

GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE KVARTÉRU / QUATERNARY GEOLOGY AND PALEONTOLOGY

Zánik pěnovecové sedimentace v Podkopaninské rokli (přírodní rezervace Radotínské údolí, Český kras)

Calcareous tufa decline in the Podkopaninská rokle Gully (Radotínské údolí Nature Reserve, Bohemian Karst)

Vojen Ložek¹

Abstract

*In the Podkopaninská rokle Gully (Bohemian Karst, Czech Republic), a continuous depositional sequence has been preserved whose lower part consists of an erosional relict of a calcareous tufa cascade (layers 17–8). It is covered by colluvial sediments (layers 7–1). The whole complex includes molluscan fauna characteristic of the younger half of the Holocene and documents a natural deciduous forest. It should be stressed that the upper boundary of the tufa sedimentation is very sharp. Of prime importance is therefore the basal colluvial layer (layer No. 7; radiocarbon date on mollusc shells 1112–930 cal. years BC) which consists of limestone blocky scree with clay- and loam-dominated matrix marked with rusty veining (indicating temporal pseudogley formed due to high rainfall). The increase in humidity is also documented by the appearance of more hygrophilous snails *Aegopinella nitens* and *Clausilia pumila*. The Podkopaninská rokle Gully thus represents a rather rare site where the tufa decline can be traced in detail.*

1. Úvod

V padesátých a šedesátých letech minulého století byl proveden soupis pěnovecových ložisek na celém území Československa (KOVANDA 1971), který mimo jiné zjistil, že v naprosté většině jde o objekty, které jsou v současnosti již vyschlé a namnoze proerodované a že pěnovec, pokud se ještě usazuje, vzniká v daleko menší míře na nových místech v sousedství původních ložisek.

V roce 1993 se Angličané A. S. Goudie, H. A. Viles a A. Pentecost pokusili sledovat tentýž jev v širším evropském rámci a dali mu název „tufa decline“, čímž dokázali, že nejde o nějaký lokální, nýbrž o daleko rozšířenější jev, který zaslouží bližší pozornost (GOUDIE, VILES a PENTECOST 1993).

Zároveň nové výzkumy v oblasti severočeských kvádrových písčinců zjistily, že koncem doby bronzové došlo v těchto oblastech k náhlému zchudnutí živé přírody, který byl zhodnocen jako environmentální kolaps, případně honosnějším názvem Lužická katastrofa, a který probíhal zhruba v téže době jako „tufa decline“ (LOŽEK 2018).

To nasvědčuje, že jde o důsledek významné změny klimatu, kterou je nutno blíže sledovat na vhodných lokalitách, zejména tam, kde pěnovec leží na úpatí svahů, kde po konci jejich sedimentace následuje usazování svahovin a kde pokud možno jsou po ruce vhodné fosílie, které by blíže indikovaly podnebí a hlavně jeho důsledky pro živou přírodu. A takovým místem je i reliktní holocenní kaskádové stupně pěnoveců v Podkopaninské rokli u Zadní Kopaniny na sv. okraji CHKO Český kras.

2. Poloha a popis profilu

Zdrojem tvorby pěnoveců jsou krasové vody vyvěrající přímo v Zadní Kopanině i níže v rokli pod obcí (KADLECOVÁ a ŽÁK 1998). Pěnovec, jak relikty starších kaskád, tak i současné drobné akumulace v toku Mlýnského potoka, se vyskytují ve více jak 700 m dlouhém úseku rokly, prakticky až po jeho soutok s Radotínským potokem. Nejúplnější torza někdejší pěnovecové kaskády, která hradila tuto rokli, se zachovala na jejím pravém boku asi 500 m pod Zadní Kopaninou (obr. 1). Zde se podařilo očistěnou svahovou rýhou odhalit dne 21. dubna 1969 celkem 5 m vysoký profil pěnovci (obr. 2, 3) krytými svahovinou, který v celém sledu obsahuje měkčí faunu, sice nepřilíš četnou a silně fragmentární, nicméně však postačující k datování profilu, který odpovídá jen mladší polovině holocénu. V detailu ale profil zachycuje ukončení pěnovecové sedimentace a nástup akumulace svahovin. Starší vrstvy (pokud zde byly vyvinuty) bohužel padly za obětí výstavbě silničky zbudované ve dvacátých letech 20. století.

