

## SLEDOVÁNÍ POKRAČOVÁNÍ HORNÍHO JESKYNNÍHO PATRA (HOLŠTEJNSKÉ JESKYNĚ) POMOCÍ METODY VDV

Survey of prolongation of upper cave level (Holštejnská cave) by VLF method

Pavel Kalenda<sup>1</sup>, Roman Duras<sup>2</sup>

<sup>1</sup> COALEXP, Kosmonautů 2, 700 30 Ostrava 3

<sup>2</sup> Geotest Brno, a.s., pracoviště Ostrava, 28. října 287, 709 00, Ostrava 1

(24-23 Protivanov)

*Key words:* geophysical survey, very low frequencies method (VLF), cave, karst area

### Abstract

The aim of Very Low Frequencies method (VLF) was to find out continuation of the Holštejn cave in the northern part of the Moravian karst area and to continue of previous gravity surveys (2003-5). The Holštejnská cave is relict of an ancient cave's system which is located 10-75 m above the recent draining level and 30-50 m below the surface. The course of cave is known from digging works for 200 m far from its entrance in the Holštejn valley. The cave is almost entirely filled by sediments with exception of several decimeters near the roof. The big ratio between high resistant limestone and relatively good conductor created by wet sediments deposited in caves makes good conditions for electromagnetic survey by VLF method.

The prolongation of the Holštejnská cave towards SW of about 1 km was find out during two years of survey by VLF method (2006-7). The measured out area was almost 70 ha. Except anomaly of the Holštejnská cave, we found another four anomalies which can be interpreted as: 1) Parallel northern cave with the Holštejnská cave. 2) Tributary from Tannenberg quarry, which can be made by paleoLopač brook. 3) Tributary from Židův sinkhole through Bukovinky valley. 4) Tributary from Šošůvka village.

### Úvod

Holštejnská jeskyně je pravděpodobně torzem jedné z nejstarších jeskynních úrovní v severní části Moravského krasu (Hypr 1980, Kadlec 1990, 1995, 1996). Její vchod se nachází ve výšce 470 m n. m., 60 m nade dnem sedimenty vyplněného holštejnského údolí a 10-15 m nad recentní úrovní toku Bílé Vody před jejím propadáním do jeskynních systémů (Štelcl 1961). O značném stáří této jeskyně kromě její visuté polohy svědčí i sedimentární výplně, které ukazují na přínos materiálu z povodí Sloupského potoka (Otava - Vít 1992). Mladší sedimentární výplně a shodný vývoj sedimentů se Suchým žlebem svědčí o tom, že tato jeskynní úroveň byla v průběhu kvartéru několikrát zmlazená (Vít - Hercman 1996, Kadlec 1997, Kadlec et al. 2000, 2001, Kalenda a kol. 2005).

Protože většina dosud známého profilu jeskyně je zcela nebo téměř zcela vyplněna sedimenty, byly pod stropem jeskyně raženy průzkumné štoly, které se dostaly až cca 200 m od vchodu do jeskyně a pomocí nichž byl prozkoumán přibližný rozsah jeskyně (Zámek - Zatloukal 1993, Zatloukal a kol. 1996). Geofyzikální a geotechnická měření uvnitř jeskyně dala představu o mocnosti a charakteru jeskynní výplně (Kalenda a kol. 2002, Beneš - Kadlec 2003).

Měření metodou Velmi Dlouhých Vln (VDV) navázalo na gravimetrická měření, prováděná zde v letech 2003-2005 (Blecha - Kalenda 2004, Blecha a kol. 2005, Kalenda a kol. 2006) a na měření VDV v letech 2002 a 2004, prováděné firmou Geodrill Brno (Dostál 2002, Dostál a kol. 2004).

### Geologická situace

Holštejnská jeskyně je vyvinuta ve světle šedých vilémovic-kých vápencích macošského souvrství několik set metrů jižně od jejich kontaktu s břidlicemi a zejména s drobnými protivanovského souvrství. Nadloží jeskyně je mocné od 30 m nad vchodem do 40 m pod nejvyšším místem planiny v blízkosti lomu Malá dohoda. Na zarovnaném povrchu vápenců leží několikametrová (3-4 m) vrstva kvartérní spraše.

Převládající tektonika směru SV-JZ až SSV-JJZ predisponovala kromě samotné Holštejnské jeskyně a níže položené jeskyně č. 68 (Zatloukal a kol. 1996) také většinu jeskynních prostor v okolí. Sdružený tektonický směr SZ-JV až ZSZ-VJV využívají jeskynní systémy většinou jen pro obtoky a tyto pukliny jsou většinou zavřené.

