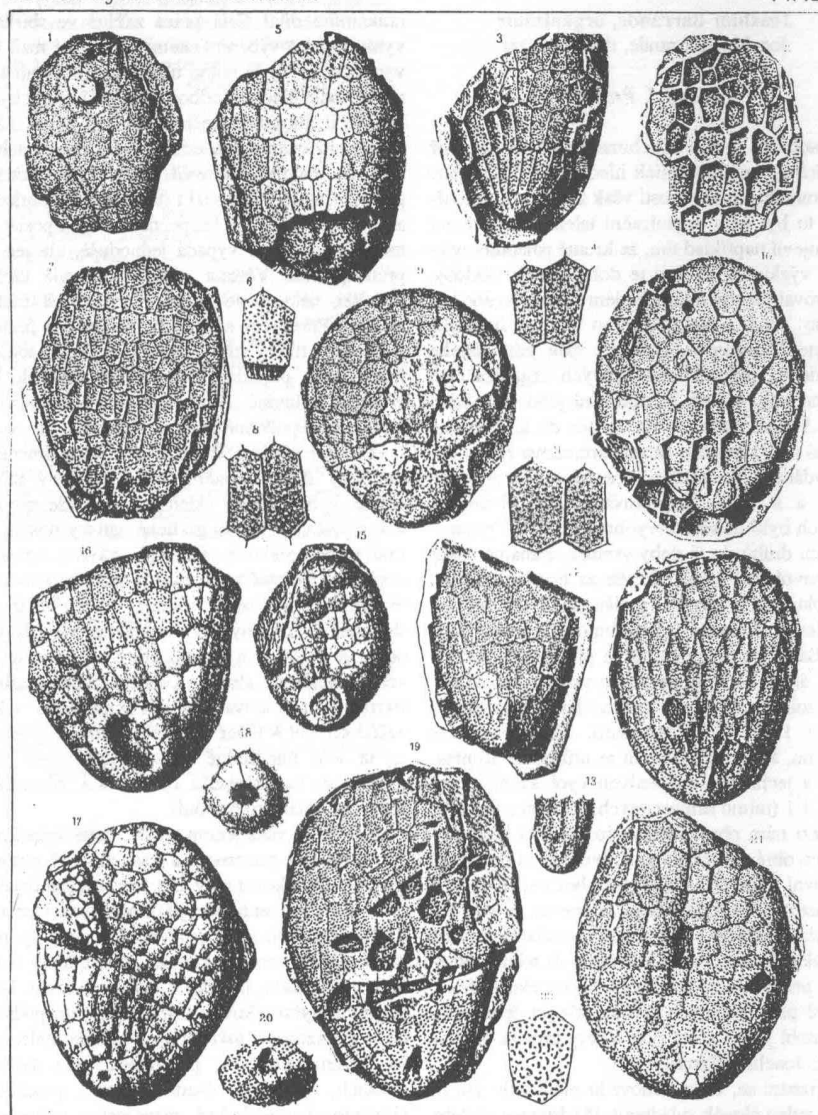
Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 75-77. 1 obr.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-3-1

J. Barrande. Syst. Silur. de Bohême. Vol. VII.

Pl. 12.



Obrázek 1: Ukázka litografované tabule z Barrandova díla *Système silurien* ... zobrazující cystoidní ostnokožce rodu *Aristocystites*, ze siltovců zahofanského souvrství z klasické lokality Beroun-Zahofany. Tištěno v tiskárně Lemercier & Cie., Paris.

Figure 1: An example from lithographic tables from the Barrande's *Système silurien* ... with cystoids of genus *Aristocystites* from siltstones of Zahofany Formation, classical site of Beroun-Zahofany. Printed in Lemercier & Cie., Paris.

dnešní doby zachovala jen polovina). Přitom, po celou tu dobu vést velmi obšírnou odbornou korespondenci se všemi tehdejšími odborníky, řídit práce svých kopáčů a sběratelů... A také se věnovat Chamborským statkům, normálně žít a existovat: jíst, spát, chodit na procházky, zajet si občas do Paříže, Vídně, nebo do učené společnosti v Le Puy en Velay v Auvergne, kde byl členem... Ani při nejoptimističtějších propočtech mi nevychází, že toto vše se dá stihnout za 365 dnů v roce, dnů, které mají jen 24 hodin a ani o minutu déle. Joachim Barrande to zvládl a vzdor všem propočtům dokázal neuvěřitelně zorganizovat čas sobě i svým spolupracovníkům, tj. tajemníkovi a sekretářce (nepočítáme-li kameníky, kteří pro Barranda sbírali, ale nebyli, alespoň v pozdější době Barrandových výzkumů, jeho stabilními zaměstnanci). A mně, o sto let později, nezbyvá jen přemýšlet, jak to ten člověk proboha dokázal!

