Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta,
Ústav geologie a paleontologie

Vývoj klastických jeskynních sedimentů středního patra Koněpruských jeskyní

Diplomová práce

Eva Pavelová

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Leoš Valigurský
Konzultanti: RNDr. Karel Žák, CSc.
Alexandr Komaško

Praha 2006

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a veškerou použitou literaturu řádně cituji.

Eva Pavelová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Správě jeskyní České republiky za finanční podporu této diplomové práce, RNDr. Karlu Žákovi, CSc. za cenné připomínky, rady a pomoc při úpravách vznikajícího textu, Alexandru Komaškovi, vedoucímu Správy Koněpruských jeskyní, za umožnění provádění tohoto výzkumu a všestrannou pomoc a podporu. Dále děkuji vedoucímu diplomové práce Mgr. Leoši Valigurskému za cenné připomínky a rady, RNDr. Zdeňkovi Táborskému a RNDr. Ireně Kolaříkové, Ph.D. za pomoc při zpracovávání a vyhodnocování vzorků a mému muži Miroslavovi za pomoc při dokumentaci profilů.

ABSTRAKT

Ve středním patře Koněpruských jeskyní v Českém krasu, přibližně 30 km jihozápadně od Prahy, bylo dokumentováno a podrobně mineralogickými a geochemickými metodami zkoumáno 10 profilů v klastických jeskynních sedimentech. Pozornost byla zaměřena hlavně na dosud nestudované profily v paleontologicky sterilních jeskynních sedimentech, u kterých časové zařazení jejich vzniku není známo, nebo na paleontologicky sterilní polohy v podloží vrstev s osteologickými nálezy v některých již dříve studovaných profilech. Kromě vlastního středního patra Koněpruských jeskyní byly studovány i sedimenty v některých jeskyních v jejich těsném sousedství a několik vzorků bylo odebráno i ze spodního a svrchního patra Koněpruských jeskyní.

Kromě dříve popsaných jeskynních sedimentů obsahujících kosti obratlovců, datovaných do spodního, středního a svrchního pleistocénu, se ve středním patře Koněpruských jeskyní vyskytuje široká škála dalších (obvykle starších) sedimentů velmi proměnlivé zrnitosti, petrografického složení a geneze. Ve více profilech byly nalezeny laminované, dobře velikostně tříděné jíly, které vznikaly sedimentací ze suspenze kalných vod, periodicky pronikajících do plně zaplavených jeskynních prostor. Tyto jíly jsou často postiženy postsedimentárními pohyby, kompakcí a skluzy po ukloněném dně jeskynních prostor. Často jsou také redeponovány do nových sedimentárních akumulací, zpravidla již ve vadózním prostředí. Jejich mineralogické složení s převahou křemene, kaolinitu a illitu/muskovitu naznačuje, že se nejedná o reziduální jíly ze zvětrávání vápenců ale spíše o jílové minerály transportované do jeskyně z vnějšku. Jejich zbarvení je způsobeno přítomností sekundárních minerálů železa, z nichž byl identifikován goethit. Manganem bohaté černé sedimenty ukládané v důsledku změn redox a pH byly studovány v jednom profilu, jsou tvořeny převážně ranciéitem.

Zastoupeny jsou také jílovité kalcitické písky, které vznikly akumulací kalcitových zrn uvolněných ze stěn jeskyně při pomalé selektivní korozi devonských vápenců v období vzniku nebo remodelace jeskynních prostor. Křemenné písky, které v jeskyni nejsou příliš časté, jsou dokladem přínosu hrubějšího klastického sedimentárního materiálu do jeskyně z vnějšku rychleji proudícími vodami. Křemenná zrna jsou dobře opracovaná a zjištěné těžké minerály (zirkon, andalusit, kyanit, sillimanit, staurolit, turmalín, rutil, ilmenit) odpovídají redepozici písčitého materiálu z rozrušených pískovců křídového stáří nebo z písků transportovaných terciérními řekami. Těžké minerály typické pro pleistocénní říční terasy nebo spraše (granát, pyroxeny, amfiboly) nebyly v jeskynních sedimentech zjištěny.

Špatně velikostně tříděné sedimenty ukládané gravitačně nebo občasnými přívalovými splachy již ve vadózním prostředí obsahují na mnoha místech osteologický materiál, který je již po několik desítek let předmětem podrobných studií, stejně jako již dříve definovaných pět generací speleotém - jeskynních sintrů. V jednom ze studovaných profilů byly nalezeny náznaky existence dalšího, nepříliš výrazně vyvinutého typu sintrů, který předchází dosud známým pěti generacím.

Pozornost byla zaměřena i na vznik karbonátových konkrecí. Ty se vyskytují hlavně v dobře velikostně tříděných jílovitých jeskynních sedimentech. Provedená geochemická studie s využitím stabilních izotopů uhlíku a kyslíku naznačuje, že tyto konkrece nevznikaly během odparu vody a vysýchání jeskynních sedimentů, jak bylo také dříve interpretováno. Jejich vznik je nejspíše spojen s chladnějšími obdobími kvartéru.

ABSTRACT

Together 10 profiles in clastic cave sediments have been documented and studied by mineralogical and geochemical methods in the middle level of Koněprusy Caves, about 30km SW of Prague. The study was focused especially on cave sediments without paleontological content (i.e., without bones of Vertebrata), which are in some cave sections overlain by bone-rich layers, studied in detail in the past. Except of middle level of the Koněprusy Show Caves, some other adjacent caves have been included in the study, too. Small number of samples was also derived from upper and lower level of the Koněprusy Caves.

Except famous bone-rich sediments of the Koněprusy caves, dated paleontologically to Lower, Middle and Upper Pleistocene, paleontologically sterile clastic sediments with variable grain size, petrographic composition, and origin can be found as well. These sediments are mostly older than bone-rich layers.

Carbonate sands recognized in one of studied profiles was originated by selective corrosion of Devonian limestone on the walls of cavities. This process most probably occurred during the development and enlarging of cavities, when calcite grains (and small Devonian fossils, usually crinoids) were released and deposited on the cavity bottom. Laminated clays with good size sorting, formed by sedimentation from muddy waters under phreatic regime, have been found in several profiles. These clays are frequently influenced by post-sedimentary compaction and slope movements. Fragments of such clays were also frequently redeposited during younger evolution of the caves. Mineral composition of these clays is dominated by quartz, kaolinite and illite/muscovite, with colors being derived from admixture of secondary iron minerals (goethite was identified). This mineralogical composition indicates, that these clays probably do not represent residual clays of limestone weathering, and were derived from allochthonous rivers. Black, Mn-rich layers were studied in one profile, where they are dominated by ranciéite.

Quartz sands indicating more quick water flow are less common within the caves. Quartz grains are well rounded and identified heavy minerals (zircon, andalusite, kyanite, sillimanite, staurolite, turmaline, rutile, ilmenite) correspond to redeposition of sandy material either from marine sandstones of Cretaceous age, or from river sands of Tertiary rivers. Heavy minerals typical for Pleistocene river terraces or Pleistocene wind-blown sediments (loess) have been not found.

Clastic sediments with bad size sorting deposited by gravitational movements or by periodic water flows already under vadose regime are common and contain Vertebrata bones on numerous locations. These sediments have been studied in detail in the past and were not included in this diploma work. Similarly, earlier defined 5 types of speleothems were not included. Within the studied clastic sediments there have been found traces of minor speleothem generation, which is relatively older that the five types identified earlier.

The study was also focused on processes of formation of calcite septarian concretions, which occur in cave clay sediments. Calcite carbon and oxygen isotope data indicate that these concretions were not formed in relation to water evaporation and sediment drying, as have been sometimes interpreted in the past. Instead, the concretions were more probably formed during cold periods of Quaternary.

OBSAH

1. ÚVOD 1

2. LOKALIZACE A GEOLOGIE KONĚPRUSKÉ OBLASTI 2

3. HISTORIE VÝZKUMU KONĚPRUSKÝCH JESKYNÍ 4

4. PŘEHLED POZNATKŮ O VZNIKU A VÝVOJI KONĚPRUSKÝCH JESKYNÍ 7

4.1. Vznik jeskynních dutin, jejich litologická a strukturní vazba a hydrogeologická funkce v době jejich vzniku 7

4.2. Sekundární minerální výplně jeskyní – speleotémy 9

4.2.1. Generace sekundárních kalcitových výplní 10

4.2.2. Opálová mineralizace a výskyt křemene v Koněpruských jeskyních 11

4.2.3. Datování sekundárních minerálních výplní v Koněpruských jeskyních 12

4.3. Klastické jeskynní výplně a etapy řícení stropů jeskynních dutin 13

4.4. Přehled paleontologických výzkumů v Koněpruských jeskyních 14

4.4.1. Výsledky studia kostí obratlovců v jeskynních sedimentech 14

4.4.2. Další paleontologické výzkumy 15

4.5. Paleomagnetický výzkum klastických sedimentů Koněpruských jeskyní 15

4.6. Výzkum karbonátových konkrecí 15

5. POUŽITÉ METODY 16

5.1. Terénní práce 16

5.2. Laboratorní práce 17

5.2.1. Studium těžkých minerálů 17

5.2.2. Rentgenová identifikace jílových minerálů 18

5.2.3. Stanovení izotopového složení kyslíku a uhlíku karbonátu v některých konkrecích a sintrech 19

6. VÝSLEDKY 19

6.1. Popisy studovaných profilů 19

6.1.1. Profily „u Křtitelnice“ 19

6.1.1.1. Jihozápadní stěna 19

6.1.1.2. Severovýchodní stěna....21
6.1.2. Profily ve Staré chodbě....23
6.1.3. Sonda v Předsíni Proškova dómu....26
6.1.4. Sonda v severovýchodní části Proškova dómu....27
6.1.5. Profil v „Chodbě CH“....29
6.1.6. Profil ve Vánoční jeskyni....32
6.1.7. Profily v jeskyni U Žáby....35
6.1.7.1. Východní stěna výkopu....35
6.1.7.2. Západní stěna výkopu....37
6.1.8. Nová propast....39
6.1.9. Svrchní patro Koněpruských jeskyní....39
6.1.10. Spodní patro Koněpruských jeskyní....40
6.2. Studium těžkých minerálů....40
6.3. Stanovení izotopového složení kyslíku a uhlíku karbonátu v některých konkrecích a sintrech....44
6.4. Rentgenová identifikace jílových minerálů....46
7. DISKUSE A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ....47
7.1. Sedimentárně geologické zhodnocení popsaných profilů....47
7.1.1. Profily „u Křtitelnice“....48
7.1.2. Profily ve Staré chodbě....49
7.1.3. Profily v Proškově dómu....50
7.1.4. Profil ve Vánoční jeskyni....50
7.1.5. Profily v jeskyni U Žáby....52
7.2. Těžké minerály....53
7.3. Izotopové složení kyslíku a uhlíku karbonátu v některých konkrecích a sintrech....54
7.4. Rentgenová identifikace jílových minerálů....56
7.5. Porovnání popsaných profilů....57
7.6. Časové zařazení sedimentů....58
8. ZÁVĚR....59
9.LITERATURA....62
10. PŘÍLOHY

PŘÍLOHY V TEXTU

A. Kresebná dokumentace studovaných profilů v jeskynních sedimentech se zakreslenou pozicí odebraných vzorků

Obrázek 1. Profil „ u Křtitelnice“ – jihozápadní stěna.

Obrázek 2. Profil „ u Křtitelnice“ – severovýchodní stěna.

Obrázek 3. Profil ve Staré chodbě –západní stěna.

Obrázek 4. Profil ve Staré chodbě –východní stěna.

Obrázek 6. Profil v severovýchodní části Proškova dómu.

Obrázek 7. Profil v „ Chodbě CH“.

Obrázek 8. Profil ve Vánoční jeskyni.

Obrázek 9. Profil v jeskyni U Žáby – východní stěna.

B. Tabulky

Tabulka 1. Popis a lokalizace vzorků pro studium minerálů těžké frakce.

Tabulka 2. Zastoupení těžkých minerálů ve vzorcích z Koněpruských jeskyní (TM 101, TM 102, TM 104) a ve srovnávacích vzorcích z VČS – východ (TM 84, TM 85, TM 86).

Tabulka 3. Popis vzorků konkrecí a sintrů pro studium izotopového složení kyslíku a uhlíku karbonátu.

Tabulka 4. Izotopové složení kyslíku a uhlíku karbonátu konkrecí a sintrů.

Tabulka 5. Zastoupení jílových minerálů v odebraných vzorcích.

C. Grafy

Graf 1. Izotopové složení karbonátů v Českém krasu.

PŘÍLOHY ZA TEXTEM

D. Kresebná dokumentace studovaných profilů v jeskynních sedimentech se zakreslenou pozicí odebraných vzorků

Obrázek 5. Profil v Předsíni Proškova dómu.

Obrázek 10. Profil v jeskyni U Žáby – západní stěna.

E. Mapové přílohy

Mapa 1a. Geologická mapa území 1:50 000 - list 12-41 Beroun – s vyznačenou koněpruskou oblastí.

Mapa 1b. Vysvětlivky ke geologické mapě území 1: 50 000 - list 12-41 Beroun.

Mapa 2. Zjednodušená mapa středního patra Koněpruských jeskyní s nadmořskými výškami zaměřených bodů a pozicí dokumentovaných profilů.

Mapa 3. Zjednodušená mapa svrchního patra Koněpruských jeskyní s vyznačenou pozicí odběru vzorku pro RTG analýzu jílových minerálů.

F. Fotografická dokumentace studovaných profilů

Foto 1. Profil „u Křtitelnice" – jihozápadní stěna.

Foto 2. Profil „u Křtitelnice" – severovýchodní stěna.

Foto 3. Profily ve Staré chodbě – celkový pohled.

Foto 4. Sonda v Předsíni Proškova dómu, detail vrstvičky rozpadajícího se sintru s opálem.

Foto 5. Sonda v Předsíni Proškova dómu, detail vrstvy přeplavených zbytků rozpadlého vápence.

Foto 6. Profil v „Chodbě CH", celkový pohled.

Foto 7. Profil v „Chodbě CH", detail vrstvy přeplavených zbytků rozpadlého vápence.

Foto 8. Sonda v severozápadní části Proškova dómu.

Foto 9. Profil ve Vánoční jeskyni, místo odběru vzorku TM 102.

Foto 10. Profil ve Vánoční jeskyni, „antiklinální" struktura ve svrchní části profilu.

Foto 11. Profil v jeskyni U Žáby – východní stěna, celkový pohled.

Foto 12. Profil v jeskyni U Žáby – východní stěna, dvě vrstvy hrubozrnného materiálu.

Foto 13. Profil v jeskyni U Žáby – západní stěna, celkový pohled na jižní část profilu.

Foto 14. Profil v jeskyni U Žáby – západní stěna, detail konkrece.

1.ÚVOD

Tato diplomová práce byla zadána Ústavem geologie a paleontologie Geologické sekce Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze. Vedoucím diplomové práce byl Mgr. Leoš Valigurský (Ústav geologie a paleontologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze). Konzultantem v oblasti terénních prací, geochemie a mineralogie byl RNDr. Karel Žák, CSc. (Geologický ústav Akademie věd ČR) a dalším konzultantem v oblasti terénních prací byl Alexandr Komaško (Správa jeskyní ČR).

Práce je zaměřena na dokumentaci, výzkum a vzájemné porovnání několika vybraných profilů ve vnitrojeskynních klastických sedimentech Koněpruských jeskyní (evidenční číslo 11-007, evidenční čísla jeskyní jsou v celé práci uváděna podle posledního přehledu Žáka et al. 2003a). Tyto profily v jeskynních sedimentech již existovaly před zahájením výzkumu, v rámci diplomové práce nebyly prováděny žádné další větší výkopy. Rozsáhlé profily v sedimentech v jeskyni U Žáby (průchodně nepropojená část Koněpruských jeskyní, evidenční číslo 11-007/G) byly vykopány během průzkumných prací. Profil ve Vánoční jeskyni (součást středního patra Koněpruských jeskyní) byl vytvořen během přípravy pro uvažovanou změnu návštěvnické trasy. Sonda v „Chodbě CH" v Proškově dómu a v Předsíni Proškova dómu byla vykopána během průzkumných prací. Vznik profilů ve Staré chodbě a „u Křtitelnice" ve středním patře souvisel s technickými úpravami na zpřístupněné trase. Mělká sonda v severovýchodní části Proškova dómu byla vykopána během paleontologických (osteologických) výzkumů jeskynních sedimentů.

Dosavadní výzkumné práce zaměřené na vnitrojeskynní klastické sedimenty Koněpruských jeskyní se soustředily právě na jejich paleontologický obsah, tedy zejména na kosti obratlovců. Klastické sedimenty bez paleontologického obsahu byly dosud stranou výzkumné pozornosti. Předkládaná diplomová práce je zaměřena právě na tyto paleontologicky sterilní sedimenty. V Koněpruských jeskyních je můžeme nalézt buď v rozsáhlých, uměle vykopaných profilech, které dosud byly bez jakéhokoliv výzkumného zhodnocení a časového zařazení (jeskyně U Žáby, Vánoční jeskyně), nebo tyto sedimenty vytvářejí starší souvrství ve vykopaných sondách v podloží vrstev s nálezy kostí (profily v Proškově dómu).

Z hlediska prostorového se většina studovaných profilů nachází ve středním patře Koněpruských jeskyní v blízkosti zpřístupněné trasy. Ve stejné výškové úrovni jsou studované sedimenty v jeskyni U Žáby, která sice se středním patrem Koněpruských

jeskyní přímo geneticky souvisí, ale průlezně s ním propojena není. Sedimenty spodního a svrchního patra Koněpruských jeskyní a Nové propasti na Zlatém Koni byly zkoumány jen okrajově.

V prostoru Zlatého Koně a bývalého Císařského lomu prováděl výzkum paleontologicky sterilních klastických sedimentů již dříve Jiří Kukla (Kukla 1953), jeho práce však byla zaměřena zejména na výplně krasových kapes, tedy směrem k povrchu otevřených krasových depresí zaplňovaných postupně během dlouhých období klastickými sedimenty shora. Tato práce je zaměřena na vnitrojeskynní facie klastických sedimentů a data z krasových kapes užívá jen pro porovnání.

Konkrétními cíli práce jsou:

- pořízení detailního popisu a kresebné a fotografické dokumentace studovaných profilů;
- mineralogická a petrografická charakteristika sedimentů s RTG identifikací charakteristických jílových minerálů a s výzkumem těžké frakce hrubě klastických vrstev;
- rozšíření dosavadních znalostí o výskytu a vzniku karbonátových konkrecí v jeskynních sedimentech;
- sedimentárně geologické zhodnocení profilů, tedy charakteristiky procesů a prostředí, ve kterých ke vzniku sedimentů došlo;
- na základě petrografické a mineralogické podobnosti nebo odlišnosti vzájemné porovnání studovaných profilů a pokus o jejich časové zařazení.

Kromě tohoto základního odborného účelu má práce současně i charakter výzkumu záchranného. Některým rozsáhlým uměle vykopaným profilům totiž bezprostředně hrozí zánik, tedy zřícení stěn výkopů především v důsledku vysýchání. To se týká zejména rozsáhlých profilů ve Vánočních jeskyních, které byly vykopány z větší části v roce 1987 v souvislosti s přípravami změny průběhu návštěvní trasy a ražbou nového přístupového tunelu do jeskyní. K realizaci změny návštěvní trasy nakonec nedošlo a značná část obnažených vykopaných profilů se již zřítila. Práce tedy současně umožní zachování informací obsažených v těchto sedimentech.

2. LOKALIZACE A GEOLOGIE KONĚPRUSKÉ OBLASTI

Koněpruské jeskyně jsou největším jeskynním systémem v Čechách s udávanou celkovou délkou chodeb 2050 m a s celkovým převýšením (denivelací) 70 m (J. Hromas úst. sdělení). Nacházejí se ve vrchu Zlatý Kůň, zhruba 1 km jižně od obce

Koněprusy v jihozápadní části Českého krasu, 30 km jihozápadně od Prahy. Jedná se o druhý nejvyšší vrchol této oblasti (475,3 m n.m.) náležející geograficky do Hořovické pahorkatiny, resp. její subjednotky Karlštejnské vrchoviny (Demek ed. 1987). Pro území Zlatého Koně a jeho blízké okolí se používá geografický název koněpruská oblast, v geologické literatuře pak koněpruský devon. Území náleží do Chráněné krajinné oblasti Český kras, návrší Zlatý Kůň s Koněpruskými jeskyněmi je zvláště chráněno v kategorii Národní přírodní památka.

Geologicky tato oblast náleží do tepelsko-barrandienské oblasti (= bohemika, centralbohemika) Českého masivu (Chlupáč et al. 2002). Návrší Zlatý Kůň je tvořeno vápenci spodního a středního devonu a ze severu je omezeno nekrasovými horninami silurského stáří (břidlice, vápence, diabasy) – viz Mapa 1. Toto s. a ssv. omezení devonských vápenců tvoří výrazná tektonická linie variského stáří, tzv. Očkovský přesmyk j. nebo jv. vergence, podél něhož jsou na jádro spodnodevonského koněpruského útesu nasunuty horniny starší, především silurské (Chlupáč 1992, Chlupáč et al. 2002). Typickým fenoménem koněpruského devonu jsou neptunické žíly, které zde vznikaly v několika generacích (Chlupáč 1992, 1993) a které jsou také na několika místech zachyceny v příčném řezu v jeskynním systému. Devonské vápence v těsném předpolí Očkovského přesmyku byly poznamenány tektonickými procesy, které způsobily posuny po vrstevních plochách. Tyto posuny se rovněž projevily na průběhu výše zmíněných neptunických žil ve stěně Císařského lomu západně od Koněpruských jeskyní. Uvedené tektonické struktury měly dominantní význam pro vznik jeskyní (viz níže).

Dále uvedená stratigrafie hornin devonu koněpruské oblasti vychází z prací prof. Ivo Chlupáče (přehledně Chlupáč et al. 1992). Devonské horninové sledy začínají šedými bioklastickými vápenci kotýskými (lochkov), po eventu na bázi pragu následuje sedimentace útesových vápenců koněpruských a po hiátu trvajícím téměř celý zlíchov (sp. ems) přichází sedimentace červenavých bioklastických lavicovitých vápenců suchomastských. Bez výrazného hiátu následují šedavé vápence akantopyghové (eifel). Na východ od vrcholu Zlatého Koně jsou v sedle zachovány zbytky roblínských vrstev (givet), nejmladšího členu koněpruského devonu.

Po variském vrásnění se devonské vápence dostaly poměrně brzy do zóny, do které mohl zasáhnout oběh meteorických vod a kde tedy mohlo probíhat krasovění (Bosák 1996a, 1996b). Šest kilometrů ssv. od Zlatého Koně v prostoru vrchu Děd a osady Lísek u Berouna vystupují karbonské sedimenty v uhlonosném vývoji (Pešek et al.

2001) zhruba ve stejné výškové úrovni, jako jsou Koněpruské jeskyně. Lze proto předpokládat, že prostor Zlatého Koně byl nehluboko pod povrchem již v karbonu. Křídová sedimentace zasáhla také až na okraj koněpruské oblasti (Kukla 1956, Cílek et al. 1992, Suchý et al. 1996). Složitější o dosud ne zcela poznaný byl vývoj oblasti v terciéru, kdy Českým krasem protékaly velké řeky a kdy vznikala první říční síť (např. Kukla 1956, Lysenko 1982, Cílek 1989, Jäger 1993, Kukla a Ložek 1993, Žák et al. 2003b, Ložek et al. 2004).

3. HISTORIE VÝZKUMU KONĚPRUSKÝCH JESKYNÍ

Koněpruské jeskyně byly objeveny na podzim roku 1950. Existuje několik názorů na přesnou dobu jejich objevení, nejčastěji se ovšem jako den objevu uvádí 14. září 1950, tedy datum prostřelení objevného vchodu (např. Lysenko 1970, Mareš 1997, Cílek 2000). Ucelený přehled o názorech autorů na dobu objevení Koněpruských jeskyní podává Kovanda (2002). Objevitelem jeskyní byl podle zápisků lomového mistra Karla Mareše František Štěpán, lomový dělník, který nalezl ve svrchní části jižní stěny Houbova lomu otvor s jeskyní o délce asi 10 metrů. Objev ohlásil právě Karlu Marešovi a ten spolu s Jiřím Jiránkem, Františkem Štěpánem a dalšími chodbu rozšířil a umožnil tak další nové objevy v tomto jeskyním systému (Mareš 1997). Ve svém deníku dále uvádí, že prvním, kdo o výzkum této chodby projevil zájem, byl Jaroslav Petrbok a nově objevená jeskyně byla po něm pojmenována Petrbokova sluj. Petrbok také asi do poloviny října vedl objevné a průzkumné práce prováděné především jeho žáky a lomovými dělníky.

Dále se průzkumu ujali členové Krasové sekce Přírodovědného klubu Karlovy univerzity v Praze (později Krasové sekce Sboru ochrany přírody při Společnosti Národního musea) pod vedením Františka Proška a Jiřího Kukly (Lysenko 1970). Svrchní patro Koněpruských jeskyní bylo objeveno 4. prosince 1950, kdy Jiří Kukla prolezl komínem ze středního patra, který ústí v blízkosti Letošníkovy propasti, asi o 14 metrů výš (Lysenko 1970). Postup objevů (včetně významných nálezů četných kosterních pozůstatků zvířat a člověka) tak, jak je dokumentován v pracích různých autorů, je přehledně sestaven v práci Kovandy (2002).

Mapování nově objevených prostor začalo podle Stárky (1952) již 18. října 1950. Jeskyně byly mapovány členy Krasové sekce Přírodovědeckého klubu Univerzity Karlovy v Praze (mapovací skupina vedená F. Skřivánkem). Další mapování probíhalo koncem šedesátých letech (J. Hromas a P. Nosek úst.sdělení). Základní

mapy středního a svrchního patra jeskyní v měřítku 1:50, které byly vyhotoveny pracovníky Státního ústavu památkové péče a ochrany přírody v Praze a členy Krasové sekce v roce 1974, dále upravil V. Ouhrabka (důlní měřič Správy jeskyní ČR) - viz Mapa 2 a 3.

Z hlediska historického je nejvýznamnější částí systému Koněpruských jeskyní svrchní patro, v němž se koncem 15. století nacházela penězokazecká dílna. Podrobně se archeologií v těchto jeskyních zabývali Hejna a Radoměřský (1958). O archeologickém významu Koněpruských jeskyní také pojednává připravovaná souborná práce o jeskyních České republiky (Hromas a Bílková ed. v přípravě).

Velmi intenzivně byly Koněpruské jeskyně zkoumány z hlediska paleontologického, a to již velmi záhy po jejich objevení na podzim roku 1950. Karel Mareš ve svých vzpomínkách píše: ..."pod komínem jsem nalezl lebku nosorožce, plno kostí bizona, koní, medvěda, hlavičku mořského orla a hlavně lidskou lebku, což jsme vynesli ven a zavolal jsem prof. Petrbokovi a ten pro věci přijel a odvezl do Národního muzea v Praze" (Mareš 1997). Bohužel v tomto prvním období průzkumu jeskyní byla celá řada kostí zničena nebo neodborně z jeskyně vynášena (Stárka 1997). Vedením výzkumu byl dále pověřen dr. František Prošek (Stárka 1952, Lysenko 1970). Poznatky z první fáze výzkumů kostí v padesátých letech shrnují práce Fejfara (1955a, 1955b, 1956, 1966, 1973), Kukly (1952a) a Zázvorky (1951). Kosterní pozůstatky člověka studoval zejména Vlček (1952, 1956, 1957). Osteologické nálezy skončily v několika různých sbírkách a k pokusům o kompletaci materiálu a sestavování koster makrofauny dochází až v současné době (dr. C. Diedrich, Národní muzeum v Praze).

K obnovení speleologického průzkumu Koněpruských jeskyní došlo po několikaleté přestávce v roce 1965 členy Speleologického kroužku při Správě Koněpruských jeskyní a pracovníky Krasové sekce Společnosti Národního muzea v Praze (Hromas 1968). V jeho práci jsou také zdokumentovány nové objevy v jižní části středního patra a ve spodním patře.

V sedmdesátých letech se Lysenko a Slačík jako první zabývali studiem jeskynních sintrů. Své poznatky průběžně publikovali (např. Slačík 1975, 1976, 1982, 1984; Lysenko a Slačík 1975, 1977a, 1977b; Lysenko 1979; souhrnně Lysenko a Slačík 1984). Výsledkem bylo zejména vytvoření sukcesního schématu vzniku jednotlivých generací výzdoby. Dospěli k názoru, že jednotlivé mineralogicky a morfologicky

odlišitelné typy výzdoby představují i časové generace a tyto generace jeskynních sintrů definovali.

V sedmdesátých letech také probíhaly revizní výzkumy starších výkopových prací v sedimentech, které byly prováděny počátkem padesátých let v Proškově dómu (Lysenko 1976). Během těchto prací byla také objevena nová součást systému Koněpruských jeskyní, asi 30 metrů dlouhá jeskyně Pod výtahem (Lysenko 1973). Bylo nalezeno velké množství nového osteologického materiálu zhodnoceného I. Horáčkem (Horáček 1981, 1982, 1984).

První klimatologické výzkumy v Koněpruských jeskyních prováděl v letech 1970-1971 V. Lysenko (Lysenko 1975). Dynamikou ovzduší v Koněpruských jeskyních se také zabýval A. Jančařík (Jančařík 1976).

Průběžné studium opálové mineralizace přineslo nové výsledky v pracích Komaška (1985, 1986, 1987) a Komaška a Cílka (1987).

Geochemií kalcitových žil vyskytujících se v blízkém okolí Koněpruských jeskyní a jejich vztahem k sintrům a sedimentárním devonským vápencům se zabývali Žák a kol. (1987).

Koncem devadesátých let bylo publikováno několik prací zabývajících se možnými vlivy hydrotermálních roztoků na krasovění v oblasti Zlatého Koně (Suchý et al. 1997, Zeman et al. 1997a, Suchý a Zeman 1999, Zeman a Suchý 1999). Tito autoři přisuzují hydrotermálnímu procesu také vznik černých (manganem zbarvených) kůr na stěnách krasových dutin ve Velkolomu Čertovy schody (Zeman et al. 1997b). Problematiku vlivu hydrotermálních roztoků na krasovění v této oblasti diskutuje Žák (1999).

Ve svých kompilačních pracích shrnuje dosavadní poznatky o vzniku a vývoji krasu v koněpruské oblasti Bosák (1993, 1996a, 1996b, 1998a, 1998b, 2000)

První pokusy o datování jeskynních sintrů v Koněpruských jeskyních geochronologickými metodami prováděli Suchý a kol. (2001), další nové poznatky v tomto směru přinesla práce Žáka a kol. (2004).

Klastické jeskynní sedimenty byly nově studovány z hlediska paleomagnetického Kadlecem a kol. (2003).

V poslední době byla pozornost zaměřena také na karbonátové konkrece vyskytující se v jeskynních sedimentech (Knížek 2004).

Minimální pozornost byla zatím věnována morfologii jeskynních dutin v Koněpruských jeskyních. První podrobnější výzkum tvarů dutin v některých

částech Koněpruských jeskyní provedl v roce 2005 R. A. L. Osborne (Univerzita v Sydney), výsledky ale dosud nebyly publikovány.

4. PŘEHLED POZNATKŮ O VZNIKU A VÝVOJI KONĚPRUSKÝCH JESKYNÍ

4.1. Vznik jeskynních dutin, jejich litologická a strukturní vazba a hydrogeologická funkce v době jejich vzniku

Datování vzniku jeskynních dutin je obecně mimořádně obtížné, protože se v podstatě jedná o určení stáří volného prostoru - dutiny. Pokud se podaří datovat nejstarší známé sedimenty ve výplni jeskynních prostor, představuje jejich stáří jen jednostranné omezení možného stáří dutiny samotné. Mezi vznikem jeskyně a ukládáním nejstarších sedimentů v nich totiž mohl uplynout neznámý a v některých případech i velmi dlouhý časový úsek. Jedinou pomůckou pro poznání procesů vzniku samotných dutin je jejich morfologie, která je přímým důsledkem charakteru korozního nebo erozního procesu. Literatura věnovaná morfologii jeskynních dutin je mimořádně obsáhlá. Přehledně byla shrnuta například v práci Atkinsona (1977), Forda a Ewerse (1978), Palmera (1991), souhrnně pak kniha Klimchouka a kol. (2000).

Z hlediska litologické a strukturní kontroly se v Koněpruských jeskyních liší tradičně vyčleňované svrchní, střední a spodní patro jeskyní. Nejméně rozsáhlé svrchní patro je vytvořeno pod rozhraním akantopyghových a suchomastských vápenců. Srdcovitý průřez a zhruba horizontální průběh části chodeb by mohl svědčit o posledním přemodelování dutin v přítomnosti stagnující vodní hladiny.