Ve směru zdola nahoru tvoří vrstvy 17–8 různé zrnité pěnovec, místy s četnými zpevněnými hlízkami, čockami i lavičkami a roztroušeně i kusy vápence. Silný výskyt hrubší vápencové suti v bazálních polohách 17 a 16 je podmíněn blízkostí suťového svahu v podloží. Významným dělítkem je vrstva hrubé vápencové suti s hlinitou výplní rázu rendziny (vrstva 7), kterou pokrývá svahový materiál (vrstvy 6–1). Podrobnější charakter jednotlivých vrstev znázorňuje kresba profilu (obr. 2).

3. Měkčí fauna

Složení malakocenóz jednotlivých vrstev odpovídá mladší polovině holocénu, což potvrzují i radiouhlíková data (tabulka 1; metodika datování je stručně uvedena v popise tabulky). Lesní společenstva pěnoveců (vrstvy 17–8) představují typické malakocenózy roklinových hájů v mladší polovině klimatického optima (epiatlantik) a jsou ochuzena o některé význačné lesní prvky (*Isoegnomastoma*, *Petasina*), což je charakteristické pro holocenní sukcese v širším okolí Prahy.

¹ Nušlova 55/2295, 158 00 Praha 13

Poděkování: Radiouhlíkové datování bylo podpořeno Grantovou agenturou České republiky, projekty 13-08169S a 17-05696S. Za cenné rady a konzultace, které mi poskytl přítel Karel Žák (Geologický ústav AV ČR), vyslovuji srdečný dík. Konečné podobě rukopisu přispěli recenzenti Lucie Juříčková a Jaroslav Kadlec.

Český kras (Beroun), XLIV (2018), 5–10, 2 tab., 3 obr.

