

Georadarová a telegnostická měření nad Pekárnou 2016

Pavel Kalenda¹, Rudolf Tengler², Richard Cendelín³, Ladislav Slezák³, Josef Pokorný³

¹ ZO ČSS 6–19 Plánivý

² Ing. Rudolf Tengler – RTG, Českobratrská 357/13, 276 01 Mělník, Česká republika

³ ZO 6–12 Speleologický klub Brno

*Corresponding author: e-mail: p.kalenda@volny.cz

Abstrakt

V přímém předpolí jeskyně Pekárna v Moravském krasu proběhlo v letech 2015 a 2016 virgulevé měření a měření novým typem georadaru Roteg, které společně přinesly nové poznatky jak o pokračování vlastní jeskyně, tak o dutinách pod ní a v jejím okolí. Výsledky ukazují na složitý vývoj odvodňování j. části Moravského krasu v různých obdobích, kdy se výtokové jeskyně stávají ponory a naopak. Jednou z odvodňovacích cest byly nově nalezené jeskyně pod Pekárnou, které směřovaly pravděpodobně do oblasti Mokré a dnes jsou buď pod hladinou spodní vody, nebo většinou vyplněné sedimenty.

Úvod

Cílem snažení speleologů je většinou proniknout do dosud neznámých prostor, popsat je, zmapovat a přinést na světlo denní nové poznatky o jejich vzniku a vývoji, případně o jejich současných nebo minulých obyvatelích. V podmínkách Moravského krasu, kde jsou již všechny snadno dostupné „díravice“ prozkoumány a popsány, to znamená vynaložení velkého úsilí na překonání zavalených nebo sedimenty zaplněných vstupů, ať se jedná o horizontální vchody nebo závrtky. Už v roce 1950 napsal J. Jalový (1950a): „Proč se vždy

začalo při jeskynním průzkumu napřed kopat ... a proč se nesnažil nikdo zjistiti napřed vědecky exaktním způsobem, jsou-li v tom kterém, speleologicky vábném místě předpoklady pro konečný zdar takové práce.“ Jalový zmiňuje použití virgule s mnohdy pozitivními výsledky (a sám práci s virgule praktikoval, viz Jalový 1950b), ač tuto metodu řadí k nevědeckým. Navrhuje použití geofyzikálních metod a v oblasti Koňského spádu sám aplikoval magnetometrii, kterou kombinoval s gravimetrií (Jalový 1950a).

Cílem naší práce bylo zjistit další možné pokračování jeskyně Pekárny v j. části Moravského krasu, tektonickou situaci v oblasti a případně nastínit také genezi jak samotné jeskyně, tak i návaznost na genezi jeskynních systémů v povodí Říčky a Hostěnického potoka. Za tímto účelem jsme oblast mezi Kamenným žlíbkem, Pekárnou, lomem Mokrá a mokrskou hájenkou proměřili pomocí telegnostické metody (virgule, proutek). Vlastní předpolí jeskyně Pekárna na ploše cca 300 × 200 m (obr. 1) jsme proměřili pomocí nového typu georadaru Roteg s velkým hloubkovým dosahem (RTG-Tengler 2013; Tengler a kol. 2016). Výsledky obou metod jsme pak porovnali a získali tak představu o tektonické situaci širší oblasti a náhled na možný vývoj území a také interpretaci naměřených dat.



Obr. 1 Zájmová území, černě – proměřená virgule 1976–2016, bíle – proměřená georadarem Roteg 2016

(mapový podklad turistické mapy Seznam.cz, 2016)

Fig. 1 The area under study. Black – area measured by a diving rod between 1976 and 2016, white – area measured by GPR Roteg in 2016 (a map adopted from the tourist map Seznam.cz)



Geologie

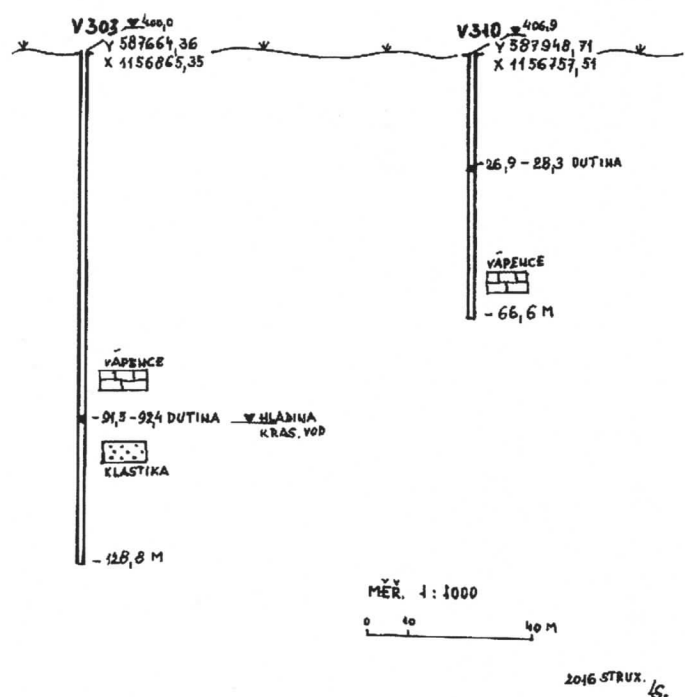
Současné poznání geologické stavby Mokersko-hostěnické plošiny shrnul ve své disertaci Rez (2010). Ukázal na násunový charakter v. okraje j. části Moravského krasu. V bezprostředním okolí Pekárny tvoří vápence macošského souvrství (lažánecké vápence) antiklinální strukturu (Rez 2010), takže jejich mocnost je značně redukována a dosahuje pouze první stovky metrů, jak je možno doložit na vrtu V303 (obr. 2). Nadložní líšeňské souvrství zcela chybí. Podloží macošského souvrství tvoří spodnodevonská bazální klastika, zastoupená pískovci, slepenci, arkózami a drobami, která nasedají na brněnský granitoidní masiv (Slezák 1955–1956; Štelcl a Slezák 1963; Hašek a Štelcl 1972).

Detailní znalosti o horninách Mokrské plošiny můžeme získat z průzkumných vrtů v předpolí ložiska Mokrá–Horákov. Nejbližší Pekárně se nacházejí vrt V303 a V310 (obr. 2). Vrt V303 byl umístěn téměř v ose hostěnické antiformy (Rez 2010), a proto byla bazální klastika zastížena již v hloubce 92,4 m pod povrchem, který je ve výši 413 m n. m. (WGS), tedy na úrovni 320,6 m n. m., což odpovídá přibližně výšce dna údolí Říčky pod Pekárnou. Na ně je vázána hladina spodní vody, která vytváří horizontální jeskyně s možným odtokem po spádnicí klastik, tedy k J až JV. Vrt V310 nedovrtal do bazálních klastik, protože byl ukončen v hloubce 66 m pod povrchem. Zato narazil na dutinu/jeskyni v hloubce 27–28 m (ústí vrtu 419 m n. m. WGS), tedy na úrovni stropu Pekárny (391 m n. m.).

