

ARCHEOLOGIE, HISTORIE / ARCHAEOLOGY, HISTORY

Geochemický průkaz použití rtuti v prostoru Mincovny ve svrchním patře Koněpruských jeskyní, Český kras

Geochemical evidence of mercury usage in the Mint (Mincovna) area of the Koněpruské jeskyně Cave upper floor, Bohemian Karst, Czech Republic

Šárka Matoušková¹, Tomáš Navrátil¹, Jan Rohovec¹, Alexandr Komaško²

Abstract

Elevated concentrations of mercury fairly exceeding the natural background were found in solid samples from the Mincovna (Mint) Chamber, a part of the upper cave level of the Koněpruské jeskyně Cave in the Bohemian Karst, Czech Republic. The Mincovna Chamber was used for false coin production in the latter half of the 15th century. The highest recorded mercury concentration of 1 944 ng Hg/g was found in a clay sample from the northern part of the Mincovna Chamber. While the northern part of the Chamber is highly contaminated with mercury, mercury concentrations in the southern part reach only a few hundred ng Hg/g. Furthermore, elevated concentrations of mercury were also found in samples from the chimney over the northern fireplace. Mercury concentrations decrease from 920 ng Hg/g to 278 ng Hg/g along the chimney. The observation of elevated mercury concentrations in solid samples as well as the spatial distribution of the contaminant in the Mincovna Chamber link the forging activity with the cave interior and localize the technological operations to the northern fireplace. These findings are in accordance with the results of previous archaeological research. Moreover, elevated concentrations of approximately 7 ng Hg/m³ were found by means of a field measurement directly in the Mincovna Chamber air.

1. Úvod

Objev Koněpruských jeskyní v r. 1950 byl důležitým bodem ve vývoji poznání Českého krasu (ŽÁK, JÄGER a KOMAŠKO 2009). Do podzemních prostor na Zlatém koni však lidé podle starých pověstí pronikli již dříve (AMORT 1913, BIDRMAN 1925–1926, KAZDA 1923 – přetisk 2000). Důkladné speleologické probádání nových prostor následoval velmi podrobný archeologický průzkum, jehož souborné výsledky byly pro svrchní patro jeskyní publikovány v roce 1958 (HEJNA a RADOMĚRSKÝ 1958). Nálezy poukázaly na využití svrchního patra Koněpruských jeskyní, dnes označovaného jako Mincovna, k pokoutnímu penězokazeckému mincovnímu dílu. Z nálezů bylo patrné, že zde docházelo ke zpracování měděné suroviny v podobě plechu, např. střešní krytiny či materiálu nádob a kotlů, na mincovní střížky. Dále byly nalezeny i postříbřené střížky a zmetkové ražby. Falešná mince byla numismatickým rozbořem zařazena do druhé poloviny 15. století (HEJNA a RADOMĚRSKÝ 1958).

V uvedené publikaci je rovněž popsán chemický průkaz rtuti, získané zahříváním otěru ze zmetkových mincí. Důkaz Hg byl podán s využitím dobově dostupné techniky v r. 1958, a to žiháním nalezených zmetkových mincí, pozorováním kapek Hg usazených na stěnách nádoby a testem jodem (KOMÁREK, Příloha I in HEJ-

NA a RADOMĚRSKÝ 1958). Byla provedena i spektrografická analýza prokazující v jiskrovém spektru výskyt čar rtuti (SPĚVÁK, Příloha III in HEJNA a RADOMĚRSKÝ 1958). Zmínění autoři prokázali, že jedna z nejdůležitějších operací výroby, totiž potažení měděných střížek tenkou vrstvou stříbra, byla založena na amalgamačním postříbřování, nejspíše stříbřením v ohni. Při této technice pokovování dochází k oddestilování rtuti při teplotách vyšších než přibližně 400 °C a bez použití zařízení na kondenzaci destilátu uniká veškerá rtuť do okolního prostředí (NAVRÁTIL a ROHOVEC 2016).

V Mincovně se nacházela dvě ohniště, označovaná již v archeologickém průzkumu jako severní a jižní (viz obr. 1). U obou ohnišť byly nalezeny zbytky po vysekávání polotovaru mincí, v prostoru severního ohniště však byly nálezy zřetelně častější. U jižního ohniště bylo nalezeno větší množství keramiky a zvířecích kostí. Z toho bylo usouzeno, že u severního ohniště byla soustředěna výroba, zatímco jižní ohniště sloužilo spíše k vaření.