Z dosud známých výsledků výkopových a měřicích prací vyplývá, že Holštejnská jeskyně představuje mohutnou (od vchodu postupně se prohlubující) chodbu o šířce až 56 m a výšce od cca 3 m u vchodu po cca 20 m na dosud známém konci jeskyně (Kalenda a kol. 2002). Vyrovnaný spád dovrčně erodovaného, téměř hladkého stropu je přibližně 0,6 % (Mravec P. ústní sdělení).

### Terénní práce a zpracování dat

Měření metodou VDV proběhlo v pěti týdenních kampaích (3/06, 7/06, 9/06, 1/07 a 9/07) (Kalenda - Duras 2007). Použit byl stále stejný přístroj Wadi firmy Abem.

Všechny profily byly v terénu pozičně zaměřeny pásmem a kompasem od význačných bodů v terénu a mapě (body trigonometrické sítě, stožáry vedení vysokého napětí, rozhledny, křížky a kostel) a chyba v pozici bodu nepřesáhla 2 metry, jak bylo ověřeno na uzavřených

polygonech ohraničujících proměřované plochy o rozloze 10–20 ha v průběhu jedné kampaně. Meziprofilový krok byl 20 m a mezi staničeními byl krok 5 m. Převládající směr profilů SSZ–JJV byl dán předpokládaným směrem pokračování Holštejnské jeskyně ve směru SV–JZ až VSV–ZJZ (viz obr. 2) tak, aby profily byly co možná nejvíce kolmé na průběh hledaných jeskyní. Nebyly proto sledovány směry jeskyní S–J až SZ–JV. Tyto však byly částečně zjišťovány měřeními metodou VDV na profilech V–Z směru firmou Geodrill Brno v roce 2004 (Dostál 2002, Dostál a kol. 2004) v severní části území a úvale Bukovinky.

Naměřená data byla nejprve zpracována do formy map meziprofilových korelací pro hloubku 40–50 m. Následně byly vypracovány řezy proudových hustot do hloubek 60 m na každém profilu a byly mezi sebou korelovány výrazné anomálie vysokých proudových hustot v hloubkách, odpovídajících výšce horní jeskynní úrovně, tedy 30–50 m pod povrchem a byly odlišovány možné vodivé zóny subvertikálních puklin od izometrických anomálií předpokládaných výplní jeskynních prostor.

**Výsledky měření**

Pro kvalitativní srovnání tíhových měření a elektromagnetických měření metodou VDV byl vybrán společný profil č. 28 o délce 580 m, který protínal všechny hlavní vodivé zóny a záporné tíhové lineární anomálie (viz obr. 1 a 2). Bylo ukázáno, že obě hlavní tíhové anomálie pravděpodobně Holštejnské jeskyně (staničení 540–560 m) (Kalenda a kol. 2006) a její paralelní větve (staničení 400 m), tak i přítokových větví od lomu Malá dohoda (staničení 290 m) a od Židova závrtu (staničení 150–175 m) odpovídají vysokým proudovým hustotám v hloubkách 20–40 m, tedy v úrovni horní jeskynní úrovně. Pouze rozsáhlá tíhová anomálie ve staničích 0–120 m nemá svůj ekvivalent v proudových hustotách, což může být vysvětleno větší mocností sedimentárního pokryvu v úvale Bukovinky, která se nachází právě zde. Bylo tak potvrzeno to, že vodivé anomálie VDV mohou kvalitativně ukázat další pokračování průběhu jeskyní, vmapovaných pomocí tíhových měření (Blecha a kol. 2005).

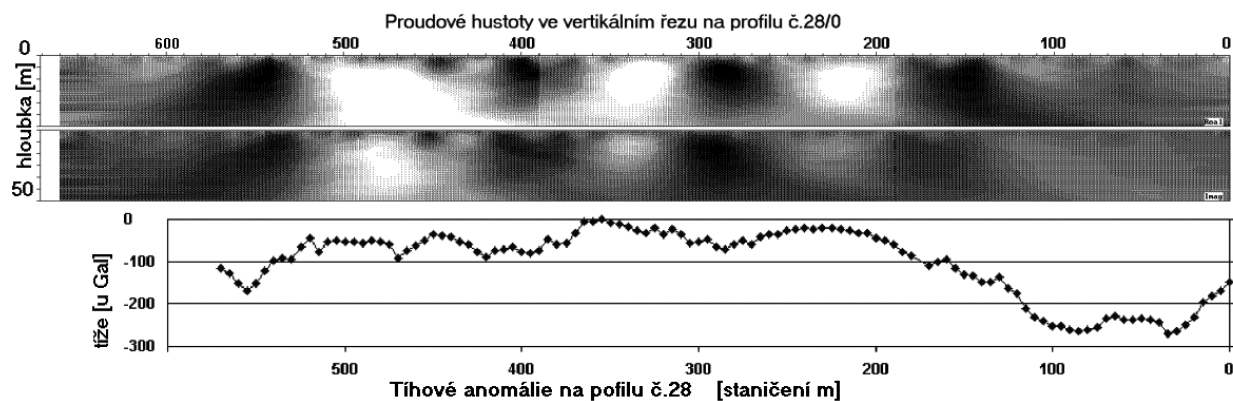
Mapy meziprofilových korelací druhých derivací (metodika podle Karouse – Hjelta (1983), implementovaná