Telegnostická měření

Telegnostická, virgulová měření se používají v důlní prospekci od nepaměti (Agricola 1556). S více či méně velkým úspěchem jsou nalézány prameny nebo rudní žíly a tektonické linie. Střední část Moravského krasu byla několika proutkaři proměřena již na začátku 20. století a výsledky shrnul do souhrnné mapy Feitl (1937). Jeho mapa lokalizací vodivých zón nad jeskynním systémem Rudického propadání–Býčí skála je citována až do současnosti, přestože byla podrobena velké kritice brněnských speleologů v 60. letech po nových objevech v Rudickém propadání (Burkhardt 1960, 1961). Když porovnáme tehdejší mapu vodivých zón s nynějším průběhem jeskyní Jedovnického potoka (obr. 3), tak můžeme konstatovat, že od vchodu do Býčí skály až po Srbský sifon kopíruje podzemní Jedovnický potok tektonické struktury, které se odrážejí v telegnostické detekci. Největší nesrovnalost mezi Feitlovou mapou a skutečným průběhem jeskyní je u Rudického propadání, protože tam se nyní propadá Jedovnický potok do podzemí a míří napříč strukturami k nejbližší lokální odvodňovací bázi, kterou byla a je stará chodba Staré řeky. Feitl (1937) sám na základě mapování došel k přesvědčení, že původní starou jeskyni, ústící v Býčí skále, protékal paleotok ze s. části Moravského krasu, který procházel (pod?) Lažáneckým žlebem a pod Harbešskou plošinou. Přestože se Burkhardt (1960) snažil tento názor vyvrátit, charakter chodeb pod Rudicemi, charakter Staré řeky v Rudickém propadání, charakter Harbešské jeskyně, Skleněných domů a zejména jejich sedimentů, odvodňování jeskyně Svážná studna v Lažáneckém žlebu a nové objevy starých chodeb východně od Macochy dávají tušit, že odvodňování s. části Moravského krasu před transgresí v langhu (badenu) bylo zcela odlišné od současného průběhu podzemních toků (Kalenda a kol. 2005).

Co lze očekávat od výsledků telegnostického průzkumu? Podle našeho vlastního poznání, v případě, že s virguli pracuje odborně zdatná osoba (nejlépe vzděláná v geologických oborech), která je citlivá na malé změny elektromagnetického pole, pak výsledky jak kvalitativně tak kvantitativně jsou srovnatelné s metodou VDV (Kalenda a kol. 2009) nebo odporovým profilováním (Štelcl a Hašek 1972). Tedy anomálie ukazují na vodivé zóny, jejich „kvalitu“ a hloubku. Široké anomálie ukazují na hlubší struktury a naopak úzké a výrazné anomálie ukazují na přípoверхové struktury. Žádná z těchto metod není schopna rozeznat vodivou tektonickou zónu od vlastní jeskyně, byť protékané vodním tokem, jak poznamenali u GF metod už Štelcl a Hašek (1972): „... rozlišení jeskyní od většiny tektonických poruch je velice obtížné, protože oba faktory se projevují přibližně stejnými hodnotami měrných odporů. Výsledky všech metod při vyhledávání výraznějších anomálií se shodují. Žádná z metod neindikuje jednoznačně podzemní krasový tok. Z výsledků tíhových a odporových metod vyplývá, že možnosti gravimetrie jsou v této oblasti poněkud omezené.“ Jak je vidět ze srovnání Feitlovy mapy vodivých zón s nyní známým průběhem podzemního Jedovnického potoka, pro výsledky virgulových indikací platí to stejné, co pro geoelektrické a elektromagnetické metody. Více zobrazují generelní průběh tektonických zón než jeskyně, které jsou na tyto zóny většinou vázány. Obě metody mají také přibližně stejný hloubkový dosah, daný integrálním charakterem měřených polí (velikost anomálního pole, generovaného strukturou, klesá se čtvercem vzdálenosti a v jednom bodě na povrchu se sčítají anomální pole od všech struktur v okolí). Hloubkový dosah se dá odhadnout na desítky až první stovku metrů v případě výrazných vodivých struktur pod nevodivými přípoверхovými horninami – např. pro metodu VDV odhadl Hašek hloubkový dosah na 50–60 m (Hašek a kol., nepubl.).



Obr. 2 Schematické profily vrtů V303 a V310 (upravil Slezák na základě údajů z databáze Českomoravský cement a. s.)
Fig. 2 Schematic sections of borehole V303 and V310 (edited by Slezák based on the database of Českomoravský cement, joint-stock company)

V předpolí Pekárny prováděl Prix (1947) virgulová měření a podle něj J. Himmel usuzuje: „... by Pekárna měla pokračovat dál směrem jz., stáčet se na západ, bifurkovat a opět ústít do údolí Řičky v levé stráni nad prostředním mlynem.“ (Himmel 1998). V roce 1976 prováděl telegnostická měření nad Pekárnou J. Mrázek a pomáhal mu L. Bročko. Výsledkem bylo vymapování vodivé zóny, vedoucí od závalu nad známým koncem Pekárny jjz. směrem (Kos 1998). Na zjištění J. Mrázka navázalo telegnostické měření L. Slezáka (1999) a kolektivu SE3, kteří prodloužili indikaci vodivé struktury až po hránu rozvodí na červené značce k mokrské hájence. Naopak podle Himmela a Krause (1997) „pokračuje Pekárna dál přibližně směrem jv. a je v dalším průběhu do značné míry zařícena“. Himmel, obdobně jako další autoři (Prix 1947; Dvořák 1951; Burkhardt 1969; Musil 1998, 2000) zařazuje Pekárnu mezi vývěrové jeskyně Hostěnického potoka (Himmel 1998). Kadlec (2001) naopak zařazuje Pekárnu mezi ponorné jeskyně nejstarší jeskynní úrovně (období Holštejnské jeskyně a horního patra Sloupsko-šošůvských jeskyní) s odvodňováním k J do oblasti Mokré.

Telegnostickou indikaci jsme provedli v roce 2015 (SE3) a 2016 (Cendelin, Slezák) v sektoru známého průběhu jeskyně a návazně v terénu za závalem jeskyně. Situačně jsme měření navázali na fixní bod PB1 (49.24138N, 16.74636E), který je radiomajákovým průmětem známého konce Pekárny (v průmětu její středové osy) na povrch. Telegnostická detekce umožnila plošné vymezení anomálií, které jsou kombinacemi tektoniky a jeskynních prostor. Dávají však jasnou představu o směřování Pekárny v jedné z fází složitějšího vývoje z období po badenu (langhu). Koncový zával jeskyně tvoří předěl průběhu telegnostických anomálií ve směru k J (případně k V) a tektonická predispozice směru SSV–JJZ pravděpodobně určuje generelní směry odvodňování do mokrské vývěrové delty. Jižní sektor za závalem se telegnosticky jeví jako nevýrazné pole, které by spíše na-

značovalo plochou destrukční plochu denudačního charakteru. Výsledky současného průzkumu nejlépe dokládá mapa (obr. 4).