© Muzeum Českého krasu, p. o., Beroun

ISSN 1211-1643

ISBN 978-80-87708-11-8

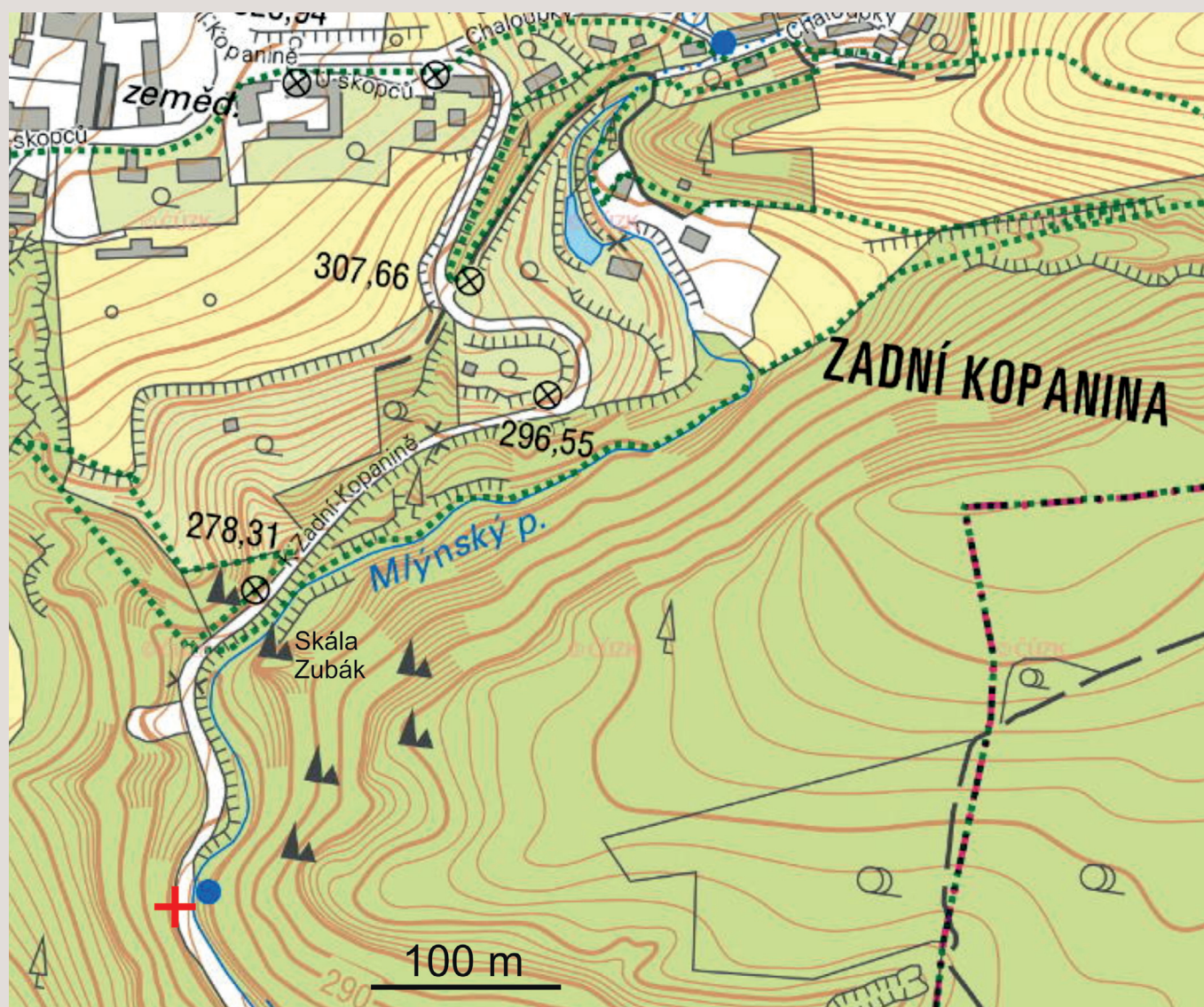
Tab. 1. Výsledky radiouhlíkového datování pomocí metody AMS s obvyklou procedurou přípravy vzorku. Kalibrace byla provedena v programu Oxcal verze 4.3 (BRONK RAMSEY 2009). PB znamená před současností, BC u kalibrovaných stáří znamená před Kristem (před naším letopočtem). Datování bylo provedeno v University of Georgia, USA.

Tab. 1. Results of radiocarbon age determination. Calibration was performed in the OxCal program version 4.3 (BRONK RAMSEY 2009). The dating was performed in University of Georgia, USA.

Laboratorní číslo	Jméno vzorku	Datovaný materiál	Konvenční radiouhlíkové stáří (14C, nekalibrované roky BP)	Kalendářní roky BC (95,4 % interval)
7705/UGAMS	Kopaninská rokle 7	Směs ulit	2850 ± 20	1112 – 930
7706/UGAMS	Kopaninská rokle 16	Směs ulit	5190 ± 30	4044 – 3959

Zároveň se však ojediněle vyskytují velmi citlivé lesní prvky jako *Bulgarica cana* (vrstva 8) a *Cochlodina orthostoma* (vrstvy 11, 9). Zmínky zaslouží i víceméně průběžný výskyt obyvatele zapojených lesů *Macrogastra plicatula*. Z význačných druhů starší poloviny holocénu sem přesahují *Vitrea crystallina* a *Trochulus sericeus*, jejichž výskyt vyznívá ve vrstvách 11 a 9 (tab. 2).

Povrchové souvrství svahovin (vrstvy 7 – 1) se vyznačuje nástupem moderních prvků *Cecilioides acicula* a *Oxychilus glaber* a zvýšeným výskytem moderních prvků otevřené krajiny (*Pupilla muscorum*, *Truncatellina cylindrica*), k nimž se nečekaně druží i vlhkomilné *Aegopinella nitens* a *Clausilia pumila* včetně nástupu *Trochulus hispidus*. Celkově se výpověď malakofauny dokonale shoduje s výsledky roz-



Obr. 1. Topografická poloha a geomorfologická situace pěnovcového profilu (červený křížek). Mapový podklad © 2018 Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz.