Některé aspekty vztahu mezi prostorem jeskyně a mincovním dílem zůstaly i po archeologickém průzkumu neobjasněny. Prvou otázkou je průkaz vazby technologického procesu falšování mince na prostor jeskyní, tedy geochemický průkaz, zda v prostoru Mincovny docházelo k uvolňování větších množství rtuti. Je nutno vzít v potaz, že určité etapy mincovního díla, zvláště stříbření v ohni, mohly být realizovány i mimo jeskyni. Druhou nerozhodnutou otázkou se jeví vazba k jednomu z ohnišť v prostoru Mincovny. Bylo k technologickému zahřívání využíváno severní ohniště, zatímco jižní bylo spíše kuchyňské?

Otázky průkazu realizace mincovního díla v prostoru Mincovny novodobými analytickými technikami otevřela práce PAŘÍZKOVÉ, ŘÍHY a KUČERY (2009), která se zaměřila na průzkum prostoru Mincovny rentgenfluorescenční technikou. Ve vzorcích odebraných v severní a jižní části Mincovny byly sledovány obsahy mědi a zinku. Práce došla k opačným závěrům nežli archeologický průzkum z roku 1958. Za technologické ohniště autoři pokládají ohniště jižní, v jehož prostoru prokázali v odebraných vzorcích jeskynních sintrů

¹Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Rozvojová 269, 160 00, Praha 6; matouskov@gli.cas.cz

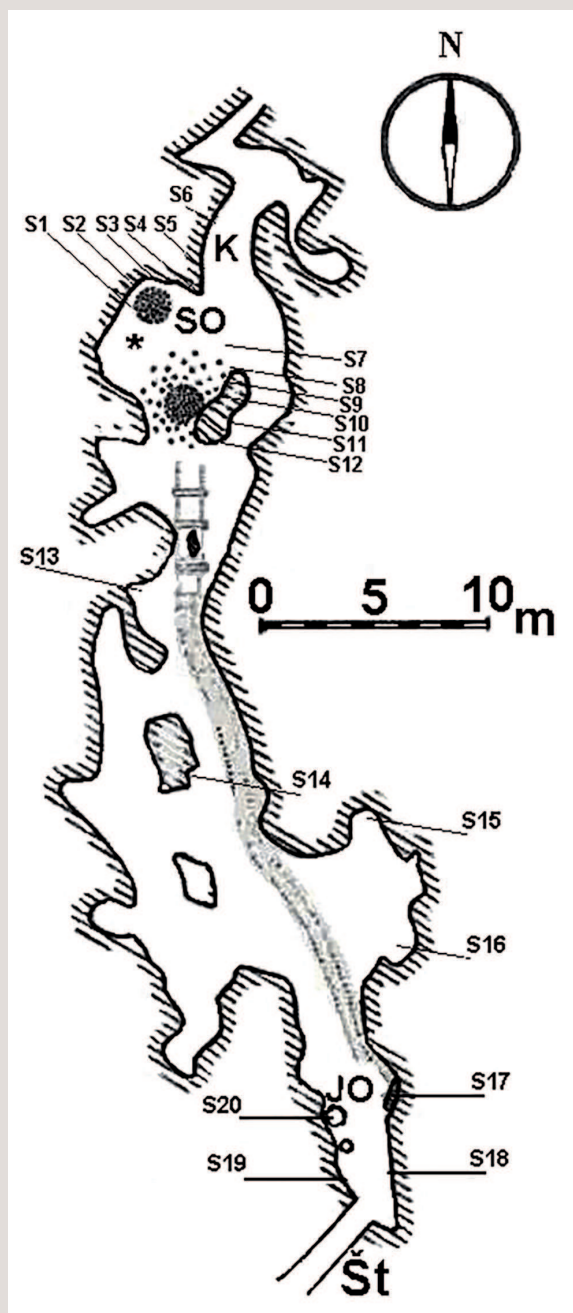
²Správa jeskyní České republiky, Správa Koněpruských jeskyní, P. O. Box 13, 266 01 Beroun

Poděkování: Výzkum probíhal v rámci projektu RVO67985831. Český kras (Beroun), XLIII (2017), 23–28, 2 tab., 3 obr.

© Muzeum Českého krasu, p. o., Beroun

ISSN 1211-1643

ISBN 978-80-87708-10-1



Obr. 1. Situace v prostoru Mincovna Koněpruských jeskyní. Čísly jsou vyznačena místa odběru vzorků v prostoru jeskyně, v souladu s tabulkou 1. Písmeno K označuje komín nad severním ohništěm (SO), spojující prostor Mincovny s povrchem Zlatého koně. Dále je označeno jižní ohniště (JO) a spojovací návštěvnická štola (Št). Hvězdička označuje pozici figuríny penězokazce, instalované v prostoru Mincovny. Obrázek upraven z podkladu v práci HEJNA a RADOMĚŘSKÝ (1958).