Velká povodeň na Berounce ve dnech 2.-5. září 1890 - modelová situace pro 21. století?

High flood on Berounka river
on September 2 to 5, 1890
- a model situation for the 21st Century?

Václav Cílek¹

0. Abstract

The high flood on the Berounka river in 1890 is described in detail according to the historical sources. While high floods were abundant in Central Bohemia through 19th century (1824, 1845, 1862, 1872, 1876, 1890), we observe in 20th century only two larger floods (1940-1941, 1954) on the level of 20-30 year high flood. This fact lead to the diminishing of the historical memory and consequently to the construction of numerous structures, mostly weekend houses in the Berounka floodplain. The recent high flood cluster seem to suggest the enhanced high water risk and potentially hundreds if not thousands of buildings including parts of Beroun, Cement factory in Králův Dvůr and other objects are endangered.

1. Úvod

Červencová povodeň v povodí Moravy v roce 1997, byla výjimečnou událostí, jaká v tomto

století nebyla v českých zemích zaznamenána. Celkové škody dosáhly asi 60 miliard korun a lidské ztráty byly 48 obětí. Poškozeno bylo přes 2 000 domů (Obrusník 1997; Kundrata 1997). Podle zkušeností posledních let ze západní, střední i východní Evropy a z letošních (1998) záplav, můžeme usuzovat, že po několik desetiletí trvajícím období povodňového klidu (Kotýza et al. 1995) na Vltavě a dolním Labi, vstupujeme do období zvýšené povodňové aktivity. Tato nepravidelná období charakteristicky trvají 2-3 či více desetiletí, během kterých několikrát dojde ke zvýšeným kulminacím, které mohou mít až charakter stoletých vod (Vašků a kol. 1998). Přitom z analýzy historických dat je zřejmé, že nástup povodně se nedá dlouhodobě odhadnout, ale poměrně spolehlivě můžeme pracovat s pravděpodobností povodně v měřítku příštích 10-20 let. Ta je v současnosti nepochybně vyšší již z toho důvodu, že velká povodeň byla naposledy ve středních Čechách již před stoletím a také díky současnému souběhu extrémních povodňových událostí ve střední a západní Evropě.

Četnost a následky velkých povodní se dají studovat buď metodami historické analýzy (viz např. Bradley a Jones 1992, pro naše území počítačová databáze historických klimatických údajů - J. Svoboda 1995-1998), nebo analýzou sídelních okolností (Kotýza a kol. 1995) či geologického záznamu (viz Cílek a Žigová toto číslo). Všechny tyto tři linie pozorování směřují k jednomu závěru - v každém století nejméně za posledních tisíc let byla Vltava, dolní Labe a dolní Berounka postižena několika velkými povodněmi, které zasahovaly až 5m nad současnou úroveň řeky, tedy oblast nivy, ve které dnes leží několik tisíc rekreačních objektů a dalších staveb. Tento závěr je možné opřít především o lokace vesnických jader, které charakteristicky leží až 8-10 m nad hladinou řeky (Srbsko, Všenory, Řevnice a řada dalších lokalit), dále pak o nález mladých povodňových hlín v pozici 4-5 m nad současnou hladinou Berounky u Karlštejna a v neposlední řadě i o detailní popis velké povodně roku 1890. Přitom je nutné si uvědomit, že předcházející povodeň na Berounce v roce 1872 byla ještě ničivější než stoletá voda roku 1890 (Kakos 1978, 1983).