Geofyzikální měření

V s. části Moravského krasu probíhalo v 60. letech geofyzikální měření a to zejména pomocí odporového profilování a elektromagnetické metody TURAM (např. Daňko a kol. 1966; Daňko a Blížkovský 1968; Džuppa 1971; Hašek a Štelcl 1973). Tyto metody poskytly základní informace o průběhu vodivých zón, ale nebylo možno jednoznačně stanovit průběh jeskyní už z důvodu velkého kroku mezi profily (200 m). Jižní část Moravského krasu byla prozkoumána v 70. letech (Hašek a Dvořák 1972). Území Chobotu bylo detailně prozkoumáno v 80. letech (Hašek a kol. 1978, 1988).

Oblast Pekárny byla pomocí geofyziky zkoumána už na konci 60. let (Hašek 1967, 1968) a následně až o 30 let později (Kos 2000): „Geofyzikální měření proběhlo v měsících dubnu až květnu 1999, a to společností GEODRILL s. r. o. Brno (Dostál, Hašek a Tomešek 1999). Byly aplikovány metody VDV a VES. Měřená obdélníková plocha zaujímala rozlohu 300 × 600 m; k této byl posláze na z. straně přidán čtverec o rozloze 100 × 100 m, který tak propojil nově měřené plochy se sektorem nad j. Pekárnou, který byl geofyzikálně prozkoumán již v minulém roce 1998 (Dostál, Hašek a Tomešek 1998). Na nově zkoumané ploše byly měřeny struktury směru JJZ–SSV (VDV) a profilovány do hloubky cca 50 m (VES). Geofyzikální měření se dále opíralo o starší geofyzikální vrtné a hydrogeologicko průzkumné práce, které byly v minulosti prováděny na sledovaném území (Crha 1983, Kudělásek 1990).“

Georadar Roteg

Měření georadarem, na rozdíl od většiny geofyzikálních metod, které jsou povětšinou integrální (např. VDV, elektro-



Obr. 5 Měření radarem nad Pekárnou 24. 4. 2016 – vlevo vysílač a anténa, vpravo přijímací anténa s přijímačem, měřením vzdálenosti na profilu a GPS (Foto J. Pokorný)

Fig. 5 Field measurement above the Pekárna Cave on April 24, 2016 – the transmitter and the transmitting antenna (left), the receiver antenna, the receiver with GPS and distance tracking (right) (Photo by J. Pokorný)



profilování, TURAM, slingram, gravimetrie), a také od telegnostické metody, je toto měření diferenciální, bodové, kdy výsledná naměřená anomálie není součtem mnoha okolních anomálních polí, ale dává informaci o kvalitě odrazu elektromagnetického pulzu na rozhraní dvou různě vodivých hornin v daném místě. Čím je odporový kontrast větší, tím větší bude odražená vlna a bude pouze záležet na velikosti šumu, z jaké vzdálenosti ještě budeme schopni tuto odraženou vlnu zachytit a odlišit od pozadí.

Georadar se stal jedním z nejužívanějších přístrojů pro vyhledávání nehomogenit v zemi do hloubek několika metrů pro svou vysokou efektivitu prací v terénu (Bláha a kol. 1999). Radar je založen na vysílání vysokofrekvenčních pulzů (nejčastěji 25–1000 MHz) jednou anténou a přijímání odrazů těchto pulsů druhou anténou se zpožděním, které je úměrné hloubce daného rozhraní materiálů s rozdílnými konduktivitami (σ), od kterého se pulzy odrážejí. Amplituda odrazů je úměrná poměru elektrických vodivostí obou materiálů (σ) a klesá exponenciálně s hloubkou v závislosti na permitivitě prostředí (ϵ ; van der Kruk et al. 1999). Pro běžně užívané GPR a typická prostředí střední Evropy s měrnými odpory stovek Ωm je hloubkový dosah několik metrů až první desítku metrů (Bláha a kol. 1999; Chamberlain et al. 2000). Na ledovcích byly detekovány odrazy z hloubek stovek metrů až prvního kilometru (Arcone v Jol 2008). Smith a Jol (1995) odhadli experimentálně, že pro 25 MHz antény je hloubkový dosah v sedimentárním prostředí kvartéru (nad hladinou mineralizované vody) mezi 52–57 m. Pro 100 MHz anténu se zmenšil hloubkový dosah na 37 m. Těmto výsledkům odpovídá pokusné měření nad jeskyní Divaška jama (Gosar 2012), které bylo v prostředí typického krasu schopno detekovat odrazy od stropu jeskyně z hloubek do 30 m při použití speciálních antén o délce 9,25 m a střední frekvenci 50 MHz. Odrazy od stropu jeskyně v hloubce okolo 40 m už byly nevěrohodné.

Na speleologicky známých krasových lokalitách v České republice jsme v roce 2015 vyzkoušeli hloubkový dosah nového typu GPR „Roteg“ (Tengler a kol. 2016), který se oproti stávajícím GPR vyznačuje vyšším pulzním výkonem (až 15 MW při pulzu dlouhém 1 s), vyšším napětím na anténách (5–15 kV) a zejména speciální konstrukcí pulzního generátoru, který obchází běžně užívané polovodičové prvky MOS a LDMOS a využívá jiskřiště, kde vznikají Dirakovy pulsy o délkách do 3 ns přímo vybitím kondenzátorů (RTG-Tengler 2013). Ze spojitého spektra se vybírají ty převažující frekvence, na které jsou naladěny speciální antény. Pro 6m anténu je převažující frekvencí 25 MHz, pro 3m je to 50 MHz a pro metrovou anténu to je 150 MHz. V optimálních podmínkách s půdním pokryvem nepřesahujícím několik metrů při použití 6m antény byly zřetelně rozpoznány odrazy od stropů jeskyní v hloubkách okolo 100m pod povrchem krasové plošiny (Tengler a kol. 2016). Ve Slovinsku nad systémem Postojenská jeskyně jsme byli schopni indikovat jeskyně na aktivním toku v hloubce 200m pod povrchem (Kalenda a kol. 2017 – v tomto svazku Speleofóra 2017).

Při našem měření nad Pekárnou jsme zvolili 6m anténu (obr. 5) a střední frekvenci 25 MHz. Sčítali jsme 10 pulzů při rychlosti asi 3 km.h⁻¹. Krok mezi měřeními byl 0,1m, přesnost GPS byla cca 1m. Délka záznamu byla 19 595 vzorků po 0,277 ns, což je celkem 5 428 ns, vzorkovací frekvence vlny byla 3,6 GHz.

Výsledky měření, interpretace a diskuze

Profily byly navrženy tak, aby pokryly území mezi lesní cestou s červenou turistickou značkou, Kamenným žlíbkem na V a lesními školkami na Z od Pekárny v jejím předpokládaném pokračování (obr. 4).

Profil P1 měl za cíl zachytit reflexy od jeskyní s jinou orientací než S–J. Profily P2 a P6 měly za cíl zachytit jeskyni těsně za jejím známým koncem a P6 měl navíc zjistit, zda jeskyně nemíří na Z do Kamenného žlíbku. Profily P4 a P5 (z. od Pekárny) měly za cíl zjistit, zda z jeskyně nevycházejí nějaké odbočky tímto směrem a případně zjistit příčné tektonické linie. Profily P7–P12 měly za cíl zjistit, zda Pekárna pokračuje dále ve stejném směru, tedy na JJV. Profil P13 měl za účel zjistit příčné tektonické linie a případnou změnu směru pokračování Pekárny k J až JZ.