Nejrozsáhlejší střední patro je geneticky a morfologicky nejzajímavější. Dutiny středního patra sledují tektonizovaný, k severu mírně upadající styk mezi podložními vápenci koněpruskými a nadložními vápenci suchomastskými. Morfologie dutin středního patra je mimořádně složitá. Nachází ze zde několik slepých kupolí a komínů vedoucích směrem k povrchu, které nepochybně vznikly v plně zaplavené (freatické) oblasti, korozí směrem zdola nahoru (Osborne úst. sdělení). Linií prvního průniku korozních roztoků do horninového masívu ("inception line") je právě k severu mírně ukloněná tektonická linie na styku těchto dvou typů vápenců. Nikde ve středním patře (ani v celých Koněpruských jeskyních) není patrná morfologie, která by naznačovala vznik rychle proudící vodou. Převažující uplatnění pomalé selektivní koroze naopak ukazuje na vznik dutin ve vodě stagnující. Jak již bylo

uvedeno výše, prostory středního patra jsou výrazně ukloněné a sledují litologickou a tektonickou hranici. Nejedná se tedy o klasické jeskynní patro v užším slova smyslu kontrolované vodní hladinou, tak jak ho definuje např. Palmer (1991).

Nejhlubší část jeskyní, označovaná jako spodní patro, je vytvořena v masivních koněpruských vápencích, v nichž ke krasovění docházelo po vertikálních puklinách. Ani spodní patro není typickým, vodní hladinou kontrolovaným jeskynním patrem, dutiny zřejmě vznikaly původně také v plně zaplavené (freatické) oblasti. Skalní dno této jeskynní úrovně dosud není známo.

Na procesy a stáří vzniku vlastních dutin Koněpruských jeskyní nepanuje jednotný názor. Je pravděpodobné, že systém Koněpruských jeskyní vznikal v několika fázích (polycyklický kras podle geomorfologické klasifikace Přibyla v Přibyl et al. 1992), jak předpokládá i Komaško (1992). Vznik naprosté většiny dutin nepochybně spadá do terciéru (případně starších období), jak naznačuje i výšková pozice jeskyní. U řady autorů, kteří se vznikem jeskyní Českého krasu zabývali, je mnohdy patrná určitá tendence vytvořit model vzniku, který by vyhovoval pro všechny jeskyně oblasti. Vytvoření takového jednotného modelu však není možné, neboť v oblasti se nepochybně vyskytují jeskyně vzniklé velmi různorodými procesy.

Konkrétně v případě Koněpruských jeskyní lze v literatuře vysledovat tři skupiny názorů na vznik dutin. První nejstarší názor, odvozený z představ vytvořených v klasickém krasu, předpokládá vznik jeskyních úrovní v terciéru ve vazbě na říční úrovně (terasy) postupně se zařezávajících řek (Homola 1947, Petrbok 1956, Tůma 1979, Kučera 1985, speciálně pro Koněpruské jeskyně Hromas 1968). Existenci zarovnaných povrchů a terasových úrovní dokládá Bosák (1997). Na tyto klasické představy navázaly úvahy o tom, že původní pozice dutin vzniklá v úrovni hladiny řek mohla být později pozměněna neotektonickými pohyby (viz níže v kap. 4.2.2.), později však byly představy o amplitudě těchto pohybů redukovány (Cílek 1989).

Druhá skupina názorů předpokládá vznik dutin korozí v trvalé zaplavené (freatické oblasti), zpravidla vícefázově, s těžištěm procesu v křídě a v terciéru. Model byl postupně vytvořen počátkem devadesátých let a přisuzuje hlavní úlohu při vzniku jeskyní směsové korozi pod úrovní erozní báze, zejména pak mezi středním a svrchním paleogénem (Bosák et al. 1992). V koněpruské oblasti tito autoři předpokládají vznik několika krasových úrovní geneticky propojených se vznikem rozsáhlých aluviálních plošin. Freatickému krasovění pak odpovídají i některé tvary jeskynních chodeb (Bosák et al. 1993). Obsáhleji paleohydrologický model

v koněpruské oblasti diskutuje Bosák (1996b). Polyfázový model vzniku jeskynních prostor předkládá ve svém nepublikovaném materiálu Komaško (1992).

Třetí skupina názorů předpokládá vznik dutin korozí teplými nebo dokonce hydrotermálními roztoky (Bosák 1996a, 1996b, 1998a, 1998b, 2000; Suchý et al. 1997; Zeman et al. 1997a; Suchý a Zeman 1999; Zeman a Suchý 1999). Procesy hydrotermálního krasovění se v Českém krasu nepochybně uplatnily, na jejich význam konkrétně pro vznik dutin Koněpruských jeskyní nepanuje jednotný názor (viz diskuse in Žák 1999).

Genezí jeskynních prostor v Českém krasu se zabývají také práce Bruthanse a Zemana (2000, 2001) zaměřené především na hydrogeologii. Tito autoři považují za nejdůležitější proces vnikání povodňových říčních vod do skalního masivu a plošnou nesoustředěnou infiltraci srážkových vod přes sedimentární pokryv.

4.2. Sekundární minerální výplně jeskyní - speleotémy

Koněpruské jeskyně mají z celého Českého krasu nejlépe vyvinuty sekundární kalcitové výplně a některé další minerály (Lysenko a Slačík 1984). O nálezech chalcedonu, opálu a křemene v Koněpruských jeskyních se jako první zmiňuje Kukla (1952a), dále byl v Koněpruských jeskyních popsán i sádrovec (Králík a Skřivánek 1964, Lysenko 1971) a nepřímo prokázán také aragonit (Bosák 1971).

Podrobně se studiem sekundárních minerálních výplní zabývali Lysenko a Slačík od poloviny 70. let. Výsledky jejich geochemického studia byly průběžně publikovány (např. Slačík 1975, 1976; Lysenko a Slačík 1975; 1977a, 1977b) a uceleně shrnuty v jejich práci z roku 1984 (Lysenko a Slačík 1984). Jsou tu popsány sekundární minerální výplně Koněpruských jeskyní jak z hlediska morfologie tak i z hlediska posloupnosti jejich vzniku (podrobněji v kapitole 4.2.1.).

Ne zcela všeobecně přijata byla Jančaříkova teorie původu některých typů výzdoby ze vzdušných aerosolů (Jančařík 1986).

Další fází studia speleotém byly pokusy o jejich absolutní datování (Suchý et al. 2001, Žák et al. 2004). Dosavadní poznatky naznačují, že v dosahu nejčastěji užívané datovací metody (cca 350 tis. let, metoda $^{230}Th/^{234}U$) jsou jen některé sintry třetí generace a sintry čtvrté generace (podle Lysenka a Slačíka 1984 viz dále). Sintry první a druhé generace jsou za dosahem metody, mají však zpravidla porušené izotopové systémy, takže jejich datováním lze získat nesprávná mladší data (Suchý et al. 2001).

4.2.1. Generace sekundárních kalcitových výplní

Lysenko a Slačík (1977a, 1977b, 1984) vyčlenili pět generací sekundárních kalcitových výplní dvou typů (typ S – sintrové kůry, typ V – stalaktitové formy).

Lysenko a Slačík (1984) uvádějí: „První generace je tvořena v úplném sledu na bázi kalcitovými oolity až pizolity a mikrokrystalickými přírůstkovými vrstvami, dále většími polokulovitými korality rovněž s koncentrickou stavbou mikrokrystalických přírůstkových vrstev, keříčkovitými drúzami a celistvými povlaky a sintry tvořenými kalcitovými agregáty. Vývoj této generace byl ovlivněn přínosem SiO_2 a vznikal tzv. opálový sintr. Tuto první a místy i druhou generaci sintrů postihuje často rekrystalizace. Typickým příkladem této generace sintrů jsou tzv. Koněpruské růžice v Proškově dómu." Na některých místech obsahují podlahové sintry náležející k této první generaci kromě opálu také křemen (prokázáno RTG – nepublikovaná data, Komaško úst. sdělení). Podle Kukly (1952a) vznikala tato forma slupičkovité výzdoby v prostorách zcela vyplněných vodou. Tento názor ovšem na základě terénních pozorování z Nové propasti na Zlatém Koni (evidenční číslo 11-014) zpochybňuje Komaško (1987). Vzniku této nejstarší výzdoby předcházela patrně první fáze řícení stropních desek, neboť podle Lysenka (1976) tato opálonosná výzdoba v Proškově dómu tmelí řícené bloky.

„Druhá generace zahrnuje hlavně mocné sintrové kůry tvořené stébelnatým agregátem průsvitných krystalů kalcitu medové barvy. V průběhu vzniku této generace došlo několikrát k přerušení růstu sintrů, neboť některé laminy jsou překryty povlakem jílové substance...." (Lysenko a Slačík 1984). Kalcitové výplně této generace se vyskytují například v Marešově síni ve středním patře Koněpruských jeskyní, v Nové propasti na Zlatém Koni a v Dědkově díře (evidenční číslo 11-007/D). V Nové propasti je zachován průběžný přechod ze sintrů 1. generace do sintrů 2. generace, kdy se několikrát opakují vrstvy sintrů 1. a 2. generace (Komaško 1987). Mezi dobou vzniku sintrů první a druhé generace pravděpodobně není velký časový odstup, neboť povrchy sintrů první generace nejsou před započetím ukládání druhé generace výrazně korodovány ani zajílovány. Přechod od první do druhé generace tedy nejspíše indikuje změnu fyzikálně-chemických podmínek, nikoliv však dlouhý časový odstup (Žák et al. 2004). Podle Komaška (1987) může být tento přechod způsoben změnou klimatických podmínek.

„Třetí generace je zastoupena především mikrokrystalickými nebo jemnozrnnými povlaky a mocnými vrstvami laminovaných sintrů...." (Lysenko a Slačík 1984). Bývá

označována jako generace „Mohyly" podle největšího zástupce této generace, rozpadajícího se stalagmitu uprostřed Proškova dómu. V rámci této generace jsou však nepochybně zahrnuty sintry velmi různého stáří, nejedná se tak o jeden časový horizont. Nejmladší povrchové vrstvy Mohyly jsou v dosahu datovací metody $^{230}Th/^{234}U$, jsou tedy mladší než 350 tis. let (Žák et al. 2004).

Sekundární minerální výplně čtvrté generace jsou především sintrové povlaky a větší krápníkové útvary, jako jsou tzv. Varhany a Labuť (Lysenko a Slačík 1984).

Nejmladší krápníkové útvary, tedy zejména recentní sintry nebo excentrika, pak podle Lysenka a Slačíka (1984) náleží páté generaci.

Tito autoři se také pokusili o časové zařazení vzniku těchto generací, prováděli jejich detailnější geochemický výzkum a zaměřili se i na postavení opálové mineralizace v Koněpruských jeskyních.

4.2.2. Opálová mineralizace a výskyt křemene v Koněpruských jeskyních

Opál a chalcedon byly v Koněpruských jeskyních poprvé popsány Kuklou (1952a). Detailněji byla silicifikace sekundární kalcitové výplně studována asi od poloviny 70. let. Vznik opálu je vázán na časově omezené, klimaticky teplé a vlhké období, za podmínek vhodných pro pochody tropického zvětrávání a tudíž i pro zvýšenou migraci SiO_2 (Lysenko a Slačík 1984). Ložek (1973) uvádí, že k prokřemenění sintrů došlo v nejstarším eopleistocénu. V Koněpruských jeskyních se opál vyskytuje v sintrech 1. generace (Lysenko a Slačík 1984), v podlahových sintrech náležejících rovněž 1. generaci byl navíc ve spodní části prokázán křemen (RTG analýza – nepublikovaná data, Komaško úst. sdělení).

Velmi podrobně se výskytem různých forem SiO_2 v krasovém prostředí zabývali i Komaško a Cílek (1987), kteří také výskyt křemene a opálu v oblasti Zlatého Koně mapovali.

Koncem 70. a počátkem 80. let byla vypracována teorie, podle níž měl opál v jeskyních Českého krasu (včetně koněpruské oblasti) původně vznikat v jednom období ve stejné nadmořské výšce a v jedné úrovni vůči vodní hladině, neotektonické pohyby pak měly mít za následek, že dnes opál nacházíme v různých úrovních (Lysenko a Slačík 1977a, 1978; Bosák a Rejl 1982; Slačík 1982; Bosák 1985). Opál byl ovšem nalezen i pod úrovní, kterou tato teorie pokládá za dolní hranici výskytu (Komaško 1986), není tedy pravděpodobné, že všechny opálem zdobené jeskyně Českého krasu (včetně Koněpruských jeskyní), vznikaly původně v jedné výškové

úrovni a opál v nich pouze v jednom období. Amplituda uvažovaných neotektonických pohybů byla navíc zpochybněna, například Cílkem (1989). Opál se také pravděpodobně v Českém krasu vyskytuje v několika genetických typech a tato problematika by vyžadovala podrobnější mineralogické a geochemické studium.

4.2.3. Datování sekundárních minerálních výplní v Koněpruských jeskyních

O určení doby vzniku různých typů krápníkové výzdoby v Koněpruských jeskyních i v celém Českém krasu se pokoušela řada autorů. Základem jejich úvah byly především nepřímé důkazy paleogeografické (Lysenko 1982, Bosák 1985), paleontologické (Horáček 1984) a palynologické (Halbichová a Jančařík 1983, Jančařík 1986). Na základě superpozice Lysenko a Slačík (1977b, 1984) určili relativní stáří jednotlivých typů krápníkové výzdoby. V těchto pracích také podávají svoji představu o absolutním stáří jednotlivých sintrových generací.

První pokus o objektivní časové zařazení vzniku sintrů Koněpruských jeskyní pomocí metod absolutního datování provedl Suchý a kol. (2001). Bylo zjištěno, že datování pomocí radioaktivního uhlíku je pro naprostou většinu sintrů (s výjimkou těch nejmladších) nepoužitelné, neboť jejich stáří je vyšší než 21 000 let. Zjištění, že nejstarší sintrová generace je asi 200-260 tisíc let stará (datováno ve výzkumném středisku CERAK při Polytechnické fakultě v Mons, Belgie metodou $^{230}Th/^{234}U$), je v rozporu s jejím předpokládaným terciérním stářím zjištěným na základě paleontologie (Horáček 1984) i nepřímých důkazů odvozených z terénních pozorování.

Další pokus o datování sintrů Koněpruských jeskyní byl uskutečněn v rámci projektu GA ČR reg. č. 205/02/0449 „Jeskynní sedimenty a vývoj krasových jevů v údolí řeky Berounky v Českém krasu". Bylo prokázáno, že stáří sintrů první generace určené Suchým a kol. (2001) není správné, neboť sintry první i druhé generace jsou bezpečně za dosahem metody $^{230}Th/^{234}U$. Touto metodou je možné datovat až třetí generaci sintrů, tedy typ „Mohyla", který vykazuje stáří povrchové vrstvy 250-300 tisíc let. Stáří laminovaných sintrů třetí generace se pravděpodobně nedá zobecnit, neboť bylo zjištěno, že laminované typy sintrů se vyvíjely opakovaně a v Zamenhofově dómu je lze najít i ve výplni mezi sintry první a druhé generace (Komaško úst. sdělení, viz též Žák et al. 2004). V sondě v sv. části Proškova dómu (viz kapitola 6.1.4.) nalezl I. Horáček v podloží spadlých bloků se sintry první generace netopýří faunu řazenou do spodního pleistocénu (spodní bihar), viz např.

Horáček in Fejfar et al. (2004). To dokládá, že tyto sintry jsou buď z nejstarší části kvartéru (nejstarší spodní pleistocén) nebo starší. Současně tento typ sintrů evidentně vznikal v období, kdy byla korozní morfologie dutin již plně dotvořena (Osborne a Žák úst. sdělení), v Nové propasti pokrývají sintry první generace zbytky laminovaných jílů. Pro určení stáří první a druhé generace sintrů jsou tedy k dispozici stále jen nepřímé doklady. Všechna tato data naznačují, že nejstarší sintry v Koněpruských jeskyních, tedy sintry první generace, vznikaly mezi svrchním miocénem a spodním pleistocénem. Přesněji jejich stáří zatím stanovit nelze.

4.3. Klastické jeskynní výplně a etapy řícení stropů jeskynních dutin

Narozdíl od studia speleotém Koněpruských jeskyní, kterému byla věnována velká pozornost, byly klastické jeskynní výplně spíše stranou výzkumného zájmu. Zmiňovány a popisovány jsou téměř výhradně v souvislosti s paleontologickými a archeologickými nálezy, a to zejména v Proškově dómu (Prošek 1951, Kukla 1952a, Prošek et al. 1952, Stárka 1952). V práci Kukly (1951) jsou také poprvé popsány v jílech se vyskytující karbonátové konkrece („cicváry"). V 70. letech byly prováděny další sondovací práce v Proškově dómu Správou Koněpruských jeskyní. Revizi některých starších, nedostatečně sedimentologicky dokumentovaných výkopů, a sedimentologické zhodnocení nových prováděl V. Lysenko (Lysenko 1973, 1976).

Především geochemickými charakteristikami černě zbarvených poloh v klastických sedimentech jeskyní na Zlatém Koni se zabývají práce Cílka a Fábryho (1989). Nově byly sedimenty Koněpruských jeskyní studovány Kadlecem a kol. (2003), jejichž práce je zaměřena na paleomagnetické studie klastických jeskyních výplní (viz dále). Okrajově se mineralogie jeskynních jílů dotýká i práce Žáka a kol. (2004).

Velmi významnou součástí sedimentárních sledů jsou na mnoha místech opadlé stropní bloky. Opakované řícení stropních desek je na mnoha místech poslední významnou etapou modelace jeskynních prostor Koněpruských jeskyní. Docházelo k tomu podle Komaška (1992) vlivem poklesu hladiny podzemních vod, které přestaly jeskynní prostory vyplňovat a korozí narušené stropní desky nadlehčovat. Pro některé etapy řícení desek bylo zřejmě určující promrzání podzemních dutin v glaciálech. Datování těchto událostí je velmi obtížné, pouze v případě opadlých bloků tmelených výzdobou první generace lze dobu jejich zřícení definovat relativně

ve vztahu k době vzniku této výzdoby. Další informace o řícení stropů v Koněpruských jeskyních přinesl paleontologický výzkum jeskynních sedimentů.

4.4. Přehled paleontologických výzkumů v Koněpruských jeskyních

4.4.1. Výsledky studia kostí obratlovců v jeskynních sedimentech

Kosterní nálezy byly soustředěny především v tzv. Hlavním (později Proškově) dómu. Materiál sbíraný zde J. Petrbokem a objeviteli v roce 1950 je uložen v Národním muzeu, jako místo jeho sběru je uvedena Petrbokova sluj. Dále byly prováděny rozsáhlé výkopové práce členy Krasové sekce Přírodovědeckého klubu Univerzity Karlovy v Praze jak pro účely archeologie tak paleontologie pod vedením Františka Proška (Prošek 1952d). Poznatky z první fáze výzkumů kostí v padesátých letech shrnují práce Proška (1952a, 1952b, 1952c), Fejfara (1955a, 1955b; 1956; 1966), Kukly (1952a), Zázvorky (1951), výsledky výzkumů lidských kostí pak shrnuje Vlček (1952, 1956, 1957) a Prošek a Vlček (1952).

Revizní výzkumy prováděné od poloviny 70. let, dokumentované Lysenkem (1976), přinesly řadu nových poznatků i v paleontologických otázkách. I. Horáček v rámci těchto revizí nalezl v Proškově dómu netopýří mikrofaunu i v podloží zřícených stropních desek, zatímco starší práce zde považovali polohu těchto bloků za hranici mezi paleontologicky sterilním podložím a kosti obsahujícím nadložím (Horáček 1982, 1984; Horáček in Cílek a Bosák 2000). Seznam nalezených taxonů je uveden v pracích Horáčka (1981, 1984). Jedná se pravděpodobně o faunu spodnobiharskou (Horáček 1984). Velmi významný je také nález kostí předkvartérních netopýrů v horní části Nové propasti na Zlatém Koni dokumentovaný Horáčkem (1979).

Stratigrafický význam kostí byl rozpracováván Fejfarem (1956, 1973). Některé nové výsledky jsou publikovány i v práci Fejfara a kol. (2004), která především shrnuje dosavadní poznatky o významu kostí pro zjišťování stáří sedimentárních výplní jeskyní. Fejfar a kol. (2004) píše: „Lze tedy shrnout, že dnes jsou ve středním patře známy tři stratigrafické jednotky obsahující fosilní savce, časově spadající do biharu. V podloží řícených stropů (a jemu bezprostředně předcházející) je fauna spodního biharu. Nad úrovní řícených stropů je fauna, jejíž hlavní složku tvoří pozůstatky medvěda Ursus deningeri. ... Na tuto vrstvu pak v jednom místě nasedá sedimentární série Jižního komína náležející k nejsvrchnější fázi stupně bihar. Protože prostřední fauna jeví známky transportu (zachování mléčných zubů ale vylučuje dlouhý přesun), není možné její stáří jednoduše odvodit ze superpozice. Nicméně starší

nepublikované informace i nově získané nálezy prokázaly i pro tuto faunu svrchnobiharské stáří. ..."

Nejsvrchnější část suťového kuželu v Proškově dómu nepochybně obsahuje kostní materiál z posledního glaciálu, včetně pozůstatků člověka datovaných nedávno Svobodou et al. (2002) na 13 tis. let.

4.4.2. Další paleontologické výzkumy

Kromě paleontologických prací zaměřených na kosterní pozůstatky obratlovců byly v koněpruské oblasti prováděny i výzkumy malakologické a malakostratigrafické. Poznatky v této oblasti shrnuje V. Ložek (Ložek 1984, Ložek in Cílek a Bosák 2000). Jeskynního systému Koněpruských jeskyní se tyto práce ovšem týkají jen okrajově.

Poněkud problematické jsou výsledky palynologických studií Halbichové a Jančaříka (1983).

4.5. Paleomagnetický výzkum klastických sedimentů Koněpruských jeskyní

První paleomagnetické výzkumy sedimentů v Českém krasu byly prováděny v rámci projektu GA ČR reg. č. 205/02/0449 „Jeskynní sedimenty a vývoj krasových jevů v údolí řeky Berounky v Českém krasu". Koněpruských jeskyní se tento projekt týkal jen okrajově. V práci Kadlece a kol. (2003) jsou publikovány výsledky studia dvou profilů nacházejících se ve středním patře Koněpruských jeskyní. Cílem paleomagnetických studií bylo časové zařazení pelontologicky sterilních jemnozrnných sedimentů. Autoři došli k závěru, že stáří sedimentů odkrytých v obou profilech v Koněpruských jeskyních je možné na základě především normálních polarit a starších poznatků o stratigrafii sedimentů v jeskyni interpretovat jako pliocenní (3,5-2,581 mil. let) nebo spodnopleistocenní (1,95-1,77, případně 1,07-0,99 milionu let) (Kadlec et al. 2003).

V rámci této práce bylo také prováděno studium minerálů těžké frakce několika vzorků sedimentů. Ve vzorcích převládali opakní minerály (sekundární minerály Fe)(Kadlec et al. 2003).

4.6. Výzkum karbonátových konkrecí

Karbonátové konkrece v jeskynních sedimentech se na Zlatém Koni nacházejí v řadě jeskyní, včetně systému Koněpruských jeskyní. Jedná se o kulovité nebo

nepravidelné převážně karbonátem tvořené útvary dosahující velikosti až 50 cm v průměru (Knížek 2004). Poprvé byly z Koněpruských jeskyní popsány Kuklou (1951) ve zprávě o objevení Petrbokovy sluje (původní označení pro celou na počátku padesátých let známou část Koněpruských jeskyní, dnes označení krátké jeskynní chodby při objevném vchodu). Zmiňovány jsou i v jeho další práci (Kukla 1952a). Jejich popis je zde velmi málo podrobný a mechanismus vzniku ne zcela objasněný.

Konkrece byly dále zaznamenány Lysenkem (1976) při revizních výzkumech ve svrchní části Proškova dómu.

Od poloviny 80. let probíhaly rozsáhlé výkopové práce ve Vánočních jeskyních a v sedimentech této části systému Koněpruských jeskyní popisují výskyt konkrecí Cílek a Koloušek (1990), kteří vyčleňují dva morfogenetické typy. První typ má paprsčitou strukturu a vzniká podle těchto autorů v sedimentu, jeho postupným vysoušením. Druhý typ má vnitřní strukturu septáriovou a při jeho vzniku se uplatňuje Liesengangův jev (Cílek a Koloušek 1990).

Nově se konkrecemi, zejména pak jejich sedimentárně petrologickým a mineralogickým zhodnocením, zabýval ve své bakalářské práci Knížek (2004). Zkoumal rozšíření jednotlivých typů konkrecí a jejich chemické a minerální složení. Ve své práci uvádí, že kromě převažujícího kalcitu jsou v konkrecích uzavírány klasty křemene, limonitu, goethitu, turmalínu, minerálů skupiny TiO_2, zirkonu, rutilu a ilmenitu. Zaznamenává také Komaškovu nepublikovanou teorii vzniku těchto konkrecí, které podle něj rostou v předem daných prostorech vzniklých odmíšením jílovoprachovité suspenze a metastabilního hexahydrátu $CaCO_3 . 6H_2O$, ze kterého se dalšími pochody stává kalcit.

5. POUŽITÉ METODY

Práce byly rozvrženy do dvou základních etap, etapy terénní a laboratorní. Terénní práce byly za významné podpory Správy Koněpruských jeskyní uskutečňovány průběžně během zimy 2004/2005 a první poloviny roku 2005. Laboratorní práce navázaly během zimy 2005/2006 a jara 2006.

5.1. Terénní práce

V počáteční fázi byl proveden základní průzkum středního patra Koněpruských jeskyní a výběr profilů vhodných k detailnímu zpracování. Dále bylo vybráno i

několik významných profilů nacházejících se mimo střední patro Koněpruských jeskyní. Vybrány byly profily dosud nepopsané, některé také ohrožené zánikem. Celkem deset profilů bylo postupně nakresleno v měřítku 1:5 a popsáno. Zrnitost sedimentů byla určována přímo v terénu podle příručky Kukala (1985). Byly vybrány vrstvy vhodné pro rentgenové studium jílových minerálů a pro určení minerálů těžké frakce. Odebráno bylo celkem 17 vzorků pro určení minerálního složení jílové frakce pomocí rentgenu a čtyři vzorky pro separaci a zhodnocení těžké frakce. Vzorky jílů byly označeny podle místa odběru písmenem a pořadovým číslem, vzorky pro určení minerálů těžké frakce byly označeny pořadovými čísly. Místa odběrů byla zanesena do nákresů profilů, z nichž byly vzorky odebrány.

5.2. Laboratorní práce

5.2.1. Studium těžkých minerálů

Odebrané vzorky pocházely z vrstev jemně až středně zrnitých písků (zrnitost sedimentů byla určena makroskopicky v terénu). Prachovité nebo jílovité sedimenty vzorkovány nebyly, protože zjišťování asociací těžkých minerálů takto jemných zrnitostí je velmi problematické.

Vzorky byly odkaleny a sítováním byla oddělena frakce 0,2-0,6 mm. Z této frakce byly dále separovány těžké minerály běžným způsobem za použití těžké kapaliny (tetrabrometanu o hustotě 2,95 $g.cm^{-3}$). Separaci těžkých minerálů provedl Ing. František Veselovský v laboratořích České geologické služby v Praze.

Při studiu těžké frakce pod binokulárním mikroskopem bylo zjištěno velké množství novotvořených oxidů železa (převážně limonitu), který často tmelil i zrna, která by jinak náležela lehké frakci. Tento limonit vznikal v sedimentu až druhotně v jeskynním prostředí, proto byl rozpuštěn krátkým povařením v koncentrované kyselině solné a poté byla opět provedena separace v těžké kapalině.

Těžké minerály byly znovu studovány pod binokulárním mikroskopem, minerály průsvitné dále i pod polarizačním mikroskopem. Zastoupení jednotlivých minerálů bylo určeno kvalifikovaným odhadem. Pozice odebraných vorků se nachází v příloze Obrázek 8 a Obrázek 10. Popis a lokalizace vzorků pro studium těžkých minerálů se nachází v Tabulce 1, výsledky studia minerálů těžké frakce tří odebraných vzorků z Koněpruských jeskyní a tří srovnávacích vzorků z VČS – východ jsou uvedeny v Tabulce 2.

5.2.2. Rentgenová identifikace jílových minerálů

V rámci této diplomové práce bylo vybráno 17 vzorků převážně jílových sedimentů pro RTG identifikaci jílových minerálů. Vzorky byly vybírány tak, aby především dobře reprezentovaly barevné spektrum jílů vyskytujících se v jeskynním systému středního patra Koněpruských jeskyní a v jeskyních s ním souvisejících. Vzorky odebírané z dokumentovaných profilů jsou vždy v nákresu zachyceny (pozice odběru a označení vzorku uvedeno červeně). Po odebrání byl každý vzorek rozpuštěn a homogenizován v destilované vodě (v třepačce po dobu 24 hodin). Dále byla sítem z homogenizovaného vzorku oddělena frakce < 0.063 mm, která byla vysušena a poté její malá část rozmíchána v destilované vodě kápnuta na podložní sklíčko. Vyschnutím vodní kapky vznikl na sklíčku tenký film tvořený jílovými minerály. Z každého vzorku byly připraveny dva tyto preparáty. Jeden z nich byl napařen v parách ethylenglykolu kvůli zjištění přítomnosti bobtnavých jílů. Připravené vzorky byly zpracovávány v Laboratoři RTG difrakce Ústavu pro geochemii, mineralogii a nerostné zdroje Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze z následujících podmínek měření:

Neglykolované vzorky: Start Position [°2Th.] 3.0460
End Position [°2Th.] 69.9460
Step Size [°2Th.] 0.0500
Scan Step Time [s] 250.1900
Scan Type Continuous
Irradiated Length [mm] 10.00
Specimen Length [mm] 10.00
Measurement Temperature [°C] 25.00
Anode Material Cu
Generator Settings 40 kV, 30 mA
Goniometer Radius [mm] 240.00

Glykolované vzorky: Start Position [°2Th.] 3.0300
End Position [°2Th.] 19.9300

Výsledné difraktogramy byly vyhodnocovány pomocí softwaru ZDS ver 4. 17.

Pozice odebíraných vzorků je zakreslena v přílohách Obrázek 1 až Obrázek 10. Výsledky RTG identifikace jílových minerálů jsou v Tabulce 5.

5.2.3. Stanovení izotopového složení uhlíku a kyslíku karbonátu v některých konkrecích a sintrech

Vzorky byly po homogenizaci v achátové misce reagovány běžnou metodikou ve vakuu se 100 % H_3PO_4. Izotopové složení uhlíku a kyslíku připraveného plynu CO_2 bylo stanoveno na hmotnostním spektrometru Finnigan MAT 251 v laboratořích České geologické služby v Praze na Barrandově. Popis a lokalizace jednotlivých nově odebraných konkrecí a sintrů se nachází v Tabulce 3. Vzorky odebírané dříve a studované M. Knížkem jsou popsány v jeho bakalářské práci (Knížek 2004). Výsledky jsou udány pomocí obvyklé notace $\delta^{13}C$ a $\delta^{18}O$ v ‰ proti mezinárodnímu standardu PDB a jsou uvedeny v Tabulce 4. V příloze Graf 1 jsou zachycena tato nově získaná data spolu s již dříve publikovanými daty z analýz paleozoických vápenců, diagenetických tmelů, žilných kalcitů a jeskynních sintrů.

6. VÝSLEDKY

6.1. Popisy studovaných profilů

Profily jeskynními sedimenty studované v rámci této diplomové práce se nacházejí ve středním patře Koněpruských jeskyní a v jeskyni „U Žáby". Jeskyně „U Žáby" se nachází zhruba v úrovni středního patra Koněpruských jeskyní, je od něj ale oddělena sedimentární výplní a není s ním tedy průchodně propojena. Pozice studovaných profilů v jeskynním systému je zakreslena v Mapě 2.

V terénu byla provedena popisná, kresebná a fotografická dokumentace deseti profilů. Nákresy jednotlivých profilů jsou zařazeny přímo v textu (Obrázek 1 až 4 a Obrázek 6 až 9), nákresy větších formátů (Obrázek 5 a 10) jsou zařazeny v přílohách za textem. Fotografická dokumentace se nachází v přílohách za textem (Foto 1 až 14). Stručná charakteristika jeskynních sedimentů v profilech je uvedena v následujících kapitolách. Čísla uvedená vždy v závorce za popisem jednotlivých typů sedimentu odpovídají jejich číselnému označení v nákresech profilů a v legendě k nim (Obrázek 1 až 10).

6.1.1. Profily „u Křtitelnice"

6.1.1.1. Jihozápadní stěna

Tento profil byl z větší části odkryt při úpravách zpřístupněné trasy během zimy 2004/2005. Při těchto pracích došlo k prohloubení profilu až na skalní podloží, tvořené zde koněpruskými vápenci. Mocnost obnažených jeskynních sedimentů se

pohybuje od 0.5 do 0,9 m, délka zkoumaného úseku je 2,2 m. Báze profilu se nachází v nadmořské výšce asi 437 m n.m. Ostrý zářez chodníku zpřístupněné trasy by mohl časem poznamenat stabilitu vzniklého profilu, také proto byl v rámci této práce dokumentován.