Fig. 1. A situation plan in the Mincovna Chamber of the Koněpruský jeskyně Cave. Sampling sites in the cave are marked by numbers according to Table 1. Letter K denotes a chimney over the northern fireplace (SO), connecting the Mincovna with the Zlatý kůň Hill surface plain. The southern fireplace is marked by letters JO, visitor gallery by letters Št. The star symbol marks the position of a forger figurine installed in the Mincovna. Modified from HEJNA and RADOMĚŘSKÝ (1958).

zvýšenou přítomností mědi a zinku. Použitá metodika neumožňovala kvantifikaci obsahu těchto prvků. Stanovení rtuti v práci zmiňováno není.

Na výše formulované otázky jsme se pokusili odpovědět na základě geochemického průzkumu prostoru Mincovny zaměřeného na rtuť. Rtuť byla zvolena jako sledovaný prvek z důvodu klíčového významu rtuti pro celý proces výroby falešné mince. Dalšími argumenty pro zaměření se na rtuť je vysoká tenze par rtuti, schopnost adsorpce plynné rtuti na pevné materiály (saze, amorfni uhlík, jíly) a velmi nízké přírodní pozadí. O výskytu rtuti v prostoru Mincovny nebyly dostupné žádné předběžné informace. Prostudovány byly jednak pevné vzorky (S) materiálů odebraných ve zvolených místech jeskynního prostoru Mincovny, dále byl realizován terénní průzkum zaměřený na obsah rtuti ve vzduchu uvnitř Koněpruských jeskyní (měření na plynných vzorcích G).

2. Experimentální část

V prostoru Mincovny byly odbírány dva typy pevných vzorků. První typ vzorků představovaly materiály povahy minerální, jejichž hlavní složkou byl kalcit, v podobě otěrů ze stěn a stropu Mincovny. Druhý okruh vzorků zahrnoval jílové materiály z počvy a stěn jeskyně. Celkem bylo ve dvou odběrových kampaních v prostoru Mincovny odebráno cca 40 pevných vzorků. Při odběrech byly odbírány vzorky především z míst, u kterých se dal předpokládat netknutý stav od doby provozování penězokazecské dílny. V textu níže bude prezentována a diskutována pouze sada vybraných reprezentativních vzorků. Přehled vzorků a stručný popis charakteru vzorků je uveden v tabulce 1, upřesnění odběrových míst v Mincovně vysvítá též z obrázků 1 a 2. Pozornost byla věnována hlavně s. části Mincovny kolem severního ohniště z důvodu zmíněné vysoké četnosti archeologických nálezů artefaktů po výrobě falešných mincí. Hloubkový profil v prostoru severního ohniště v Mincovně zkoumán nebyl, vzhledem k významným novodobým úpravám terénu.

Odebrané vzorky byly po vysušení na vzduchu za laboratorní teploty rozetřeny na prášek, homogenizovány a analyzovány jednoprvkovým analyzátozem rtuti AMA254. Toto zařízení při spalení a vyžhání vzorku v kyslíku koncentruje rtuť uvolňovanou ze vzorku v podobě amalgámu zlata a po termickém rozkladu amalgámu zlata následně stanoví množství rtuti spektroskopicky s citlivostí lepší nežli nanogram (1 ng) rtuti. Ze známé navážky vzorku se vypočítává obsah rtuti v jednotkách ng Hg/g vzorku. Správnost a stabilita kalibrace přístroje byla ověřována pomocí standardu QCM 32 firmy Analytika s. r. o. (Lehká písčítá půda, certifikovaná hodnota obsahu rtuti 90 ± 12 ng Hg/g vzorku), který byl zařazen do každé měřené série vzorků odebraných vzorků, naměřená koncentrace rtuti ve standardu činila 92 ± 2 ng Hg/g. Pro údaje uváděné v tabulce 1 bylo dosaženo směrodatné odchylky ze třech opakovaných měření menší nežli 6 %.