Fig. 1. Location and geomorphological situation of the tufa excavation (red cross). Background map © 2018 State Administration of Land Surveying and Cadastre, www.cuzk.cz.

boru otisků listů F. Němejce (NĚMEJC 1942), který zde zjistil javor mlč, klen, lípu a lísku, buk a dub.

4. Výpověď sedimentů i malakofauny o stavu prostředí

V předchozím popisu profilu i rozboru malakofauny se nám celý sled jeví jako poměrně homogenní celek, v němž se neprojevují podstatnější změny prostředí, odmyslíme-li si destrukci kaskádového stupně. Podobný les jakému odpovídá malakofauna i Němejcovy údaje se v Radotínském údolí i dále v Českém krasu zachoval na mnohých místech dodnes. Pozoruhodná je jen nepřítomnost vysoce xerothermních plžů *Granaria frumentum* a *Chondrina avenacea*, kteří výše v údolí žijí na otevřených místech skalnatých svahů včetně skály Zubáku vystupující v těsné blízkosti potoka (výsledky výzkumné sondy J. Hlaváče u paty Zubáku zatím nebyly publikovány). Ve studovaném profilu rovněž nejsou patrné žádné stopy lidského pobytu nebo činnosti s výjimkou hrubých uhlíků ve vrstvě 13, které – jsou-li antropogenního původu – by podle pozice v profilu mohly pocházet i z konce pozdní kamenné doby. Tento stav má svůj význam v tom směru, že naznačuje čistě přírodní vývoj celého komplexu. Vyšší zastoupení druhů otevřených suchých stanovišť v krycím svahovinném souvrství lze pokládat za doklad otevřených ploch při horním okraji svahu.

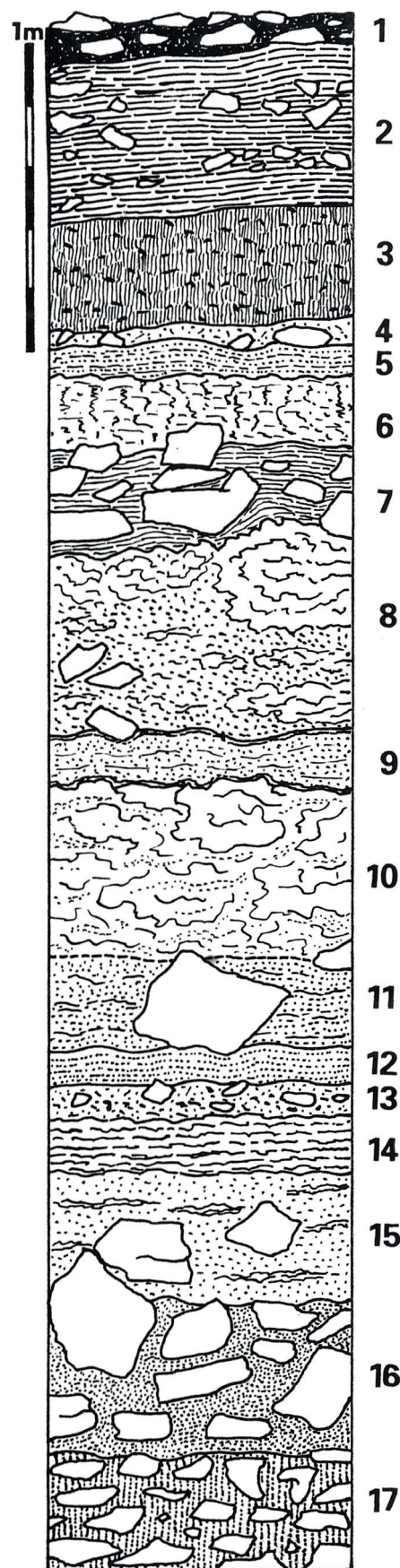
Z litologických kritérií nutno vyzdvihnout přítomnost hrubé suti v přelomové vrstvě 7, která odpovídá poměrům zjištěným na četných místech ve stejném časovém období, což potvrzuje i radiouhlíkové datum z tohoto horizontu (1112 – 930 cal. yr. BC, tedy let před Kristem, tab. 1) včetně půdního charakteru jeho matrix.