Profil se nachází asi 3 m jihozápadně od bližší hrany vyústění Letošníkovy propasti ve středním patře Koněpruských jeskyní, podél jz. okraje chodníku zpřístupněné trasy. Jeskynní sedimenty jsou zde uloženy v menším k severu otevřeném jeskynním výklenku mezi jeskyní Jaroslava Petrboka (na západě) a horní částí Kuklova dómu (na východě). Vůči oběma jeskyním je popisovaný profil asi o 5 až 7 m níž. Na severu tento výklenek přímo navazuje na prostoru při vyústění Letošníkovy propasti a dále na Starou chodbu, přičemž vůči hornímu okraji Letošníkovy propasti je asi o 1 až 2 m výš.

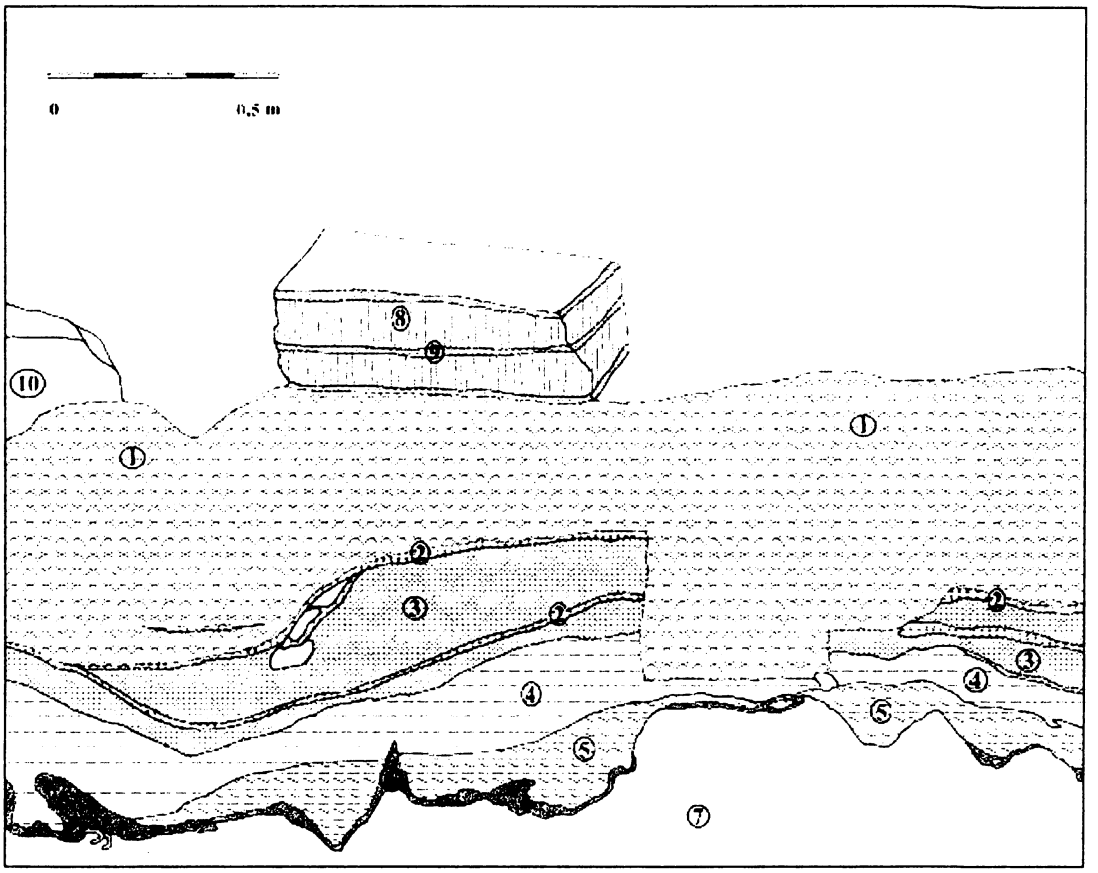
Jihozápadní stěnu profilu „u Křtitelnice" zachycuje Obrázek 1 a Foto 1.

Popis profilu a jednotlivých typů sedimentů:

Sedimentární sled obnažený v profilu je s největší pravděpodobností intaktní, došlo v něm však k post-sedimentárním pohybům (skluzům) jeskynních sedimentů po ukloněném skalním podloží, které mohly mít vliv i na pozici mocných sintrových bloků na povrchu klastických sedimentů. Sintrové bloky jsou rozlámány a naznačují možnost rozvlečení směrem po svahu dolů.

Skalní podloží klastické sedimentární výplně profilu představované koněpruskými vápenci (7) je zbarveno dočerna (6), místy až do hloubky 10 cm od hranice jeskynní sediment/vápenec. Vůči zbarvení odolnější jsou zbytky schránek organizmů. Přímo na styku se skalním podložím se v profilu nachází rezavé nebo okrově rezavé masivní jíly (4), které jsou při tomto kontaktu prosyceny jeskynním sintrem (5). V těchto jílech je velmi častý vznik lesklých plošek, hojně také obsahují černé pásky o různé délce i mocnosti, v některých případech se jedná o zbarvené kluzné plochy. Jíly jsou místy nevýrazně tence horizontálně laminované. Sedimentace jílů byla vystřídána usazováním středně dobře až špatně vytříděných sedimentů s vysokým obsahem vápencových klastů (až 0,5 cm velkých) a útržků různě barevných jílů (3). Základní hmota této vrstvy je většinou tmavě rezavá, jílovitá, útržky barevných jílů jsou v ní rozptýleny bez výrazného uspořádání. Od svého podloží se především barevně velmi liší hnědavé sedimenty, špatně nebo středně dobře vytříděné, rovněž s vysokým obsahem úlomků různě barevných jílů (1). Vrstva (1) ojediněle obsahuje i křemenné valounky do 4 mm v průměru, nalezeny byly i dva drobné úlomky kostí.

Ve spodní části této vrstvy se nacházejí tenké pásky jílu do 2 cm mocnosti v různých odstínech rezavé. Na povrchu klastických jeskynních sedimentů v horní části profilu leží fragment 15 až 20 cm mocné sintrové desky o rozměrech 0,5 x 0,5 m. Deska je tvořena několika vrstvičkami tence laminovaných sintrů (9) střídajících se s mocnějšími vrstvami tzv. medových sintrů (2. generace sintrů podle Lysenka a Slačíka 1984) (8). Zadní část desky přiléhá těsně ke skalní stěně, ale spojena s ní není. Na stěně jsou asi o 15 cm výše patrné pozůstatky zřejmě dříve souvislé sintrové polohy, které jsou zřetelně vidět i po obvodu celého jeskynního výklenku „u Křtitelnice".



Obrázek 1. Profil „u Křtitelnice"- jihozápadní stěna.

1 - velmi špatně vytříděné, nehomogenní hnědé sedimenty (ojediněle úlomky kostí), 2 - okrové až rezavé jílovité pásky, 3 - tmavě rezavý jíl s hojnými vápencovými klasty a útržky barevných jílů, 4 - okrově rezavé masivní jíly s černě zbarvenými pásky různé mocnosti, 5 - okrově rezavé masivní jíly – výrazně prosintrované, 6 - koněpruský vápenec zbarvený výrazně dočerna, 7- koněpruský vápenec, 8 - stébelnatý „medový" sintr, 9 - tence laminovaný sintr, 10 – vápencová deska

6.1.1.2. Severovýchodní stěna

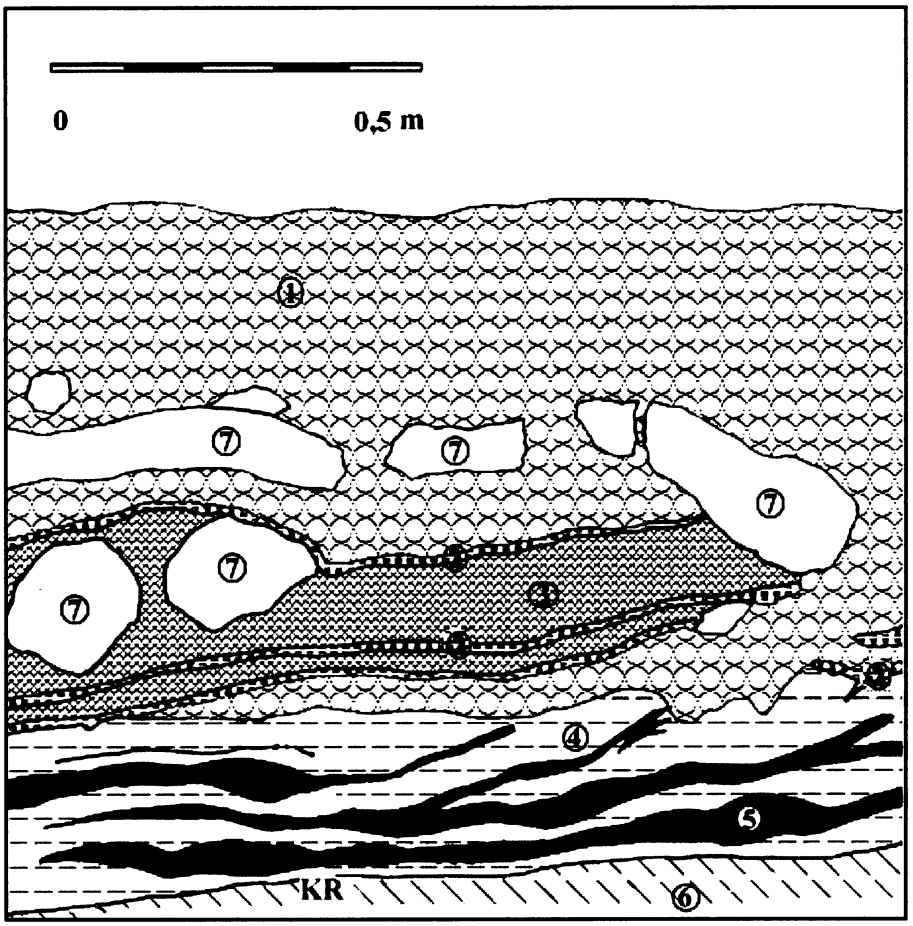
Dokumentována byla i stěna při sv. okraji chodníku zpřístupněné trasy v prostoru „u Křtitelnice". Úsek dokumentovaný na sv. straně se nachází asi 1 m jv. od východního konce předchozího profilu. Báze profilu je asi o 0,5 m výše než v případě jz. stěny a

podloží jeskynních sedimentů je navíc ukloněno, takže v profilu na sv. straně nebylo skalní podloží zachyceno. Mocnost sedimentů v profilu je do 0,9 m, sledovaná délka asi 1,2 m.

Severovýchodní stěnu profilu „u Křtitelnice" zachycuje Obrázek 2 a Foto 2.

Popis profilu a jednotlivých typů sedimentů

Sled sedimentárních vrstev v této sv. stěně je obdobný jako na opačné straně chodníku, je zde však výraznější zastoupení černých sedimentů (5) při bázi profilu, které mají mocnost do 5 cm (viz Foto 2). Mineralogické složení tohoto typu sedimentu bylo určeno pomocí RTG (vzorek KR); výsledky analýzy jsou v Tabulce 5.

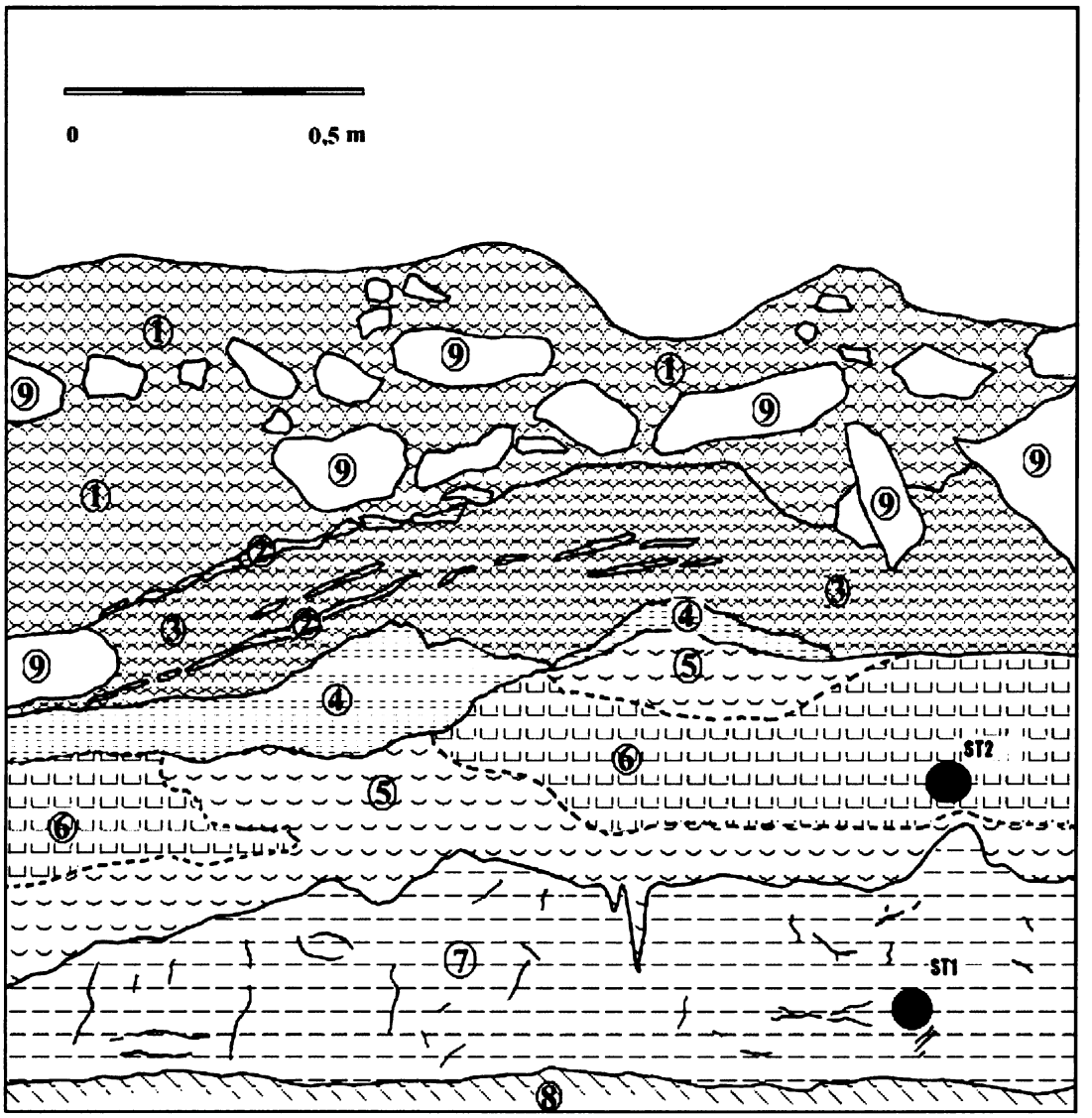


Obrázek 2. Profil „u Křtitelnice"-severovýchodní stěna.

1-velmi špatně vytříděné, nehomogenní hnědé sedimenty (ojediněle úlomky kostí), 2 - okrové až rezavé jílovité pásky, 3 - tmavě rezavý jíl s hojnými vápencovými klasty a útržky barevných jílů, 4 - okrově rezavé masivní jíly s černě zbarvenými pásky různé mocnosti, 5 – jílovité černé vrstvy, 6 – podloží, 7 – vápencové klasty. KR – vzorek pro RTG studium jílových minerálů.

6.1.2. Profily ve Staré chodbě

Stará chodba je mírně k sz. ukloněná jeskynní prostora dlouhá přibližně 150 m a široká až 20 m přibližně s-j. směru. Je součástí středního patra Koněpruských jeskyní a její jižní částí vede zpřístupněná turistická trasa. Chodba se vytvořila podél tektonicky modifikovaného styku koněpruských a suchomastských vápenců. V průběhu doby byla Stará chodba vyplněna větším množstvím klastického materiálu, který byl později opět částečně erodován a přemístěn do nižších prostor. Na několika místech je Stará chodba vyplněna klastickými sedimenty až po strop.



Obrázek 3. Profil ve Staré chodbě – západní stěna.

1 - velmi špatně vytříděné, nehomogenní hnědé sedimenty, 2 - pásky plastického červenorezavého jílu, 3 - špatně vytříděný rezavý prach s útržky barevných jílů a vápencovými klasty, 4 - červenorezavý plastický jíl, 5 - rezavý špatně vytříděný jílovitý prach s obsahem útržků barevných jílů, trend zjemňování do nadloží, 6 - cihličkovitě se rozpadající rezavé až hnědorezavé jíly, 7 - kompaktní béžový jíl s tenkými černými pásky, 8 – podloží, 9 – vápencové klasty. ST1 a ST2 – vzorky pro RTG studium jílových minerálů.

Studovány byly profily v 7 m dlouhém výkopu pro umístění rozvaděče RO-4 na západním boku Staré chodby v roce 1972. Výkop směřuje k s. až ssz. Je pravděpodobné, že Stará chodba a Proškův dóm jsou v tomto místě propojeny širokou jeskynní prostoru většinou až po strop vyplněnou sedimenty (Komaško úst. sdělení). Dokumentována byla západní i východní stěna této chodbičky, které se od sebe významně neliší. V závěru chodbičky je povrch sedimentů přímo na styku se skalním stropem, který se zde sklání dolů. Obnažené sedimenty dosahují maximální mocnosti 1,3 m, sledovaný úsek západní stěny má délku 1,3 m, východní stěny 1,8 m. Báze obou profilů je v nadmořské výšce přibližně 425 m n. m. (měřické body ve Staré chodbě nebyly výškově zaměřovány). Zachycený sedimentární sled je původní, výkopovými pracemi byl ovlivněn jen povrchově. Je možné, že některé vápencové desky na povrchu sedimentů mohly být přemístěny během zpřístupňovacích prací. Profil na západním boku chodbičky studovali již dříve paleomagnetickými metodami Kadlec a kol. (2003).

Jihozápadní stěnu výkopu ve Staré chodbě zachycuje Obrázek 3, severovýchodní stěnu pak Obrázek 4. Celkový pohled na dokumentovaný výkop je v příloze Foto 3.

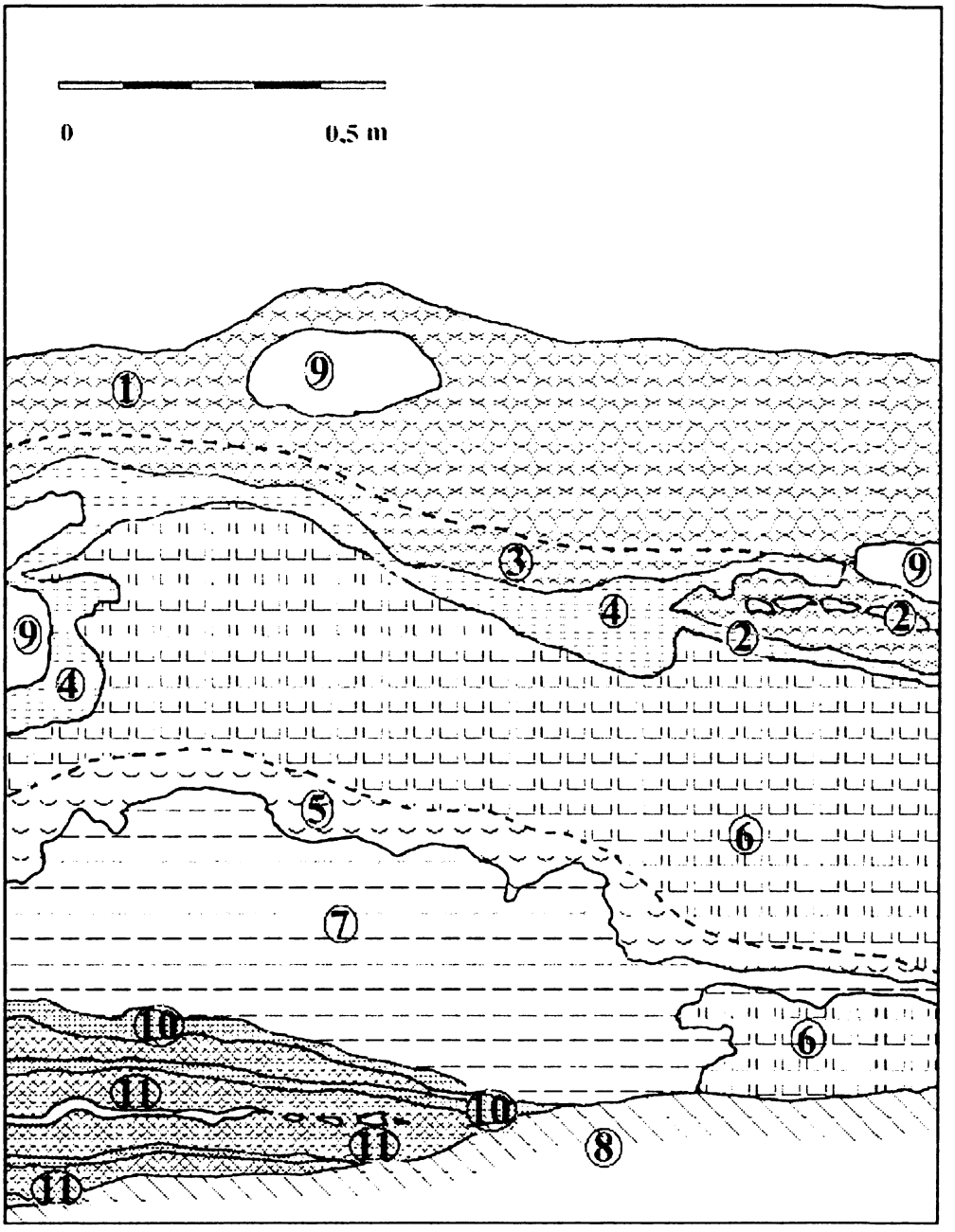
Popis profilu a jednotlivých typů sedimentů

Nejnižším členem vrstevního sledu je zpravidla vrstva béžových až rezavě béžových plastických, kompaktních jílů bez nápadné laminace (7). Ve vrstvě se nacházejí tenké nitkovité černé pásky, někdy jsou černě zbarveny nevýrazné odlučné plošky v jílech. Vrstva je svrchu ostře ohraničená, místy jsou patrné na styku s nadložní vrstvou drobné trhliny

Ve východní stěně výkopu je zachyceno i podloží mocné jílové vrstvy (7), které je tvořeno poměrně pravidelným střídáním prachovitých vrstviček (10) s vrstvami hrubšího materiálu (11). Barevně jsou prachovité vrstvičky (10) spíše podobné nadložním jílům (7), zatímco hrubozrnnější vrstvy s příměsí útržků barevných jílů (11) se spíše barevně podobají sedimentům s hnědými odstíny, které jsou v nadloží masivních jílů (7).

Dalším výrazným členem vrstevního sledu je souvrství tvořené cihličkovitě se rozpadajícími rezavými nebo hnědorezavými jíly (6). Na bázi tohoto souvrství jsou sedimenty hrubozrnnější, hůře vytříděné prachovito-písčité (5), které v cihličkovité jíly pozvolna přecházejí. V cihličkách jílu je někdy patrná tenká laminace (laminy do 0,5 mm). V horní části profilu jsou velmi špatně nebo špatně vytříděné sedimenty různých odstínů hnědé barvy (1). Uvnitř této vrstvy se nachází velké bloky vápenců

(opadlé stropní desky). Do podloží přechází tato vrstva pozvolna do vrstvy dobře vytříděných jílovito-písčitých sedimentů (3). Barevně se oba typy sedimentů výrazně neliší, jen v rámci této dobře vytříděné sedimentární polohy jsou zachovány proplástky plastických červenorezavých jílů (2) o maximální mocnosti 1 až 2 cm. Tyto jíly tvoří i mocnější souvislou vrstvu (4).



Obrázek 4. Profil ve Staré chodbě – východní stěna.

1 - velmi špatně vytříděné, nehomogenní hnědé sedimenty, 2 - pásky plastického červenorezavého jílu, 3 - špatně vytříděný rezavý prach s útržky barevných jílu a vápencovými klasty, 4 - červenorezavý plastický jíl, 5 - rezavý špatně vytříděný jílovitý prach, trend zjemňování do nadloží, 6 - cihličkovitě se rozpadající hnědorezavé jíly, 7 - kompaktní béžový jíl s tenkými černými pásky, 8 – podloží, 9 - vápencové klasty, 10 – rezavě béžový dobře vytříděný prach, 11 - špatně vytříděný hnědorezavý prach s obsahem útržků barevných jílů

Z profilů ve Staré chodbě byly odebrány dva vzorky pro RTG identifikaci jílových minerálů. Vzorkovány byly masivní jíly (7) – vzorek ST1 a cihličkovitě rozpadavé jíly (6) – vzorek ST2; výsledky analýzy jsou v Tabulce 5.

6.1.3. Sonda v Předsíni Proškova dómu

Byly dokumentovány stěny sondy vykopané zřejmě již počátkem 50. let ve východní části prostory označované jako Předsíň Proškova dómu. Žádnou dokumentaci k výkopu se nepodařilo získat. Nachází se za skalní kulisou asi 10 m východně od chodníku zpřístupněné trasy v dolní části Předsíně. Má zhruba čtvercový půdorys s rozměry dna 1,2 x 1,2 m a hloubkou 2 až 2,2 m a výkop nedosáhl skalního podloží. Nadmořská výška dna sondy je asi 432 m n. m. Větší část mocnosti sedimentů v sondě přísluší mohutné vrstvě chaotických hnědých jeskynních sedimentů s přítomností kostního materiálu, která je s největší pravděpodobností ekvivalentní sedimentům nacházejícím se na většině plochy Proškova dómu, charakterizovaným převahou *Ursus deningeri* (Wagner 2003, Fejfar et al. 2004). Tato vrstva časově přísluší střednímu pleistocénu (svrchnímu biharu, Fejfar et al. 2004). V rámci této diplomové práce byla pozornost zaměřena na hlubší část sondy a sedimenty v podloží vrstvy s *U. deningeri*.

Kresebná dokumentace stěn sondy se nachází v příloze Obrázek 5. Vrstvičku bílého sintru s obsahem opálu (A) zachycuje Foto 4, vrstvu tvořenou přeplavenými zbytky rozpadlého vápence (3) pak Foto 5.

Popis profilu a jednotlivých typů sedimentů:

Na bázi výkopu vystupuje blok červeného vápence. Při detailním pozorování vzorku PPD-S pocházejícího z této desky bylo po rozříznutí zjištěno, že deskovité těleso červené barvy je tvořeno zbytky rozpadlého červeného vápence, který je tmelený zvláštním žlutavým sintrem (Žák úst. sdělení). Tato poloha není homogenní, místy jsou v ní uzavírány drobné enklávy cihličkovitě se rozpadajícího rezavého jílu (5). Dále popisované typy sedimentů se několikrát opakují.

Okrové nebo rezavě okrové jílovité sedimenty vykazují náznaky cihličkovitého rozpadu, což se projevuje vznikem odlučných plošek. Podle zastoupení odlučných plošek lze tyto jíly rozdělit do dvou skupin, s nižším (4) a vyšším (6) zastoupením těchto plošek.

Dalším členem vrstevního sledu směrem do nadloží jsou pravděpodobně přeplavené zbytky rozpadlého vápence ve směsi s klastickým, většinou jílovitým materiálem.

Dominuje karbonátový písek nebo větší vápencové klasty, rezavý jíl a různě zbarvené enklávy špatně vytříděného prachovito-písčitého materiálu. Jednotlivé vrstvy tohoto typu se od sebe barevně a v menší míře i zrnitostně odlišují, (3) a (2). Detail jedné polohy tohoto materiálu je zachycen v příloze Foto 5. Některé polohy tohoto materiálu jsou zbarveny tmavě šedě až černě. Nejvyšším členem celého sledu je již dříve zmíněná až 1,5 m mocná a na kosti bohatá vrstva s hojnými vápencovými i sintrovými úlomky až bloky (1). Jedná se o silně nehomogenní, nevytříděné, hnědé sedimenty, pravděpodobně ekvivalentní poloze s *U. deningeri* nacházející se na většině plochy Proškova dómu. Na hranici mezi touto fosiliferní vrstvou a podložní sekvencí se nachází v západní stěně výkopu pásek černě zbarveného jílu provázený na povrchu do 1 cm mocnou vrstvičkou rozpadajícího se sintru (zřejmě rozpadající se podlahový sintr in situ), s hojnou přítomností většinou volných zrn opálu, s typickou zelenou flouresencí v UV záření (A). Ve výkopu identifikoval tuto polohu ekvivalentní sintrům 1. generace již dříve A. Komaško. Tato tenká bílá vrstvička je zachycena též v příloze Foto 4.

Z profilu v Předsíni Proškova dómu byly odebrány dva vzorky pro RTG studium jílových minerálů. Vzorek PPD1 pochází z jednoho z jílovitých proplástků uvnitř polohy prosintrovaného rozpadajícího se vápence (5), vzorek PPD2 pochází z okrového jílu s náznaky cihličkovitého rozpadu (4); výsledky analýz se nacházejí v Tabulce 5.

V sondě v Předsíni Proškova dómu bylo v roce 2005 M. Knížkem a A. Komaškem odebráno několik vzorků pro palynologické účely. Vzorky byly zpracovány v palynologické laboratoři Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně RNDr. Nelou Dolákovou, CSc. Odebrané sedimenty ovšem neobsahovaly žádný identifikovatelný pylový materiál, jeho zachování v tomto typu prostředí je velmi problematické (Doláková úst. sdělení).

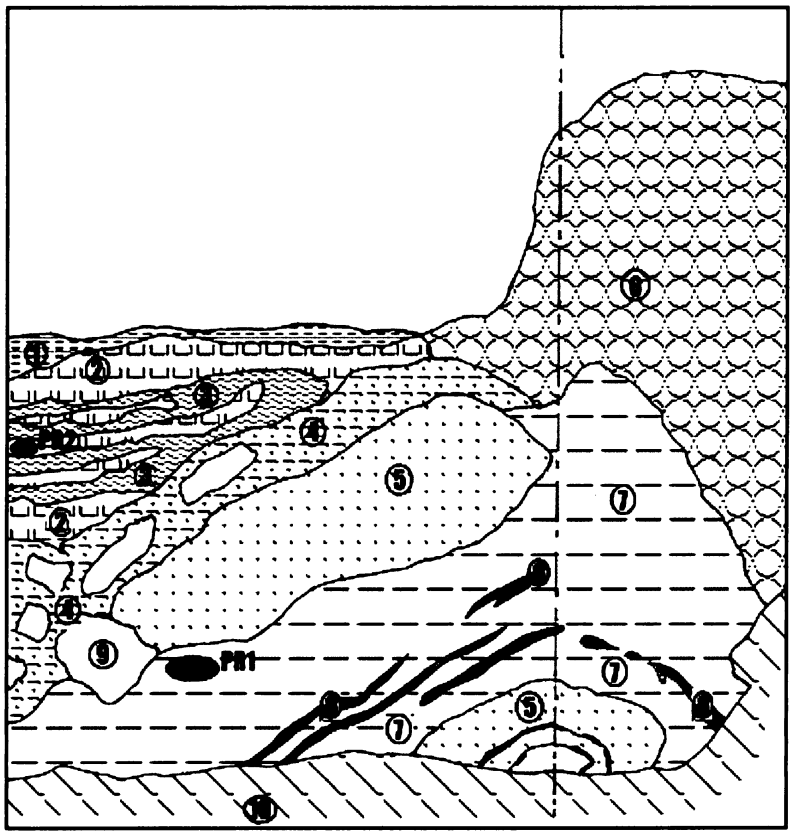
6.1.4. Sonda v severovýchodní části Proškova dómu

Tato sonda byla vykopána V. Lysenkem v roce 1976 v severovýchodní, nejnižší části Proškova dómu. Jedná se o mělký, zhruba 1 až 1,5 metru hluboký výkop nepravidelného půdorysu s navazujícím obdélníkovým výkopem zhruba poloviční hloubky. Důvodem vzniku této sondy bylo zejména získání osteologického materiálu. V podloží spadlých stropních desek v tomto profilu nalezl I. Horáček

kosterní pozůstatky netopýrů, které byly časově zařazeny do spodního biharu, tedy do spodní části pleistocénu (Horáček 1984, Fejfar et al. 2004).

V rámci této diplomové práce byla doplněna sedimentologická a petrografická charakteristika tohoto profilu, se zaměřením na sedimenty starší než je poloha s *U. deningeri*. Tyto starší sedimenty jsou v sondě zachyceny v pestrém vývoji a byly dokumentovány v severovýchodní a částečně i v jihovýchodní stěně výkopu. Skalního podloží sonda nedosáhla, báze profilu se nachází v nadmořské výšce asi 437 m n. m.

Profil v severovýchodní části Proškova dómu zachycuje Obrázek 5 a Foto 8.