Nejbližší Pekárny procházel profil P6 (obr. 6). Jasně byly zachyceny zřetelné odrazy od stropu jeskyně (v pokračování Pekárny) mezi staničeními 75–85 m v hloubce 19–24 m (16.746191E, 49.24137N). Ve staničení 148–155 m byly zachyceny odrazy od menší jeskyně ve stejné pozici (hloubka 20–24 m). Velice překvapivé bylo zjištění zřetelných odrazů od stropů jeskyní v hloubkách 50 m, 72 m a 88 m ve staničeních 10–50 m. Tyto se nalézají jz. od známého konce Pekárny pravděpodobně na příčné tektonice, o čemž svědčí to, že na profilech P4 a P5 je možno nalézt jejich pokračování, zejména v hloubce 48–50 m (obr. 7a–7b).

Několik jeskyní a tektonika byly zachyceny na profilu P1, který vedl s.–j. směrem (obr. 8). Na profilech P10 a P12 nebyly patrné žádné odrazy od dutin nebo jeskyní. Zato na profilu P11 mezi nimi byl jasný odraz od stropu jeskyně ve staničení 60–73 m v hloubce 22–25 m (obr. 9).

Na profilu P13, který vedl směrem JV–SZ podél předpokládaného pokračování Pekárny, byla zjištěna řada jeskyní v hloubkách 20–72 m, několik závrťů a tektonika (obr. 10). Závrty jsou dobře patrné ve staničeních 70–85 m, 120–135 m, 167–182 m a jsou pravděpodobně svázány s příčnou tektonikou. Pod nimi a vedle nich (podle sklonu tektoniky) se také většinou nacházejí jeskyně nebo výrazné dutiny.

Porovnání výsledků

Když porovnáme lokalizaci detekovaných jeskyní v hloubce 18–25 m s mapou gradientů Re složky podle metody VDV (Dostál a kol. 1999), tak vidíme, že detekované jeskyně nenavazují na vodivou zónu, která směřuje podél západního okraje proměřované oblasti k JJZ (obr. 11). K vodivé zóně směřuje spíše dutina (jeskyně), která byla zjištěna v hloubce 58–60 m na profilu P13 (obr. 5).

Himmel (1987) předpokládá, že Pekárna pokračuje ve stejném směru ještě dalších cca 80 m, avšak je zařícená (obr. 12). Při porovnání obou map (J. Himmela a radarového měření) by však Pekárna měla směřovat více na JJV a její destruovaný obrys by měl být širší. Toto se georadarem nepotvrdilo a na profilech P6, P3 a P2 byly zjištěny odrazy od neporušeného stropu v poměrně úzkém koridoru, který nepřesahuje širší 15 m (viz obr. 6).

Okolo profilu P7 se charakter proměřované plochy mění a k J ubývá reflexů z hloubek asi 20–30 m (obr. 5). Zde předpokládáme, stejně jako Himmel (1987), příčnou tektoniku, podél které došlo ke změně směru jeskyně Pekárny. Podle telegnostické metody se hlavní chodba Pekárny stáčí k JJZ, což bylo potvrzeno georadarem na profilu P13 ve staničení 135–150 m. Druhá větev Pekárny by mohla směřovat k J.

Podle georadaru byly jasně zjištěny menší chodby v hloubce 20–30 m na profilech P1, P7 a P9, směřující k JV až V.

Zajímavé je srovnání detekovaných dutin, jeskyní a tektoniky s vodivou zónou, zjištěnou virguli (Mrázek 1976; Slezák 1999). Tato zóna začíná pod koncovým závalem jeskyně Pekárna a pokračuje dále na JZ až JJZ poblíž závrtové řady až k cestě s červenou turistickou značkou na okraji Mokrské plošiny (obr. 13). Tato telegnostická anomálie byla největší a nejširší v celém zájmovém území. Když se podíváme na profily P6 (staničení 78 m) a P3 (staničení 25–30 m; obr. 14), vidíme šikmo nad sebou řadu jeskyní v hloubkách od 20 do 90 m, vázaných na výraznou tektoniku. V hloubce 92 m se pravděpodobně nachází šikmé rozhraní mezi bazálními klastiky a devonskými vápenci. Na ně je pravděpodobně vázána také hladina spodní vody, jak je patrné z vrtu V303, který se nachází cca 150 m daleko. Proto předpokládáme, že ona výrazná vodivá zóna je spojena s výše uvedenou tektonickou poruchou směru SSV–JJZ, na kterou bylo (a možná, že i nadále je) vázáno odvodnění údolí Řičky a Hostěnického potoka směrem k Mokré, kde se nachází řada vývěrů. Předpokládáme, že po badenské transgresi došlo k ucpání vývěrů těchto jeskyní a vodní toky jsou nyní nuceny hledat si nové cesty k jiné odtokové bázi, kterou je nyní údolí Řičky. Proto většina předbadenských jeskyní na nejnižší úrovni (v našem případě 90–95 m pod povrchem) bude patrně zcela zaplněna sedimenty a v úrovni hladiny vody nebo pod ní, což ale nemusí platit o vyšších jeskynních úrovních, které se nyní nacházejí průkazně cca 50–60 m pod Mokrou plošinou, tedy na úrovni cca 360 m n. m. O možných

volných dutinách v těchto jeskyních může svědčit fakt, že sedimenty v pravém (z.) boku jeskyně Pekárny, těsně před jejím koncem (závalem), mají tendenci se propadat do níže položených prostor, které tam jsou přítomny podle radarového měření.

Závěr

Radarové měření s kvalitativně novým typem radaru umožnilo lokalizovat jeskynní prostory v pokračování Pekárny a to až do hloubky 96 m. Bylo tak možno ověřit zdroje již dříve naměřených anomálií.

Potvrdilo se jednak směřování Pekárny v původním směru do vzdálenosti 60–80 m a pak její odklon k JJZ, tedy směrem k Mokré, ale také se ukázalo, že existují větve, které směřují k JV až V, tedy směrem k Hostěnicím. Může se jednat o přítokové chodby v jiné vývojové etapě. Důležitým okamžikem pro vývoj jeskynních systémů v okolí Pekárny byla badenská transgrese, při které byly mnohé odtokové cesty zaplněny sedimenty a původně ponorové jeskyně se mohly stát jeskyněmi vývěrovými nebo naopak.

Nejdůležitějším zjištěným faktem bylo poznání, že na j. konci Pekárny v oblasti závalu se nad sebou nachází několik mohutných jeskyní v hloubkách 50–60 m a dále chodby, vázané na kontakt vápenců a bazálních klastik v hloubce cca 90 m pod povrchem. To by mohl být argument pro předbadenské odvodňování údolí Řičky do oblasti Mokré v době, kdy v celém Moravském krasu vznikala nejnižší jeskynní úroveň, dnes 20–40 m pod aktivním tokem (Kalenda a kol. 2005).