Naopak je třeba vyzdvihnout objevení dvou vlhkomilných druhů v této vrstvě (*Aegopinella nitens*, *Clausilia pumila*), které může souviset s relativním zvlhčením půdy v důsledku mladoholocenního ochlazení odhadovaného v subatlantiku o 2 °C ve srovnání s předchozím klimatickým optímem (LAMB 1977). *Aegopinella nitens* patří dnes v Českém krasu k vzácnostem, v Radotínském údolí dodnes žije v rokli Skalná u bývalého Rutického mlýna (LOŽEK 1988, JUŘIČKOVÁ 1995). Tato rokle má z hlediska mikroklimatu inverzní charakter.

5. Konec tvorby velkých pěnovecových kaskád na dalších lokalitách Českého krasu

Ukončení tvorby velkých pěnovecových kaskád v Podkopaninské rokli zhruba okolo roku 1000 před Kristem lze porovnat s dosavadními údaji o konci tvorby podobných akumulací pěnovců na dalších lokalitách v Českém krasu. ŽÁK et al. (2002) pomocí modelu založeného na datech radiouhlíku a výskytu archeologických artefaktů v mohutné akumulaci pěnovců ve Svatém Janu pod Skalou odhadli ukončení její tvorby kolem roku 500 před Kristem, tedy zhruba o 500 let později než v Podkopaninské rokli.

ŽÁK et al. (2003) a HLAVÁČ et al. (2003) se pokusili datovat vzorek vzniklý během počáteční fáze erozní destrukce pěnovecových kaskád v Císařské rokli u Srbska. Použili pro pěnovec méně přesnou datovací metodu $^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$. Značná nejistota datování zařadila počátek destrukce studované kaskády do dlouhého intervalu mezi rok 280 před Kristem a 520 našeho letopočtu. Datovaný vzorek ale vznikl již v trhlině, když se kaskáda začínala v důsledku eroze podloží rozestupovat na dílčí bloky. Intenzita eroze zde musela být mimořádná, protože proerodovala mnoho metrů mocné kaskády pěnovce až na skalní podloží devonských vápenců. Podobně jsou erozí postiženy akumulace pěnovců v Kodské rokli u Srbska, kde ale radiouhlíkem datované vzorky malakofauny z pěnovců (KOVANDA a JUŘIČKOVÁ 2010) nepocházely z nejmladších vrstev ve studovaných profilech. Nejmladší radiouhlíkové datum ze sondy S8 (kalibrované stáří zhruba



Obr. 2. Náčrt studovaného profilu.

Fig. 2. A drawing of the studied section.

ba 3900 ± 60 let před Kristem) je z polohy, nad kterou leží ještě více jak metrová mocnost pěnovce. Profily v Kodě by ale přesné datování počátku erozních událostí v rámci dalšího výzkumu umožňovaly.

HLAVÁČ (2006) datoval radiouhlíkem (pomocí uhlíků v profilu) svahovou kaskádu ve strmém svahu Kotýzu nedaleko Havlíčkova mlýna. Datovaný vzorek ale také nepocházel z úplně nejmladší vrstvy tamní pěnovcové sedimentace a udal stáří v intervalu 3360 až 3090 let před Kristem. Tvorba pěnovcové kaskády v této exponované poloze ve svahu Kotýzu tedy ustala dříve, než na ostatních lokalitách a pramen se přestěhoval na patu svahu. Zde vytváří menší pěnovcovou kaskádu dodnes.