Studium obsahu rtuti ve vzduchu Koněpruských jeskyní a v jejích okolí bylo realizováno následně po průkazu kontaminace prostoru Mincovny rtutí. K měření bylo využito terénního jednoúčelového přístroje Lumex RA-915M. Sledování obsahu rtuti v atmosféře Mincovny bylo provedeno v rámci odběrové kampaně dne 30. března 2017. Přístroj byl kalibrován před měřením na interní kalibrační standard automatickou procedurou dle doporučení výrobce, naměřená data byla korigována na teplotu a tlak protékajícího vzduchu. Doba záznamu experimentálního bodu odpovídající době průměrování signálu detektoru činila 20 s. Výsledky měření jsou graficky zpracovány na obrázku 3, legenda k jednotlivým významným bodům grafu je uvedena v tabulce 2.

Tab. 1. Výsledky měření obsahu rtuti v pevných vzorcích z Koněpruských jeskyní a ve srovnávacích vzorcích.**Tab. 1.** Results of Hg concentration measurements in solid samples from the Koněpruské jeskyně Cave and in comparison samples.

Číslo vzorku	ng Hg/g vzorku	Popis vzorku
Vzorky z Mincovny Koněpruských jeskyní		
S1	760	jílový podklad, severní část Mincovny, na úrovni terénu
S2	808	jílový nános, výstupek cca 1 m nad terénem
S3	1944	jíl, otěr ze severní stěny jeskyně, cca 1,5 m nad terénem
S4	1720	jílový nános na dně dutiny v severní stěně, cca 1,75 m nad terénem
S5	920	jílová vrstva, svislá stěna komínu
S6	836	jílové nánosy na dně komínu
S7	427	kalcit, sintr se sazemí na vyústění komína do jeskyně
S8	278	kalcit, sintr se sazemí v komínu
S9	72	červeně zbarvený vápenec ze stropu jeskyně
S10	194	kalcit, náteky v dutině nad vzorkem 5, komín
S11	352	otěr na pravém okraji sintru, 1,2 m nad zemí
S12	338	jílový nános na lavici, západní stěna, 1,6 m nad zemí
S13	309	jílový nános vlevo od zábradlí před propastí
S14	175	jílový nános vpravo od staré cesty
S15	310	jílový nános červené barvy, vpravo od staré cesty
S16	396	jílový nános žluté barvy, vpravo od staré cesty
S17	252	jílový materiál, kapsa vlevo po směru návštěvnícké trasy, naproti jižnímu ohništi
S18	123	jílový materiál, naproti vstupní stole
S19	107	jílový materiál, mezi vstupní stolou a jižním ohništěm
S20	6	vápenec pokrytý sazemí, ze stěny nad jižním ohništěm
Materiály z velkolomu Čertovy schody		
srovnávací	1	vápenec, velkolom Čertovy schody, z těžby r. 2016
srovnávací	1	vápenec černošedě prosycený, z těžby r. 2016
srovnávací	28	kačácké vrstvy, neptunická žíla
Materiály ze středního patra Koněpruských jeskyní		
srovnávací	186	jílový materiál, síň U Labutě
srovnávací	119	původní jíly ze starého průkopu k síni U Labutě
srovnávací	251	jílový materiál, Pustý dóm
Půdy z povrchu Zlatého koně		
srovnávací	224	svrchní půdní horizont na povrchu, 3 m od vyústění severního komínu na planinu Zlatého koně
srovnávací	115	svrchní půdní horizont u hranice lomu, na vyhlídce

3. Výsledky a diskuse

Vzájemné porovnání výsledků uvedených v tabulce 1 ukazuje vysoké hodnoty obsahu rtuti u vzorků S1–S6, příslušejících oblasti severního ohniště. Směrem k j. části Mincovny byl pozorován pokles obsahu rtuti ve studovaných vzorcích. Hodnoty naměřené v s. části Mincovny jsou typické pro prostory kontaminované rtutí. Mezi výsledky se vymykají velmi vysoké obsahy rtuti zjištěné ve vzorcích S3 a S4, odebraných na stěně bezprostředně nad ohništěm, čítající 1944 a 1720 ng Hg/g vzorku. Pokud by na ohništi pod touto stěnou bylo prováděno odpařování rtuti z amalgámu, očekáváme hlavní kondenzaci par rtuti právě na této chladné ploše nejbližší ležící studené jeskynní stěny. S postupem směrem vzhůru po s. stěně jeskyně a dále směrem do komína koncentrace rtuti v odebraných vzorcích S5 až S8 klesá. To je v souladu s představou postupného rozptylování par rtuti s rostoucí vzdáleností od severního ohniště.