Při velké povodni roku 1997 na Moravě se ukázalo, že v morfologicky neporušených úsecích říční nivy, opakovala hladina řeky téměř identice

¹Geologický ústav, Akademie věd České republiky, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6-Lysolaje

Čes. kras (Beroun), 25 (1999), 77-81, 1 obr.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-3-1

ky stav z posledních velkých povodní minulého století (Kolektiv 1997). Tyto zkušenosti vedly magistrát městské části Prahy 1 k vydání brožury o povodni z roku 1890 (Kakos 1998), která byla zdarma distribuována i s částí pojednávající o tom, jak jednat v případě povodně, všem občanům Prahy 1 ležící v "klasické" zátopové oblasti. Cílem této práce je na základě téměř doslovně, obšírné dobové citace podat obraz velké vody na dolní Berounce. Je totiž pravděpodobné, že při analogické srážkové situaci se bude opakovat i rozsah a charakter záplav.

2. Prameny

Pro stoletou vodu roku 1890 existuje celá řada, často anonymních popisů v novinách a dobových tiskovinách (viz např. Zlatá Praha, 1890, VII.) a dvě obtížně dosažitelné obsáhlejší publikace (Augustin 1891, Benešovský-Veselý 1890). Celková problematika historických povodní je pak hodnocena v řadě dílčích studií, z nichž důležité jsou zejména práce Boháče (1985), Brázdila (1987), Kakose (1978, 1983, 1985) a Státníkové (1995). V této práci cituji z obsáhlé, padesátistránkové studie Benešovského-Veselého (1890).

3. Dobový popis povodně

J. Benešovský-Veselý (1890) zmiňuje již v úvodu předcházející velké povodně: *Od zhoubné povodně dne 25. května 1872 neviděly kraje české zhouby tak hrozné. Nynější povodeň r. 1890 rovná se do velikosti velké povodni únorové roku 1845, ale do škod způsobených dravým živlem ji ještě předčí. Hruzy její lze srovnat jen se strašnou průtrží mračen roku 1872. Tentokrát zhouba sice nepřišla náhle, blížila se zvolna, ale nabyla rozměrů ohromných, zatímco v roce 1872 se přihlala jedním rázem a rovněž tak rychle se vybouřila. Tím je vlastně již v úvodním odstavečku naznačena variabilita možné povodňové situace a její základní stavy - dlouhotrvající usilovné deště v srpnu 1890 mají následky srovnatelné s přivalovými dešti v květnu 1872 či s jamím táním února 1845. Celkově jsou nejméně běžné podzimní povodně, ale odlišná roční doba i příčiny uvedených tří velkých povodní minulého století ukazují na možnost ohrožení prakticky v průběhu celého ročního cyklu. To dokumentuje i následující záznam pražských povodní, které charakteristicky vznikají následkem rozvodnění většiny*

nebo všech hlavních přítoků včetně Berounky a Sázavy (Kotyza a kol. 1995; Benešovský-Veselý 1890).

V Praze byly v 19. století zaznamenány tyto velké povodně:

Rok a datum: Stav nad normálem:

26. červen 1824 398 cm

27. březen 1845 545 cm

28. únor 1862 493 cm

29. květen 1872 379 cm

30. únor 1876 471 cm

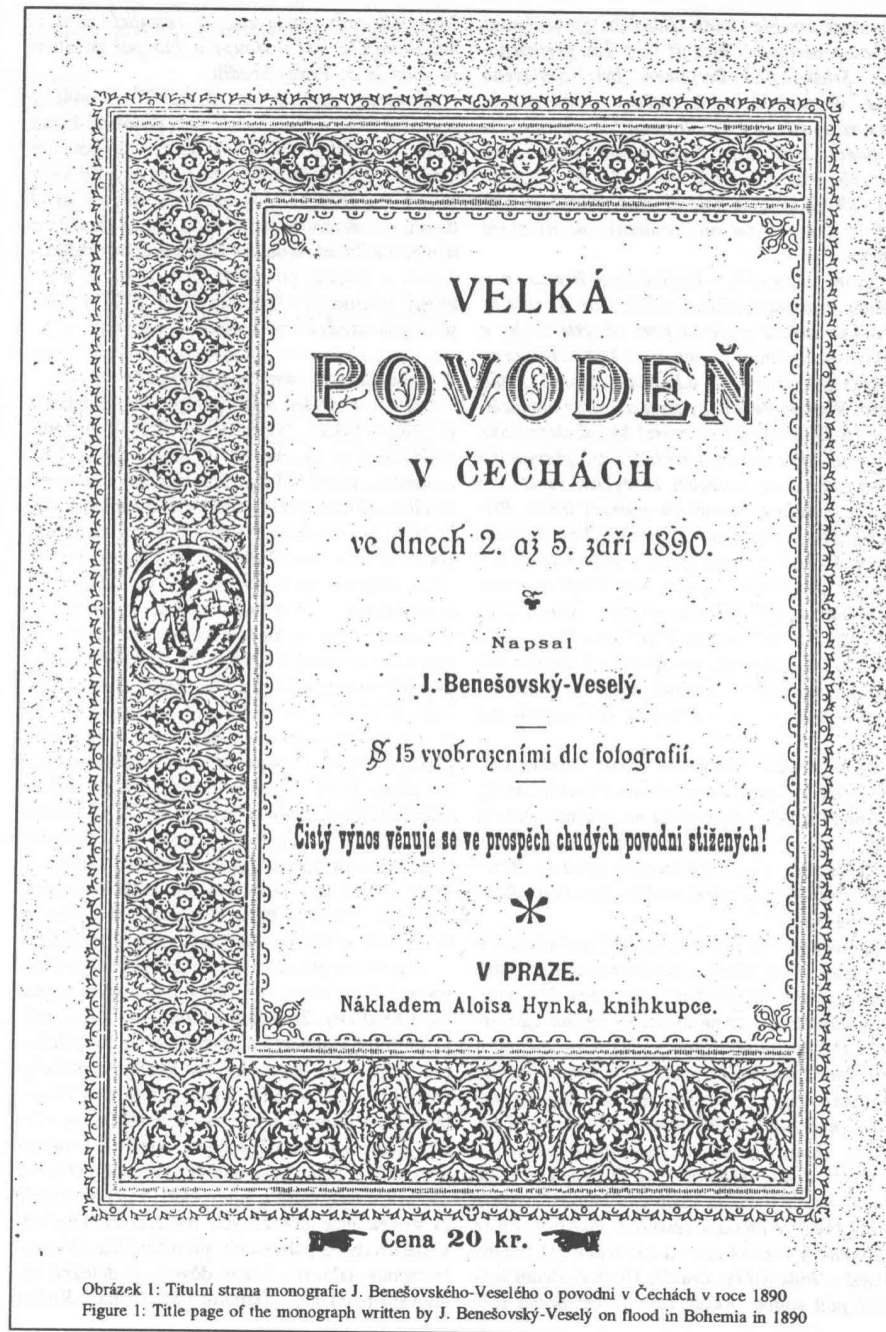
31. září 1890 532 cm

Úroveň stoleté vody je v Praze charakterizována asi 450 cm nad normálem a v 19. století ji bylo dosaženo celkem 4x, zatímco vltavské povodně tohoto století v letech 1940-1941 a 1954 se pohybovaly na úrovni 20-30letých vod. Jíz srovnání těchto dvou století ukazuje na neobvyklý povodňový klid celého 20. století, který způsobil vyhasinání historické paměti a ve svém důsledku vedl k neuváženému zastavování říční nivy zejména rekreačními objekty.

O příčinách povodně roku 1890 říká autor: *Již v pondělí dne 1. září počaly docházet zprávy o povážlivém vzrůstání vod v jižních Čechách. Celý měsíc srpen, zvláště v jeho druhé části takřka bez přestání pršelo a již tyto deště způsobily rolnictvu velké škody, zejména sklizeň brambor a řepy byla v mnohých krajích úplně zničena. Od neděle pak pršelo po celých jižních Čechách bez přestání a v noci na pondělek se strhly prudké lijáky, jež značně rozvodnily Vltavu i její přítoky.....*

V Berouně od úterka pršelo velmi hustě a nepřetržitě. Následkem toho se vzedmula Berounka i Litavka měrou užasnou. Po celou noc nepřestalo pršet a ve středu odpoledne měla Berounka 470 cm nad normálem. K sedmé hodině večerní Litavky neobyčejně přibýlo a zaplavila veškerá pole a luka, odplavila stohy slámy, kopky otavy, vojteřky a zell. Berounka zaplavila celou níže ležící čtvrt města v Rybářích, odkud sto lidí z ohrožených domů muselo být vystěhováno. Litavka zaplavila čtvrt Na Klášteře, náměstí na dvou místech a ulici Lužickou. Do zaplavených částí města musely být dodávány potraviny, pitná voda a jiné potřeby na lodích. Dům J.B. Horáka hrozil sesutím, tak že musel být vyklizen. Tento stav trval celý čtvrtek a noc na pátek, načež teprve v pátek začala voda opadávat.