Je tedy zřejmé, že profily v pěnovicích Českého krasu přesné datování konce tvorby velkých holocenních kaskád pěnoviců a přechod do erozního režimu a tedy do fáze odlišného klimatu v rámci mladého holocénu velmi dobře umožňují. Jen by bylo zapotřebí v dalších dostupných profilech (Koda, Císařská rokli) datovat vzorky z nejmladších poloh pěnoviců nebo z báze na nich uložených svahovin. Význam popisovaného profilu pod Zadní Kopaninou lze spatřovat v tom, že ukončení tvorby kaskády je v něm velmi dobře dokumentováno a získané radiouhlíkové stáří z blízkosti této hranice je velmi přesné. Ukončení tvorby velkých pěnovcových kaskád v Českém krasu a jejich destrukce erozí nebyla jednorázová událost,

ale proces trvající zřejmě několik století, související s klimatickými změnami a zejména s výrazným nástupem klimatické fáze s výskytem přívalových srážek. Běžné deště by totiž pěnovcové kaskády, které před tím téměř nerušeně rostly po řadu tisíc let, takto poničit nedokázaly. Nové datum z dobře dokumentovaného profilu pod Zadní Kopaninou okolo roku 1000 před Kristem tak může sloužit jako jeden z opěrných údajů pro počátek tohoto erozního procesu.

6. Závěr

V rámci Českého krasu a pravděpodobně i širší středočeské oblasti je pěnovcové torzo v Podkopaninské rokli jedním z mála míst, kde lze „tufa decline“ sledovat v podrobnostech, které jinde zanikly buď v důsledku pravěkého osídlení (Svatý Jan pod Skalou, pozdní fáze knovízské kultury) nebo prostě tvorbou rendzinové půdy, v jejímž bioturbací silně promíseném horizontu se případné stopy klimatických změn nezachovaly. To platí i pro některá větší nivní ložiska jako jsou luh Švarcavy nad Černošicemi nebo menší „terasa“ v horní části Podkopaninské rokli v nivě nad skálou Zubák.

V rámci podrobného výzkumu vzájemných vztahů Lužické katastrofy v pískovicích, případně i obdobných jevů v jiném prostředí, bude proto třeba hledat a studovat další nenarušené lokality podobného rázu jako v Podkopaninské rokli.

Tab. 2. Podkopaninská rokli, malakofauna. Ekologické skupiny podle LOŽKA (1964). Četnost: H – vysoká; X – střední; L – nízká; R – vzácný druh; U – unikátní druh.

Tab. 2. Podkopaninská rokli Gully, malacofauna. Ecological groups after LOŽEK (1964). Abundance: H – high; X – medium; L – low; R – rare species; U – unique species.

Ecologic and biostratigraphic characteristics		Mollusca	Vrstva / Layer															
EC	MS		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
1	!	<i>Acanthinula aculeata</i>	R	L	L	L	L	L	L	R	L	L	L	L	L	R	L	R
	!	<i>Aegopinella nitens</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	L	L	L	L	L	L	L	R?
	!	<i>Aegopinella pura</i>	X	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L	–
	!	<i>Bulgarica cana</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	R?	R	–	–	–	–	–	–
	!	<i>Cochlodina laminata</i>	X	L	L	–	L	–	L	R	–	R	–	L	L	R	R	–
	!	<i>Cochlodina orthostoma</i>	–	–	–	–	–	–	R	–	R	–	–	–	R	–	R	–
	!	<i>Ena montana</i>	L	–	R	R	R	L	L	–	L	L	L	L	X	L	L	–
	!	<i>Macrogastra plicatula</i>	X	R	R	–	L	L	L	–	R	–	–	R	R	–	–	–
	!	<i>Monachoides incarnatus</i>	H	L	R	L	X	X	X	X	X	X	–	X	X	X	L	–
	(G)	<i>Oxychilus depressus</i>	–	R	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	!	<i>Sphyradium doliolum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L	X	R
	(!)	<i>Vertigo pusilla</i>	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	R
2	WM	!	<i>Alinda biplicata</i>	X	X	L	L	L	X	X	L	L	L	L	L	R	L	R
		!	<i>Cepaea hortensis</i>	R	–	–	–	R	R	R	R	L	–	X	R	R	–	–
		!	<i>Discus rotundatus</i>	H	H	H	X	L	X	X	X	X	L	X	X	R	X	R
		!	<i>Limax sp.</i>	R	–	–	–	R	R	–	–	R	–	–	R	R	–	–
		!	<i>Oxychilus glaber</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R	–
	WS	!	<i>Aegopinella minor</i>	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	R	–	R	R	–
		(!)	<i>Fruticicola fruticum</i>	–	–	R?	–	L	–	–	–	–	R	–	L	–	–	L
		!	<i>Helix pomatia</i>	–	–	–	–	L	R	R	–	–	–	–	–	R	R	–