Při geochemickém průzkumu bylo možno pozorovat, že kontaminace rtutí zůstala zachována hlavně v jílových materiálech. Naproti tomu vzorky minerální, s obsahem uhličitane vápenatého, ať již v podobě kalcitu, sintru nebo masivního vápence, schopnost vázat rtuť nevykazovaly a byly kontaminovány rtutí zřetelně méně. Třebaže

jsme očekávali záchyt elementární rtuti v sazích usazených na stropních částech jeskyně, i tyto materiály byly rtutí chudší. Jílové materiály i v kontextu jeskyně vykazují vyšší sorpční schopnosti ve srovnání s kalcitem.

Vzorky S9–S20 vykazují postupný pokles obsahu rtuti směrem k j. části Mincovny. Třebaže obsahy rtuti jsou v těchto vzorcích rovněž zvýšené, zdá se, že tyto materiály nebyly přímo exponovány parami rtuti a v oblasti těchto vzorků docházelo k druhotnému proniknutí rtuti. V tab. 1 ukázané vzorky S14–S19, odebrané mimo prostor severního ohniště, jsou rtutí chudší nežli vzorky z oblasti severní. Vzorek S14, zhruba z poloviny délky Mincovny, se již blíží hodnotám pozadí. Vzorek S17, jílový materiál odebraný z neporušené kapsy nacházející se naproti jižnímu ohništi, ukazuje rovněž, že oblast jižního ohniště leží mimo kontaminovanou část prostoru. Stejnou informaci získáváme ze vzorků S18 a S19. Tyto jílové materiály zaznamenávají řádový pokles koncentrace rtuti oproti nejvyšším zachyceným hodnotám. Prakticky žádnou kontaminaci rtutí nevykazovaly ani saze zachycené na vzorku S20, odebrané přímo nad jižním ohništěm.

Vzhledem k řešeným otázkám byla věnována pozornost i přírodnímu pozadí. Obsahy rtuti v přírodním pozadí byly získány promě-



Obr. 2. Jeskyně Mincovna, čelní pohled do severní části jeskyně z návštěvnické trasy. Do obrázku jsou pro názornost zakresleny odběrové body vzorků S1 až S6 podle tabulky 1. Prázdnými symboly jsou označeny odběrové body směrem ke komínu K, pohledu zakryté skalní stěnou napravo.

Fig. 2. A frontal view of the northern part of the Mincovna Chamber from the visitor trail. Positions of the sampling points are marked S1–S6 according to Table 1. The empty symbol denotes sampling points hidden behind the rock massif on the right.

Tab. 2. Terénní měření obsahu rtuti v atmosféře Koněpruských jeskyní.

Tab. 2. Field survey of mercury concentrations in the atmosphere of the Koněpruské jeskyně Cave.

Označení bodu v obr. 3	ng Hg/m ³ vzduchu	Legenda k místům měření zobrazeným v obr. 3
G1	1,69	Začátek měření obsahu rtuti v atmosféře, parkoviště před jeskyněmi
G2	2,91	Před vstupními dveřmi do štoly vedoucí do Mincovny
G3	6,88	Mincovna, jižní část
G4	7,65	Mincovna, střední část
G5	8,01	Mincovna, severní část
G6	7,48	Odchod z mincovny schodištěm do středního patra
G7	4,46	Stará chodba, střední patro
G8	3,85	Střední patro, nejnižší místo
G9	1,99	Východ z jeskyně přes síň U Labutě
G10	1,87	Konec měření, parkoviště před jeskyní