Škoda rolníkům způsobená je ohromná, škoda na staveních a nábytku je sice menší, ale citelnější



Obrázek 1: Titulní strana monografie J. Benešovského-Veselého o povodni v Čechách v roce 1890
Figure 1: Title page of the monograph written by J. Benešovský-Veselý on flood in Bohemia in 1890

ší, protože zasáhla chudší třída lidu. Spojení mezi Prahou a Berounem bylo již ve středu přerušeno. Obec Srbsko pod Berounem byla zaplavena úplně, ve stodolách vše zničeno, voda sahala místy až po střechy. Ve Stradonicích byla pohroma podobná. Ve Staré Huti se pod vodou ocitla celá železářna. V celé krajině od Zdic počínaje jsou veškeré louky a pole děsným způsobem zpuštěny a co se na nich náležalo úrody zcela zničeno.

O tom, co se dělo v krajině mezi Berounem a Prahou vypravuje očitý svědek. Dne 3. září se Berounka začala přelévat přes obvyklé břehy a zaplavovat úrodnou rovinu mezi Dobřichovicemi a Mokropsy, která již odpoledne tvořila jedno jezero. Vlny unášely kupy sena a požaté mandele. Přívaz v Dobřichovicích musel být již dopoledne zastaven. Záhy voda zaplavila chatrč převozníka a rozproudila se v ulicích městečka, ve kterém byla komunikace možná jen pomocí loděk. Přítzemky všech domů jsou zaplavené. Kolem školy, zámku, kostela - všude spousty vod. Panuje nedostatek pitné vody i potravin. Hladina dosahovala až poblíž nádraží, ba voda vnikla i za trať. Nad Dobřichovicemi ležící obce Lety a Třebaně byly též zaplaveny a v Řevnicích dosahovala voda až ke kostelu. Takový byl stav ve středu večer, kdy přijelo více Pražanů, aby odvezli své rodiny.

Ráno je však očekávalo nemilé překvapení, ranní vlak byl vypraven pouze do Chuchle, druhý vlak nejel vůbec. V tom byla na nádraží sdělena zvěst o zřícení Karlova mostu a až sem duněly slyšitelné rány z děl Vyšehradské citadely. Rozehřívání bylo nevylicitelné, prudký liják činil situaci beznadějnou.

Spoustami vod byl ohrožen železniční most u Mokropsů, který se při povodni roku 1872 zřítíl. Části okolních obcí byly již pod vodou. U Černošic se naskýtalo smutné divadlo - rovina od Černošic až k Praze-Modřanům přes 8 km dlouhá a mezi Radotínem a Zbraslaví 3 km široká, tvořila rozvlhčené moře, ze kterého jen tu a tam koruny stromů nebo vršky ohromných obilních stohů vyčnívaly. Dolní Černošice byly úplně zatopené a z některých domů vyčnívala nad vodu jen střecha. Až nad Radotín sahala vzdušná vltavská voda a obraz stával se čím dál děsivější. Pod Chuchlí se údolí Vltavy značně užil - a zde teprve byl smutný pohled - Hodkovičky, Braník, Dvorce, Podolí byly úplně pod vodou. Avšak i na levém břehu byly

části Zlíchova zaplavené a cestující z vlaku museli na Zlíchově vystoupit a dále pak po silnici ve vodě se do Prahy brodili...

Uvedený úryvek (str. 1, 2, 27, 43-48) je poněkud zkrácen o emocionálně působivá líčení, která velmi dobře známa i z nedávných povodní. Opakují se příběhy o lidech, kteří nevěřili varování a teprve ráno byly zachraňováni ze střeš domů, o nedostatku pitné vody, jídla, plavajícím nábytku a dokonce dětské kolébce apod. Celkový dojem z popisu povodně roku 1890 je velmi blízký novinovým zprávám z let 1997 a 1998, jakoby se značná část historie opakovala.