Summary: Ground-penetrating radar and divining rod measurements above the Pekárna Cave in 2016

Divining rod measurements and measurements with a new type of the Ground Penetrating Radar (GPR) "Roteg" took place in the immediate foreland of the Pekárna Cave in the Moravian Karst between 2015 and 2016. Both types of measurements produced new insights into the continuation of the Pekárna Cave itself and the cavities beneath and around it. The results demonstrate a complex evolution of drainage in the southern part of the Moravian Karst in different eras, when outflow caves became inflow caves (sumps), and vice versa. One of the drainage paths was newly discovered beneath the Pekárna Cave, which continued probably to the village of Mokrá and now is either below the ground water level or mostly filled with sediments.

Literatura:

- Agricola G. (1556): *De re metallica libri XII.* – Frobenius: 1–684. Basileae.
- Bláha P., Karous M., Kněz J., Müller K. (1999): Možnosti georadaru v inženýrském průzkumu. – *Geotechnika*, 2, 3: 12–15.
- Burkhardt R. (1960): Feitlova teorie a dnešní obraz neznámého krasového podzemí. – *Vlastivědné zprávy z Adamova a okolí*, II: 6–11.
- Burkhardt R. (1961): Ještě k Feitlově teorii. – *Vlastivědné zprávy z Adamova a okolí*, 5, 1: 10–11.
- Burkhardt R. (1969): Geologische Studie der Höhlen im Řička – Tale (Mährischer karst). – *Acta Musei Moraviae*, LIV: 71–83. Brno.
- Crha J. (1983): *Souhrnná závěrečná zpráva Mokrá, část II.* – Nepublikovaná zpráva. Archiv Geologického průzkumu Ostrava, závod Brno.
- Daňko J., Váca F., Ryšavý P. (1966): *Zpráva o geofyzikálním průzkumu severní části Moravského krasu.* – Nepublikovaná zpráva: 1–48. Archiv Geofyzika, n. p. Brno.
- Daňko J., Bližkovský M. (1968): *Zpráva o geofyzikálním měření v severní části Moravského krasu.* – Archiv Geografického ústavu ČSAV: 1–62. Brno.
- Dostál P., Hašek V., Tomešek J. (1998): *Geofyzikální průzkum na akci CHKO Moravský kras-Mokrá.* – Nepublikovaná zpráva. Archiv GEODRILL, s. r. o. Brno.
- Dostál P., Hašek V., Tomešek J. (1999): *Geologický průzkum geofyzikálními metodami na lokalitě DP lom Mokrá, etapa 1999.* – Nepublikovaná zpráva. GEODRILL, s. r. o. Brno.
- Dvořák J. (1951): Vývoj Hostěnického propadání vzhledem k Ochozské jeskyni. – *Československý kras*, IV: 16–22. Brno.
- Džuppa P. (1971): *Zpráva o geofyzikálním měření na akci Moravský kras regionální hydrologický průzkum.* – Nepublikovaná zpráva. Archiv Geofyzika, n. p. Brno.
- Feitl K. (1937): Die Wünschelrute im Dienste der Höhlenforschung des Polytechnischen Vereines der Tchechoslowakischen Republik, sitz in Mährisch Ostrau. Jhg. 17, H. 1–2. Jänner-Feber. Odkaz na mapu: <http://docs.mskholstejn.eu/node/395>
- Gosar A. (2012): Analysis of the capabilities of low frequency ground penetrating radar for cavities detection in rough terrain conditions: The case of Divača cave, Slovenia. – *Acta Carsologica*, 41, 1: 77–88.
- Hašek V. (1967): *Geoelektrické měření v Moravském krasu jeskyně Pekárna.* – Nepublikovaná zpráva. Archiv Moravského Muzea. Brno.
- Hašek V., Dvořák J. (1972): *Zpráva o geoelektrickém měření v jižní části Moravského krasu.* – Nepublikovaná zpráva. Archiv Geofyzika, n. p. Brno.
- Hašek V., Mayer S., Ryšavý P. (1978): Příspěvek geofyziky ke speleologickému výzkumu Koňského spádu v Moravském krasu. – *Československý kras*, 30: 41–49.
- Hašek V., Mayer S., Slezák L., Štelcl O., Záhora R. (1988): Výsledky geofyzikálního výzkumu v okolí propasti Macochy v Moravském krasu. – *Československý kras*, 39: 35–50.
- Hašek V., Štelcl O. (1973): Některé výsledky geofyzikálního výzkumu Moravského krasu. – *Československý kras*, 24: 37–49.



- Himmel J. (1998): Několik poznámek k Pekárně. – *Speleo*, 27: 45–49. Praha.
- Himmel J., Kraus L. (1987): Poznámky ke speleologickým prolonačním možnostem jeskyní vázaných na Hádecké údolí v jižní části Moravského krasu. – *Speleofórum*, 6: 28–32. Praha.
- Chamberlain A. T., Sellers W., Proctor C., and Coard R. (2000): Cave detection in limestone using ground penetrating radar. – *Journal of Archaeological Science*, 27: 957–964. doi:10.1006/jasc.1999.0525.
- Jalový J. (1950a): Naše zkušenosti s užitím praktické geofyziky při výzkumech v Moravském krasu. – *Československý kras*, 3: 15–24. Brno.
- Jalový J. (1950b): Používání virgule v praktické speleologii. – *Československý kras*, 3: 138–141. Brno.
- Jol H. M. (2008): *Ground Penetrating Radar Theory and Applications*. – Elsevier: 1–524. Amsterdam.
- Kadlec J. (2001): Paleohydrografie Hádeckého údolí v jižní části Moravského krasu. – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v r. 2000*: 5–7. Brno.
- Kalenda P., Kučera J., Mravec P. (2005): Vývoj říční sítě Moravského krasu. – *Acta Musei Moraviae, Sci. geol.*, XC: 171–189.
- Kalenda P., Mravec P., Duras R., Musil F. (2009): Mapování horního jeskynního patra na Ostrovské plošině v roce 2008 pomocí geofyzikálních metod. – *Speleofórum*, 28: 120–123. Praha.
- Kalenda P., Tengler R., Blatník M., Droie F. (2017): Georadarová měření Postojna 2016. – *Speleofórum*, 36: 87–89. Praha.
- Kos P. (1998): Add: J. Pokorný – výzkumy v jeskyni Pekárně. – *Speleofórum*, 17: 23–24. Praha.
- Kos P. (2000): Výsledky průzkumu Mechového závrtu za rok 1999. – *Speleofórum*, 19: 20–22. Praha.
- Kudělásek V. (1990): *Profily vrtů PV-2, PV-3*. – Nepublikovaná zpráva. Archiv Unigeo. Modřice.
- Kruk J. van der, Slob E. C., Fokkema J. T. (1999): Background of ground-penetrating radar measurements. – *Geologie en Mijnbouw*, 77: 177–188.
- Mrázek J. (1976): *Plán telegnostické detekce*. – Nepublikovaná zpráva: 1 str. Archiv Speleologického klubu v Brně.
- Musil R. (1998): Vývoj údolní sítě v jižní části Moravského krasu. – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v r. 1997*: 11–15. Brno.
- Musil R. (2000): Druhy jeskyní a jejich výškové rozvrstvení v údolí Říčky (Moravský kras). – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v r. 1999*: 37–39. Brno.
- Prix R. (1947): Badatelské vyhlídky v jižní části Moravského krasu. – *Časopis turistů*, LIX, 2. Brno.
- Rez J. (2010): *Strukturně-geologický vývoj jižní části Moravského krasu*. – Disertační práce: 1–65. Ústav geologických věd Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně.
- RTG-Tengler (2013): <http://georadar.rtg-tengler.cz/geologicky-zlom-u-sobotky>
- Slezák L. (1955–1956): *Geologický výzkum devonských vápenců v okolí Mokré*. – Diplomová práce: 1–76. Universita Jana Evangelisty Purkyně. Brno.
- Slezák L. (1999): Příspěvek k dalšímu možnému pokračování jeskyně Pekárny v jižní části Moravského krasu. – *Speleo*, 28: 23–25. Praha.
- Slezák L., Cendelin R., Pokorný J. (2016): Návrat k Pekárně. – *Speleofórum*, 35: 29–31. Praha.
- Smith D. G., Jol H. M. (1995): Ground penetrating radar: antenna frequencies and maximum probable depths of penetration in Quaternary sediments. – *Journal of Applied Geophysics*, 33, 1–3: 93–100.
- Štelcl O., Slezák L. (1963): Geomorfologické poměry jižní části Moravského krasu a přilehlého území. – *Acta Mus. Moraviae, Sci. Natur.*, 48: 89–104. Brno.
- Štelcl O., Hašek V. (1972): Geofyzikální výzkum Moravského krasu. – *Speleologický věstník*, 1: 37–51. Brno.
- Tengler R., Kalenda P., Doležal F. K., Chlup L. (2016): Testování nového typu georadaru s velkým hloubkovým dosahem. – *Speleofórum*, 35: 35–42. Praha.