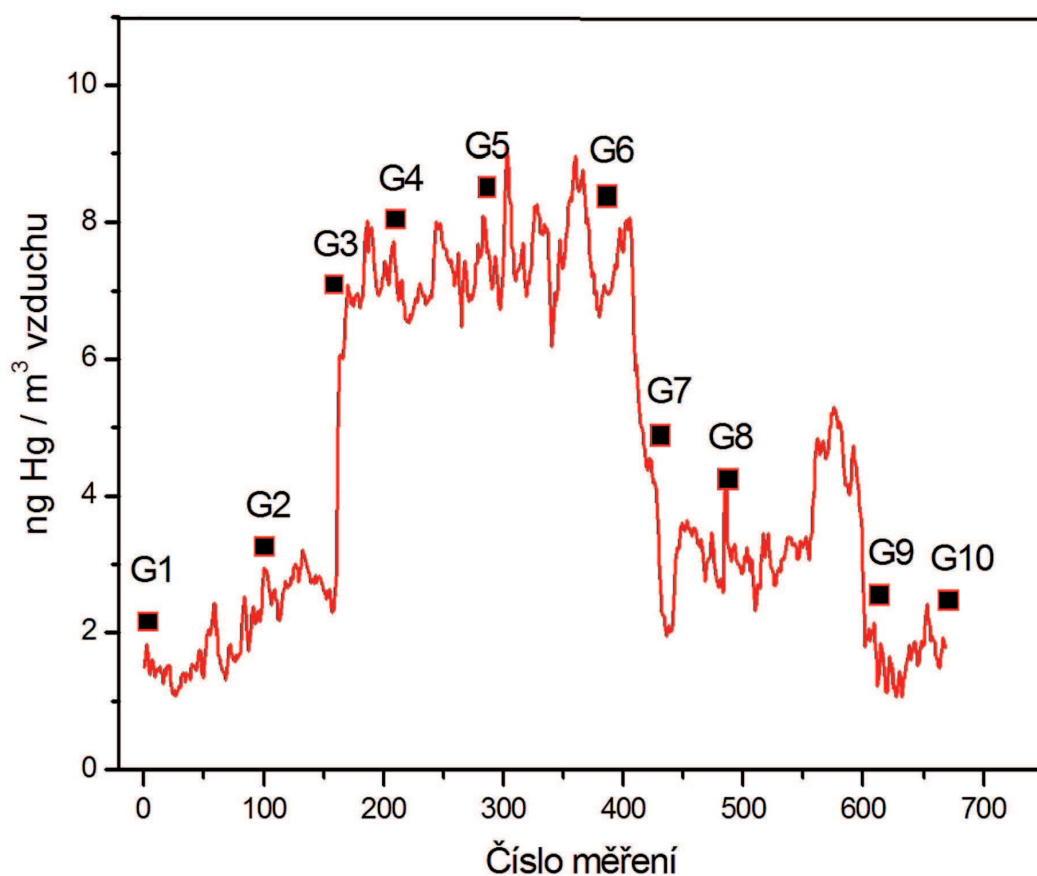
řením vzorků z Velkolomu Čertovy schody, který se nachází v nejtěsnější blízkosti Koněpruských jeskyní, vzorků ze středního patra Koněpruských jeskyní a vzorků svrchního půdního horizontu odebraných na vrcholové planině Zlatého koně. Výsledky těchto stanovení jsou uvedeny jako srovnávací měření ve spodní části tabulky 1.

Primárními srovnávacími materiály byly zvoleny jílové materiály odebrané ve středním patře Koněpruských jeskyní. Vzorek z Pustého dómu se obsahem rtuti rovnal vzorku S17, a ukazuje též na jistou kontaminaci i středního patra jeskyní. Podle výsledků archeologického výzkumu však v této prostora k penězokazeckým činnostem nedocházelo, nebyly zde, kromě ojedinělých propadlých střížků pod jedním z komínů, zachyceny žádné artefakty. Vzorek jílového materiálu, lépe odpovídající přírodnímu pozadí v oblasti Koněpruských jeskyní, se podařilo odebrat v síni U Labutě v podobě jílového materiálu s koncentrací rtuti 186 ng Hg/g vzorku. Prostor síně U Labutě byl od hlavního prostoru jeskyní izolován neprostupným jílovým nánosem, který byl odstraněn teprve speleology při odkrývání jeskynního prostoru v 50. letech 20. stol. Díky tomu byla síň U Labutě ušetřena výměny vzduchu s kontaminovaným prostorem Mincovny.

O přírodním obsahu rtuti v koněpruských vápencích lze získat informaci z analýzy hornin (vápenců) těžných ve Velkolomu Čertovy schody. Ukazuje se, že koncentrace rtuti ve vápencích je o několik řádů nižší, nežli koncentrace rtuti nalezené ve vzorcích jílu či vápencích odebraných v Mincovně. Stejně tak i koncentrace rtuti ve vzorku svrchního půdního horizontu poblíž s. komína Mincovny se nevyrovnává svou velikostí hodnotám ve svrchním půdním horizontu půd odebraných ve vzdálených místech planiny Zlatého koně. Ve svrchním půdním horizontu není patrný záznam historické kontaminace Mincovny, ale spíše novodobé antropogenní kontaminace.

Výskyt rtuti byl v prostoru Mincovny zaznamenán nejen v pevných vzorcích, ale též v podobě par rtuti přítomných ve vzduchu jeskyně. Aby bylo co nejlépe možno potlačit vliv atmosféry povrchu Zlatého koně, byl průzkum proveden před začátkem turistické sezony. V zimním období mimo turistickou sezonu je v prostoru jeskyně jen velmi nízký pohyb osob a větrání jeskyně je omezeno.