Obrázek 6. Profil v severovýchodní části Proškova dómu.

1 – červenorezavý jíl, 2 – rezavé až hnědorezavé cihličkovitě se rozpadající jíly, 3 – rozpadající se sintr, 4 - černý jílovitý prach s hojnými vápencovými klasty, 5 - rozpadající se vápenec, 6 - velmi špatně vytříděné, nehomogenní hnědé sedimenty s rozpadajícími se kostmi, 7 - béžový kompaktní jíl, 8 – pásky černého jílu, 9 –vápencové klasty, 10 – podloží, PR1, PR2 – vzorky pro RTG studium jílových minerálů.

Popis profilu a jednotlivých typů sedimentů:

Sedimentární sled profilu začíná zdola kompaktní polohou béžových nebo rezavě béžových jílů (7), ve vrstvě těchto jílů se nachází několik tenkých černých jílovitých pásků (8). V nadloží i v podloží této vrstvy jsou polohy tvořené přeplavenými zbytky rozpadlého vápence ve směsi s jílovito-prachovitým materiálem. Sediment obsahuje

četné vápencové klasty různé velikosti a písčitá vápencová zrna v jílovito-prachovité základní hmotě. Zachovány jsou i některé větší zkorodované kusy vápenců (5). Barevně výrazně odlišná od zrnitostně podobných sedimentů je hnědočerná vrstva tvořená rovněž přeplavenými zbytky rozpadlého vápence ve směsi s jílovito-prachovitým materiálem (4). Ve vrstvě (4) byly nalezeny zbytky spodnopleistocénní netopýří fauny (Horáček 1984). V nadloží těchto nehomogenních sedimentů se nachází vrstva rezavých až hnědorezavých jílovitých sedimentů, které se cihličkovitě rozpadají (2). Ve vrstvě (2) jsou rovněž zastoupeny rozpadající se zbytky opadlé sintrové výzdoby (3). Tenká přípovrchová vrstva severovýchodní stěny sondy tvořená červenorezavým jílem je v mocnosti maximálně 2 až 3 centimetry černě zbarvena (1). Nejvyšším členem sedimentárního sledu jihovýchodní (a původně také severovýchodní) stěny je výše zmíněná vrstva s *U. deningeri*, tedy nevytříděná, nehomogenní vrstva hnědých sedimentů s hojnými zbytky převážně rozpadajících se kostí a také úlomků vápenců i větších kusů opadlých sintrových bloků (6).

Z tohoto profilu pocházejí dva vzorky pro RTG studium jílových minerálů. Vzorek PR1 pochází z nejnápadnější vrstvy homogenních jílů (7), vzorek PR2 pochází z cihličkovitě se rozpadajících jílů (2); výsledky analýz se nacházejí v Tabulce 5.

6.1.5. Profil v „Chodbě CH"

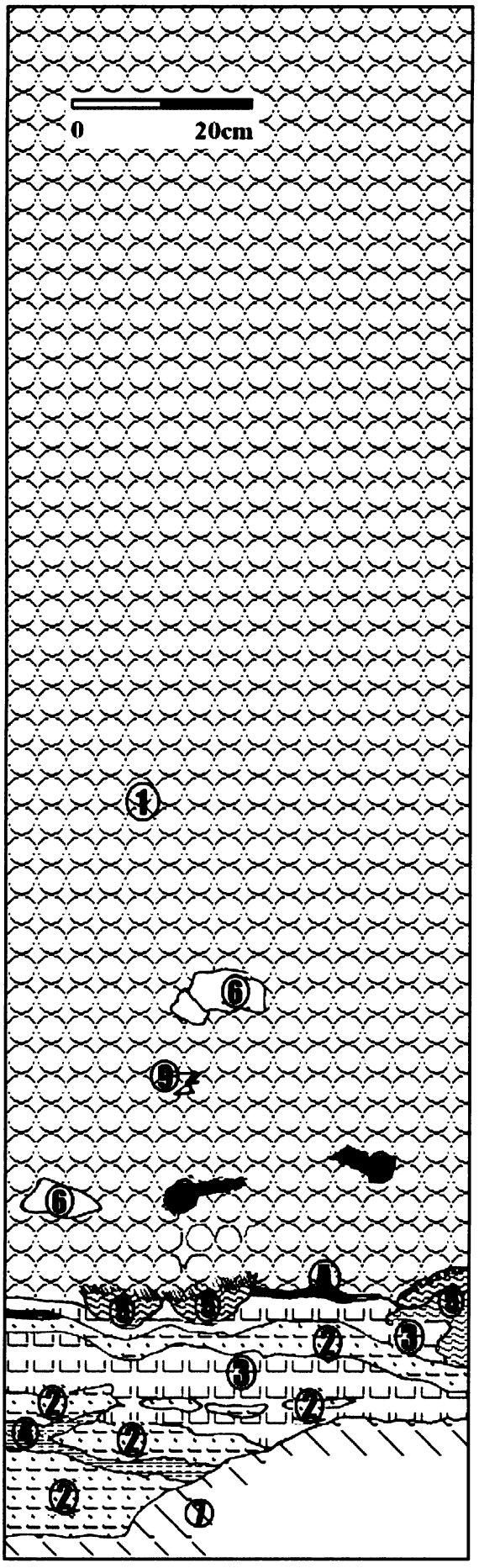
Chodbička vedoucí k tomuto profilu byla vykopána během objevných a prolongačních prací po objevu Koněpruských jeskyní počátkem 50. let 20. století. Je dlouhá asi 15 m a ubíhá ze západní části Proškova dómu dále k západu. V závěru této chodbičky byla vykopána ještě asi 2 m hluboká sonda, jejíž některé stěny byly již poznamenány sesunutím. Dokumentována byla asi 0,8 m dlouhá část nejzachovalejší 2,5 m vysoké východní stěny vykopaného profilu. Báze profilu se nachází v nadmořské výšce asi 440 m n. m. Studovaný úsek ve větší míře zachycuje podloží mocné vrstvy hnědých nevytříděných sedimentů s rozpadajícími se kostmi (ekv. zřejmě vrstvě s *U. deningeri*), do této části dómu ale již zasahují i chaotické mladší sedimenty svrchní části středního pleistocénu a svrchního pleistocénu s hojnou přítomností kostí *Crocuta crocuta spelaea* a řadou dalších obratlovců (osteologicky podrobněji nezkoumáno).

Profil v „Chodbě CH" zachycuje Obrázek 7 a Foto 6. V příloze Foto 7 je v detailu vrstva (2) tvořená přeplavenými zbytky rozpadlého vápence.

Popis profilu a jednotlivých typů sedimentů:

Báze profilu je tvořena přeplavenými zbytky rozpadlého vápence ve směsi s jílovitým materiálem (2). Dominuje karbonátový písek nebo větší vápencové klasty, rezavý až hnědočerný jíl a různě zbarvené enklávy špatně vytříděného prachovito-písčitého materiálu. Tento typ sedimentů se v profilu několikrát opakuje a je zachycen na fotografii v příloze Foto 7. Mezi vrstvy tvořené především přeplavenými zbytky rozpadlého vápence jsou vloženy různě barevné jíly béžové nebo rezavě béžové barvy (4) a rovněž rezavé jíly vyznačující se cihličkovitým rozpadem (3). Nejvyšším členem celého sledu je výše zmíněná velmi mocná a na rozpadající se kosti bohatá vrstva silně nehomogenních, nevytříděných hnědých sedimentů (ojediněle se v této vrstvě vyskytují i části zubů obratlovců) (1).

Hranici mezi pestrým komplexem sedimentů v podloží a velmi mocnou nehomogenní hnědou vrstvou s kostmi v nadloží tvoří vrstva rozpadajícího se sintru, který na bázi obsahuje pravděpodobně křemen (terénní zkouška rýpáním do skleněné destičky). Přítomnost opálu fluorescencí v UV záření zjištěna nebyla. Křemen byl v podlahových sintrech 1. generace na jiných místech středního patra Koněpruských jeskyní již dříve prokázán RTG (nepublikovaná data - Komaško úst. sdělení). Mocnost tohoto sintru je značně nerovnoměrná, pohybuje se od několika milimetrů rozpadající se sintrové hmoty (A) po 10-15 cm pevného sintru (5). Tento sintr svým vzhledem odpovídá podlahovým sintrům první generace podle Lysenka a Slačíka (1984).



Obrázek 7. Profil v „Chodbě CH".

1 – velmi špatně vytříděné, nehomogenní hnědé sedimenty s rozpadajícími se kostmi, 2 – směs špatně vytříděného karbonátového písku a rezavého až hnědočerného jílu, 3 – rezavé, cihličkovitě se rozpadající jíly, 4 - béžový masivní jíl, 5 - zachované kusy podlahových sintrů (naspodu zastoupen křemen), 6 –vápencové klasty, 7 - materiál z výkopu, podloží 8 - zbytky rozpadajících se kostí, 9 - špička zubu. A – rozpadající se zbytky podlahového sintru

6.1.6. Profil ve Vánoční jeskyni

Vánoční jeskyně je součástí systému Koněpruských jeskyní, byla objevena v prosinci roku 1951 (Kukla 1952b). Kukla (1952b) o ní píše: „ Hlavní chodba Vánoční jeskyně byla uvolněna od hlín činností periodického potůčku, který do jeskyně přitéká komínem a ztrácí se v nedaleké propástce. Maximální výška chodby je něco přes dva metry, na většině míst však nepřesahuje jeden metr." Stav sedimentární výplně hlavní chodby Vánoční jeskyně se od 50. let 20. století výrazně změnil.

V roce 1986 byla vyražena zhruba 105 m dlouhá štola (raženo 14.8. až 10.12. 1986), spojující sv. část Vánočních jeskyní s povrchem. Štola měla sloužit jako nový přístup do jeskyní. V dalším období, zejména v roce 1987, bylo z hlavní chodby Vánočních jeskyní vytěženo přibližně 1500 m^3 jeskynních sedimentů (Jančaříková 1988). Dno chodby bylo prohloubeno na některých místech až o několik metrů, přičemž nikde nebylo dosaženo skalního podloží. Vznikly dva dlouhé přerušované profily v jeskynních sedimentech po obou stranách zářezu pro zamýšlený chodník. Sedimenty v obnažených profilech dosud nebyly s výjimkou nepublikovaných paleomagnetických měření J. Kadlece a kol. v roce 2004 podrobněji zkoumány. Stěny těchto výkopů ovšem nejsou příliš stabilní, navíc proudění vzduchu vzniklé otevřením umělého vchodu do jeskyně způsobuje jejich vysušování a urychluje jejich zánik. Většina vzniklých profilů se již také bez jakékoliv dokumentace rozpadla.

Nejúplněji zachován zůstal profil tvořící vjv. stěnu výkopu v severní, tedy nejníže položené části hlavní chodby Vánoční jeskyně, který byl v rámci této práce dokumentován. I na něm jsou však již velmi dobře patrné trhliny, které předznamenávají jeho postupný zánik. Mocnost sedimentů obnažených v profilu se pohybuje kolem 1,6 m, délka dokumentovaného úseku je asi 2,0 m. Báze profilu se nachází v nadmořské výšce asi 415 m n.m. Sedimentární sled je původní, není však vyloučeno, že během objevných a zpřístupňovacích prací byla blíže neurčená část sedimentů z povrchu profilu odstraněna.

Profil ve Vánoční jeskyni zachycuje Obrázek 8. Místo odběru vzorku TM 102 je v detailu v příloze Foto 9, detail „antiklinální" struktury ve svrchní části profilu je v příloze Foto 10.

Popis profilu a jednotlivých typů sedimentů:

Nejnižší členy sedimentárního sledu vystupují v jižní části profilu. Sled začíná vrstvou tvořenou drobnými redeponovanými útržky jílů různých barev (bílá, nazelenalá, okrová, rezavá), které výrazně převládají nad rezavou jílovitou základní

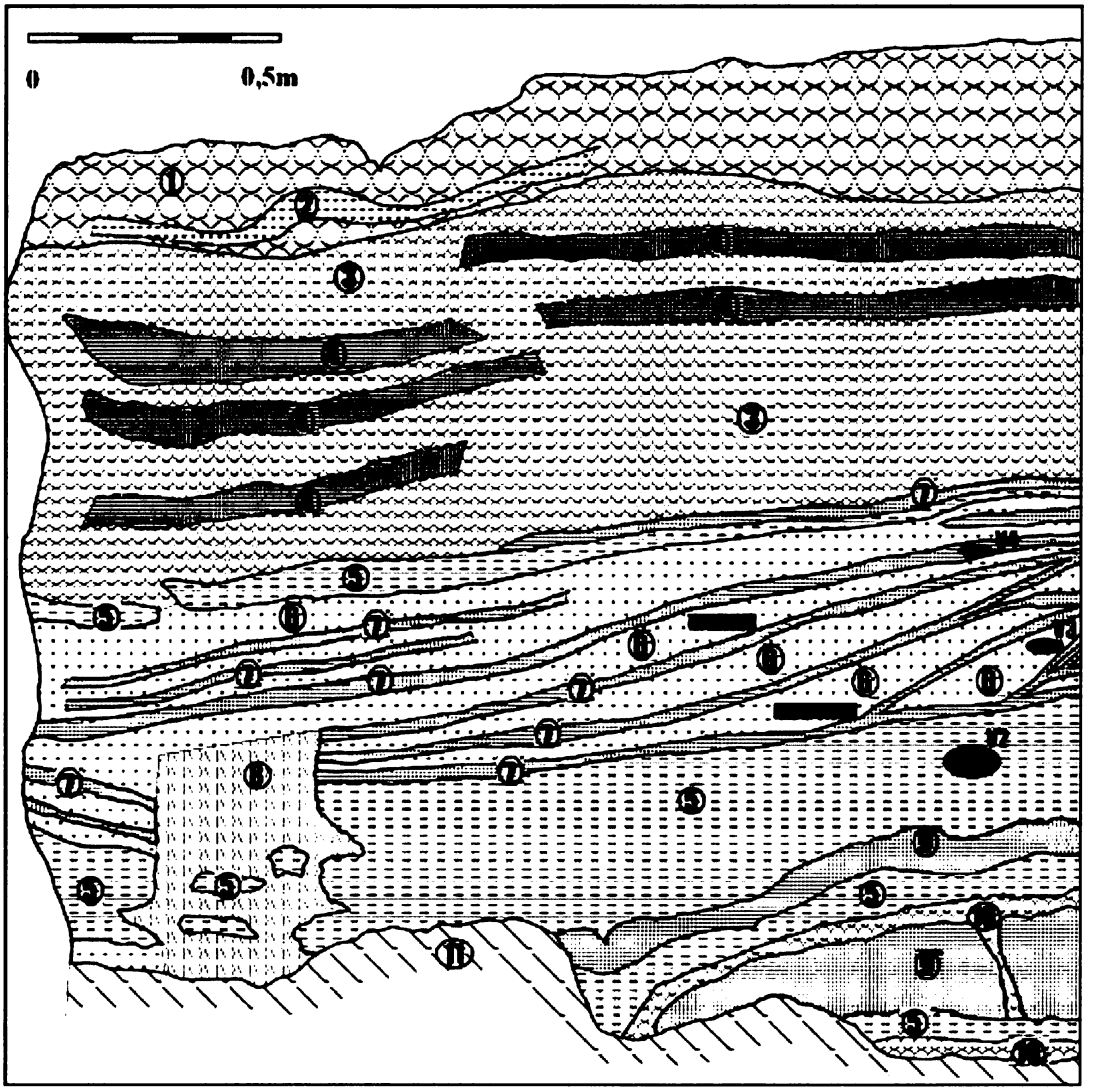
hmotou (10). V nadloží se nachází tenký pásek rezavého jílu s náznaky subhorizontální laminace (5) a okrově hnědé dobře vytříděné prachovité sedimenty (9). Pouhým okem jsou ve vrstvě patrné šupinky světlé slídy (do 1 mm). V některých částech vrstvy je vyvinuta ne příliš nápadná subhorizontální laminace. Celý dosud popsaný sedimentární sled se ještě jednou opakuje, jen mocnosti jednotlivých vrstev se liší.

První vrstvou, kterou lze sledovat po celé délce profilu, je masivní poloha rezavých jílů (5). V severní části profilu je tato vrstva porušena, jíly tu netvoří kontinuální vrstvu, ale jsou roztrhány do menších částí a obklopeny nehomogenní směsí jílovito-písčitého materiálu, úlomků různě barevných jílů a dokonale zaoblených křemenných zrn. Takto postižena je i malá část nadloží této jílové vrstvy.

Po usazení masivních jílů (5) došlo k nápadné změně v sedimentaci z jemných jílů na poněkud hrubší klastika. Změnila se i barva sedimentů, a to z převažujících odstínů rezavé na světle okrovou. Je možné vyčlenit v těchto sedimentech dva zrnitostní typy. Sedimenty označené číslem (7) jsou okrové, dobře vytříděné, prachovité, často velmi tence černě povlečené. Tvoří tenké laminované pásky mezi vrstvami písčitého materiálu (mocnost lamin do 0,5 mm). Hojné jsou v těchto páscích i drobné šupinky světlých slíd. Sedimenty označené číslem (6) jsou světle okrové, někdy až narůžovělé většinou dobře vytříděné jemnozrnné písky. Tyto písky jsou více zastoupeny v jižní polovině profilu. Tvoří jazykovitá tělesa vybíhající k severu a vždy ohraničená prachovitými sedimenty. K severu (severozápadu) klesá zastoupení písků, naopak mocnost i počet pásků prachovitého materiálu se zvyšuje. V těchto světle okrových sedimentech se nachází jen jedna tenká vrstva masivních rezavých jílů (5), jejíž mocnost se směrem k severu (ve směru sklonu vrstev) zvyšuje až na několik centimetrů. V nadloží tohoto jílového pásku jsou hůře vytříděné okrově hnědé prachovité vrstvy se slídovými šupinkami (4) prokládány již poněkud hůře vytříděnými sedimenty s vyšším obsahem útržků barevných jílů a okrově hnědého prachovitého materiálu (3). Zastoupena jsou i větší křemenná písčitá zrna. I v tomto souvrství roste mocnost prachovitých pásků k severu (ve směru sklonu vrstev).

Nejvyšší souvrství celého sedimentárního sledu je tvořeno sedimenty, které se od svého podloží odlišují především výrazně hnědou až hnědošedou barvou. V rámci souvrství lze odlišit vrstvu hnědošedých dobře vytříděných prachovitých jílů, původně zřejmě subhorizontálně uložených a laminovaných, které jsou rozčleněny do plochých destiček (2). V severní části profilu tyto destičky tvoří „antiklinální

strukturu“ (Foto 10). Větší část tohoto hnědého souvrství je ovšem tvořena nevytříděným hnědošedým rozsýpavým materiálem bez vnitřního uspořádání s vyšším obsahem vápencových klastů (až 1 cm velkých)(1).



Obrázek 8. Profil ve Vánoční jeskyni.

1 – špatně vytříděný nehomogenní hnědošedý prach s vysokým obsahem vápencových klastů, 2 – hnědošedé dobře vytříděné prachovité jíly, 3 – okrově hnědý dobře vytříděný prach s útržky barevných jílů a křemennými klasty, 4 – okrově hnědý dobře vytříděný prach, 5 – masivní rezavé jíly, 6 – světle okrové až narůžovělé dobře vytříděné jemnozrnné písky, 7 – okrový velmi dobře vytříděný prach, 8 – nehomogenní směs úlomků barevných jílů, vápencových klastů a rezavého jílu, 9 – okrově hnědý velmi dobře vytříděný prach s lístečky světlé slídy do 1 mm, 10 – útržky jílů různých barev v rezavém jílu, 11 – podloží. TM 101 a TM 102 – vzorky pro studium minerálů těžké frakce. V2, V3 a V4 – vzorky pro RTG studium jílových minerálů.

V profilu ve Vánoční jeskyni byly odebrány dva vzorky pro RTG studium jílových minerálů. Vzorek V2 pochází z vrstvy masivních rezavých jílů (5), vzorek V3 je vzorkem jílové frakce z dobře vytříděných křemenných jemnozrnných písků (6) a vzorek V4 pochází z jednoho z prachovitých pásků (7). Dále byly v tomto profilu

odebrány také vzorky pro určení minerálů těžké frakce TM 101 a TM 102. Místo odběru vzorku TM 102 je zachyceno také v detailu na fotografii Foto 9. Výsledky RTG studia jílových minerálů jsou v Tabulce 5. Popis a lokalizace vzorků pro studium těžkých minerálů je v Tabulce 1, výsledky pak v Tabulce 2.

6.1.7. Profily v jeskyni U Žáby

Vchod do jeskyně U Žáby se nachází v jižní stěně Houbova lomu, cca 8 m pod vchodem do Koněpruských jeskyní, zhruba 12 m k jv. od vstupních dveří návštěvnického okruhu, v nadmořské výšce 437 m n.m. Za portálem a krátkou vstupní chodbou jeskyně pokračuje dvěma směry: vykopaným komínem dolů, asi do hloubky 12 m a rozměrnou chodbou délky zhruba 30 m směřující k severu do skalního masivu. Také v této chodbě byly provedeny rozsáhlé prolongační výkopy (zejména P. Noskem a spol.), které byly ukončeny v místě, kde chodba zcela zaplněná sedimenty směřuje k systému Koněpruských jeskyní, do prostoru v blízkosti tzv. Labutě. Výkop sleduje skalní strop jeskynní chodby, skalní dno v něm zachyceno není. Po obou stranách vykopané chodby zůstaly rozsáhlé profily v jeskynních sedimentech, které dosud nebyly podrobněji zkoumány. Dokumentována byla velká část západní i menší část východní stěny tohoto výkopu. Ve východní stěně je zachycena vyšší část sedimentárního sledu, západní stěna pak zachycuje především nižší část sedimentárního sledu.

6.1.7.1. Východní stěna výkopu

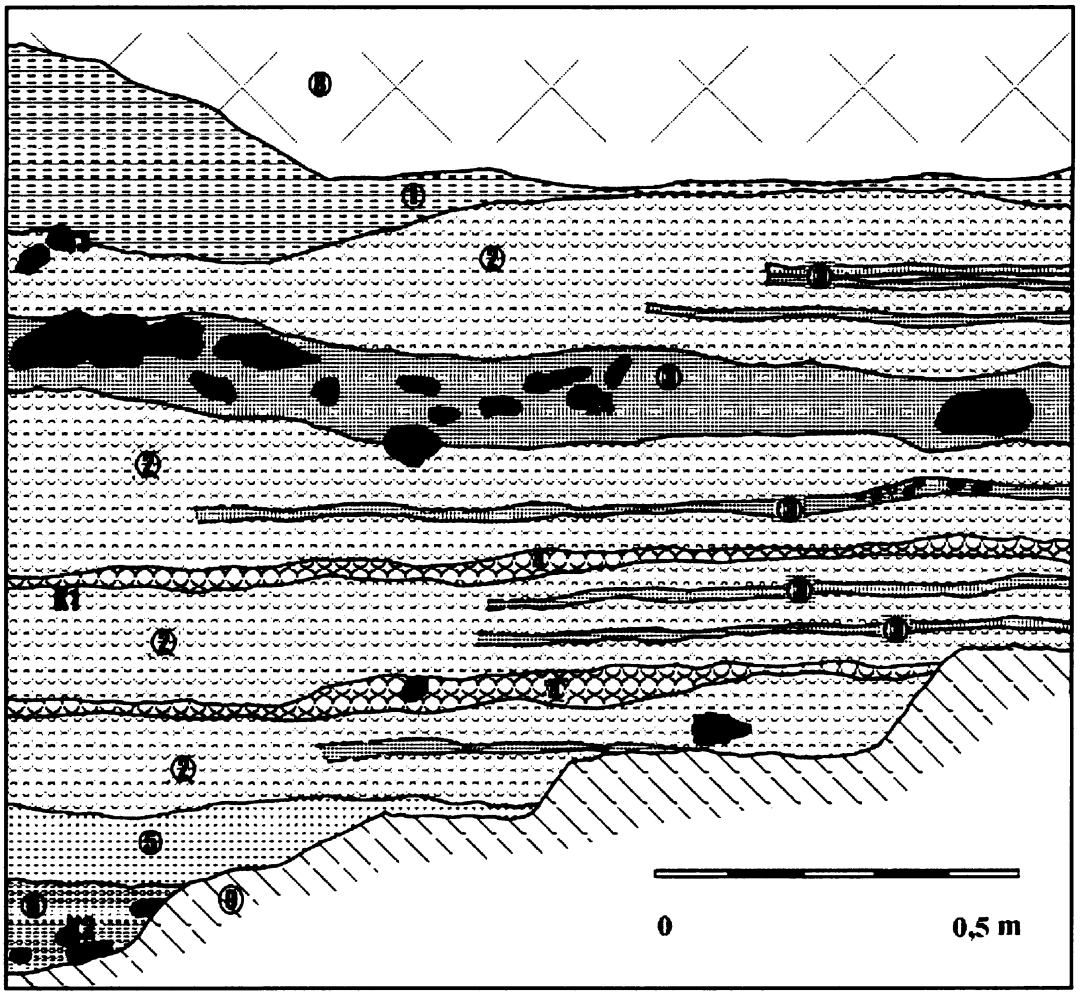
Východní stěna výkopu dokumentovaná v rámci této práce reprezentuje nejvyšší členy zachovaného sedimentárního sledu. Sledovaná délka východního profilu je asi 1,9 m, mocnost sedimentů 1,6 až 1,8 m. Báze profilu se nachází v nadmořské výšce asi 439 m n. m.

Východní stěnu výkopu v jeskyni U Žáby zachycuje Obrázek 9 a Foto 11. V příloze Foto 12 jsou v detailu dvě vrstvy hrubého nevytříděného materiálu (4).

Popis profilu a jednotlivých typů sedimentů:

Nejnižším členem vrstevního sledu ve východní stěně výkopu jsou rezavě červené velmi dobře vytříděné sedimenty. Na bázi jsou zastoupeny rezavě červené jíly s karbonátovými konkrecemi (6), v nadloží pak velmi dobře vytříděné prachovito-jílové sedimenty stejné barvy (5). Rezavě červené vrstvy se ve vyšších mocnostech nacházejí v západní stěně výkopu, v rámci popisu její sedimentární výplně je jim

také věnována větší pozornost. Největší mocnosti v tomto profilu dosahuje nadložní komplex vesměs světle hnědě zbarvených sedimentů. Jedná se o polohu, v níž se nepravidelně střídají pásky dobře až velmi dobře vytříděného světle hnědého až béžového prachovitého materiálu o mocnosti 1 až 3 cm (3) s mocnějšími prachovitými vrstvičkami hnědobéžové barvy s častými závalky barevných jílů a s hrubě písčitými křemennými zrny (2). Tato vrstevnatost se směrem k severu (tedy dále do skalního masivu) stírá, prachovité pásky přestávají být zřetelné.



Obrázek 9. Profil v jeskyni U Žáby - východní stěna.

1 - rezavé cihličkovitě se rozpadající jíly, 2 – špatně vytříděný prach s útržky barevných jílů a křemennými zrny, 3 – dobře vytříděný hnědobéžový prach, 4 – pásek nevytříděného materiálu, směs útržků barevných jílů, křemenných zrn a článků krinoidů, 5 – rezavý dobře vytříděný jílovitý prach, 6 – rezavě červené jíly, 7 – karbonátová konkrece, 8 – suchomastský vápenec, 9 - podloží. K1 až K4 – vzorkované konkrece.

Ve spodní části profilu jsou dvě nápadné vrstvičky obsahující velmi nevytříděný materiál (kusy jílů, výrazná křemenná zrna - dokonale zaoblená, kulovitá, nebo protáhlá až 1,5 cm dlouhá, rozkládající se stonky krinoidů uvolněné z devonských

vápenců) (4) – Foto 12. Na kontaktu se stropem se nacházejí sytě rezavé cihličkovitě se rozpadající jíly s nerovnými kluznými ploškami. Původně byly tyto sedimenty tence subhorizontálně laminované. Laminace je dochována v rámci jednotlivých střípků. Mocnost této vrstvy je nestálá (1).

Velmi zajímavá je přítomnost velkého množství karbonátových konkrecí. V horní části profilu jsou konkrece soustředěny v jedné výraznější poloze, především drobnější konkrece pak jsou roztroušeny i v dalších částech profilu. Z tohoto profilu byly odebrány vzorky konkrecí K1, K2, K3 a K4 pro studium izotopového složení kyslíku a uhlíku v kalcitu; lokalizace a popis těchto konkrecí je v Tabulce 3, výsledky analýz v Tabulce 4 a v Grafu 1.

6.1.7.2.Západní stěna výkopu

Západní stěna výkopu zachycuje větší mocnost sedimentární výplně této jeskyně, než stěna východní. Nejnižší členy sedimentárního sledu, které jsou v této jeskyni odkryty, jsou zachyceny v severní části profilu. Sledovaná délka západní stěny je necelých 5 m, mocnost sedimentů se pohybuje od 1,5 do 2,0 m. Nadmořská výška báze profilu je 437 až 439 m n.m.

Kresebná dokumentace západní stěny výkopu se nachází v příloze Obrázek 10 za textem. Část profilu je zachycena v příloze Foto 13. V příloze Foto 14 je v detailu jedna z konkrecí nacházejících se v tomto profilu.

Popis profilu a jednotlivých typů sedimentů:

Nejnižším odkrytým členem sedimentárního sledu byly až donedávna rezavohnědé cihličkovitě se rozpadající jíly s roztroušenými konkrecemi (6). Na bázi těchto jílů se nachází poloha tvořená opadlými stropními bloky, z nichž některé již podléhají rozkladu (11). Během jara 2005 bylo během dokumentace profilu na jednom místě v severní části profilu odkryto asi 30 cm podloží vrstvy jílů (6). To je tvořeno špatně vytříděným písčitým materiálem světle rezavé barvy s hojnými jílovitými závalky. Jedná se o špatně vytříděný karbonátový písek, tedy volná zrna rozpadlých devonských vápenců a z nich uvolněné fosílie, s jílovitými závalky (10).

V nadloží cihličkovitě se rozpadajících rezavohnědých jílů (6) se nachází vrstva okrově rezavé barvy tvořená jílem s příměsí jemného karbonátového písku (5). Vrstva obsahuje velké množství krinoidových článků. V severní části profilu na tuto vrstvu nasedá sintrová deska (12). Ta je tvořena naspodu červenohnědým a navrchu bílým sintrem. S tímto sintrem bezprostředně souvisí i velká kulovitá konkrece.

Vrstva je také obklopena vápencovými deskami (opadlé stropní bloky). Opadlé vápencové bloky jsou v severní části profilu překryty velmi špatně vytříděnými sedimenty (8). Ty jsou tvořeny směsí úlomků jílů různých barev (šedivé, bílé, červené), drobnými ostrohrannými vápencovými úlomky (do 2 cm velkými) a drobnými zaoblenými vápencovými zrnky (do 1,5 mm v průměru) v základní jílové hmotě rezavé barvy. Sedimenty nadložního souvrství (3) se od svého podloží liší především barvou. V severní části profilu se na bázi tohoto souvrství nacházejí hnědorezavé jíly (7), které jsou prokládány tenčími pásky rezavě červené barvy (3). Tyto rezavě červené sedimenty dominují v celé délce profilu. Převažují vrstvy jílovitého prachu až vrstvy čistě prachovité (v jižní části profilu dokonce až prachovito-písčité) (4) nad pásky čistě jílovitými (3). Ve vrstvách tvořených jemným jílem (3) se místy nacházejí konkrece. Nejčastěji jsou drobné, kulovité, do 3 cm v průměru, zastoupeny jsou ale i oválné ploché s radiálně paprsčitou stavbou a dutinkou uvnitř. Nejvyšším členem vrstevního sledu je většinou středně dobře nebo špatně vytříděný jílovitý prach hnědobéžové barvy. Místy obsahuje útržky červených a béžovohnědých jílů, jílovité partie s náznaky subhorizontálního uložení a hrubší polohy s křemennými velmi dobře zaoblenými valounky o velikosti do 2 mm v průměru. (1) V horní části této vrstvy se nacházejí nesouvislé vložky poněkud červenějšího dobře vytříděného prachovitého materiálu (2).

Ze západní stěny výkopu pochází vzorky konkrecí a sintrů pro stanovení izotopového složení uhlíku a kyslíku v kalcitu K5, K6 a SZ1, dále pak vzorky Z1, Z2, Z3 a Z4 pro RTG studium jílových minerálů a dva vzorky pro studium minerálů těžké frakce TM 103 a TM 104. Lokalizace a popis studovaných konkrecí je v Tabulce 3, výsledky analýz izotopového složení karbonátu těchto konkrecí jsou v Tabulce 4 a Grafu 1. Výsledky RTG studia jílových minerálů jsou v Tabulce 5. Lokalizace a popis vzorků pro studium minerálů těžké frakce jsou v Tabulce 1, výsledky pak v Tabulce 2.

Ze západní stěny výkopu v jeskyni U Žáby byly v roce 2004 J. Kadlecem odebrány vzorky pro paleomagnetické studium, jejichž pozice byla rovněž zakreslena při dokumentaci profilu (viz Obrázek 10). Výsledky měření odebraných vzorků dosud nebyly publikovány.