Obr. 3, 4, 6–14 v barevné příloze

For Figures 3, 4, 6–14 see colour appendix

Nová stopovací zkouška na Hostěnickém potoce (propadání I–Hádecká estavela)

Jan Himmel (ZO 6–11 Královopolská)

Ochozskou jeskyni a severně ležící neznámý jeskynní systém inunduje dle velikosti vodnosti Hostěnický potok, jenž na území Moravského krasu přitéká od 5 km vzdáleného vrchu Kalečnicku na Dražanské vrchovině. Před obcí Hostěnice protéká tento potok dvěma malými rybníčky, z nichž spodní větší má plochu 1 ha s průměrnou hloubkou 1 m. Protéká horní částí obce k hornímu konci protáhlého předponového údolí, v němž byly registrovány čtyři ponorová místa do různých odtokových systémů s různou hltací kapacitou. Do 60. let minulého století protékal potok lučinami údolního dna v přirozeném korytě s četnými meandry. Při vysokých průtocích s velkou unášecí silou toku se jeho vody v lučinách rozlévaly a unášené plaveniny zde sedimentovaly.

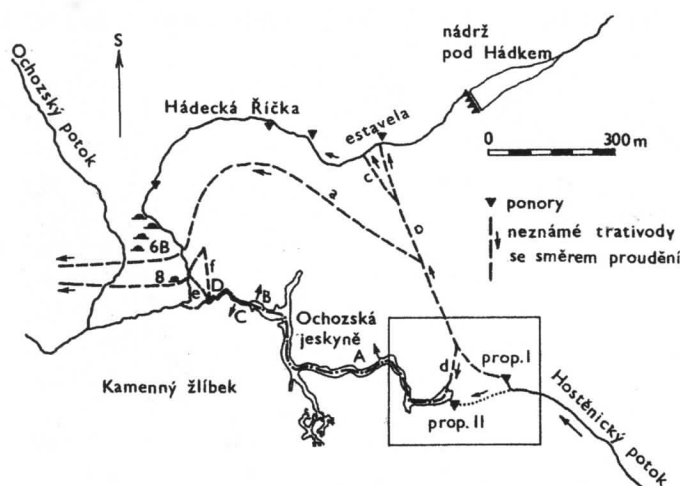
V tu dobu však byla provedena jeho meliorace a tok napřímen do linie v podélné ose údolí přímo ke dvěma ponorům na jeho konci. Od té doby jsme v Ochozské jeskyni registrovali po povodňových průtocích Hostěnického potoka novou zvýšenou sedimentaci jemných plavenin.

V roce 2003 byla na konci obce vybudována čistírna odpadních vod (ČOV), kterou prochází nejenom voda splašková z domácností, ale též sem ústí dešťové vpustě způsobující za větších srážek odnos kalů.

Tok Hostěnického potoka pokračuje za normálu od propadání I (371 m n. m.) podzemními krasovými kanály k údolí Říčky a v nejnižší trativodné úrovni spolu s vodami ponorné Hádecké Říčky k vývěrům Říčky (307,7–305,7 m n. m.) pod Lysou (obr. 1).

Při vyšších průtocích vytéká část jeho vod do údolí Říčky Hádeckou estavelou (330 m n. m.) a při dalším zvýšení vodního stavu již za inundace Ochozské jeskyně vyvěrá Hostěnický potok jejím vchodem (323,9 m n. m.) do povrchového řečiště Hádecké Říčky, část toku však do 20 l.s.¹ odtéká ještě z jeskyně trativodem do jeskyně Netopýrky (311,75 m n. m.).

Při porovnání s rokem 1959, kdy byla Hádecká estavela identifikována jako místo čtenějšího vývěru a méně častého



Obr. 1 Schéma vodních cest od Hostěnických ponorů a Ochozské jeskyně
Fig. 1 A scheme of waterways between the Hostěnice ponors and the Ochozská Cave

ponoru, byla v posledních letech pozorována stále častější funkce vývěru. Znamená to zřejmě snížení kapacity odtokových kanálů nejnížší úrovně ve směru k vývěrům Řičky. Svůj podíl na snížení průtočnosti v těchto jeskynních pasážích mají jistě unášené plaveniny Hostěnického potoka z povrchu, tak jak bylo pozorováno v současnosti též v Ochozské jeskyni, která představuje druhou odtokovou větev potoka od jeho ponorů (I a II) na konci údolí.

V létě 2016 byla zaznamenána situace, kdy Hádecká estavela byla vývěrově aktivní ($0,5 \text{ l.s}^{-1}$) již při průtoku Hostěnického potoka do propadání I (obr. 1) v množství menším než 2 l.s^{-1} . Na odtokovou kapacitu podzemních tratí dál ve směru k vývěrům Řičky zbývalo tedy asi jen $1,5 \text{ l.s}^{-1}$.

Shora zmíněné vodohospodářské úpravy na Hostěnickém potoce před ponory zvyšují inundační jevy též v Ochozské jeskyni, kde např. v určitých částech vstupní chodby Hádice zanechaly povodňové vody několikrát 20–25 cm silnou vrstvu jemných písků nebo bahna včetně pulců, vírníků, chrostíků a jiných vodních organismů.