Ecologic and biostratigraphic characteristics		Mollusca	Vrstva / Layer																
EC	MS		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	
3	(G)	<i>Clausilia pumila</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R?	R	L	L	R	L	–	
	!	<i>Macrogastra ventricosa</i>	L	L	L	–	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	–	
	!	<i>Urticicola umbrosus</i>	X	L	L	L	X	X	X	X	X	X	–	L	–	L	–	–	
4	S	M	<i>Cecilioides acicula</i>	–	–	(R)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	L	
	SW	!!	<i>Caucasotachea vindobonensis</i>	–	–	–	–	R?	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
		!!	<i>Truncatellina claustralis</i>	–	–	–	–	–	–	R	–	–	–	–	R?	–	–	–	–
5	+	<i>Pupilla muscorum</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	R	–	L	L	–	–	L	X	
	(!)	<i>Truncatellina cylindrica</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R	L	R	R	L	X	
	(+)	<i>Vallonia costata</i>	X	X	X	H	H	X	X	X	X	X	X	X	H	X	X	X	
	G	<i>Vallonia pulchella</i>	–	–	–	–	R	–	–	–	R	R	–	L	R	U	R	X	
	(G)	<i>Vertigo pygmaea</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R	L	–	–	–	U	
6	!	<i>Bulgarica nitidosa</i>	R	R?	–	–	–	–	R	–	–	R	–	R	–	–	–	–	
	(!)	<i>Cochlicopa lubricella</i>	L	R	L	X	X	L	L	–	L	–	R	R	L	L	L	–	
	(!)	<i>Euomphalia strigella</i>	R	–	–	–	R	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
7	(+)	<i>Cochlicopa lubrica</i>	X	L	X	R	L	L	L	L	L	L	–	–	L	–	R	R?	
	(+)	<i>Euconulus fulvus</i>	L	L	L	–	–	R	R	R	–	–	–	–	–	R	–	–	
	(+)	<i>Limacidae/Agriolimacidae</i>	–	–	–	–	R	–	R	–	R	–	–	L	L	–	–	–	
	(+)	<i>Nesovitrea hammonis</i>	L	R	X	–	–	R	–	–	R	R?	–	R	–	–	R	–	
	(+)	<i>Punctum pygmaeum</i>	L	X	L	L	L	L	L	L	L	L	–	L	–	L	R	R	
	(+)	<i>Trochulus hispidus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R?	L	L	R	L	–	
	(+)	<i>Trochulus sericeus</i>	L	–	L	–	L	L	L	L	L	–	–	–	–	–	–	–	
	(G)	<i>Vitrina pellucida</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R	R	
	RW	(+)	<i>Clausilia dubia</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	R	–	–	–	–	–	R?	–
		G	<i>Vertigo alpestris</i>	–	–	–	–	–	–	R	–	R	–	–	–	–	–	–	–
8	!	<i>Carychium tridentatum</i>	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X	X	H	H	X	X	L	
	!	<i>Columella edentula</i>	L	L	L	R	L	L	L	L	L	L	R	–	–	L	L	–	
	(+)	<i>Vitrea crystallina</i>	X	X	H	X	X	X	X	X	L	R	–	–	–	–	–	–	
9	G	<i>Carychium minimum</i>	L	X	X	L	L	L	L	X	L	X	R	–	L	L	L	L	
	G	<i>Pseudotrachia rubiginosa</i>	–	–	–	–	–	–	R?	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	(G)	<i>Vertigo angustior</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R	R	L	L	L	X	
	(G)	<i>Vertigo antivertigo</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R	–	–	–	–	–	–	
	(+)	<i>Zonitoides nitidus</i>	L	L	L	R	L	L	L	–	L	R	–	–	–	–	–	–	
10		<i>Pisidium milium</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R	–	–	–	–	–	–	
		<i>Pisidium subtruncatum</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R?	–	–	–	–	–	–	
	(+)	<i>Pisidium casertanum</i>	R?	–	R	–	R	R	–	L	–	R	–	–	L	L	–	–	
		<i>Pisidium personatum</i>	–	–	–	–	R	R	L	X	L	X	–	–	L	X	–	–	
	(+)	<i>Radix balthica</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R	–	–	–	–	R?	–	
		<i>Radix labiata</i>	–	–	–	–	R	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	(+)	<i>Galba truncatula</i>	R	–	R	R	R	R	L	L	L	L	–	L	L	L	R	–	
	<i>Lymnaeidae</i> sp.																		
Počet druhů / Number of species			31	25	29	20	35	30	34	24	35	35	21	33	30	30	33	18	
Chronologie / Chronology			EPIATLANTIK									SB		SUBATLANTIK					