V následujících třech kapitolách jsou popsána místa odběrů vzorků pro rentgenové stanovení složení jílových minerálů, která nebyla součástí žádného z podrobně dokumentovaných profilů. Důvodem pro jejich začlenění do této práce byla

specifická pozice těchto sedimentů vůči krápníkové výzdobě (Nová propast na Zlatém Koni), jejich výšková pozice (spodní patro Koněpruských jeskyní) a zvláštní barva sedimentů (svrchní patro Koněpruských jeskyní). Výsledky RTG analýz těchto vzorků jsou v Tabulce 5.

6.1.8.Nová propast na Zlatém Koni

Vchod Nové propasti na Zlatém Koni byl objeven ve východní stěně Císařského lomu (dnes součást lomu VČS-západ) v roce 1958 (evidenční číslo 11-014). Nachází v nadmořské výšce 450 až 452 m n.m., délka chodeb této jeskyně je přibližně 150 m, denivelace je zhruba 56 m (Žák et al. 2003a).

Pro účely této diplomové práce byly k RTG studiu využity jíly odebrané nedaleko spodního konce žebříku ve strmě klesající části jeskyně v hloubce zhruba 18 m pod vchodem, tedy v cca 432 m n.m. Stěny jeskynní prostory jsou v tomto místě zdobené zejména bílými bochníkovitými útvary do 0,5 m v průměru, které pravděpodobně pocházejí z období vzniku sintrů 1. generace podle Lysenka a Slačíka (1984) (Komaško úst. sdělení). Na stěnách se také vyskytují drobné jehličky a pisolity. Strop jeskyně v místě odběru je velmi členitý, tvořený mnoha malými výklenky. Na dně těchto výklenků jsou zachovány relikty původních, rezavých, laminovaných jílů, které se někdy střípkovitě rozpadají. Nacházejí se vždy jen na sklaní stěně výklenku, nikdy ne na výzdobě. Výzdoba náležející pravděpodobně 1. generaci sintrů na některých místech dokonce tyto jíly přerůstá. I. Horáček v jednom takovémto výklenku na povrchu jílů nalezl kosti netopýrů předkvartérního stáří (Horáček 1979). Vzorek těchto jílů pro RTG studium jejich složení je označen písmeny NP, výsledek analýzy se nachází v Tabulce 5.

6.1.9. Svrchní patro Koněpruských jeskyní

Svrchní patro je nejméně rozsáhlé ze tří tradičně vyčleňovaných jeskynních úrovní v Koněpruských jeskyních. Tvoří je členité horizontální, ukloněné i vertikální prostory ve vápencích suchomastských. V severní části svrchního patra je část chodby ukončena závalem, nad nímž se na povrchu nachází mělký závrt. Materiál závalu je představován špatně vytříděným jílovito-prachovitým materiálem převážně bílé nebo šedobílé barvy, fragmentovaným na menší útržky a závalky. Svou barvou a také zvýšenou radioaktivitou (Komaško úst. sdělení) se od ostatních klastických sedimentů Koněpruských jeskyní velmi liší. Vzorek těchto světlých jílů pro RTG

studium jejich složení je označen písmenem M a jeho pozice je zakreslena v mapě svrchního patra v příloze Mapa 3. Výsledek RTG analýzy vzorku se nachází v Tabulce 5.

6.1.10. Spodní patro Koněpruských jeskyní

Spodní patro je tvořeno dvěma hlavními chodbami a labyrintem drobných chodbiček. První chodba, která byla objevena počátkem r. 1951, je místy nízká, má s-j. průběh a v severní části se spojuje s druhou chodbou větších rozměrů, která od jejich spojení míří na jz., ve stropu přechází do vysokých komínů a do strmě stoupající puklinové chodby vedoucí do Nové jeskyně v jižní části středního patra. Severně a východně od jejich spojení je labyrint nízkých, silně zahliněných chodbiček. Spodní patro má jílovitohlinité dno v nadmořské výšce cca 398 m. V jaké výšce se nalézá skalní dno tohoto patra není zatím známo. V sondě kopané v Hlavní chodbě byly v hloubce asi 7 m nalezeny medvědí kosti kvartérního stáří (Kukla úst. sdělení). Sonda však dnes již neexistuje a není přesně známo, kde se nacházela. Krápníková výzdoba spodního patra je vcelku chudá, pouze v tzv. Pohádkové síni Hlavní chodby je strop (a částečně i stěny) pokryt excentrickými krápníky.

Vzorek SP pro RTG analýzu jílových minerálů byl odebrán 20 cm pod horním okrajem východní stěny sondy vykopané v nejnižším místě labyrintu chodbiček poblíž Pohádkové síně Hlavní chodby. Studovaná vrstva je tvořena rezavými jíly s hojnou prachovitou příměsí a také písčitými karbonátovými zrny. Pouhým okem jsou v ní patrné lístky světlé slídy do 0,5 mm. Vrstva je tence subhorizontálně laminovaná (mocnost lamin do 0,5 cm). Výsledek RTG analýzy jílové frakce vzorku se nachází v Tabulce 5.

6.2. Studium těžkých minerálů

V dokumentovaných profilech byly pro studium minerálů těžké frakce vybrány čtyři vrstvy tvořené sedimenty převážně písčité zrnitosti v jeskyni U Žáby a ve Vánoční jeskyni. Pozice vzorků odebraných z těchto vrstev je zachycena v nákresech jednotlivých profilů (viz obrázky v kapitole 6.1. a přílohy za textem – Obrázek 5 a 10). Popis vzorků a jejich přesná pozice je popsána v Tabulce 1.

Po odkalení a prozkoumání vzorku TM 103 z jeskyně U Žáby bylo zjištěno, že se nejedná o klastický materiál mimojeskynního původu, který je pro použití této

metody nezbytný. Písčitá zrna v této vrstvě jsou vápencová a pocházejí ze stěn a stropů jeskyně. V případě ostatních vzorků se jedná o převážně křemenný písek.
Vzorky byly odebírány spolu s A. Komaškem a K. Žákem během podzimu 2005 a zpracovávány v laboratořích České geologické služby. Minerální složení těžké frakce bylo určováno s pomocí RNDr. Z. Táborského v optické laboratoři České geologické služby v Praze.
Zvýšený obsah novotvořených sekundárních minerálů železa v odebraných vzorcích si vyžádal změnu oproti běžně používanému postupu zpracování vzorků (viz. kapitola 5.2.1.). Povařením vzorků v kyselině solné však byly kromě sekundárních minerálů železa odstraněny i některé další minerály, především apatit a jiné fosforečnany. Proto byly také vzorky před povařením zkoumány právě se zaměřením na zjištění přítomnosti apatitu. Pouze ve vzorku TM 101 bylo nalezeno několik fosílií tvořených fosfáty (konodontů) uvolněných z devonských vápenců.
Jako srovnávací materiál byly použity vzorky odebrané K. Žákem a M. Hejnou ve Velkolomu Čertovy schody – východ. Kapsy, z nichž byly vzorky odebrány, dnes již neexistují (byly odtěženy) a svojí nadmořskou výškou zhruba odpovídaly nadmořské výšce středního patra, případně ležely o něco výše.
Výsledky hodnocení minerálů těžké frakce jsou shrnuty v Tabulce 2.

TM 84	
Lokalizace:	Velkolom Čertovy schody - východ
	Y=770 404; X= 1059 369; Z= 448 m n.m.
	velká sesutá kapsa ve stěně 2. etáže
	vzorek asi z poloviny výšky stěny
Popis vzorku:	výplň - světlé jíly a světlé křemenné písky až písčité štěrčíky
	asi 8 metrů pod původním terénem
TM 85	
Lokalizace:	Velkolom Čertovy schody - východ
	Y=770467; X=1059 313; Z= 444 m n.m.
Popis vzorku:	zbytek výplně světlých písků na boku velké kapsy
	asi 5 m pod původním terénem
TM 86	*také RTG jílové frakce*
Lokalizace:	Velkolom Čertovy schody - východ
	Y=770 401; X=1059 211; Z=418 m n.m.
Popis vzorku:	velká kapsa, cca 10x10 metrů, velmi hluboká
	výplň jsou jílovité světlé křemenné písky až jemné štěrčíky
	asi 15 až 20 metrů pod původním terénem
TM 101	
Lokalizace:	Koněpruské jeskyně, střední patro, část Vánoční jeskyně
	profil v severovýchodní části hlavní chodby
	východní stěna výkopu, asi 416 m n.m.
Popis vzorku makro:	písčitá poloha, jemnozrnný dobře vytříděný písek s jílovitými závalky
Popis vzorku mikro:	převažuje čirý, místy nažloutlý křemen, zrna špatně opracovaná, většinou matná
TM 102	
Lokalizace:	Koněpruské jeskyně, střední patro, část Vánoční jeskyně
	profil v severovýchodní části hlavní chodby
	východní stěna výkopu, asi 416 m n.m.
	asi 15 cm nad vzorkem TM 101, v tomtéž profilu
Popis vzorku makro:	písčitá poloha, dobře vytříděná, s jílovými závalky
	ve srovnání se vzorkem TM 101 je písek hrubozrnnější
Popis vzorku mikro:	podobný vzorku TM 101, hrubozrnnější
TM 103	
Lokalizace:	Jeskyně U Žáby
	profil v západní stěně výkopu směřujícího dále do skalního masivu k severu
	písčitá poloha na bázi profilu, asi 437 m n.m.
Popis vzorku makro:	asi 30 cm mocná písčitá poloha špatně vytříděného hrubozrnného písku
	obsahuje zbytky fosílií uvolněných z devonských vápenců
Popis vzorku mikro:	převažují karbonátová zrna uvolněná z devonských vápenců (selektivní koroze)
TM 104	
Lokalizace:	Jeskyně U Žáby
	profil v západní stěně výkopu směřujícího dále do skalního masivu k severu
	silně jílovitá písčitá poloha ve střední části profilu
Popis vzorku makro:	asi 4 cm mocná poloha špatně vytříděného silně jílovitého červeného písku, asi 438 m n.m.
Popis vzorku mikro:	křemenná zrna odlišná od TM 101 a 102
	písčitá křemenná zrna většinou hladká, některá dobře opracovaná
	převažuje křemenný písek
	v podružném množství také úlomky vápenců a fosílií, částečně zpevněných písků...

Tabulka 1. Popis a lokalizace vzorků pro studium minerálů těžké frakce.

Číslo vzorku	zr	and	ky	sil	st	tur	rut	ilm	leukox.	mt	lim	hem	gah
TM 101	8	3	2	a	a	12	7	10	58	a			
TM 102	22	2	4	a	3	12	15	10	32	a	a		
TM 104	12	8	6			3	10	45	10	5	a		
TM 84	20	a	15	a		15	10	25	10	a	3	2	
TM 85	25	a	10		a	10	10	30	5	a	5	5	
TM 86	25	2	13			14	14	28	4	a	a	a	a

Tabulka 2. Zastoupení těžkých minerálů ve vzorcích z Koněpruských jeskyní (TM 101, TM 102, TM 104) a ve srovnávacích vzorcích z VČS – východ (TM 84, TM 85, TM 86).

6.3. Stanovení izotopového složení kyslíku a uhlíku karbonátu v některých konkrecích a sintrech

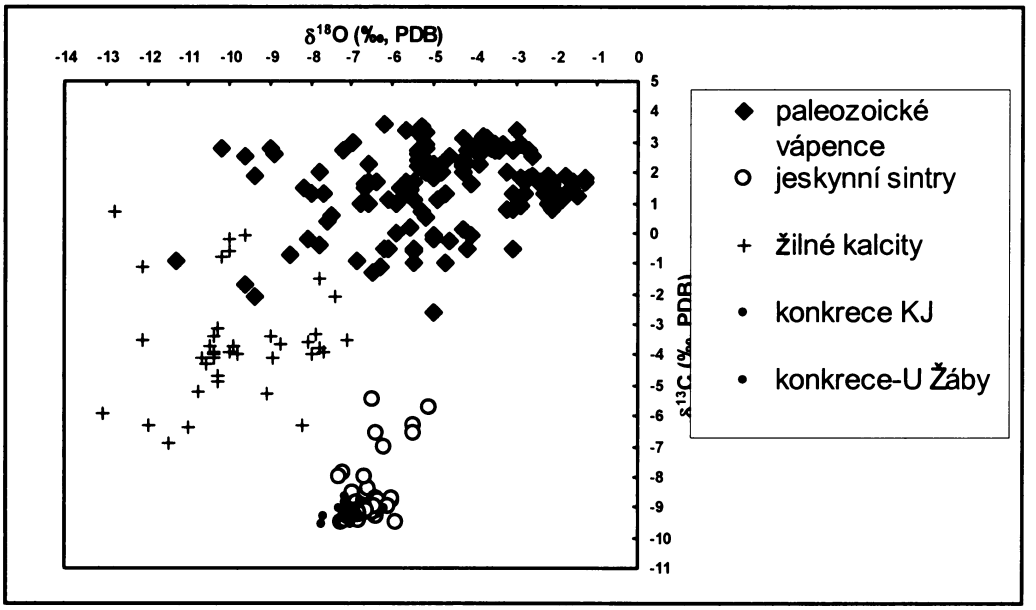
Pro účely izotopického studia novotvořených jeskynních karbonátů byly použity jednak vzorky odebrané M. Knížkem a popsané v jeho bakalářské práci (Knížek 2004) a také konkrece a sintry odebrané nově v jeskyni U Žáby. Celkem bylo stanoveno izotopové složení 18-ti konkrecí (12 popsaných Knížkem, 6 odebraných nově v jeskyni U Žáby) a dvou vzorků sintrů (nově odebraných v jeskyni U Žáby). Popis nově odebraných konkrecí a sintrů je uveden v Tabulce 3 a jejich pozice je zakreslena v nákresech profilů jeskyně U Žáby (Obrázek 9 a 10). Výsledky analýz shrnuje Tabulka 4. Spolu s již dříve publikovanými daty z paleozoických vápenců, diagenetických tmelů, žilných kalcitů a jeskynních sintrů jsou tato nová data také v Grafu 1.

K1	Konkrece K1, 1cm v průměru, radiálně paprsčitá, s nepravidelnými dutinami, obsah jílu je malý
K2	Konkrece K2, 3 cm v průměru, nepravidelná, s hrbolatým povrchem, dosti tenkostěnná, dutá
K3	Konkrece K3, 2 cm v průměru, s malou dutinou, dost kompaktní, nepříliš zřetelně radiálně paprsčitá, pevná
K4	Konkrece K4, 3 cm dlouhá, protažená v jednom směru, s dosti velkou dutinou, podobná K2
K5	Konkrece K5, 5 cm v průměru, velmi zřetelně radialně paprsčitá, kompaktní, s malou dutinou, dosti jílovitá
K6	Konkrece K6, 8 cm v průměru, nepravidlená, bez dutiny, jádro (=vzorek) má málo jílu
SZ1 - A	Sintrová poloha v profilu, vzorkovaná společně s A. Komaškem, nečistá hnědá partie
SZ1 - B	Dtto jako 7, ale čistá, bílá partie polohy

Tabulka 3. Popis vzorků konkrecí a sintrů pro studium izotopového složení kyslíku a uhlíku karbonátu.

Odebral - rok	Popis vzorku	Lokalizace a číslo	$\delta^{18}O$	$\delta^{13}C$
M. Knížek/E. Pavelová 2004	konkrece	KJ, PS-1	-7,19	-8,87
M. Knížek/E. Pavelová 2004	konkrece	KJ, PS-2	-7,32	-9,06
M. Knížek/E. Pavelová 2004	konkrece	KJ, PS-3	-7,37	-9,48
M. Knížek/E. Pavelová 2004	konkrece	KJ, L1	-6,99	-9,33
M. Knížek/E. Pavelová 2004	konkrece	KJ, L2 (M)	-7,00	-9,15
M. Knížek/E. Pavelová 2004	konkrece	KJ, L3 (V)	-7,13	-9,10
M. Knížek/E. Pavelová 2004	konkrece	KJ, NV1	-7,16	-9,19
M. Knížek/E. Pavelová 2004	konkrece	KJ, NV4	-7,15	-8,64
M. Knížek/E. Pavelová 2004	konkrece	KJ, NV5	-6,76	-8,82
M. Knížek/E. Pavelová 2004	konkrece	KJ, PD1	-6,83	-9,26
M. Knížek/E. Pavelová 2004	konkrece	KJ, PD2	-7,09	-9,10
M. Knížek/E. Pavelová 2004	konkrece	KJ, VJ1	-7,72	-9,31
E. Pavelová 2005	konkrece	K1	-7,28	-9,39
E. Pavelová 2005	konkrece	K2	-7,77	-9,55
E. Pavelová 2005	konkrece	K3	-7,11	-9,44
E. Pavelová 2005	konkrece	K4	-7,01	-9,58
E. Pavelová 2005	konkrece	K5	-7,09	-9,13
E. Pavelová 2005	konkrece	K6	-6,86	-9,08
E. Pavelová 2005	sintr	SZ1-A	-6,99	-9,46
E. Pavelová 2005	sintr	SZ1-B	-6,20	-9,06
poznámka:	**$\delta^{18}O$**	**$\delta^{13}C$**		
	‰, PDB	**‰, PDB**		
Příprava 6.12.2005 – Karel Žák	Měření 7.12. 2005 - Karel Žák			

Tabulka 4. Izotopové složení kyslíku a uhlíku karbonátu konkrecí a sintrů. Nepublikovaná data.



Graf 1. Izotopové složení karbonátů v Českém krasu.

Data: paleozoické vápence - Žák et al., 1987, Hladíková et al., 1997

jeskynní sintry - Žák et al., 1987

žilné kalcity – Cílek et al. 1994, Žák et al. 1987

konkrece KJ a konkrece – u Žáby - nepublikováno

6.4. Rentgenová identifikace jílových minerálů

Pro určení minerálního složení jílů v různých typech sedimentů bylo použito studium RTG difrakce. Celkem bylo analyzováno 17 vzorků, které reprezentují základní barevné variety jílů a zahrnují také jílovou frakci některých hrubozrnnějších vrstev. Bylo zjištěno, že ve vzorcích zcela převažuje směs křemen - kaolinit - illit/muskovit. Červeně zbarvené vzorky odebrané v jeskyni U Žáby se vyznačují přítomností goethitu, ve vzorku PR1 z Předsíně Proškova dómu, V2 z Vánoční jeskyně a NP z Nové propasti byly nalezeny stopy minerálu ze skupiny chloritu. Černé jíly v severovýchodní části profilu „u Křtitelnice" tvoří minerál ranciéit - (Ca, Mn)$Mn_4O_9.3H_2O$. Srovnávací vzorek TM 86 z kapsy ve Velkolomu Čertovy schody (písčitá frakce téhož vzorku byla použita pro studium těžkých minerálů – viz Tabulka 1) má stejnou asociaci jílových minerálů, jaká převládá i ve vzorcích ze středního patra Koněpruských jeskyní. Výsledky rentgenové identifikace jílových minerálů v odebraných vzorcích shrnuje Tabulka 5.

	křemen	kaolinit	illit/muskovit	goethit	kalcit	ranciéit
PPD1		+	+			
PPD2	+	+	+			
PR1	+	+	+			
PR2	+	+	+			
SP	+	+	+		+	
V4	+	+	+			
V2	+	+	+	+		
V3	+	+	+			
ST1	+	+	+			
ST2		+	+			
Z1	+	+	+	?		
Z2	+	+	+	+		
Z3	+	+	+	+		
Z4	+	+	+	+		
M	+	+	+			
NP		+	+			
KR						+
TM 86	+	+	+			

vzorky Koněpruské jeskyně	odebral:	E. Pavelová 9/2005
	měřil:	Laboratoř RTG difrakce UGMNZ, PřF UK Praha (podmínky měření viz kap. 5.2.2)
	vyhodnocoval:	E. Pavelová, software Bede ZDS ver. 4.17
srovnávací vzorek VČS	odebrali:	K. Žák, M. Hejna
	měřil a vyhodnocoval:	Laboratoř RTG difrakce AV ČR; K.Žák

Tabulka 5. Zastoupení jílových minerálů v odebraných vzorcích. Ve vzorcích PR1, V4, ST2 a NP náleží 1-2 píky minerálu ze skupiny chloritu.

7. DISKUSE A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

7.1. Sedimentárně geologické zhodnocení popsaných profilů

V rámci této diplomové práce bylo popsáno, fotograficky a kresebně dokumentováno deset profilů klastickými jeskynními sedimenty středního patra Koněpruských jeskyní. Popis jednotlivých profilů a většina nákresů se nachází v kapitole 6.1., nákresy větších formátů (Obrázek 5 a 10) a fotografická dokumentace (Foto 1 až 14) jsou zařazeny v přílohách za textem. V této kapitole jsou popsané sedimentární sledy zhodnoceny z hlediska možného prostředí ukládání a způsobu jejich vzniku.

V sedimentární výplni studovaných profilů jsou nejvýznamněji zastoupeny jemnozrnné sedimenty, převážně jíly, které často tvoří mocné polohy. Vrstvy tvořené těmito masivními nebo cihličkovitě se rozpadajícími jíly místy zachovávají náznaky subhorizontální laminace (tenké laminy o mocnosti do 1 mm). Ke vzniku těchto vrstev vedla dlouhodobě klidná sedimentace ze suspenze v zaplavené prostoře. Do jeskynní dutiny tedy pronikaly poměrně pomalým prouděním kalné povodňové vody, které nesly pevný materiál v suspenzi a ve stagnující nebo jen velmi pomalu proudící vodě docházelo k sedimentaci částic. Podobný proces lze v současnosti sledovat v rámci jeskyní Českého krasu jen v několika jeskyních v okolí řeky Berounky, kam po zvýšení vodního stavu v řece Berounce natečou kalné říční povodňové vody. Zde se částice ze suspenze pomalu usazují a po poklesu vody v řece se čistá voda z jeskyní velmi pomalu vrací zpět do toku řeky. Stejně může docházet k usazování částic ve vodním sloupci po zaplavení jeskyní přívalovými srážkami z povrchu, kdy se hrubší sedimenty uloží blízko místa přítoku srážkových vod a jemnější sedimenty ve vzdálenější části. V každém případě však dobře tříděné jíly vyžadují nízké rychlosti proudění vody v místě jejich ukládání v jeskyni.

Hruběji klastické vrstvy bývají většinou hůře vytříděné, vzniklé rychlým přínosem a přeplavením nevytříděného materiálu z jiných částí jeskynního systému nebo z povrchu. Tyto typy sedimentů mohou vznikat buď v plně zaplavených prostorách při rychlém proudění vody, nebo v prostorách ve vadózní (ne plně zaplavené) zóně, kde se přívalové vody transportující sediment pohybují jen po dně jeskynní dutiny. V případě Koněpruských jeskyní je pravděpodobnější druhý z uvedených mechanismů. Hrubší písčitá klastika obsahují v převaze křemen a závalky a shluky sekundárních minerálů Fe a Mn. Křemenná zrna a těžké minerály (mimo sekundárů Fe a Mn) byla do jeskyně transportována z vnějšku. Specifickým případem hrubého

vnitrojeskynního sedimentu je karbonátový písek, tedy částice kalcitu (včetně drobných fosílií) uvolněné korozí v plně zaplavené dutině z její vápencové stěny. Sedimentárně geologická charakteristika a interpretace prostředí vzniku vrstev v rámci jednotlivých profilů je uvedena v následujících kapitolách.

7.1.1. Profily „u Křtitelnice"

V jeskynním výklenku „u Křtitelnice" byly dokumentovány dva profily jeskynními sedimenty.

Zvláště v severovýchodní stěně jsou velmi nápadné černé vrstvy v rezavých jemnozrnných sedimentech. V jihozápadní stěně je dočerna zbarveno skalní podloží klastických sedimentů tvořené koněpruským vápencem. Rentgenem byl v černých vrstvách prokázán čistý ranciéit, zřejmě se tedy v tomto případě nejedná o černě zbarvené kaoliniticko-illitické jíly. Hlavní příčinou ukládání tohoto minerálu jsou změny redox potenciálu a pH. V Českém krasu jsou černé vrstvy v jeskynních sedimentech poměrně hojné, někdy jsou charakterizovány dominancí Mn a někdy Fe (Žák et al. 2004). K uvolnění a migraci Fe a Mn zpravidla dochází v obdobích s teplým klimatem a intenzivním chemickým zvětráváním.

Vrstvy jílů, hojně zastoupené v obou studovaných profilech, vznikaly pravděpodobně ze stagnujících nebo pomalu se pohybujících vod usazováním ze suspenze. Jejich cihličkovitý rozpad byl pravděpodobně způsoben tlakem vyvolaným gravitačními pohyby uvnitř sedimentárního sledu. Blízká Letošníkova propast tvoří přirozený prostor, do něhož se tyto sedimenty sesouvají a právě jíly jsou ideálním materiálem, po němž mohou nadložní sedimenty klouzat.

V nadloží jílů se nacházejí sedimenty hůře vytříděné a hrubozrnnější, většinou hnědé barvy, které mohly vzniknout rychlým, možná i jednorázovým přísunem nevytříděného materiálu z jiných částí jeskynního systému. V těchto sedimentech byly nalezeny i dva úlomky kostí, které se v tomto typu sedimentů nacházejí i v některých dalších profilech (zejména v západní části středního patra Koněpruských jeskyní). Místy se v těchto hůře vytříděných sedimentech vyskytují také tenké pásky jílů, které mohou být produktem klidné sedimentace ze suspenze během krátkodobého přerušení přínosu nevytříděného materiálu.

V jedné části profilu v jihozápadní stěně jsou jinak průběžné vrstvy jílovitých sedimentů ostře přerušeny. V tomto místě došlo pravděpodobně k rychlejšímu sesunutí sedimentů k severu do prostoru Letošníkovy propasti.

Na povrchu sedimentů profilu v jihozápadní stěně leží sintrový blok tvořený dvěma vrstvami medových sintrů (sintry druhé generace podle Lysenka a Slačíka 1984), které se střídají s vrstvičkami laminovaných sintrů. Tento blok nesouvisí přímo se stěnou a pravděpodobně byl součástí rozsáhlejší sintrové desky, která se nacházela ve výklenku „u Křtitelnice". Na stěnách výklenku jsou patrné zbytky po tomto sintru, které se nacházejí zhruba o 15 až 20 cm výše, než je současná pozice dochovaného bloku, jehož pozice tedy zřejmě není původní. I přesto je pravděpodobné, že sedimenty nacházející se v podloží sintrového bloku jsou starší nežli tento blok, jehož rozlámání a posun byl způsoben odnosem části sedimentů.

7.1.2. Profily ve Staré chodbě

V severozápadní části Staré chodby byly dokumentovány dvě stěny výkopu vedoucího k bývalému elektrickému rozvaděči.

Nejvýraznějším členem sedimentárního sledu je béžový masivní jíl na bázi obou profilů. Tento typ sedimentů v takto vysoké mocnosti vznikl pravděpodobně během dlouhodobě stabilních podmínek za klidné sedimentace ze suspenze. Mezi ním a nadložními většinou rezavými sedimenty je patrný hiát projevující se povrchovým vysycháním jílu a vznikem drobných trhlin na povrchu tohoto sedimentu.

Období bez přínosu sedimentů bylo vystřídáno sedimentací špatně vytříděných prachovito-písčitých sedimentů, plynule přecházejících cihličkovité jíly. Pravděpodobně se jedná o jednu sedimentární sekvenci s tendencí zjemňování do nadloží. Cihličkovitý rozpad rezavých jílů byl v tomto případě způsoben tlakem nadložních sedimentů ve spojitosti s menším gravitačním pohybem v celém profilu způsobeným úklonem celé prostory k severu.

Nejvyšším členem sedimentárního sledu jsou nevytříděné hnědavé sedimenty obsahující hojné vápencové bloky (opadlé stropní desky). Tento typ nevytříděných sedimentů mohl vzniknout jednorázově nebo v několika etapách rychlým přínosem materiálu, pravděpodobně z jiných částí jeskynního systému. Makroskopicky je tento sediment velmi podobný nejvyšším vrstvám v profilech v Proškově dómu a „u Křtitelnice". Zatímco v těchto profilech sedimenty tohoto typu obsahují četné pozůstatky rozpadajících se kostí, sedimenty ve Staré chodbě jsou paleontologicky zcela sterilní, a to i přes velkou blízkost a pravděpodobné propojení Staré chodby a Proškova dómu. Co tuto odlišnost v jinak velmi podobné sedimentární výplni těchto profilů způsobuje, není zcela jasné.

7.1.3. Profily v Proškově dómu

V severní části Proškova dómu se nacházejí tři dokumentované profily. Jejich pozice v jeskynním systému a také sedimentární výplň je velmi podobná.

V největších mocnostech je ve všech těchto profilech vyvinuta vrstva nevytříděných hnědavých sedimentů bohatých na rozpadající se zbytky kostí obratlovců, vápencové klasty i zbytky opadlých sintrů. V těchto profilech je pravděpodobně zachycena distální část suťového kužele zaujímajícího velkou plochu Proškova dómu. Tento typ sedimentů zřejmě vznikl rychlým přínosem materiálu vkleslého z povrchu do tzv. Jižního komína.

Od pestřejšího komplexu sedimentů v podloží je tato vrstva na některých místech oddělena tenkým páskem bílého rozsýpavého sintru, jen ojediněle je tento sintr zachován ve větších mocnostech. Jedná se zřejmě o zbytky podlahových sintrů. V Předsíni Proškova dómu byl této vrstvičce fluorescencí v UV záření prokázán opál, v „Chodbě CH" je ve spodní části těchto sintrů zřejmě obsažen křemen (terénní zkouška). Přítomnost opálu v této sintrové poloze ji paralelizuje se sintry tzv. první generace (Lysenko a Slačík 1984).

Komplex pestrých sedimentů v podloží této vrstvičky je tvořen dvěma hlavními typy sedimentů, okrovými až rezavými jíly a špatně vytříděnou směsí hrubě písčitých karbonátových zrn a jílového materiálu. Tato karbonátová zrna byla pravděpodobně korozí uvolněna ze stěn či stropů jeskyně v obdobích výrazné modelace jeskynních dutin a přeplavena. Vrstvy jílů odpovídají obdobím, kdy byl přínos tohoto materiálu omezen a probíhala klidná sedimentace ze suspenze.

V sondě v Předsíni Proškova byly na bázi profilu nalezeny výrazně korodované zbytky červeného vápence, v němž jsou nápadná spíše žlutavá zrna novotvořeného kalcitu, vzniklého zřejmě během málo výrazné etapy tvorby sintrů. S ohledem na pozici této vrstvy v podloží tenké vrstvičky sintru první (nejstarší dosud popsané) generace sintrů je možné, že v Koněpruských jeskyních existuje ještě jedna starší, byť málo výrazná, etapa vzniku sintrů.

7.1.4. Profil ve Vánoční jeskyni

Ve Vánoční jeskyni byl dokumentován nejzachovalejší zbytek původně velmi dlouhého profilu jeskynními sedimenty.

Profil je charakteristický vysokým zastoupením hruběji klastického materiálu prachovité až písčité zrnitosti. Jílovité sedimenty jsou zastoupeny méně, vznikaly

zřejmě v obdobích, kdy byl dočasně omezen přínos hruběji klastického materiálu a kdy mohla probíhat klidná sedimentace ze suspenze. Většina sledovaného sedimentární výplně má k severu skloněný průběh vrstev (stejný sklon jako hlavní chodba Vánoční jeskyně). Hrubší zrnitost většiny sedimentů naznačuje přínos rychleji proudící vodou.

Ve spodní části profilu se střídají vrstvy tvořené útržky různě barevných jílů, s dobře vytříděným prachem a s vrstvami jílovitými. Vrstvy tvořené převážně útržky různě barevných jílů vznikly pravděpodobně přeplavením sedimentů z některých jiných částí jeskynních prostor (některé části kompaktních jílových poloh se mohou i po delším transportu zachovat právě ve formě malých útržků). Vrstvy prachovité a jílovité vznikají spíše klidnější sedimentací za velmi omezeného proudění.

Významné jsou polohy dobře vytříděných jemnozrnných písků prokládané tenkými prachovitými pásky v nadloží polohy masivních jílů. Nástup těchto hruběji klastických vrstev indikuje zvýšení dynamiky prostředí. Písčité vrstvy tvoří jazykovitá tělesa omezená tenkými prachovitými vrstvami, které vznikaly pravděpodobně v obdobích, kdy byla unášecí schopnost proudu poněkud nižší. Z tvaru jazykovitých písčitých těles lze usuzovat, že přínos sedimentů probíhal spíše z jižních směrů, k přesnějšímu stanovení směru přínosu materiálu by však bylo nutné studovat tyto sedimenty i v řezu kolmém na rovinu tohoto profilu, což vzhledem k malé stabilitě této stěny výkopu nebylo možné. Takto dobře vytříděné křemenné písky se ve středním patře Koněpruských jeskyní vyskytují pouze v severovýchodní části Vánoční jeskyně. Vyšší zastoupení a také mocnost prachovitých pásků v jedné části profilu byla pravděpodobně způsobena sklonem profilu (i celé hlavní chodby Vánoční jeskyně) k severu, což mělo za následek hromadění suspenze v severní části profilu.