Výsledky měření jsou graficky zpracovány na obrázku 3, legenda a číselné hodnoty obsahu rtuti ve vzduchu jeskyně v jednotkách ng Hg/m³ vzduchu jsou uvedeny v tabulce 2. Požadová hodnota obsa-



Obr. 3: Prohlídka Koněpruských jeskyní spojená s kontinuálním měřením terénním merkurimetrem a záznamem obsahu plynné rtuti v atmosféře jeskyně. Legenda k označeným bodům je uvedena v tabulce 2. Číslo měření je pořadové číslo experimentálního bodu, snímáno po dobu 20 s. Pobyt v prostoru Mincovny odpovídá záznamu bodů o obsahu Hg vyšším nežli cca 6 ng Hg/m³.

Fig. 3. A survey in the Koněpruské jeskyně Cave with a portable mercury analyzer, continuously recording gaseous mercury concentrations in cave atmosphere. Explanations of the marked points are given in Table 2. Measurement Nos. (x-axis) represent ordinal numbers of experimental points with data acquisition times of 20 s. The period of survey in the Mincovna area corresponds to values with Hg concentrations higher than approximately 6 ng Hg/m³.

hu rtuti v současné atmosféře je dána body G1 a G2 a pohybovala se přibližně na úrovni 1–3 ng Hg/m³ (peak-to-peak, min-max). Po vstupu do horního patra Koněpruských jeskyní návštěvnickou štolou byl zaznamenán již v tomto prostoru nárůst obsahu rtuti v atmosféře na hodnotu 6,88 ng/m³ (G3). S průchodem do střední, resp. s. části Mincovny se naměřené hodnoty dále zvyšovaly pouze mírně (G4–G6), což je způsobeno volným prouděním vzduchu v celém prostoru Mincovny. Nejvyšší obsahy rtuti v atmosféře byly zaznamenány, když byl vzorek vzduchu do přístroje nasávan v bezprostřední blízkosti s. stěny Mincovny. Po odchodu z Mincovny návštěvnickým schodištěm do středního patra Koněpruských jeskyní nastal zřetelný pokles obsahu rtuti ve vzduchu (G7–G8), nejnižší hodnoty obsahu rtuti byly naměřeny v síni U Labutě (G9), 1,99 ng/m³, což se blíží hodnotám na volném prostranství.

Obsah rtuti přítomné v atmosféře Koněpruských jeskyní poskytuje tedy výpověď v souladu s výsledky studia pevných vzorků z Mincovny. Atmosféra v jeskyni vykazuje oproti vzduchu na volném prostranství před jeskyní zvýšený obsah rtuti. V případě, že by v Mincovně nedocházelo k odpařování rtuti v průběhu mincovního díla, by měl být pozorován přesný opak, neboť současná atmosféra, zvláště v blízkosti průmyslových provozů spalujících fosilní paliva, jako např. vápenky, je rtutí obvykle znečištěna. Nápadné je rovněž nerovnoměrné rozložení kontaminace atmosféry jeskyní, navzdory neomezovanému pohybu atmosféry v prostorách Koněpruských jeskyní. Nejvyšší koncentrace rtuti ve vzduchu byla zaznamenána v Mincovně a klesala až k odlehlejšími prostorám středního patra. Odlišení severní a jižní části Mincovny v obsahu rtuti v atmosféře není spolehlivě možné, lež ve fluktuaci měřených hodnot.

Naměřené obsahy rtuti v atmosféře Mincovny leží spolehlivě (o tři řády) pod limitem předepsaným EU (*Směrnice komise* 2009/161 EU), který činí 20 000 ng Hg/m³. Pohyb v prostorách Mincovny je proto z hlediska ohrožení zdraví návštěvníka rtutí možno hodnotit jako zcela bezpečný.

4. Závěr

Ve vzorcích pevných materiálů odebraných ve svrchním patře Koněpruských jeskyní – Mincovně – byla zjištěna koncentrace rtuti vysoce překračující přírodní pozadí. Nejvyšší obsah rtuti, 1944 ng Hg/g, byl zachycen ve vzorku jílového materiálu z prostoru v s. části Mincovny. Zatímco s. část Mincovny je rtutí silně kontaminována, v její j. části pozorované koncentrace rtuti klesají k prvním stovkám ng Hg/g. Dále byla zjištěna přítomnost rtuti ve vzorcích z komína nad severním ohništěm. Koncentrace rtuti po trase komína klesala z 920 ng Hg/g na 278 ng Hg/g. Výskyt vysokých koncentrací rtuti v pevných vzorcích a prostorové rozložení kontaminace v Mincovně prokazuje jednak vazbu falsifikátorské činnosti na tento prostor a dále lokalizuje technologii k severnímu ohništi. V Mincovně byl při terénním měření zaznamenán i výskyt par kovové rtuti ve vzduchu v koncentraci cca 7 ng Hg/m³.