4. Nebezpečí povodně a její dopady

Velkou povodeň nelze předpovědět a nelze se jí účinně bránit. Nicméně z rozboru historických údajů je patrné, že ve středních Čechách (a vlastně v celé klimaticky sledované Evropě; Bradley a Jones 1992), je několik desetiletí trvajících období povodňového klidu je prostrfádáno podobně dlouhým obdobím, ve kterém dochází jak k individuálním povodním, tak k povodňovým slukům. Vývoj posledních let pak naznačuje ukončení období povodňového klidu a počátek období se zvýšeným rizikem extrémních hydrologických stavů (Vrabec a kol. 1997). Ze statistického či přísně vědeckého hlediska je povodňová prognóza velmi problematická nebo nemožná, přesto je hlavním motivem tohoto článku autorovo přesvědčení, že v průběhu příštích, dejme tomu 10-20 let, dojde k velké povodni ve středoevropské kotlině. A protože rozsah této povodně bude velmi pravděpodobně srovnatelný s historickými povodněmi 19. století, je jakákoliv informace o chování krajiny a říční nivy velmi důležitá a to jak z hlediska sociálního tak přírodního.

Z pohledu přírodovědce můžeme očekávat zaplavení říční nivy, vytvoření průtočného jezera mezi Modřany, Zbraslaví a Dobřichovicemi, velké přesuny sedimentů a místní tvorbu nových koryt. Např. ústí Berounky do Vltavy v průběhu mezi 12. a 19. stoletím leželo přímo pod Zbraslavským klášterem a jeho nové, dnešní koryto ležící téměř o 1 km dál je dílem poměrně nedávné povodně. Z pohledu sociálního je nutné očekávat zaplavení řady osad a jejich částí, zničení desítek či stovek níže položených rekreačních objektů, velké škody na polnostech, přerušování hlavního železničního tahu (i z tohoto důvodu je důležité zachování paralelní železniční tratě Praha - Rudná

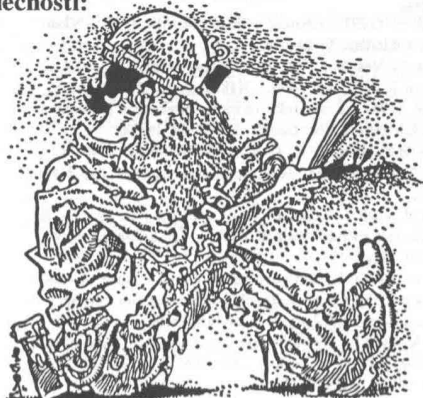
- Beroun) a značné problémy při provozu Královské cementárny a některých dalších podniků.

Literatura:

- Augustin F. (1891): *Povodeň v Čechách roku 1890*. - Vlastním nákladem. Praha.
- Benešský-Veselý J. (1890): *Velká povodeň v Čechách ve dnech 2. až 5. září 1890*. - Nákladem A. Hynka. Praha.
- Boháč Z. (1985): České řeky ve světle písemných pramenů a starých map. - *Hist. Geogr.*, 24: 31-54. Praha.
- Bradley R.S., Jones P.D. (Eds., 1992): *Climate since A.D. 1500*: 246-270, 640-669. Routledge. London and New York.
- Brázdil R. (1987): Kolísání srážek a průtoků na území ČR podle řad ročních hodnot. - *Sbor. Čs. geogr. spol.*, 92, 19-37. Brno.
- Kakos V. (1978): Výskyt povodní na Vltavě v Praze ve vztahu k pražským meteorologickým pozorováním v Klementinu. - *Meteorol. Zpr.*, 31: 119-125. Praha.
- Kakos V. (1983): Hydrometeorologický rozbor povodní na Vltavě v Praze za období 1873-1982. - *Meteorol. Zpr.*, 36: 171-181. Praha.
- Kakos V. (1985): Hydrometeorologická analýza povodňových situací v povodí Labe. *Meteorol. Zprávy* 38, 148-151. Praha.
- Kakos V. (1998): *Stoletá voda*. - Vydala Městská část Prahy 1: 1-16. Praha.
- Kolektiv (1997): *Katastrofa století v okrese Kroměříž minutu po minutě*. - Regiopress: 1-58. Píseň.
- Kotyza O., Cvrk F., Pažourek V. (1995): *Historické povodně na dolním Labi a Vltavě*. - Okr. muzeum v Děčíně: 1-169. Děčín.
- Kundrata M. (1997): Povodeň století. Přiležitost k systémovým změnám nebo zakopání pozic? - *Veronica*, XI, 3: 1-10. Brno.
- Obrusník I. (1997): Katastrofální povodeň v ČR v červenci 1997. - *Meteorol. Zpr.*, 50: 161-162. Praha.
- Státníková P. (1995): Pražské povodně. - *Res Musei Pragenses*: 7-12. Praha.
- Vašků Z., Čilek V., Svoboda J. (1998): *Proměny klimatu v zemích koruny české za posledních 1000 let*. - MS, rukopis knihy pro nakl. Academia: 1-600. Praha.
- Vrabec M., Neruda P., Pozler R. (1997): Hodnocení povodně z července 1997 z hlediska hydroprognózy. - *Meteorol. Zpr.*, 50: 178-183. Praha.