Vzdouvání vod v dosud fyzicky neznámých odtokových partiích mezi Hostěnickým propadáním I a Hádeckou estavelou v prostoru s. od Ochozské jeskyně a oscilace jejich hladin vede k zaplavitování a rozplavování sedimentů v bočních nyní neprotékaných krasových strukturách nacházejí-

cích se v úrovni minimálního–maximálního rozkvy zátop.

První registrovaný průval těchto vod v úrovni 6–8 m nad řečištěm v nedalekých Hlavních domech Ochozské jeskyně (328,7 m n. m.) s následnou sedimentací drobného písku v sintrových kaskádách útvaru Zkamenělá řeka byl zaznamenán v r. 2010 (Himmel a Himmel 2011). Později hloubená sonda v píscích na konci chodby Zkamenělé řeky přinesla počátkem roku 2015 objev rozsahem těžko průřezného kanálu (Užovka) přerušeného po 20 m kavernou středně velkých rozměrů (Hradební domek).

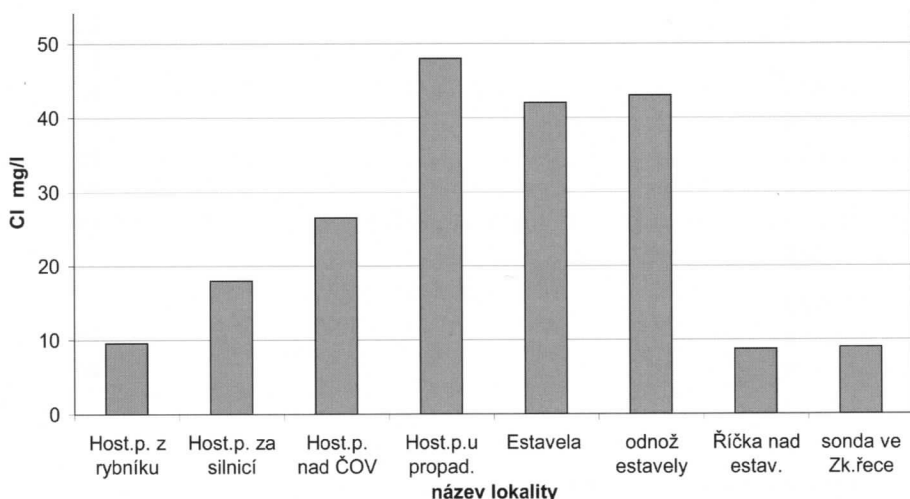
V srpnu téhož roku po srážce větší než 100 mm následovala v této úrovni další inundace vodou nesoucí stopy komunálního znečištění. Pro určení původu těchto vod v chodbě Zkamenělé řeky v Ochozské jeskyni byla provedena první šetření opírající se hlavně o posouzení jejich chemizmu. Bylo zjištěno, že se nejedná ani o vodu čistě Hostěnického potoka, ani o vodu čistě krasové autochtonně infiltrovanou. Proto byla po orientačním přípravném šetření provedena dne 14. 8. 2016 rozšířená stopovací zkouška v úseku Hostěnického propadání I – Hádecká estavela za použití vybraných hydrologických metod.

V první etapě bylo provedeno šetření vody Hostěnického potoka na koncentraci chloridových iontů v celém jeho podélném profilu od výtoku z druhého rybníka po propadání I a dalších zájmových míst. Celkem bylo provedeno 12 šetření na 14 místech. Nalezené průměrné hodnoty ze všech termínů šetření pro nejdůležitější lokality podává graf 1.

Mimo jiné byl tímto měřením posouzen také vliv osídlení a odtoku z hostěnické ČOV. Jako kritéria byly vybrány chloridy signalizující komunální znečištění a vodivost vody ukazující na celkové množství elektrolytů.

Výtok vody ze spodního rybníka nad obcí Hostěnice měl v době měření v letních měsících koncentraci průměrně $9,6 \text{ mg.l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$, v místě ohybu toku do směru podélné osy předponorové sníženiny se zvýšila na dvojnásobek. Před vyústěním odtoku z ČOV byla koncentrace chloridů ve vodě Hostěnického potoka průměrně již $26,5 \text{ mg.l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$, níže u měrného přepadu za vyústěním z ČOV byla koncentrace chloridů vyšší o dalších 55 % a představovala průměrně $48 \text{ mg.l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$, tedy celkový nárůst od rybníka o 400 %.

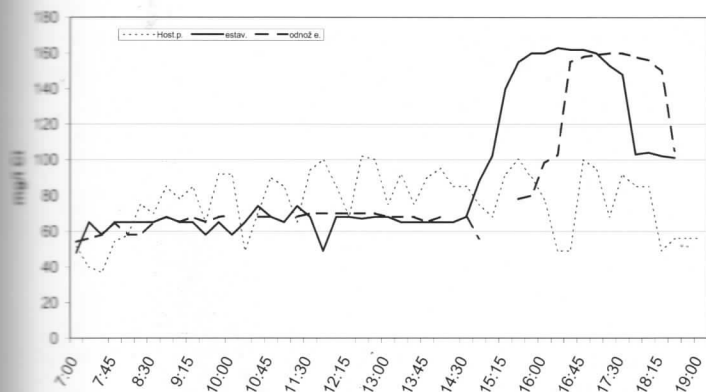
Vzhledem ke koncentraci chloridů zjištěné zde autorem v letech 1987–1988 zvýšilo se množství chloridů v Hostěnickém potoce před propadáním po ČOV o 245 %. Nynější rozsah koncentrací Cl v denním cyklu zjištěný



Graf 1 Průměrné hodnoty chloridů v podélném profilu Hostěnického potoka v roce 2016
Diagram 1 Average chloride contents along a longitudinal profile of the Hostěnický potok Stream in 2016

v den stopovací zkoušky zde kolísá od 37–102 $\text{mg.l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$, průměrně 76 $\text{mg.l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$. Rozsah současné koncentrace chloridů ve vývěru Hostěnického potoka z estavely byl při našem letošním jednorázovém šetření 65 $\text{mg.l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$ (48–74 $\text{mg.l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$). Hostěnický potok před ČOV měl v den zkoušky 19 $\text{mg.l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$ s kolísáním 8–20 $\text{mg.l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$. Z tohoto šetření vyplývá podstatný nárůst chloridů v Hostěnickém potoce před jeho ponory vlivem odtoku z ČOV v Hostěnicích a to průměrně o 81 %.

Hádecká Řička měla v den zkoušky průměrně 13 $\text{mg.l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$ (12–14 $\text{mg.l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$), v letech 1987–1988 to bylo 12 $\text{mg.l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$. Je potěšitelné, že Hádecká Řička, přítékající z lesnaté a celkem neosídlené oblasti, si stále podržuje dobrou kvalitu vody.