Makroskopicky se tyto písčité a prachovité vrstvy jeví jako přeplavená spraš. Studium minerálů těžké frakce těchto písků ovšem jejich kvartérní stáří neprokázalo (viz dále).

Svrchní část sedimentárního sledu se od svého podloží odlišuje hnědavou až hnědošedou barvou. Jedná se o sedimenty spíše nevytříděné vzniklé rychlým přínosem většího množství materiálu. Antiklinální struktura tvořená destičkami prachovitého materiálu mohla vzniknout postsedimentárním skluzem uvnitř ukloněné vrstvy a hrnutím tohoto plastického materiálu.

V severní části profilu jsou průběžné vrstvy sedimentů přerušeny a prostor je vyplněn nehomogenním silně nevytříděným materiálem. K tomuto porušení původně subhorizontálně uložených nebo mírně k severu ukloněných sedimentů mohlo dojít vznikem dočasného přínosového kanálu, který se postupně zahloubil do podloží. O jeho dočasném fungování svědčí fakt, že velká část nadložních sedimentů jím postižena nebyla, takže v době jejich usazování již toto koryto muselo být vyplněno.

7.1.5. Profily v jeskyni U Žáby

V jeskyni U Žáby byly dokumentovány dvě stěny výkopu směřujícího k severu do skalního masivu.

V delší západní stěně výkopu byl během dokumentačních prací odkryt nejnižší známý člen sedimentárního sledu, vrstva tvořená převážně písčitými vápencovými zrny s hojným zastoupením krinoidových článků a s příměsí jílovitého materiálu. Vápencová zrna byla pravděpodobně selektivní korozí uvolněna ze stěn a stropu jeskynní prostory v období výrazné modelace této dutiny. Sedimenty podobného typu s vyšším obsahem jílové složky, tedy pravděpodobně více přeplavené, se nacházejí i ve vyšších částech sedimentárního sledu.

Ve spodní části profilu se nad opadlými stropními bloky suchomastského vápence nachází významná poloha jílů vyznačujících se cihličkovitým rozpadem. Tento rozpad byl zřejmě způsoben tlakem nadložních vrstev a také gravitačním pohybem v důsledku úklonu vrstev i celé chodby k severu. Významně se tento gravitační pohyb projevil také vznikem skluzové deformace uprostřed profilu.

Červeně zbarvené sedimenty jsou tvořeny prachovitými (v jižní části profilu až prachovito-písčitými) sedimenty vzniklými v obdobích vyššího přínosu hruběji klastického materiálu. Vzhledem k tendenci zjemňování k severu je možné předpokládat směr přínosu materiálu od jihu. Tyto sedimenty jsou prokládány rovněž červenými jíly, které zřejmě vznikaly klidnou sedimentací ze suspenze v obdobích omezeného přínosu hrubších klastik. V severní části profilu se mocnost i zastoupení jílových pásků zvyšuje, protože v níže položených částech profilu docházelo k hromadění suspenze, z níž tyto sedimenty vznikaly.

Nadloží červeně zbarvených sedimentů je ve větší mocnosti zachyceno ve východní stěně výkopu. Převládají sedimenty špatně vytříděné, hnědavé, vznikající poměrně rychlým přínosem různorodého materiálu. Tyto vrstvy jsou prokládány lépe vytříděnými prachovitými pásky, které jsou více patrné v jižní části profilu a které

vznikají během období omezeného přínosu hruběji klastického materiálu. Tyto pásky směrem k severu vykliňují. Dva poměrně tenké pásky tvořené velmi hrubým nevytříděným materiálem (zastoupena jsou i velká křemenná zrna) mohly vzniknout jednorázovým velmi rychlým splachem z povrchu.

V jílovité poloze v horní části profilu jsou soustředěny karbonátové konkrece různého tvaru i velikosti. Výskyt konkrecí v jednom horizontu ve vrstvě jílovitých sedimentů lze pozorovat i v některých dalších částech středního patra Koněpruských jeskyní.

Nejvyšším členem zachyceného sedimentárního sledu jsou masivní jíly vyplňující volný prostor jeskyně v její východní části až po strop. Tyto jíly indikují opět nástup klidné sedimentace ze suspenze trvající až do úplného vyplnění dutiny sedimenty.

7.2. Těžké minerály

Možnosti použití metody výzkumu klastických jeskynních sedimentů za pomocí studia minerálů těžké frakce jsou v prostředí středního patra Koněpruských jeskyní velmi omezené. Ve většině studovaných profilů totiž zcela převládají vrstvy jílovité nebo prachovité zrnitosti různého stupně vytřídění. Takovéto sedimenty nejsou pro toto studium vhodné. Hlavním důvodem je možnost výrazného ovlivnění poměrů zastoupení těžkých minerálů během sedimentace a také velmi problematické určování minerálů takto jemné zrnitosti. Lokalizace s popisem vzorků je uvedena v Tabulce 1, výsledky studia třech odebraných vzorků jsou v Tabulce 2.

Ve všech studovaných vzorcích z Koněpruských jeskyní původně (před jejich chemickým odstraněním) zcela převládaly sekundární minerály železa. Tyto minerály vznikají převážně až v krasovém prostředí, buď na povrchu, v jeskyni nebo dokonce až v jeskyních sedimentech po jejich uložení a jsou v Českém krasu jedním z pomocných kritérií k odlišení kvartérních a terciérních sedimentů. Zatímco v kvartérních sedimentech se sekundární minerály železa vyskytují prakticky vždycky a často tvoří nadpoloviční podíl těžké frakce (viz Mühldorf 2003, Kadlec et al. 2003, Žák et al. 2004), v předkvartérních sedimentech se vyskytovat buď mohou nebo nemusí, podle zdrojového materiálu těchto sedimentů, jejich složení a procesů během ukládání nebo po uložení sedimentu.

Pro určení stáří klastických jeskynních sedimentů, nebo stáří či původu materiálu, ze kterého byly jeskynní sedimenty redepozicí vytvořeny, jsou mnohem vhodnější ty těžké minerály, které se samy ve vápencích nevyskytují a ani nevznikají během

procesů probíhajících v krasu - tedy minerály pro krasové prostředí exotické, přinesené transportními procesy z území v okolí krasu. Jako důležité kriterium byla v Českém krasu rozpoznána přítomnost amfibolů, pyroxenů a granátů, které jsou poměrně hojné v kvartérních fluviálních říčních sedimentech Berounky (Žák et al. 2001) a obecně i ve spraších (Lisá et al. 2005). Tyto minerály jsou naopak velmi vzácné nebo se v Českém krasu obvykle vůbec nevyskytují v terciérních (miocénních) říčních sedimentech. Žák a kol. (2001) vyčlenili v rámci známých povrchových reliktů písků a štěrků terciérního stáří v této oblasti dvě asociace těžkých minerálů, jednu s vysokým podílem turmalínu a druhou s větším zastoupením minerálů skupiny andalusit-silimanit-kyanit. V obou těchto skupinách je běžné a místy velmi hojné zastoupení dalších stabilních minerálů, zejména zirkonu a rutilu, které byly často redeponovány ze starších sedimentů, obvykle křídového stáří. Redepozice zrn těžkých minerálů je běžný proces, který komplikuje interpretaci těchto dat jak na povrchových lokalitách tak i v jeskyních. Pokud tedy nalézáme v jeskynních sedimentech pouze minerály typické pro terciér a současně nejsou přítomny minerály typické pro kvartér, nejedná se o doklad terciérního stáří jeskynních sedimentů. K redepozici terciérních sedimentů mohlo dojít i v kvartéru a pokud nebyl terciérní materiál smíšen s podílem materiálu z kvartérních řek nebo z kvartérních spraší, zůstane obraz zastoupení těžkých minerálů zachován.

Z tohoto pohledu je třeba interpretovat i získaná data z Koněpruských jeskyní, kde těžké minerály indikují redepozici materiálu z písků uložených terciérními řekami, kdy však k této redepozici došlo nelze na základě dat těžkých minerálů samotných soudit. Jeskyně se nacházejí mimo dosah větších kvartérních povrchových toků, přínos klastického materiálu z tohoto zdroje tedy není pravděpodobný. Přítomnost materiálu redeponovaného ze spraší zjištěná asociace těžkých minerálů vylučuje. Mohlo však dojít k přemístění písků terciérního stáří do jeskyní přívalovými splachy nebo lokálními toky, a to kdykoliv během svrchního miocénu, pliocénu, nebo staršího kvartéru.

7.3. Izotopové složení kyslíku a uhlíku karbonátu v některých konkrecích a sintrech

Jedním z cílů této diplomové práce bylo rozšířit dosavadní poznatky o vzniku karbonátových konkrecí v jeskynních sedimentech středního patra Koněpruských jeskyní. Karbonátové konkrece se v rámci středního patra Koněpruských jeskyní

vyskytují zejména v dobře velikostně tříděných jílech a mají velikosti od méně než 1 cm až do 50 cm. Dají se nalézt jak typy s radiálně paprsčitou stavbou a s minimální (nebo ojediněle žádnou) dutinou v centru, tak i „septáriové" typy s volným centrem, tedy s velkou dutinou, uvnitř s nepravidelně rozpraskanými ostrohrannými fragmenty základní hmoty konkrece, někdy i volnými, takže konkrece při zatřesení chřestí (Knížek 2004). Kontrakce objemu v centru těchto konkrecí vedla některé pracovníky k představě, že na jejich vzniku se podílelo vysýchání sedimentu, nebo že materiál v okolí konkrece byl odtlačován krystalizační silou rostoucích krystalů kalcitu (Cílek a Koloušek 1990). Konkrece z Koněpruských jeskyní studoval detailně s využitím mikroskopie, katodové luminiscence, elektronové mikroskopie a chemických analýz Knížek (2004). Cílem nových výzkumných prací v rámci této diplomové práce bylo doplnit na sadě vzorků zkoumaných Knížkem (2004) data izotopové geochemie uhlíku a kyslíku. Sada vzorků využitá pro tuto metodu byla nakonec rozšířena o vzorky z profilů, které Knížek (2004) nestudoval na celkový počet 20 vzorků, včetně dvou vzorků ze sintrové polohy v sedimentech (nově odebrané konkrece a sintry jsou popsány v Tabulce 3, výsledky analýz shrnuje Tabulka 4). Získaná data jsou také zobrazena v Grafu 1, který obsahuje pro srovnání data jeskynních sintrů Koněpruských jeskyní podle Žáka a kol. (1987), data žilných hydrotermálních kalcitů podle Žáka a kol. (1987) a Cílka a kol. (1994) a data paleozoických sedimentárních vápenců podle Hladíkové a kol. (1997).

Hlavním důvodem pro stanovení izotopového složení uhlíku a kyslíku karbonátu konkrecí bylo získat další data o podmínkách jejich vzniku. Poměry stabilních izotopů uhlíku a kyslíku jeskynních karbonátů (vyjádřené jako hodnoty $\delta^{13}C$ a $\delta^{18}O$) jsou citlivými indikátory podmínek jejich vzniku. Zatímco izotopové složení uhlíku závisí zejména na zdrojích uhlíku (tedy míšení uhlíku z paleozoických vápenců a z půdního CO_2) a na rovnovážném nebo kinetickém úniku CO_2 z krasových vod při krystalizaci karbonátu, je izotopové složení kyslíku ovlivněno teplotou krystalizace a izotopovým složením kyslíku vody, které je silně ovlivňováno odparem vody (Hendy 1971, Šmejkal 1986).

Studované konkrece nepochybně vznikly až v sedimentu a jsou tedy formou novotvořeného jeskynního karbonátu (Cílek a Koloušek 1990, Knížek 2004). To potvrzuje i jejich izotopové složení, které je všeobecně velmi blízké izotopovému složení uhlíku i kyslíku jeskynních sintrů Koněpruských jeskyní (viz Graf 1). V rámci existujících dat izotopového složení uhlíku a kyslíku sekundárních

jeskynních karbonátů z Koněpruských jeskyní má karbonát konkrecí nejnižší hodnoty $\delta^{13}C$ a $\delta^{18}O$. Lze tedy prakticky vyloučit, že by se na vzniku konkrecí podílel odpar vody a vysýchání jejich hostitelského sedimentu. Je totiž obecně známo, že odpar vody spojený s rychlým - izotopově nerovnovážným (kinetickým) únikem CO_2 z roztoku způsobuje posun hodnot $\delta^{13}C$ a $\delta^{18}O$ směrem k vyšším hodnotám (Šmejkal 1986). Sekundární jeskynní kalcit vznikající za částečného uplatnění odparu vody byl v Koněpruských jeskyních zjištěn v některých vzorcích jeskynních sintrů (viz Graf 1, data in Žák et al. 1987), nikdy však v nově analyzovaném karbonátu konkrecí. To, že konkrece zaujímají v rámci pole dat sekundárních jeskynních karbonátů nejnižší hodnoty $\delta^{18}O$, nejspíše naznačuje, že vznikaly za nižších teplot než ostatní typy jeskynních karbonátů. Výsledky provedené izotopové studie podporují představu vzniku konkrecí při transformaci hydratovaných forem $CaCO_3$ stabilních za nízkých teplot na normální kalcit.

7.4. Rentgenová identifikace jílových minerálů

Pro účely zjišťování minerálního složení jílové frakce některých sedimentů bylo odebráno celkem 17 vzorků. Tyto vzorky reprezentují všechny základní barevné odstíny sedimentů vyskytujících se ve studovaných profilech ve středním patře Koněpruských jeskyní. Pro porovnání byly analyzovány také vzorky ze spodního a svrchního patra a z Nové propasti na Zlatém Koni.

Ve všech vzorcích s výjimkou vzorku KR (černá vrstva v profilu „u Křtitelnice“) byla zjištěna základní asociace jílových minerálů kaolinit-illit/muskovit, zpravidla také s příměsí křemene. Vzhledem k rezavým odstínům studovaných sedimentů je toto minerální složení překvapivé (směs čistého kaolinitu, illitu a křemene má bílou barvu). Sekundární minerál železa (goethit) byl identifikován pouze v sytě červených vrstvách pocházejících z jeskyně U Žáby, je však pravděpodobné, že i ostatní většinou rezavé sedimenty jsou zbarveny sekundárními minerály železa v množství, které není možné rentgenem identifikovat (tedy pod zhruba 5 %). Goethit byl jako jeden z hlavních nositelů Fe v klastických jeskynních sedimentech Českého krasu prokázán Žákem a kol. (2004).

Barevně od ostatních zcela odlišný vzorek KR pocházející z jedné z černých vrstev je tvořen výhradně ranciéitem - $(Ca, Mn)Mn_4O_9.3H_2O$. Tento minerál je podle Žáka a kol. (2004) jedním z hlavních nositelů Mn v klastických jeskynních sedimentech Českého krasu. Podle těchto autorů jsou černě zbarvené horizonty v jemnozrnných

klastických jeskynních sedimentech buď bohaté manganem (až 15% Mn), nebo někdy také železem (až 41% Fe). V některých případech se v černě zbarvených horizontech vyskytují oba prvky v různých poměrech. Ve zkoumaném vzorku KR z profilu „u Křtitelnice" žádný minerál Fe rentgenem prokázán nebyl.

V běžných jeskynních jílech však podle RTG stanovení převažují kaolinit, illit/muskovit a křemen. Tyto minerály se v malých množstvích vyskytují v nerozpustném zbytku vápenců. Akumulace jílové složky z tohoto zdroje by však vyžadovala (vzhledem k malému zastoupení nerozpustného zbytku ve vysokoprocentních vápencích) rozpuštění velkých množství vápenců. Jako pravděpodobnější se proto jeví přínos jílových minerálů v suspenzi vodami z terciérních řek.

7.5. Porovnání popsaných profilů

Rentgenovou analýzou minerálního složení jílů různých vrstev bylo zjištěno, že naprostá většina vrstev, u nichž bylo minerální složení jílové frakce studováno, se od sebe v tomto ohledu výrazně neliší (jílová frakce téměř všech analyzovaných vrstev je tvořena směsí kaolinitu, křemene a illitu/muskovitu + sekundárních minerálů Fe). Ani studium minerálů těžké frakce různých vrstev není pro porovnání sedimentární výplně profilů vhodné, protože písčité vrstvy, v nichž je toto studium možné provádět, se vyskytují pouze v omezené míře ve dvou z deseti studovaných profilů.

Vzájemné porovnání studovaných profilů je proto možné jen na základě jejich popisu a sedimentárně geologického zhodnocení.

Svou sedimentární výplní se velmi podobají zvláště profily nacházející se v západní části středního patra Koněpruských jeskyní (jejich pozice v jeskynním systému je zobrazena v Mapě 2 - čísla 1 až 5). Spodní část těchto profilů je tvořena především jíly nebo sedimenty s vysokým podílem jílové složky. Tyto sedimenty bývají většinou rezavé nebo okrové. Častý je rovněž výskyt černých vrstev nebo tenkých černých pásků. Zejména v oblasti Proškova dómu jsou také výrazněji zastoupeny přeplavené karbonátové písky. V nadloží jílů a karbonátových písků se pak vyskytují málo vytříděné hnědavé sedimenty, často obsahující kosterní pozůstatky obratlovců, datované jako pleistocénní.

Je tedy pravděpodobné, že v západní části středního patra probíhala poměrně dlouhou dobu klidná sedimentace ze suspenze, zřejmě z kalných povodňových vod, které do jeskyně opakovaně pronikaly. Současně probíhající výrazná korozní

modelace jeskynních prostor způsobovala akumulaci karbonátových písků, které mohly být dále přeplaveny.

Následoval rychlý přínos nevytříděného suťového materiálu, který se do jeskyně dostával z povrchu a byl v ní dále rozvlečen. Je rovněž pravděpodobné, že v době sedimentace těchto suťových sedimentů byla západní část středního patra také otevřena na povrch větším vchodem, kudy mohli od jeskyně pronikat medvědi a další zvířata.

Podobnost sedimentární výplně profilů ve Staré chodbě a v Proškově dómu potvrzuje předpoklad, že Stará chodba a prostory ležící na západ od ní (včetně Proškova dómu) jsou spolu propojeny, ale tato veliká jeskynní prostora je místy až po strop vyplněna klastickými sedimenty.

Profil ve Vánoční jeskyni (v Mapě 2 číslo 6), nacházející se ve východní části středního patra Koněpruských jeskyní, se od profilů v západní části liší především vysokým zastoupením prachovitých až písčitých vrstev. Rezavé jíly se zde vyskytují pouze v podružném množství. Je pravděpodobné, že v této části jeskynního systému jsou dnes zachovány především sedimenty z období, kdy do této části jeskynního systému pronikala rychleji proudící voda, z níž se usazovaly písčité i prachovité sedimenty.

V jeskyni U Žáby je v profilech zachycen velmi mocný sled sedimentů různých barev i zrnitostí. Kromě materiálů přinesených do jeskyně zvenčí se na bázi profilu vyskytuje také karbonátový písek tvořený zrny vápence uvolněnými selektivní korozí během remodelace (nebo dokonce vzniku) jeskynních prostor. Podobný typ sedimentů, ovšem výrazně přeplavený (s vysokým obsahem jílové komponenty), se nachází také v některých profilech v oblasti Proškova dómu. V jeskyni U Žáby pravděpodobně nepanovaly dlouhodobě stabilní podmínky, časté je střídání tenkých jílovitých vrstev s vrstvami prachovitými až písčitými. Nápadné červené vrstvy vykazují zbarvení goethitem, který se zde (narozdíl od ostatních studovaných vrstev v dalších profilech) vyskytuje v množství převyšujícím 5%.

Z hlediska asociace minerálů v těžké frakci se sedimenty dvou vrstev studovaných ve Vánoční jeskyni od jedné vrstvy pocházející z jeskyně U Žáby zásadně neliší.

7.6. Časové zařazení sedimentů

Doposud prováděné výzkumy klastických jeskynních sedimentů se zaměřovaly především na fosiliferní vrstvy, především v oblasti Proškova dómu a přilehlých

prostor. Tyto vrstvy se také podařilo paleontologicky datovat, O. Fejfar a kol. v nich vyčlenili 3 stratigrafické horizonty časově spadající do pleistocénnu - biharu (Fejfar et al. 2004). Nejmladší fosiliferní sedimenty na povrchu akumulačního kuželu v Proškově dómu odpovídají poslednímu (viselskému) glaciálu.

Časové zařazení paleontologicky sterilních sedimentů je ovšem velmi problematické. Výsledky paleomagnetického datování jeskynních sedimentů provedené v Koněpruských jeskyních Kadlecem a kol. (2003) ukazují, že stáří paleontologicky sterilních sedimentů (ve Staré chodbě a v prostoře „u Labutě") by mohlo být spodnopleistocénní (1,95-1,77, případně 1,07-0,99 milionu let) nebo pliocenní (3,5-2,581 milionu let).

Z některých výsledků získaných v rámci tohoto výzkumu je možné alespoň přibližné nebo relativní časové zařazení těchto sedimentů.

V sondě v Předsíni Proškova dómu a také v profilu v „Chodbě CH" byly nalezeny pravděpodobně podlahové sintry odpovídající dobou svého vzniku době vzniku sintrů první generace, které se nejspíše vytvářely mezi svrchním miocénem a spodním pleistocénem (metodami absolutního datování se jejich stáří doposud zjistit nepodařilo). V oblasti Proškova dómu existují sedimenty v podloží těchto podlahových sintrů, které jsou s největší pravděpodobností starší než sintry první generace a tedy patrně terciérního stáří.

Asociace těžkých minerálů zjištěná ve vzorcích z Vánoční jeskyně a jeskyně U Žáby nejspíše odpovídá asociacím z terciérních nebo křídových lokalit v jiných oblastech Českého krasu, jak je popisuje ve své práci Žák a kol. (2001). Bylo zároveň zjištěno, že písky studované ve Vánoční jeskyni nejsou tvořeny přeplavenými sprašemi ani sedimenty kvartérních říčních teras, protože neobsahují těžké minerály pro tyto sedimenty typické. Písčité a sedimenty v jeskyni U Žáby i ve Vánoční jeskyni jsou tedy pravděpodobně původně terciérní nebo křídové, do jeskyně však mohly být přeplaveny i mnohem později.

8. ZÁVĚR

Ve středním paře Koněpruských jeskyní byla provedena popisná, kresebná a fotografická dokumentace deseti profilů klastickými jeskynními sedimenty. Pozornost byla soustředěna na starší paleontologicky sterilní sedimenty nebo na vrstvy nacházející se v podloží paleontologicky datovaných sedimentů obsahujících pozůstatky kostí obratlovců. Studované sedimenty byly až dosud stranou výzkumné

pozornosti. U některých profilů, kterým hrozí bezprostřední zánik, se jednalo o výzkum záchranný. Mladší souvrství špatně velikostně tříděných sedimentů, ukládaných již ve vadózní zóně gravitačními pohyby nebo srážkovými splachy, které často obsahují kosti obratlovců, nebyly do výzkumu zařazeny.

Bylo zjištěno, že s výjimkou profilu ve Vánoční jeskyni ve zkoumané sedimentární výplni převládají jíly nebo sedimenty s výrazným podílem jílové složky. Vyznačují se většinou různými odstíny rezavé, okrové nebo hnědé barvy, výrazně odlišné jsou jen černé vrstvy nebo pásky v některých profilech (zejména v profilu „u Křtitelnice") a také bělavé sedimenty v závalu ve svrchním patře Koněpruských jeskyní. Ve většině studovaných profilů byly zjištěny dobře velikostně tříděné jíly zpravidla s velmi jemnou laminací. Tyto sedimenty vznikaly usazováním ze suspenze v obdobích, kdy byly jeskynní dutiny celé trvale zaplavené vodou a kdy do nich periodicky pronikaly pomalu prudící kalné povodňové vody. Hruběji klastické prachovité a písčité sedimenty, dokládající rychlejší proudění vody, se ve středním patře Koněpruských jeskyní vyskytují poměrně zřídka. V rámci studovaných profilů převažuji pouze v profilu ve Vánoční jeskyni.

Rentgenovou analýzou byla studována jílová frakce sedmnácti vzorků sedimentů reprezentujících jejich barevné spektrum. Vzorky pocházely většinou ze studovaných profilů ve středním patře Koněpruských jeskyní, pro porovnání bylo analyzováno také po jednom vzorku ze spodního a svrchního patra, z Nové propasti na Zlatém Koni a z krasové kapsy ve VČS - východ. Téměř všechny vzorky vykazují podobné minerální složení jílové frakce – kaolinit, křemen, illit/muskovit. Pouze ve výrazně červených vzorcích z jeskyně U Žáby byl prokázán goethit, přítomnost malého množství sekundárních minerálů železa je ovšem pravděpodobná i v ostatních vzorcích rezavé barvy. Černé vrstvy studované v jednom z profilů „u Křtitelnice" jsou tvořeny ranciéitem.

Možnosti použití studia minerálů těžké frakce jsou ve středním patře Koněpruských jeskyní velmi omezené, jejich určování je možné z písčitých sedimentů, které se zde vyskytují poměrně málo. Zjištěná asociace těžkých minerálů dvou vzorků z Vánoční jeskyně a jednoho vzorku z jeskyně U Žáby ukazuje, že materiál přinesený do jeskyně je pravděpodobně terciérního nebo dokonce křídového původu. Do jeskyně se ovšem mohl dostat redepozicí až mnohem později. Kvartérní fluviální říční sedimentace již do oblasti Koněpruských jeskyní zřejmě nedosáhla. V písčitých

sedimentech Vánoční jeskyně nebyly zjištěny těžké minerály typické pro spraše, tyto sedimenty tedy s největší pravděpodobností nevznikly jejich redepozicí.

Pozornost byla zaměřena i na vznik karbonátových konkrecí. Ty se vyskytují hlavně v dobře velikostně tříděných jílovitých jeskynních sedimentech. Provedená geochemická studie s využitím stabilních izotopů uhlíku a kyslíku naznačuje, že na vzniku těchto novotvořených jeskynních karbonátů se nepodílel proces odpařování vody a vysýchání jeskynních sedimentů, jak bylo dříve také uváděno. Jejich vznik je nejspíše spojen s chladnějšími obdobími kvartéru.

9.LITERATURA

Atkinson T. C., 1977. Diffuse flow and conduit flow in limestone terrain in the Mendip Hills, Somerset (Great Britain). *Journal Hydrological.*, 35: 93-110.

Bosák P., 1971. Kalcit nebo aragonit? *Krasový sborník.*, 4: 53. Praha.

Bosák P., 1985. Periody a fáze krasovění v Českém krasu. *Český Kras.*, 11: 36-54., Beroun.

Bosák P., 1993. Předběžné výsledky hodnocení zkrasovění v koněpruské oblasti. *Český Kras.*, 18: 14-20., Beroun.

Bosák P,. 1996a. The evolution of karst and caves in the Koněprusky region and paleohydrologic model. *Acta carsologica.*, 25, 57-67. Ljublana.

Bosák P., 1996b. Vývoj krasu a jeskyní v koněpruské oblasti a paleohydrologický model. *Český Kras.*, 21: 15-22., Beroun.

Bosák P., 1997. Poznámky k morfologii širšího okolí Koněprus (Český kras, Česká republika). *Český Kras.*, 23: 19-28. Beroun.

Bosák P., 1998a. The evolution of karst and caves in the Koněprusy region (Bohemian karst, Czech Republic), Part II: Hydrotermal paleokarst. *Acta carsologica.*, 27: 41-46. Ljublana.

Bosák P., 1998b. Variský hydrotermální paleokras a kalcitové žíly ve Velkolomu Čertovy schody-východ. *Český Kras.*, 24: 60-64., Beroun.

Bosák P., 2000. The evolution of karst and caves in the Koněprusky region. *Acta carsologica.*, 29: 35-50. Ljublana.

Bosák P., Rejl J., 1982. K existenci neotektonicky aktivních linií v centru Českého krasu. *Český Kras.*, 7: 29-41., Beroun.

Bosák P., Cílek V., Tipková J. 1992. Le Karst de Boheme au Tertiaire. In: J.N. Solomon et R. Maire (ed.): Karsts et evolutions climatiques., *Prasses Universite de Bordeaux.*, str. 401-410., Bordeaux.

Bosák P., Cílek V., Bednářová J., 1993. Tertiary morfogeny and karstogenesis of the Bohemian karst. *Knihovna České Speleologické Společnosti.*, 21: 10-19., Praha.

Bruthans J., Zeman O., 2000. Nové poznatky o hydrogeologii Českého krasu. *Český Kras.*, 26: 41-50. Beroun.

Bruthans J., Zeman O., 2001. Nové poznatky o charakteru a genezi podzemních krasových forem v Českém krasu a dalších oblastech bez soustředěných ponorů v České republice. *Český Kras.*, 27: 21-29. Beroun.

Cílek V., 1989. Exhumace a geomorfologický vývoj Českého krasu. *Český Kras.*, 15: 97-112., Beroun.

Cílek V., 2000. Nejnižší a nejvyšší fluviální terciér Českého krasu. *Český Kras.*, 26: 49-50., Beroun.

Cílek V., Fábry J., 1989. Epigenetické manganem bohaté polohy v krasových výplních Zlatého Koně v Českém krasu. *Československý Kras.*, 40: 37-55., Brno.

Cílek V., Koloušek D., 1990. Mineralogické výzkumy v Českém krasu. *Československý Kras.*, 41: 7-24., Praha.

Cílek V., Tipková J., Kvaček Z., 1992. Nové nálezy křídových hornin v Koněpruské oblasti a Petrbokovo „stádium Koukolovy hory". *Český Kras.*, 17: 35-39., Beroun.

Cílek V., Dobeš P., Žák K., 1994. Calcite veins in the quarry „V Kozle, Hostim I, Alkazar" in the Bohemian karst. Journal of the Czech Geological Society., 39, 4:313-318. Praha.

Demek J.(ed.), 1987. Zeměpisný lexikon ČSR – Hory a nížiny. *Academia.*, Praha.

Fejfar O., 1955a. Zpráva o výzkumu pleistocénních ssavců v roce 1954. *Antropozoikum.*, 5: 359-362., Praha.

Fejfar O., 1955b. Významné paleontologické nálezy v oblasti českého krasu. *Lidé a Země.*, 4: 328-329., Praha.

Fejfar O., 1956. První dva nálezy primáta rodu Macaca Lacépede, 1799, na území ČSR. *Věstník Ústředního ústavu geologického.*, 31: 243-245., Praha.

Fejfar O., 1966. Výzkum fosilních obratlovců. *Zprávy o Geologických Výzkumech v Roce 1964.*, str. 375-376., Praha.

Fejfar O., 1973. Fosilní savci v krasu Československa. *Geologický Průzkum.*, 7: 213-215., Praha.

Fejfar O., Horáček I., Čermák S., Wagner J., 2004. Shrnutí současného stavu poznání stáří sedimentární výplně středního patra Koněpruských jeskyní na základě studia fosilních kostí savců. *In: Sborník příspěvků z konference 10. kvartér 2004.*, Ústav geologických věd PřF, Masarykova univerzita v Brně.

Ford D.C., Ewers R.O., 1978. The development of limestone cave systems in the dimensions of length and depth. *Canadian Journal of Earth Sciences.*, 25, 11: 1783-1798.

Halbichová I., Jančařík A., 1983. Consequenze del cambiamento della morfologia del microclima in alcuni riempimenti minerali delle grotte di Koněprusy. Not. sezionale CAI, Sezione di Napoli, N.S., 37, 1: 51-55. Napoli.

Havlíček V., 1986. Geologická mapa ČSR 1:50 000 – list 12–41 Beroun. *Ústřední Ústav Geologický*. Praha.

Hejna A., Radoměřský P., 1958. Penězokazecká dílna v jeskyni Mincovna na Zlatém Koni u Koněprus. *Památky Archeologické*., 48, 2: 513., Praha.

Hendy C. H., 1971. The isotopic geochemistry of speleothems;1, The calculation of the effects of different modes of formation on the isotopic composition of speleothems and their applicability as paleoclimatic indicators. Geochemica et Cosmochemica Acta. 35, 8: 801-824.

Hladíková J., Žák K., Kribek B., 1997. The distribution of carbon, oxygen and sulphur isotopes in rocks and ore deposits of the Tepla-Barrandian Unit and the Moldanubian Zone. Journal of Geological Sciences: Geology., 47: 216-221. Praha.

Homola V., 1947. Krasové zjevy v Barrandienu. *MS, rigorózní práce*. Přírodovědecká Fakulta Univerzity Karlovy Praha.

Horáček I., 1979. Nová paleontologický lokalita na Zlatém Koni u Koněprus. *Československý Kras*., 31: 105-107., Brno.

Horáček I., 1981. Doklady neogenní a starokvartérní fauny v Českém krasu a jejich význam pro poznání morfogeneze této oblasti. *In: Stalagmit: Sborník prací ke 100. výročí narození Jaroslava Petrboka*., 9-18., Praha.