Přehled publikací vydaných Českou speleologickou společností v ediční řadě

Knihovna České speleologické společnosti:



Studijní texty Speleolog 1.stupně (1.část)

Jan Víttek: Bibliografie pseudokrasu v ČR

Studijní texty Speleolog 1.stupně (2.část)

F.Šmikmátor: Úvod do jednolatanové techniky

Průvodce k exkurzím III. symposia o krasu Krkonošsko-jesenické soustavy

III. symposium o krasu Krkonošsko-jesenické soustavy

Igor Audy: Fotografování v podzemí

J.Hromas - J.Weigel: Základy speleologického mapování

III. seminář o historickém podzemí, Stříbro 1987

2. symposium o pseudokrasu - sborník referátů

H.Havel: Základní organizace ČSS 6-08 Dagmar v Brně 1973-1988

M.Vrána: Jeskynní výzkum u Březiny

Vědecký program 2.sjezdu ČSS - sborník příspěvků

H.Havel: Přehled průzkumných prací a jejich výsledky v historii Moravského krasu

Setkání speleologů v Jizerských horách, Liberec 1989 - Průvodce k exkurzím

Derek Ford: Charakteristika jeskynních systémů vzniklých rozpouštěním v karbonátech

4. symposium o historickém podzemí, Mariánské Lázně 1989

J.Wagner a kol.: Jeskyně Moravskoslezských Beskyd a okolí

F.Travěnek: Bibliografie Hranického krasu

Příručka mapování pseudokrasu

V.Cílek: Krasové sedimenty

R.Matýšek: Speleoalpinismus

IV. symposium o pseudokrasu Podolánky 1990 - sborník referátů

J.Řehák: Kras Sudet - IV. symposium o krasu krkonošsko-jesenické soustavy

V.Cílek (ed.): Svět v podzemí - sborník z I.národního speleologického kongresu, Jedovnice 1994

K.V.Kukla: Podzemní Praha

V.Cílek: Podzemní Praha

Speleologie na Hoštejnsku (výzkumy v letech 1966 - 1996)