Výše uvedená data prokazují, že prostor Mincovny je kontaminován rtutí a potvrzují předpoklady dřívějšího archeologického výzkumu. Nalezená rtuť je antropogenního původu a nelze ji ztotožnit s přírodním pozadím. Je nepochybná vazba mezi penězokazeckou činností a prostorem jeskyně. Byly prokázány rozdíly v obsahu rtuti mezi pevnými vzorky odebranými v s. a j. části Mincovny. Uvedené rozdíly ukazují, že k odpařování rtuti docházelo v prostoru severním, což souzní s interpretací archeologických nálezů. Zcela logická se též jeví pozorovaná kontaminace severního komína, klesající s rostoucí vzdáleností od ohniště. Naproti tomu se nemůžeme ztotožnit s inter-

pretací výsledků v práci PAŘÍZKOVÉ, ŘÍHY a KUČERY (2009), neboť kontaminace prostoru jižního ohniště rtutí prakticky chybí*.

Poznámka pod čarou:

*Potíž shledáváme při interpretaci prokázané přítomnosti mědi v prostoru jižního ohniště. Jižní ohniště se nachází v bezprostředním sousedství stoly (viz obr. 1) pro průchod návštěvníků jeskyní na povrch. Do tohoto dlouhodobě osvětleného prostoru pronikají spory organismů z vnějšího prostředí, dochází ke známému růstu plísní a zelených řas poblíž osvětlení. V minulosti Správa jeskyní ošetřovala tyto prostory postřikem modrou skalicí. Nález mědi ve vzorcích z tohoto prostoru proto nemůžeme dle našeho názoru pokládat za průkaz využití jižního ohniště k penězokazecké činnosti.

Literatura

- AMORT V. J. (1913): *Pověsti královského města Berouna a okolí, II. díl.* – Nakladatel Václav Antony. Beroun.
- BIDRMAN F. (1925–1926): Dvě pověsti o Zlatém koni. – *Krajem Horymírovým*, V: 76. Beroun.
- HEJNA A., RADOMĚRSKÝ P. (1958): Penězokazecká dílna v jeskyni Mincovna na Zlatém koni u Koněprus. – *Památky archeologické*, XLIX, 2: 513–558. Praha.
- KAZDA K. (2000, přetisk z r. 1923): Pověsti a staré tradice z Podbrdská: Tetín, Tmaň, Korno a Koněprusy. – In: *Zlatý kůň* (CÍLEK V., BOSÁK P. Eds.), *Knihovna České speleologické společnosti*, 36: 133–136. Praha.
- KOMÁREK K. (1958): Chemický výzkum ražených mincovních padělků, struskové hmoty a černého úlomku s komůrkovitou strukturou z jeskyně "Mincovny" na Zlatém koni. – *Památky archeologické*, XLIX, 2, Příloha I: 550–552. Praha.
- NAVRÁTIL T., ROHOVEC J. (2016): *Rtuť v životním prostředí.* – Publikace v řadě Strategie AV21, výzkumný program Rozmanitost života a zdraví ekosystémů: 1–32. Středisko společných činností AV ČR. Praha.
- PAŘÍZKOVÁ I., ŘÍHA P., KUČERA V. (2009): *Byla v Koněpruských jeskyních skutečně penězokazecká dílna?* Publikováno online jako studentská vědecká práce pod vedením Lenky Thinové, <http://tydenvedy.fjfi.cvut.cz/2009/cd/prispevky/sbpdf/koneprusy.pdf>
- SPĚVÁK M. (1958): Metalografický výzkum materiálu z jeskyně „Mincovny“ na Zlatém koni. – *Památky archeologické*, XLIX, 2, Příloha III: 552–555. Praha.
- ÚŘEDNÍ VĚSTNÍK EVROPSKÉ KOMISE, *Směrnice komise* 2009/161 EU ze dne 17. prosince 2009, online: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0161&from=EN>
- ŽÁK K., JÄGER O., KOMÁŠKO A. (2009): Český kras. – In: HROMAS J. (ed.), *Jeskyně. Chráněná území ČR XIV*: 155–233. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR Praha a EkoCentrum Brno.