Horáček I., 1982. Výzkum fosilních obratlovců v CHKO Český Kras. *Památky a příroda*., 82, 2: 106-111., Praha.

Horáček I., 1984. Obratlovčí mikrofauna z fosilních výplní Koněpruských jeskyní. *Český Kras*., 9: 68-75., Beroun.

Horáček I., 2000. Nálezy mladokenozoické fauny v Českém krasu a jejich význam pro poznání morfogeneze této oblasti. *In Bosák P., Cílek V., Zlatý Kůň.: Zlatý kůň., Zprávy z koněpruské oblasti*. Sv. 36: 40-48. Praha.

Hromas J., 1968. Nové objevy v Koněpruských jeskyních v Českém krasu. *Československý Kras*., 20: 51-62., Brno.

Hromas J., Bílková D. (ed.). (v přípravě): Jeskyně České republiky. *Součást řady Chráněná území ČR*. AOPK ČR. Praha.

Chlupáč I., 1993. Geology of Barrandian (A Field Trip Guide). *Senckenberg – Buch 69. Verlag Waldemar Kramer*. Frankfurt am Main.

Chlupáč I., Havlíček V., Kříž J., Kukal Z., Štorch P. 1992. Paleozoikum Barrandienu. *Vydavatelství Českého Geologického Ústavu*. Praha.

Chlupáč I., Brzobohatý R., Kovanda J., Stráník Z., 2002. Geologická minulost České republiky. *Academia*. Praha.

Jančařík A., 1976. Nástin dynamiky vývoje ovzduší v jeskyních na příkladu horních pater Koněpruských jeskyní. *Český Kras.*, 1: 7-16., Beroun.

Jančařík A., 1986. Ke genesi specifických forem aerosolových sintrů vyskytujících se ve středních patrech Koněpruských jeskyní. *Český Kras.*, 12: 5-22., Beroun.

Jančaříková I., 1988. Geologická situace ve štole do Koněpruských jeskyní. *Český Kras.*, 14. 33-41. Beroun.

Jäger O., 1993. Jakým směrem tekla Paleoberounka II. *Český Kras.*, 18: 24-25., Beroun.

Kadlec J., Schnabl P., Pruner P., Lisá L., Žák K., Hlaváč J., 2003. Paleomagnetické datování sedimentů v jeskyních Českého krasu. *Český Kras.*, 29: 21-25., Beroun.

Klimchouk A. (ed.), 2000. Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers. *National Speleological Society*, Huntsville Alabama.

Knížek M., 2004. Studium karbonátových konkrecí v jeskyních sedimentech Koněpruských jeskyní v Českém krasu. *MS, Bakalářská práce*, Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně.

Komaško A., 1985. Sekundární křemeny v oblasti Zlatého Koně u Koněprus., *Památky a Příroda.*, 8: 497-500. Praha.

Komaško A., 1986. Opál a jeskyně Českého krasu. *Český Kras.*, 12: 23-46., Beroun.

Komaško A., 1987. Koněpruské růžice nevznikaly pod vodou!. *Československý Kras.*, 38: 117-119., Brno.

Komaško A., 1992. Nástin vývoje jeskyní v oblasti Zlatého Koně. *MS, interní materiál pro průvodce Koněpruských jeskyní*. Koněprusy.

Komaško A., Cílek V., 1987. Výskyt křemene, opálu a chalcedonu v krasu. *Československý Kras.*, 38: 23-53., Brno.

Kovanda J., 2002. Jaroslav Petrbok a objev Koněpruských jeskyní. Český Kras., 28: 19-27. Beroun.

Králík F., Skřivánek F. 1964. Aragonit v československých jeskyních. *Československý Kras.*, 15: 11–35., Brno.

Kučera B., Hromas J., Skřivánek F., 1981. Jeskyně a propasti v Československu. *Academia*. Praha.

Kučera B., 1985. Jeskyně skupiny 23 v Českém krasu. *Československý Kras.*, 36: 29-60., Brno.

Kukal Z., 1985. Návod k pojmenování a klasifikaci sedimentů. *Ústřední Ústav Geologický.*, Praha.

Kukla J., 1951. Nová jeskyně na Zlatém koni u Koněprus. *Československý Kras.*, 1-2: 13-16., Brno.

Kukla J., 1952a. Zpráva o výsledcích výzkumů jeskyní na Zlatém koni u Koněprus v roce 1951, prováděných Krasovou sekcí Přírodovědeckého klubu v Praze. *Československý Kras.*, 5: 49-179. Brno.

Kukla J., 1952b. Nové objavy v najväčšej českej krápníkovej jaskyni: J. Kukla:"Vánoční jeskyně." Zlatý kůň u Berouna. *Príroda a spoločnosť.*, 1: 213. Matica slovenská. Martin

Kukla J., 1953. Výplně kapes na Zlatém koni. *MS, Diplomová práce*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze.

Kukla J., 1956. Křídové sedimenty v Koněprusích u Berouna. *Časopis pro Mineralogii a Geologii.*, I., 1: 24-30., Praha.

Kukla J., Ložek V., 1993. Průzkum říčních teras v okolí Tetína a otázka prvního říčního paradoxu. Nepublikovaná zpráva z roku 1956, publ. později V. Cílkem. *In: V. Cílek (ed.). Krasové sedimenty, Knihovna České Speleologické Společnosti, sv. 21, 30–39. Nakadatelství . Zlatý Kůň České Speleologické Společnosti*. Praha.

Lisá L., Buriánek D., Uher P., 2005. Provenience wurmských spraší a spraším podobných sedimentů na Moravě a ve Slezku, Česká republika: použití asociací těžkých minerálů. *Acta Musei Moraviae., Sci. Geol.*, 90: 167-184., Brno.

Ložek V., 1973. Příroda ve čtvrtohorách. Academia. Praha.

Ložek V., 1984. Výzkum kvartérní malakofauny v jeskyních Zlatého koně. *Český Kras.*, 9: 76-83., Beroun.

Ložek V., 2000. Malakostratigrafie kvartéru koněpruské oblasti. *In Bosák P., Cílek V., Zlatý Kůň.: Zlatý kůň., Zprávy z koněpruské oblasti*. Sv. 36: 22-40. Praha.

Ložek V., Žák K., Cílek V., 2004. Z minulosti českých řek. *Vesmír.*, 83, 8: 447–454., Praha.

Lysenko V., 1970. 20 let Koněpruských jeskyní. *Lidé a Země.*, 1:34-35., Praha.

Lysenko V., 1971. Sádrovec a jeho výskyt v jeskyních. *Krasový sborník.*, 4: 47-49., Praha.

Lysenko V., 1973. Nový objev v Koněpruských jeskyních. *Lidé a Země.*, 22, 1: 34-35., Praha.

Lysenko V., 1975. Changes in Cave Regime as a Consequence of General Public Accessibility /on the Example of Koněprusy Caves/. *Annales de Speleologie*, 30, 4: 719-724. Paris.

Lysenko V., 1976. Příspěvek ke stratigrafii sedimentů v Koněpruských jeskyních. Český Kras., 1: 18-27., Beroun.

Lysenko V., 1979. Minerální výplně jeskynních sedimentů Českého krasu - význam a ochrana. *Český Kras.*, 4: 68-72., Beroun.

Lysenko V., 1982. Fázovitost vývoje jeskyní v Českém krasu. *Geomorfologická konference konaná na počest 100. výročí narození prof. J. V. Daneše – referáty*, 185-190, Univerzita Karlova v Praze.

Lysenko V., Slačík J., 1975. Chemismus genetisch verschiedener Sinterformen in den Koneprusy-höhlen (ČSSR). *Annales de Speleologie.*, 30, 4: 711-717.

Lysenko V., Slačík J., 1977a. Sukcese a chemismus minerálních výplní Českého krasu. *Český Kras.*, 2: 7-20., Beroun.

Lysenko V., Slačík J., 1977b. Příspěvek k sukcesi minerální výplně Koněpruských jeskyní. *Časopis pro Mineralogii a Geologii.*, 22: 307-315., Praha.

Lysenko V., Slačík J., 1978. Výskyt opálu v Českém krasu. *Český Kras.*, 3: 23-37., Beroun.

Lysenko V., Slačík J., 1984. Minerální výplně v Koněpruských jeskyních. *Český Kras.*, 9: 51-60., Beroun.

Mareš K., 1997. Vzpomínky skalníka Karla Mareše, objevitele Koněpruských jeskyní. *Knihovna České Speleologické Společnosti.*, 29: 44-50. Praha.

Mühldorf J., 2003. Sedimentární výplně krasových dutin v údolí Berounky mezi Tetínem a Srbskem v Českém krasu. *MS, Diplomová práce,* Ústav geologie a paleontologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze.

Palmer A., 1991. Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*, 103: 1-21.

Pešek J., Holub V., Jaroš J., Malý L., Martínek K., Prouza V., Spudil J., Táser R., 2001. Geologie a ložiska svrchnopaleozoických limnických pánví České republiky. *Český Geologický Ústav*. Praha.

Petrbok J., 1956. Český kras ve výzkumu do roku 1950. *Antropozoikum.*, 15: 9-46., Praha.

Prošek F., 1951. Výzkum v jeskyni na Zlatém koni u Koněprus. *Archeologické rozhledy.*, 4, 3-4: 206-209., Praha.

Prošek F., 1952a. Geologické datování pleistocénních vrstev v Hlavním dómu jeskyně Zlatého koně. *Československý Kras.*, 55: 174-175., Brno.

Prošek F., 1952b. Methodika archeologického výzkumu. *Československý Kras.*, 5: 163., Brno.

Prošek F., 1952c. Nálezy archeologické. *Československý Kras.*, 5: 173., Beroun.

Prošek F., 1952d. Stratigrafie pleistocénních uloženin v Hlavním dómu jeskyně Zlatého koně. *Československý Kras.*, 5: 165-169., Brno.

Prošek F., Ložek V., Hokr Z., Vlček E., 1952. Zpráva o výzkumu pleistocenních uloženin v jeskyni na Zlatém koni u Koněprus. *Věstník Ústředního Ústavu Geologického.*, 27: 254-257., Praha.

Prošek F., Vlček E., 1952. Nálezy pleistocenního člověka v jeskyni Zlatého koně u Koněprus. *Vesmír.*, 31: 199., Praha.

Přibyl J., Ložek V., Kučera B., Bosák P., Cílek V., Jančařík A., Kirchner K., Panoš V., Sklenář K., Slačík J., Šmejkal V., Šťerba O., Vašátko J., Vlček V., 1992. Základy karsologie a speleologie. *Academia*. Praha.

Slačík J., 1975. Lumineszenz-Typologie des Kalzites anderer Höhlenminerale. Annales de Speleologie., 30, 4: 753-759. Paris.

Slačík J., 1976. Fotoluminiscence v českých jeskyních. *Československý Kras.*, 27: 29-35., Brno.

Slačík J., 1982. Nové poznatky o geochemii a mineralogii jeskyní I. *Český Kras.*, 7: 62-66., Beroun.

Slačík J., 1984. Nové poznatky o geochemii a mineralogii jeskyní II. *Český Kras.*, 10: 39-49., Beroun.

Stárka F., 1952. Hlavní data o výzkumných pracích v jeskyních Zlatého koně. *In Kukla (ed.). Výzkum jeskyně Zlatého Koně u Koněprus. Československý Kras.*, 5: 161-163., Brno.

Stárka V., 1997. Jak byly objeveny Koněpruské jeskyně. *Knihovna České Speleologické Společnosti.*, 29: 7-20. Praha.

Suchý V., Zeman A., Bosák P., 1996. Sedimentologické výzkumy krasových dutin ve Velkolomu Čertovy schody (Koněprusko, Český Kras). *Sborník konference Sedimentární geologie v České republice 1996.*, Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta.

Suchý V., Zeman A., Bosák P., Hladíková J., Jacková I., 1997. Hydrotermal Paleozoic of the Barrandian basin, Czech republic: evidence of extensive (? Post) Variscian fluid flow. *18th IAS Regional European Meeting of Sedimentology*, Heidelberg, September 2.-4. 1997. - Abstracts in: *GAEA Heidelberg*. 3/1997, p. 325.

Suchý V., Zeman A., 1999. Hydrotermální původ jeskyní v Českém krasu: nové paradigma. *Acta Musei Moraviae., Sci. Geol.*, 84: 97-119., Brno.

Suchý V., Zeman A., Světlík I., Filip J., Komaško A., Melková J., Jílek P., 2001. Geochronologické a geochemické výzkumy jeskynních sintrů Českého krasu: nové výsledky. *Zprávy o Geologických Výzkumech v Roce 2000.*, 90-93., Praha.

Svoboda J.A., van der Plicht J., Kuželka V. (2002): Upper Paleolithic and Mesolithic human fossils from Moravia and Bohemia (Czech Republic): some new 14C dates. *Antiquity*, 76: 957–962.

Šmejkal V., 1986. Využití stabilních izotopů ve speleologii. Československý Kras., 37: 27-32. Praha.

Tůma S., 1979. Jeskyně levého břehu Vltavy mezi Malou Chuchlí a ústím Dalejského potoka v Praze. *Československý Kras.*, 31: 35-44., Brno.

Vlček E., 1952. Nález pleistocenního člověka v jeskyních Zlatého koně. *Československý Kras.*, 5: 180-191., Brno.

Vlček E., 1956. Pleistocenní člověk z jeskyně na Zlatém koni u Koněprus. *Anthropozoikum.*, 6: 238-311., Praha.

Vlček E., 1957. Další nálezy pozůstatků pleistocenního člověka na Zlatém koni u Koněprus. *Archeologické rozhledy.*, 9: 305-310., Praha.

Wagner J., 2003. Taxonomické určení nálezů rodu Ursus (Mammalia, Ursidae) z vybraných biharských lokalit České a Slovenské republiky. *MS, Diplomová práce.*, Ústav geologie a paleontologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy. Praha.

Zázvorka V., 1951. Předběžná zpráva o nálezech fosilních kostí na Zlatém koni u Koněprus (střední Čechy). *Československý Kras.*,1-2: 60-66., Brno.

Zeman A., Suchý V., Dobeš P., 1997a. Hydrotermální kalcitové žíly a předkřídové korozní tvary v prostoru Velkolomu Čertovy schody. *Český Kras.*, 23: 33-40., Beroun.

Zeman A., Suchý V., Melka K., 1997b. Látkové složení a původ černých kůr na stěnách krasových dutin ve Velkolomu Čertovy schody u Koněprus. *Zprávy o Geologických Výzkumech v Roce 1996.*, 12-21. Praha.

Zeman A., Suchý V., 1999. Fosilní hydrotermální kras v Čechách a na Moravě: společné rysy a aktualistické analogie. *Zprávy o Geologických Výzkumech v Roce 1998.*, 83-84., Praha.

Žák K., 1999. Vztah hydrotermálních a krasových procesů v Českém krasu-diskuze. *Český Kras.*, 25: 54-63., Beroun.

Žák K., Hladíková J., Lysenko V., Slačík J., 1987. Izotopické složení uhlíku a kyslíku jeskynních sintrů, žilných kalcitů a sedimentárních vápenců z Českého krasu. *Český Kras.*, 13: 5-28., Beroun.

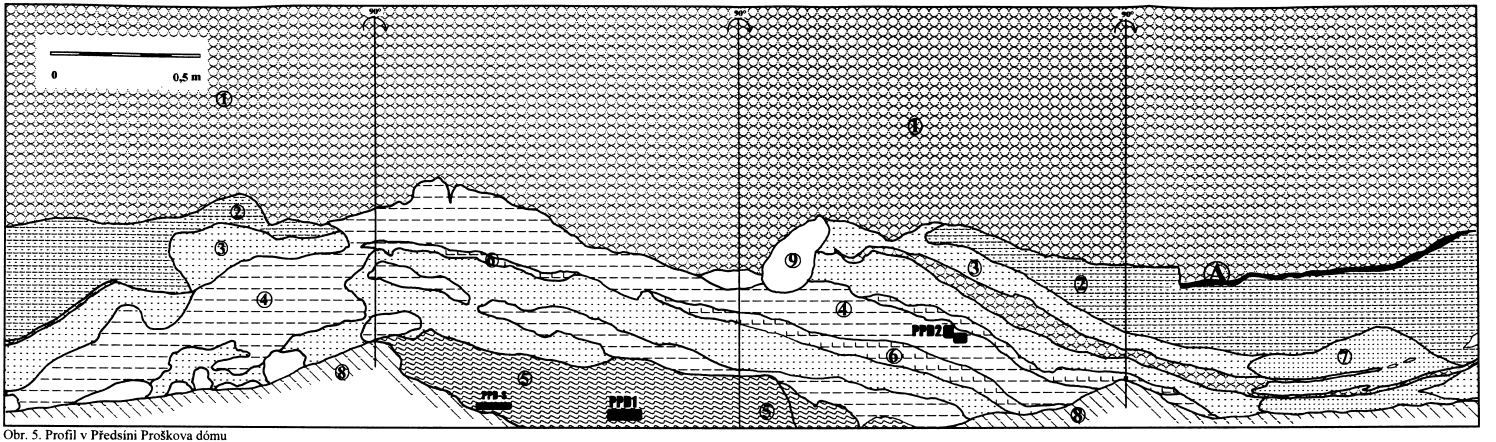
Žák K., Táborský Z., Lachmanová M., Pudilová M., 2001. Využití těžkých minerálů při studiu alochtonních klastických sedimentů Českého krasu. *Český Kras.*, 27: 5-20., Beroun.

Žák K., Kolčava M., Jäger O., Živor R., 2003a. Evidence jeskyní Českého krasu - stav k 1. říjnu 2003. *Český Kras.*, 29: 5–20., Beroun.

Žák K., Teodoridis V., Sakala J., 2003b. Nález flóry v terciérních sedimentech u Karlštejna The find of flora in Tertiary sediments near Karlštejn). *Zprávy o Geologických Výzkumech v Roce 2002.*, 47–49., Praha.

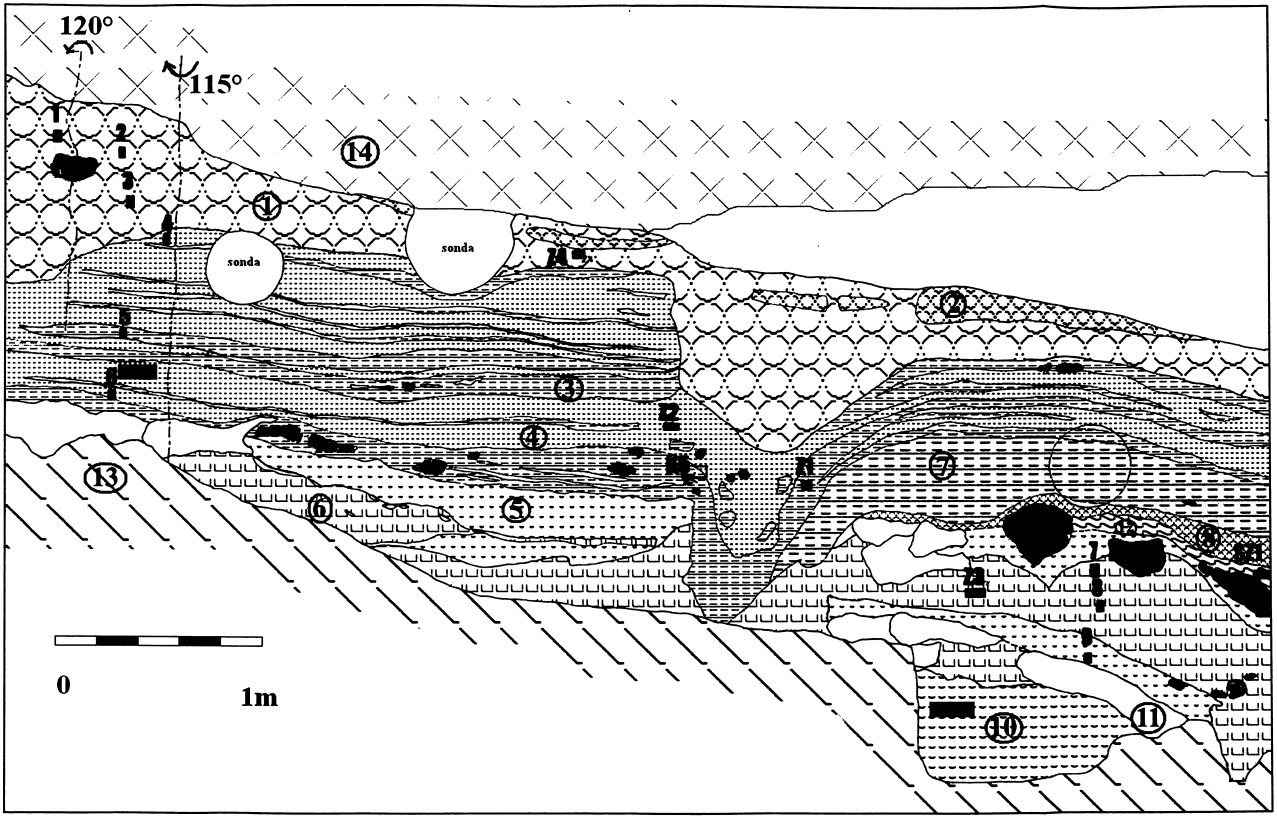
Žák K., Táborský Z., Kadlec J., Cílek V., 2004. Jeskynní sedimenty a vývoj krasových jevů v údolí řeky Berounky v Českém krasu. *Závěrečná zpráva a dokumentace provedených prací projektu Grantové agentury ČR č. 205/02/0449.*

10. PŘÍLOHY



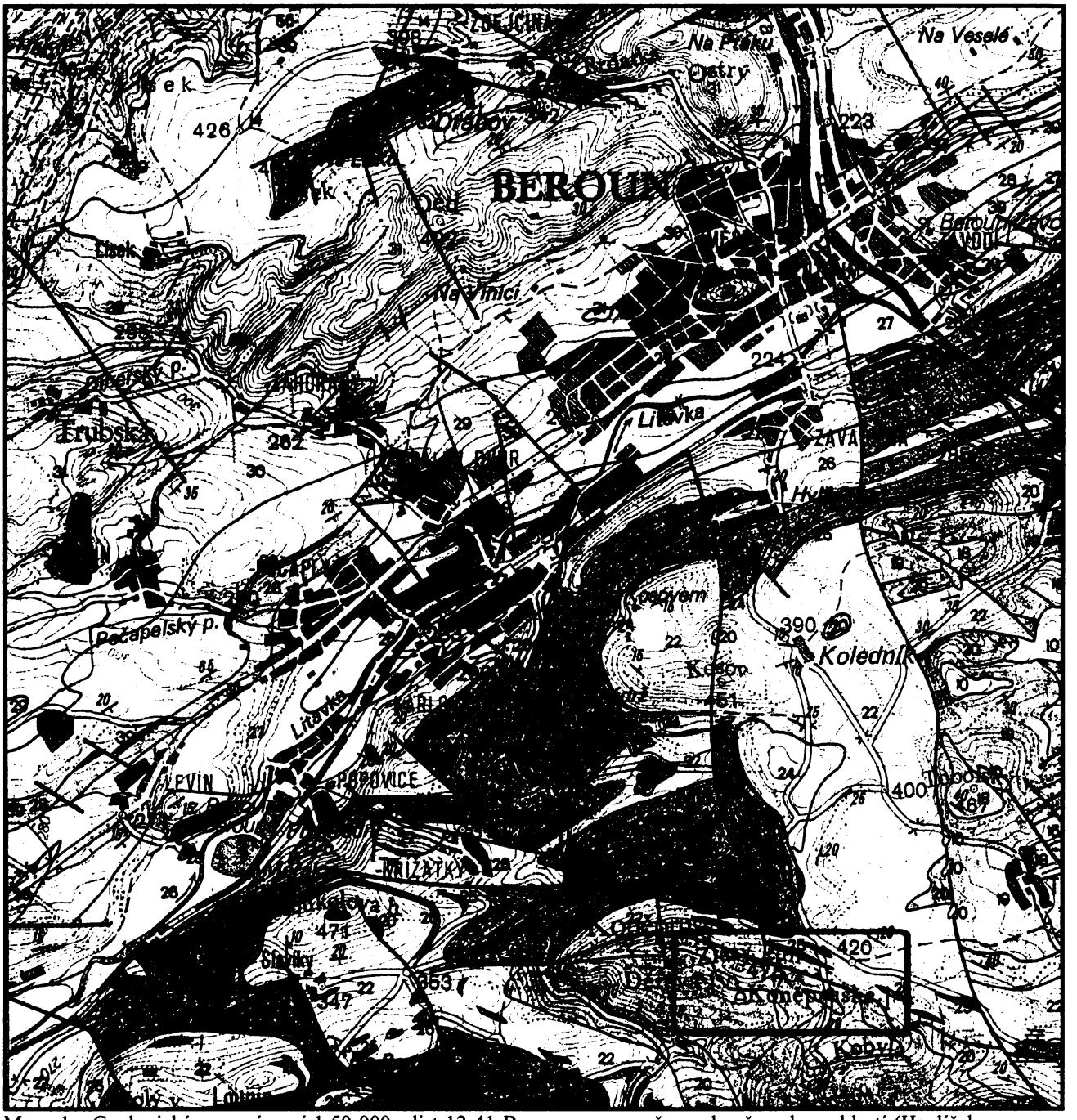
Obr. 5. Profil v Předsíni Proškova dómu

1 - velmi špatně vytříděné, nehomogenní hnědé sedimenty s rozpadajícími se kostmi, 2 - rezavý prachovitý jíl s příměsí karbonátového písku a s útržky barevných jílů, 3 - karbonátový písek s příměsí rezavých až šedočerných jílů, 4 – okrové až rezavě okrové jíly s náznaky cihličkovitého rozpadu, 5 - prosintrovaný rozpadající se vápenec s enklávami cihličkovitě se rozpadajícího se jílu, 6 – okrové až rezavě okrové cihličkovitě se rozpadající jíly, 7 – karbonátový písek s malým podílem rezavého jílu, 8 - materiál z výkopu, 9 - úlomky vápenců. A - zbytky podlahového sintru s obsahem opálu.

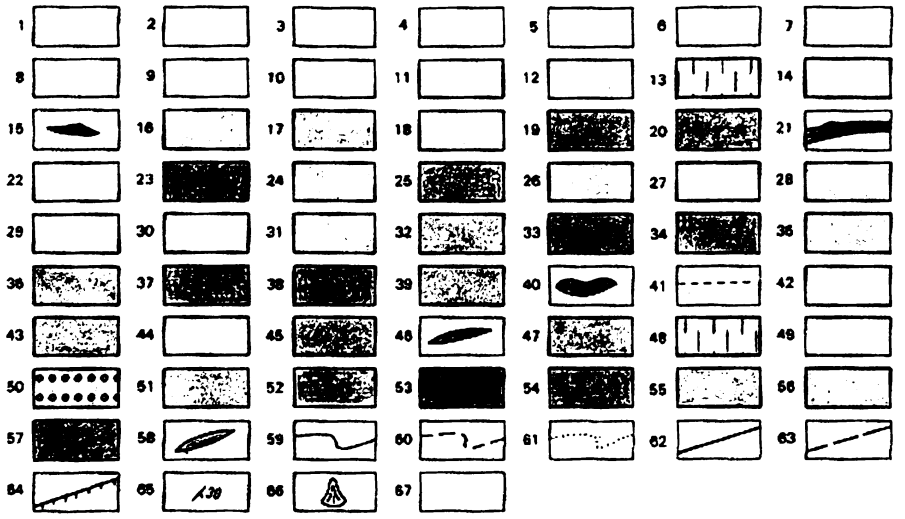


Obr.10. Profil v jeskyni U Žáby – západní stěna

1 – špatně vytříděný nehomogenní hnědo-béžový jílovitý prach s útržky barevných jílů a hrubšími polohami, 2 – dobře vytříděný červeno-hnědý prach, 3 - dokonale vytříděné rezavě červené jíly, 4 – dobře vytříděný rezavě červený prach (v levé části profilu s vysokým podílem písku), 5 - okrově rezavý silně jílovitý karbonátový písek, 6 – rezavo-hnědé dokonale vytříděné cihličkovitě se rozpadající jíly, 7 – hnědo-rezavé dokonale vytříděné jíly, 8 – špatně vytříděný rezavý jíl s vysokým obsahem vápencových klastů a útržků barevných jílů, 9 – karbonátová konkrece, 10 – špatně vytříděný karbonátový písek s jílovitými závalky, 11 – úlomky vápenců, částečně se rozkládající, 12 – sintr, 13 – podloží, 14 – suchomastský vápenec. K5 a K6 – vzorkované konkrece. Fialová čísla 1 až 9 – vzorky pro paleomagnetiku (nezměřené), odebrané J. Kadlecem. TM 103 a TM 104 – vzorky pro studium minerálů těžké frakce



Mapa 1a. Geologická mapa území 1:50 000 - list 12-41 Beroun - s vyznačenou koněpruskou oblastí (Havlíček ed. 1986).



Kvartér: 1 - 10
TERCIÉR - neogén: 10 - lakustrinní až fluviolakustrinní jíly, písky, štěrčíky a štěrky;
MEZOZOIKUM - křída: 11 - bělohorské souvrství (turon); vápnité jílovce až slínovce; **12** - korycanské vrstvy (cenoman); pískovce, ve svrchních polohách glaukonitické; **13** - perucké vrstvy (cenoman - alb?); jílovce, prachovce, pískovce, místy slepence;
PALEOZOIKUM - karbon: 14 - kladenské souvrství (spodní šedé souvrství, westfal C, D); pískovce, arkózy, slepence, šedé prachovce a jílovce, uhlí;
mladší paleozoikum (bez určení útvaru): 15 - minetokersantity;
devon: 16 - srbské souvrství (givet); šedé laminované prachovce s vložkami pískovců, na bázi vápnité břidlice a bituminózní vápence; **17** - chotečské a dalejsko-třebotovské souvrství (eifel a dalej); organodetritické a mikritové vápence, vápnité břidlice; **18** - zlíchovské souvrství (zlíchov); organodetritické vápence s vložkami vápenců mikritových, místy rohovce; **19** - pražské souvrství (prag); organogenní a organodetritické vápence, mikritové hlíznaté vápence; **20** - lochkovské souvrství (lochkov); sparitové a biodetritické vápence, dolomitické vápence; **21** - granulátové tufy, alterované bazalty;
silur: 22 - přídolské a kopaninské souvrství (přídol a ludlov); biogenní a biosparitové vápence, vápnité břidlice, místy vulkanogenní příměs; **23** - liteňské souvrství (wenlock, llandovery); vápence, vápnité břidlice, jílovité a křemičité břidlice, místy vulkanogenní příměs; **24** - granuláty, granulátové a popelové tufy, vulkanické brekcie, **25** - žilné a výlevné alterované bazalty („diabasy");
ordovik: 26 - kosovské souvrství (kosov); střídání pískovců, prachovců a břidlic; **27** - královorské souvrství (královor); šedozelené jílovce; **28** - bohdalecké souvrství (beroun); tmavošedé jílovce; **29** - zahořanské souvrství (beroun); prachovce; **30** - vinické souvrství (beroun); jílovité břidlice; **31** - letenské souvrství (beroun); střídání drob a břidlic; **32** - libeňské souvrství (beroun); facie černých břidlic; **33** - libeňské a dobrotivské souvrství (beroun a dobrotiv); facie křemenců skaleckých a řevnických; **34** - dobrotivské souvrství (dobrotiv); facie černých břidlic; **35** - šárecké souvrství (llanvirn); černé břidlice, Fe-rudy; **36** - klabavské souvrství (arenig); pestré břidlice a droby; **37** - klabavské a třenické souvrství nerozlišeno (arenig a tremadok); červené břidlice a křemenné pískovce; **38** - třenické souvrství (tremadok); křemenné pískovce, slepence; **39** - komárovský explozivně-efuzivní vulkanický komplex; alterované bazalty a pyroklastika (granuláty, tufy) včetně izolovaných výskytů ve spodním a svrchním ordoviku; **40** - ryolity (pravé žíly ve svrchním ordoviku); **41** - sedimentární železné rudy, oolitické obzory;
kambrium: 42 - holšinsko-hořické souvrství (spodní kambrium); křemenné pískovce a droby hořické; **43** - holšinsko-hořické souvrství (spodní kambrium); křemenné slepence holšinské; **44** - sádecké souvrství (spodní kambrium); pestré droby; **45** - žitecko-hlubošské souvrství (spodní kambrium); hnědočervené slepence a hrubozrnné pískovce hlubošské; **46** - křemenný porfyr (ryolit); výplň přívodní dráhy ke svrchnokambrickým vulkánům;
MLADŠÍ PROTEROZOIKUM - štěchovická skupina: 47 - břidlice, prachovce; **48** - střídání břidlic a drob; převaha břidlic; **49** - střídání břidlic a drob s převahou drob a droby; **50** - polymiktní slepence;
kralupsko - zbraslavská skupina: 51 - lečické vrstvy; černé, zčásti silicifikované břidlice; **52** - davelské souvrství; ryolitová a dacitová pyroklastika; **53** - davelské souvrství; ryolity; **54** - davelské souvrství; albitizované andezity až dacity; **55** - jílovité a prachovité břidlice; střídání břidlic a drob s převahou břidlic; **56** - droby; střídání břidlic a drob s převahou drob; **57** - silicity (buližníky); **58** - alterované bazalty (pravé žíly v proterozoiku, kambrického nebo proterozoického stáří);

59 - zjištěná hranice stratigrafických jednotek a hornin; **60** - pravděpodobná, přesně nezjištěná hranice stratigrafických jednotek a hornin; **61** - litologický a petrografický přechod hornin; **62** - zlom ověřený; **63** - zlom předpokládaný; **64** - přesmyk; **65** - vrstevnatost; **66** - výplavový kužel; **67** - výskyt pěnovců;

Mapa 1b. Vysvětlivky ke geologické mapě území 1: 50 000 - list 12-41 Beroun (Havlíček ed. 1986).