Obr. 3. Fotografie studovaného profilu v době výzkumu. Foto V. Ložek.

Fig. 3. A photograph of the studied section during the research. Photo by V. Ložek.

Literatura

- GOUDIE A. S., VILES H. A., PENTECOST A. (1993): The Late-Holocene tufa decline in Europe. – *The Holocene*, 3, 2: 181–186.
- HLAVÁČ J. (2006): Molluscan succession from Holocene tufas in the Czech Karst (Czech Republic). – *Geologica Carpathica*, 57, 5: 405–414.
- HLAVÁČ J., KADLEC J., ŽÁK K., HERCMAN H. (2003): Deposition and destruction of Holocene calcareous tufa cascades in the Bohemian Karst (Czech Republic). – In: Kotarba A. (ed.), *Holocene and Late Vistulian paleogeography and paleohydrology. Prace Geograficzne*, 189: 225–253. Polska Akademia Nauk, Instytut geografii i przestrzennego zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego. Warszawa.
- JUŘIČKOVÁ, L. (1995): Měkkýši fauna Velké Prahy a její vývoj pod vlivem urbanizace. – *Natura Pragensis*, 12/1995: 1–212. Český ústav pro ochranu přírody. Praha.
- KADLECOVÁ R., ŽÁK K. (1998): Krasové prameny Českého krasu. – *Český kras*, XXIV: 17–34. Beroun.
- KOVANDA J. (1971): Kvartérní vápence Československa. – *Sborník geologických věd, řada Antropozoikum*, 7: 1–236, 20 tab.
- KOVANDA J., JUŘIČKOVÁ L. (2010): Měkkýši pěnvců v Kodě. – *Český kras*, XXXVI: 5–29. Beroun.
- LAMB H. H. (1977): *Climate, present, past and future, 2. Climatic history and the future*. – Methuen 1–833. London.
- LOŽEK V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei. – *Rozpravy Ústředního ústavu geologického*, 31: 1–374. Praha.
- LOŽEK (1988): *Měkkýši státní přírodní rezervace Radotínské údolí*. – Nепublikovaný rukopis, Inventarizační zpráva, SSPPOP a SÚP-POP: 1–20. Praha.
- LOŽEK V. (2018): Lužická katastrofa. – *Živa*, 4/2018: kulérová příloha LXXXIX–XC.
- NĚMEJC F. (1949): Příspěvky k paleobotanickému výzkumu travertinových sedimentů v Čechách. – *Rozpravy II. Třídy České akademie*, LI, 27: 1–9.
- ŽÁK K., LOŽEK V., KADLEC J., HLADÍKOVÁ J., CÍLEK V. (2002): Climate-induced changes in the Holocene calcareous tufa formations, Bohemian Karst, Czech Republic. – *Quaternary International*, 91: 137–152.
- ŽÁK K., MIKŠÍKOVÁ L., HERCMAN H., MELKOVÁ J., KADLEC J. (2003): Vznik holocenních suťových brekcií ve středočeské oblasti a jejich erozní postižení. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2002*: 106–109.