Graf 2 Chod koncentrace stopovače Cl^- profily: Hostěnický potok u propadání, Hádecká estavela a odnož estavely při stopovací zkoušce 14. 8. 2016
Diagram 2 A course of the Cl^- tracer concentrations along profiles: the Hostěnický potok near the ponor, the Hádecká estavela and the arm of the estavela during the tracing test of August 14, 2016

V den stopovací zkoušky byly s časovým odstupem 5 hodin odebrány dva vzorky z obou profilů na bakteriologický rozbor, který ukázal vysoký stupeň zčištění (úbytek zárodků) vyšší než 90 % v úseku toku mezi propadáním a Hádeckou estavelou.

zárodky	% zčištění
termotolerantní 44 °C	93
koliformní 36 °C	90
enterokoky	97
mesofilní kultiv. mikroorg. 36 °C	97
psychrofilní 22 °C	9

Vlastní stopovací zkouška byla zahájena 14. 8. 2016 v 7.00 hod. vlitím 12 kg NaCl rozpuštěného v 50 l vodovodní vody do propadání I Hostěnického potoka.

V patnáctiminutových intervalech byly na profilech Hostěnický potok před propadáním, Hádecká estavela a její odnož měřeny hodnoty průtoku vody, teploty vody a vzduchu, vodivosti vody a koncentrace chloridů. Každý z těchto ukazatelů byl zastoupen 49 údaji.

V třicetiminutových intervalech nebo delších byly na profilech Hostěnický potok před ČOV a Říčka před vyústěním estavely měřeny teploty vody a stanovovány chloridy.

Průtok Hostěnického potoka v době konání zkoušky byl v průměru 6,7 (5,10–8,59) l.s^{-1} s nejvyššími hodnotami 2–3 hod. po zahájení zkoušky, vývěr z Hádecké estavely byl 5,8 (4,9–6,5) l.s^{-1} s nejvyššími hodnotami 4,5 hod. po zahájení měření.

S kolísáním průtoků u propadání Hostěnického potoka kolísala také koncentrace chloridů a vodivosti vody, avšak do vyvěrající vody v estavele se toto kolísání nepromítlo.

Při zvyšující se teplotě vody u propadání celkem o 4 °C (14,5–18,5 °C) zůstávala teplota vody v estavele po celou dobu měření stejná 14,4 °C, v odnoži estavely vzrost-

la do 12 hod. o 0,1 °C na 13,6 °C a následně klesla na 1 °C v 18 hod.

Stopovač začal profilem Hádecké estavely procházet při průměrném průtoku v propadání 6,7 l.s^{-1} za 7 hod. 45 min. (graf 2), kdy se koncentrace chloridů zvýšila z průměrných 65 $\text{mg.l}^{-1} \text{Cl}^-$ během 15 min. na 102 $\text{mg.l}^{-1} \text{Cl}^-$ a kulminovala za 1,5 hod. (163 $\text{mg.l}^{-1} \text{Cl}^-$). Koncentrační vrchol stopovače stejné výše procházel po dobu dvou hodin. Pak se začala koncentrace stopovače snižovat (153 $\text{mg.l}^{-1} \text{Cl}^-$) křivkou stejné strmosti jako při nástupu na hodnotu 101 $\text{mg.l}^{-1} \text{Cl}^-$, na které pak setrvala do ukončení zkoušky.

Odnoží Hádecké estavely procházel stopovač o jednu hodinu později a jen po dobu dvou hodin, kdy dosáhl stejné výše koncentrace. Po té musela být z klimatických důvodů zkouška ukončena.

Postupová rychlost stopovače neznámými jeskynnými chodbami mezi Hostěnickým propadáním I a Hádeckou estavelou byla k prvnímu objevení stopovače v estavele 0,035 m.s^{-1} za předpokladu délky chodeb 1 000 m (analogicky podle nedaleké Ochozské jeskyně) nebo 0,027 m.s^{-1} za předpokladu délky chodeb 750 m. Postupová rychlost je při stejném průtoku v trati k estavele 3krát nižší než dříve zjištěná rychlost toku v Ochozské jeskyni při stejném průtoku.

Na základě porovnání způsobu průchodu stopovače a tvaru jeho koncentrační křivky s koncentrační křivkou stopovače ze zkoušky provedené dříve v podzemním širokém a otevřeném řečišti v Ochozské jeskyni lze předpokládat, že nyní testovaná trasa bude mít poněkud odlišný charakter a pravděpodobně bude procházet menší vodní akumulací.

Podle nižší koncentrace chloridů v toku z estavely než u propadání je zřejmé, že cestou dochází k ředění, které vzhledem k současnému průtoku Hostěnického potoka znamená sloučení vody od propadání s vodou neznámého přítoku o vydatnosti minimálně 2–3 l.s^{-1} .

Pro ředění čistou vodou hovoří též výrazné snížení počtu zárodků a mikroorganismů. Neznámým přítokem může být podzemní pramen z kulmu nebo ztráty do vápence z výše ležícího údolí Hádecké Říčky. Trasa podzemního toku od Hostěnického propadání I k údolí Hádecké Říčky může zřejmě ležet blíže k Ochozské jeskyni, než je přímá linie propadání–estavela.

Závěr

Charakter vod atakujících z prostoru mezi propadáním I Hostěnického potoka a Hádeckou estavelou chodbu Zkamenělé řeky v Ochozské jeskyni bude primárně autochtonní aktivovaný vyššími průtoky od propadání.

Poděkování: Autor děkuje svým kolegům jeskyňářům za obětavost při terénních pracích. Děkuje též Ing. Romanu Donocikovi a Českomoravskému cementu, a. s. za podporu projektu.

Summary: A new tracing test at the Hostěnický potok Stream (ponor I – Hády Estavelle)

The paper deals with hydrological survey of the Hostěnický potok Stream in the southern part of the Moravian Karst. The aim of the survey was to identify waters of this stream with those penetrating to the Ochozská Cave in the last years of an unknown reason. Besides the tracer test, the survey also employed hydrochemical and bacteriological methods.

Literatura:

- Himmel J. (2000): K poznání geneze říčních jeskyní vázaných k Hádeckému údolí Moravském krasu. – *Estavela*, II, 5: 8–18.
Himmel J. (2013): *Ponorná Říčka a její přítoky*. 1–28. ČSS ZO 6–11. Brno.
Himmel J., Himmel P. (2011): Odtokové poměry v Ochozské jeskyni v hydrologickém roku 2010. – *Speleofórum*, 30: 128–131. Praha.

ČESKÁ SPELEOLOGICKÁ SPOLEČNOST

CZECH SPELEOLOGICAL SOCIETY



ROČNÍK
VOLUME

36

SPELEOFÓRUM

2017

SETKÁNÍ SPELEOLOGŮ V MORAVSKÉM KRASU
MEETING OF CAVERS IN THE MORAVIAN KARST

21.-23. dubna 2017 April 21 to 23, 2017



sestavili / *edited by*: Pavel Bosák, Milan Geršl, Jiřina Novotná
korektury a překlad anglických textů / *English translations*: Jiří Adamovič

Vodopád ve vstupní propasti jeskyně Diao Dong, Shaanxi, Čína (Foto Z. Motyčka)
A waterfall in the entrance shaft of the Diao Dong Cave, Shaanxi, China (Photo by Z. Motyčka)