Mapa 2. Zjednodušená mapa středního patra Koněpruských jeskyní s nadmořskými výškami zaměřených bodů a pozicí dokumentovaných profilů (červená čísla 1 až 6). (upraveno podle Kučery a kol. (1981) a podle základní měřické dokumentace Koněpruských jeskyní zpracované V. Ouhrabkou -důlní měřič Správy jeskyní ČR).

1 – profily „u Křtitelnice"

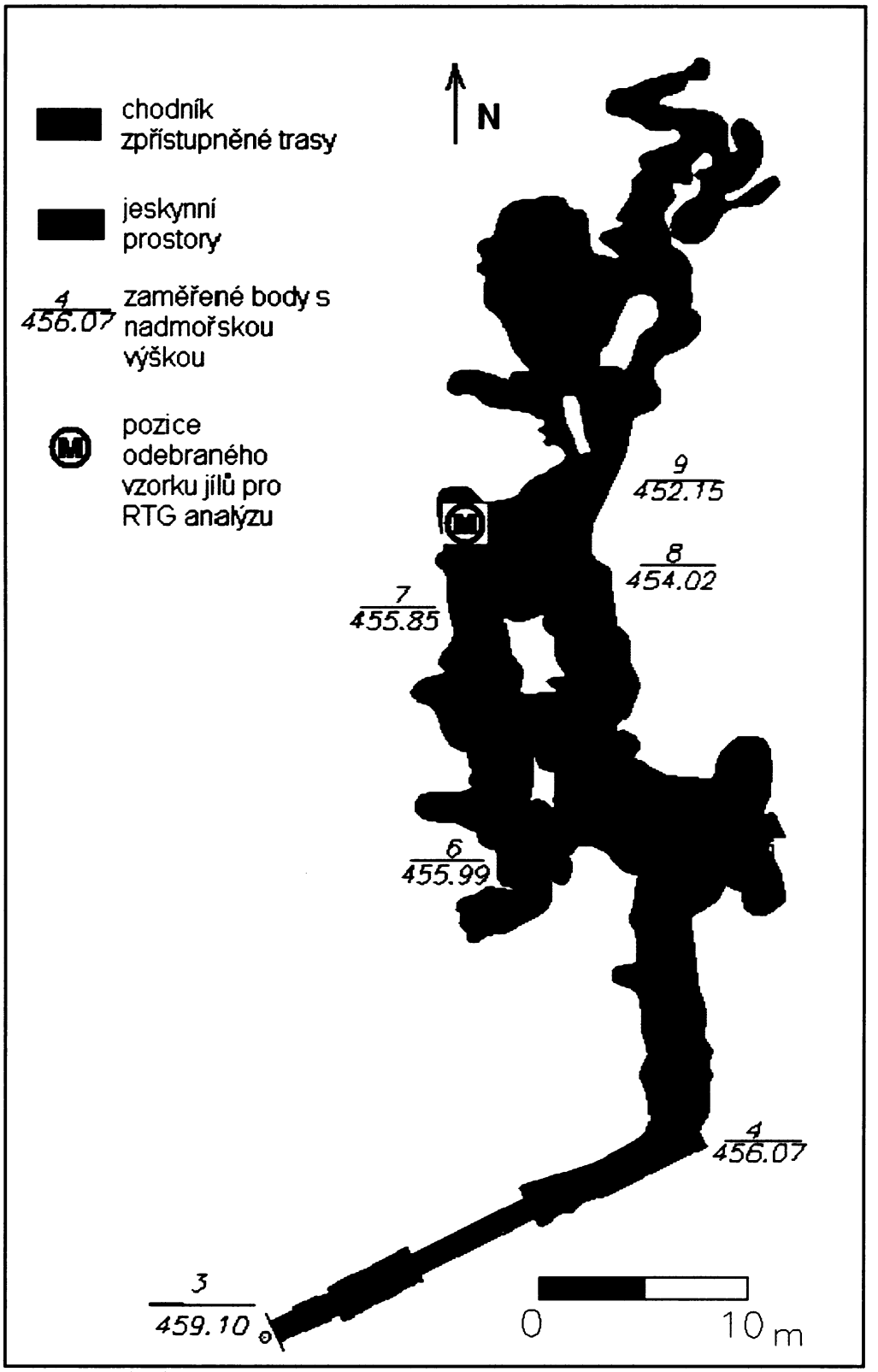
2 – profily ve Staré chodbě

3 – profil v Předsíni Proškova dómu

4 – profil v severovýchodní části Proškova dómu

5 – profil v „Chodbě CH"

6 – profil ve Vánoční jeskyni



Mapa 3. Zjednodušená mapa svrchního patra Koněpruských jeskyní s nadmořskými výškami zaměřených bodů a s vyznačenou pozicí odběru vzorku pro RTG analýzu jílových minerálů (M). Upraveno podle základní mapové dokumentace Koněpruských jesknyí zpracované V. Ouhrabkou (důlní měřič Správy jeskyní ČR).

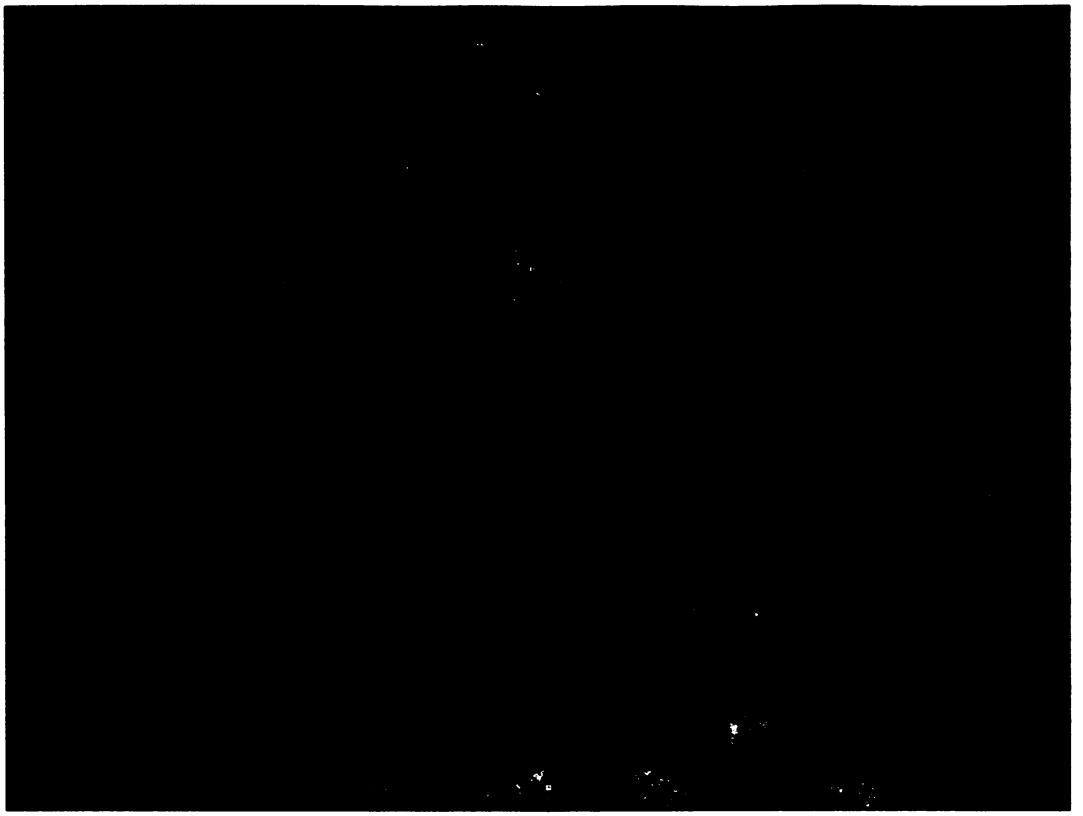


Foto 1. Profil „u Křtitelnice“ – jihozápadní stěna. Foto: A. Komaško.

Foto 2. Profil „u Křtitelnice“ – severovýchodní stěna. Foto: A. Komaško.

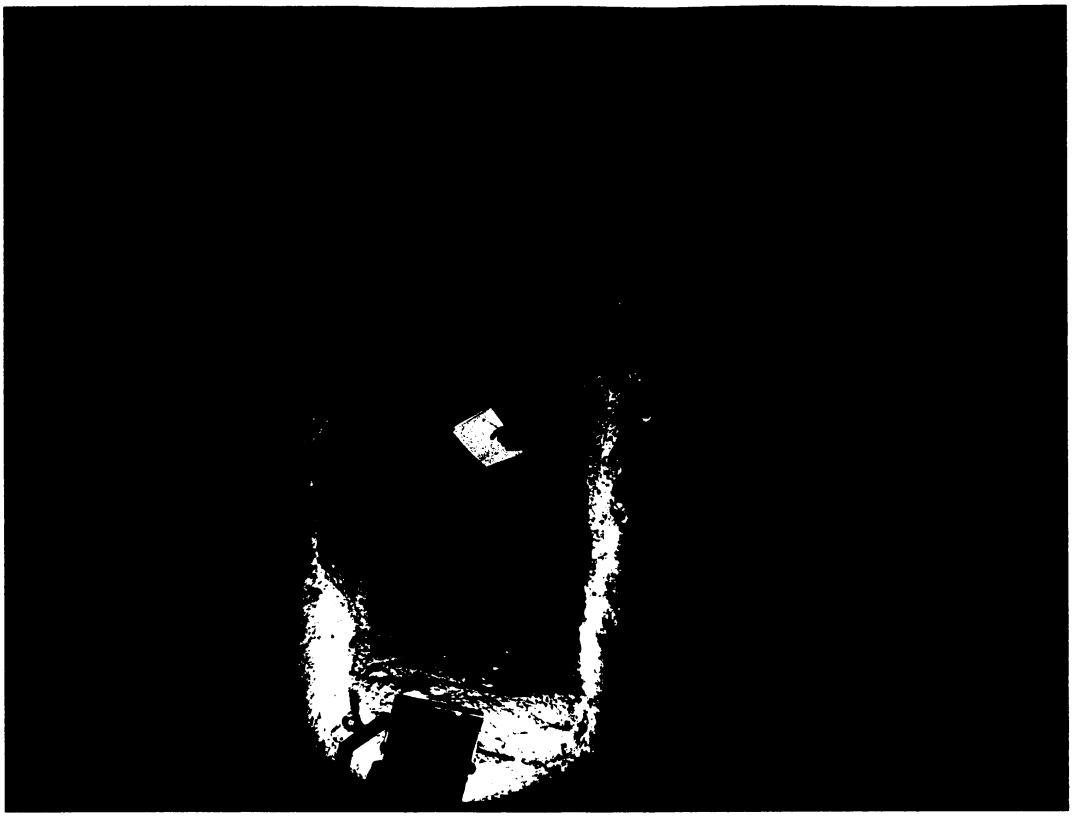


Foto 3. Profily ve Staré chodbě, celkový pohled. Foto: A. Komaško.

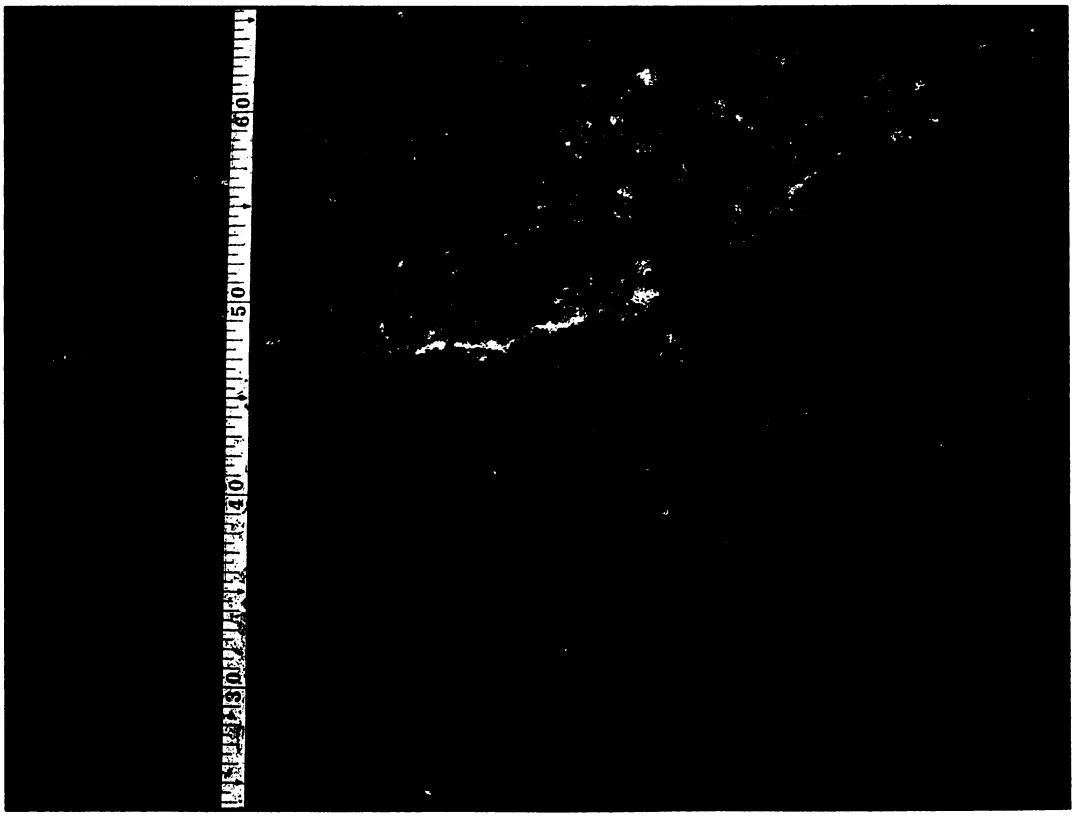


Foto 4. Sonda v Předsíni Proškova dómu, detail vrstvičky rozpadajícího se sintru s opálem. Foto: A. Komaško.

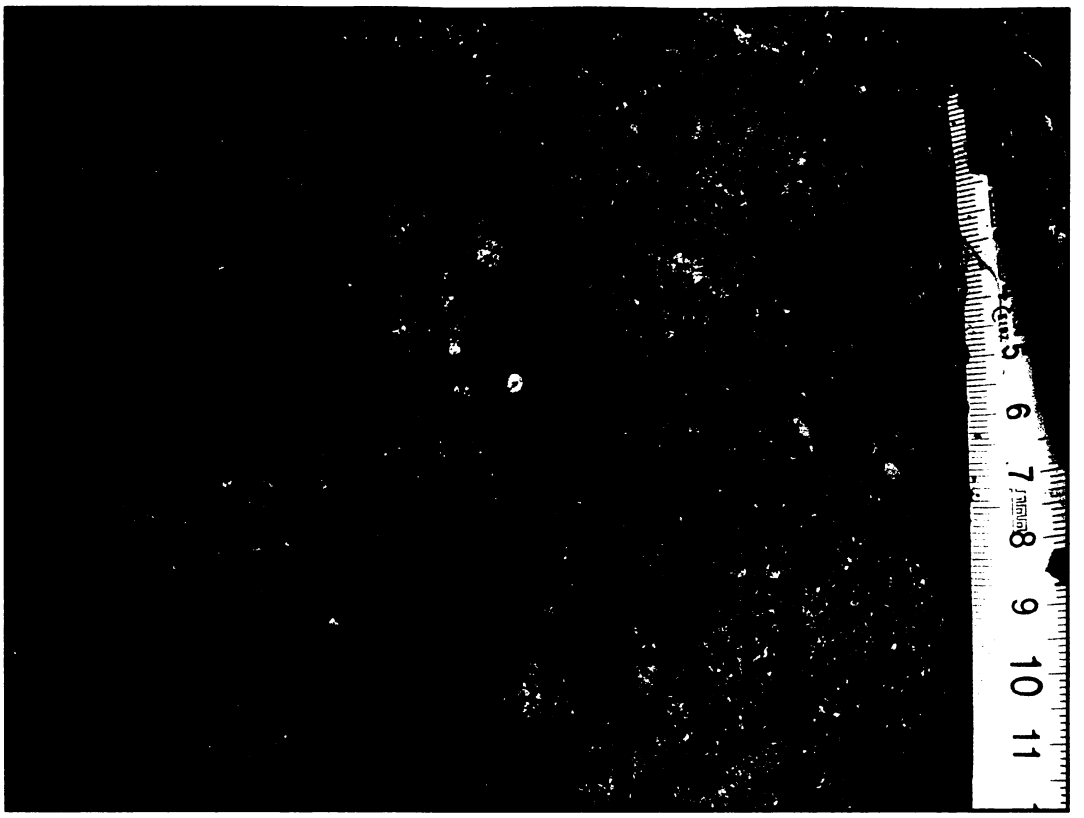


Foto 5. Sonda v Předsíni Proškova dómu, detail vrstvy přeplavených zbytků rozpadlého vápence. Foto: A. Komaško.

Foto 6. Profil v „Chodbě CH", celkový pohled. Foto: A. Komaško.

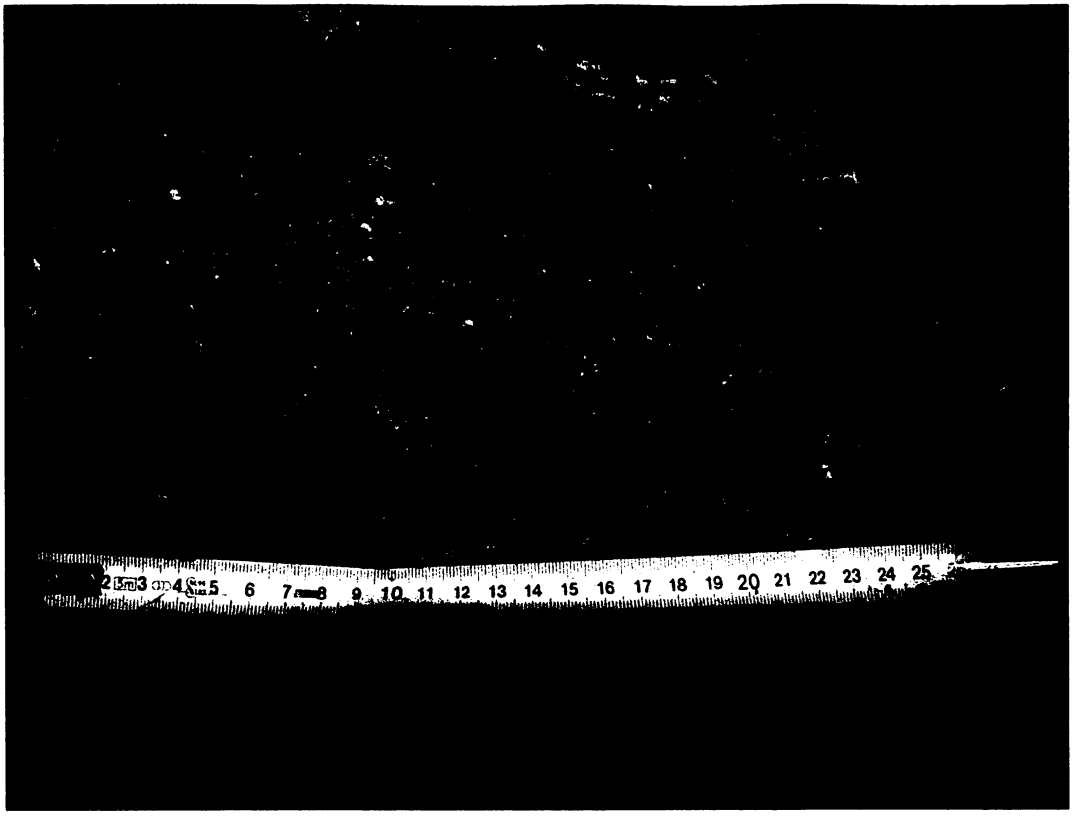


Foto 7. Profil v „Chodbě CH", detail vrstvy přeplavených zbytků rozpadlého vápence. Foto: A. Komaško.

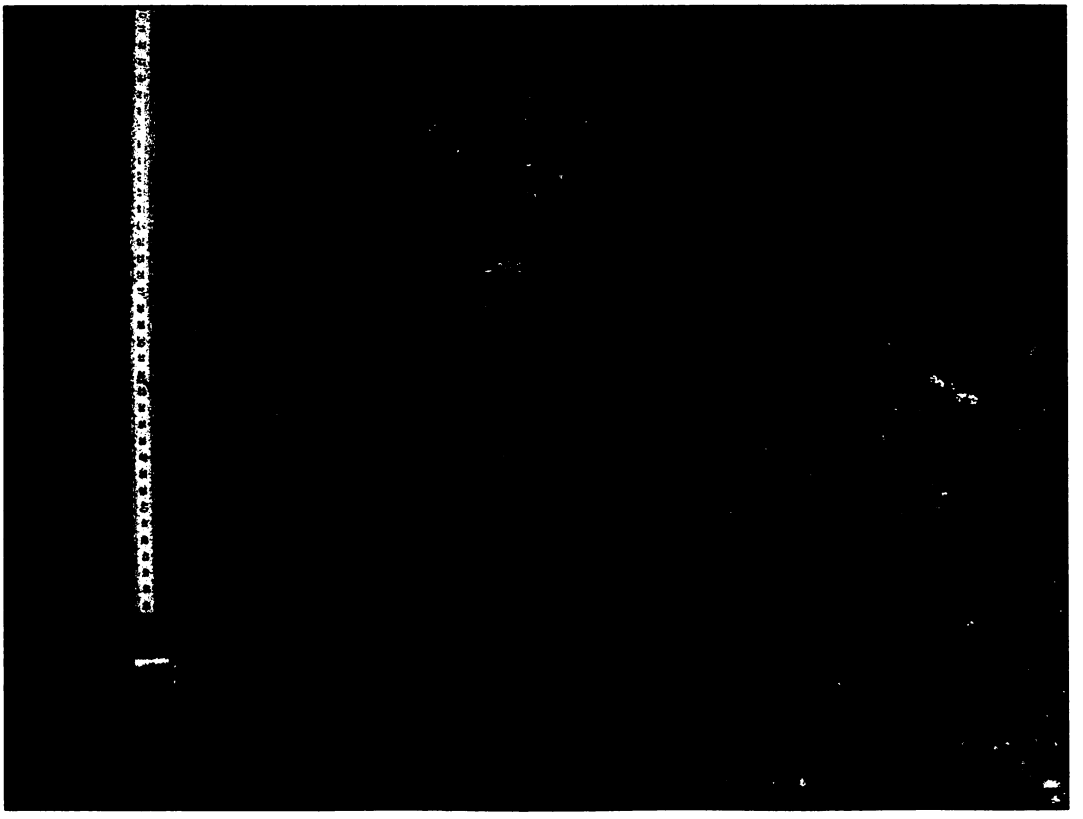


Foto 8. Sonda v severozápadní části Proškova dómu. Foto: A. Komaško.

Foto 9. Profil ve Vánoční jeskyni, místo odběru vzorku TM 102. Foto: A. Komaško.

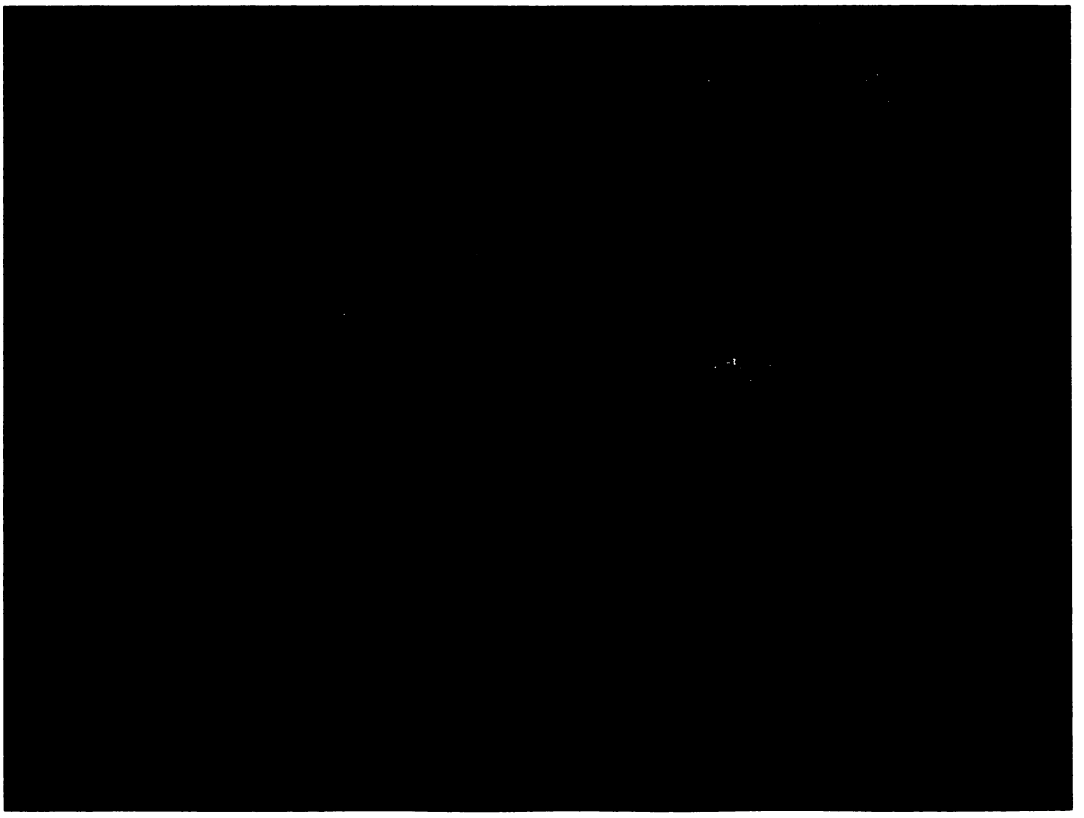


Foto 10. Profil ve Vánoční jeskyni, „antiklinální" struktura ve svrchní části profilu.
Foto: A.Komaško.

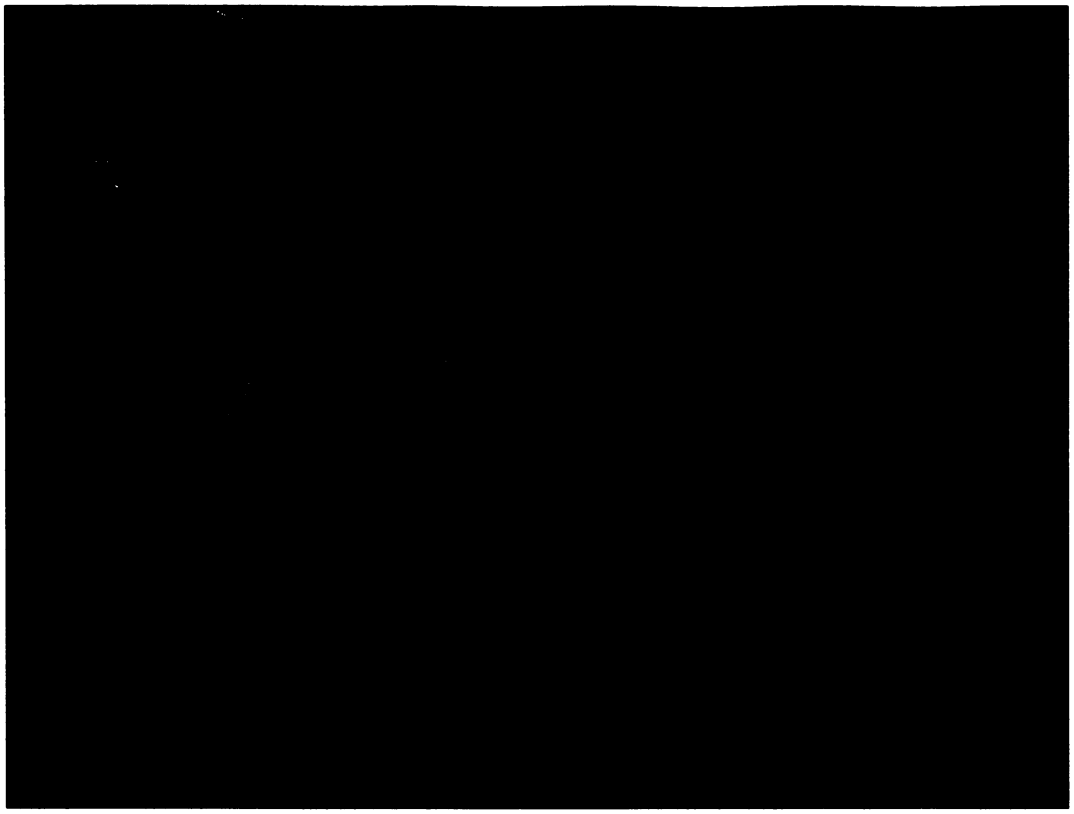


Foto 11. Profil v jeskyni U Žáby – východní stěna, celkový pohled. Foto: A. Komaško.

Foto 12. Profil v jeskyni U Žáby – východní stěna, dvě vrstvy hrubozrnného materiálu.
Foto: A. Komaško.

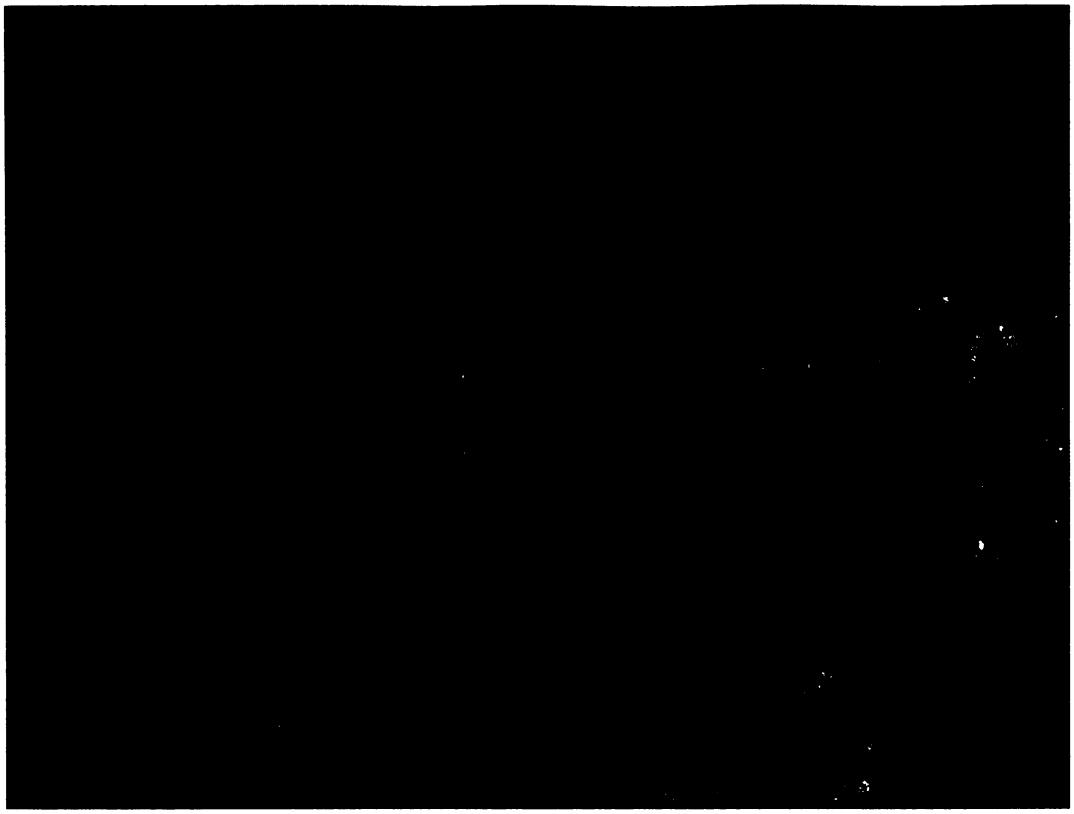


Foto 13. Profil v jeskyni U Žáby – západní stěna, celkový pohled na jižní část profilu.
Foto: A. Komaško.

Foto 14. Profil v jeskyni U Žáby – západní stěna, detail konkrece. Foto: A. Komaško.

Přírodovědecká fakulta Univerzita Geologická knihovna