V.Cílek: Archeologie a jeskyně

L.Pecka a R.Živor: Tetín historický a speleologický

V.Ložek a J.Vašátko: Měkkýši Národního parku Podyjí

V.Cílek a J.Kopecký: Pískovcový fenomén: klima, život a reliéf

Česká speleologická společnost ve spolupráci s Nakladatelstvím Zlatý Kůň vydala

SPELEOFÓRUM '99



Výzkumy a objevy v České republice

Jeskyně Byčí skála - průzkum Chodby z Kaple / Předběžná tektonická měření v j. č. 1405 Malý lesík u Březiny / Příspěvek k poznání krasových jevů u Nového Dvora v jižní části Moravského krasu / Nová otevřítka závrtu č. 802 na Šošůvské plošině v Moravském krasu / Nová stopovací zkouška od Hostěnického propadání III. / Hydrografie jeskyně Malčiny v Moravském krasu ve světle nových výzkumů / Koudelkova rozvědka aneb historické vyprávění o bezedné propasti, která tam nakonec nebyla / Činnost ZO 6-19 Plánivý v roce 1998 / ZO ČSS 6-20 Moravský kras v roce 1998 / Krátká zpráva o činnosti ZO 6-25 Pustý žleb / Zpráva o činnosti ZO 1-11 Barrandien v roce 1998 / Podzemní prostory vytvářené sběrateli zkamenělin v oblasti Barrandienu / Pískovcový převis Kůlna u Všemil v Labských pískovcích / Rokytka - staré a nové objevy / Historické podzemí Šluknova / Nové objevy jeskyní na Kokořínku

Výzkumy a objevy v zahraničí

Výzdoba obřích domů jeskyně Bohemia na Novém Zélandu: největší aragonitová jeskyně světa? / Solný kras v jv. Zagrosu, Írán / Speleopotápěčský průzkum jeskyně Coiba Mare (Rumunsko) / Slovinsko 98 / Slovačka jama (-1.268 m) - 19. najhlbšia priepať sveta, Velebit '98 / Totes Gebirge - Brettstein (Rakousko) / Objev Drozdej priepasti na Plešivecké planině (Slovenský kras) / Stručná správa z prieskumu Zápolnej jaskyne / Propast Havran, Ohniště, Nízké Tatry / Jeskynní pavouci - opomíjená skupina živočichů / Živá zkamenělina, biologická záhada a rébus - objev nového starobylého druhu jeskynního střevlíka z rodu Lovricia (Coleoptera, Carabidae) /

Zprávy, poznávací a sportovní akce

IV. Mezinárodní setkání speleologů v Moravském krasu 8.-12. září 1999, Jedovnice / Mexiko 98 / Grotta del Utopica - Sardinie 1998 / Rumunsko 98 / May Day camp 1998 / Taková obyčejná akce / Souhrnná zpráva o činnosti Speleologické záchranné služby za období 1997-1998

Pokyny pro autory

- 1) Sborník Český kras uveřejňuje především původní práce zabývající se geologickými, paleontologickými, karsologickými, archeologickými, biologickými a dalšími výzkumy na území Českého krasu. Délka příspěvku by neměla přesáhnout 15 stran.
- 2) Za věcný obsah rukopisů zodpovídá autor.
- 3) Příspěvky se předkládají nahrané na disketě v programu T602, Word (pro Windows 95 nebo nižší) nebo WordPerfect a jako vtištěný rukopis.
- 4) Autoři se v textu citují: Ford (1998) nebo (Ford 1998). Pokud má autorský kolektiv více než 3 autory, pak je citace: Ford a kol. (1998) nebo (Ford a kol. 1998), autorský kolektiv do 3 autorů včetně se cituje: Novák, Zelenka a Janko (1998) či (Novák, Zelenka a Janko 1998). Citace pramenů v kapitole literatura vypadají následovně:

časopis:

Berner R. A. (1975): The role of magnesium in the crystal growth of calcite and aragonite from sea water. - *Geochim. cosmochim. Acta*, 39: 789-504.

knižní publikace:

Jackson J. A. (Ed., 1997): *Glossary of geology*. - Amer. Geol. Inst.: 1-769. Alexandria.

Ford D. (1988): Characteristics of Dissolutional Cave System in Carbonate Rocks. - V: N.P. James, P.W. Choquette (Eds.): *Paleokarst*: 25-57. Springer-Verlag.

nepublikovaný rukopis:

Tichý J. (1998): *Nálezová zpráva-Nováky*. - MS, arch. Čes. speleol. spol.: 1-25. Praha.

- 5) Kvalitní černobílé obrazové přílohy (plány jeskyní, grafy, profily atd.) dodávejte nejlépe na formátu A5. U větších příloh je třeba počítat se zmenšením na tento formát.
- 6) Místo honoráře obdrží autoři článků separáty a jeden kompletní výtisk sborníku Český kras.
- 7) Rukopisy zasílejte na adresu: RNDr. Irena Jančaříková, Muzeum Českého krasu, 266 01 Beroun, nejpozději do konce března každého roku. Nezapomeňte uvést zpáteční adresu.

redakční rada