v SW Abem pro aparaturu Wadi) ukazují, že všechny vodivé anomálie, zjištěné na profilu č. 28 pokračují na dalších profilech VDV a je možno je velice dobře korelovat (viz obr. 2).

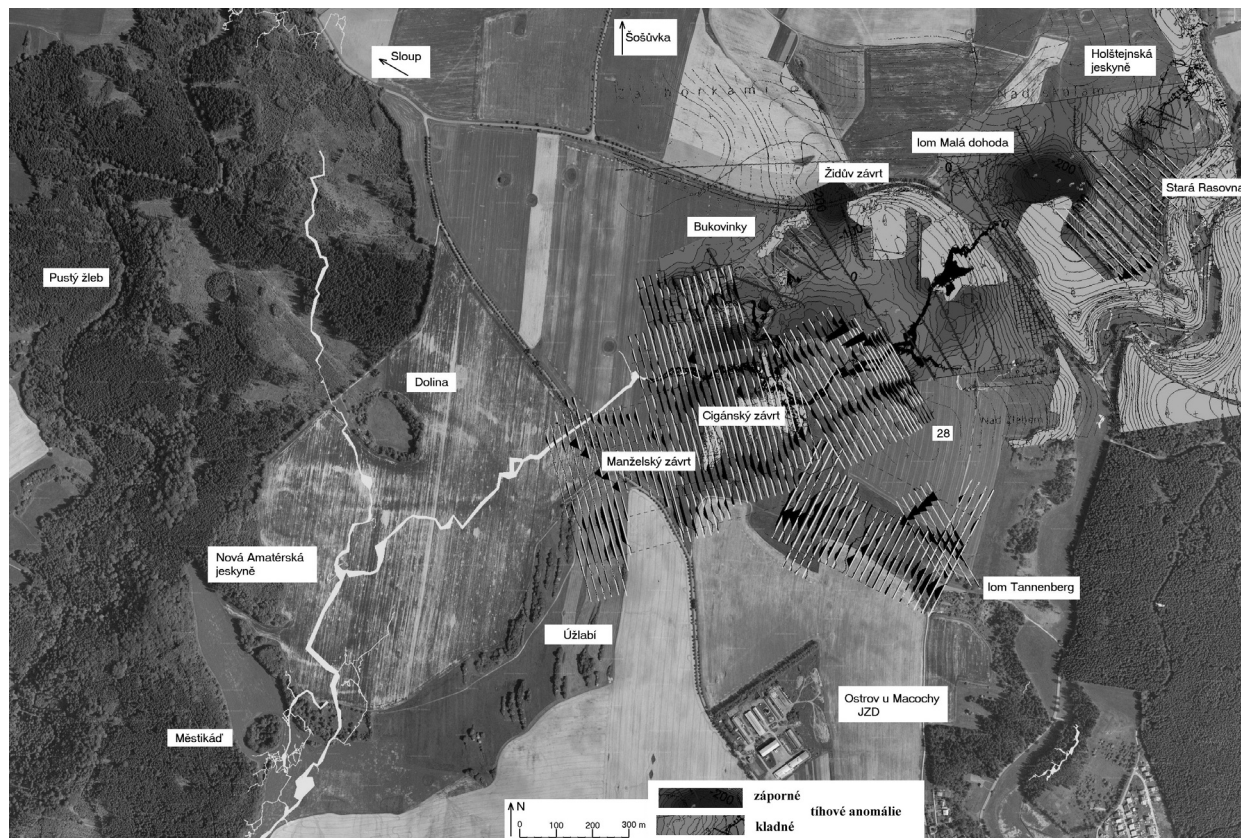
Největší anomálii VDV a největší proudové hustoty vykazuje anomálie, protínající profil č. 28 ve staničích 540–560 m. Tato široká vodivá zóna s největší pravděpodobností odpovídá pokračování Holštejnské jeskyně. Anomálie dále směřuje jz směrem do jižního okraje Cigánského závrtu, kde se na krátký úsek rozdvouje. Toto může znamenat meziúrovňové propojení horní jeskynní úrovně s dnešní aktivní jeskynní úrovní ve Staré Amatérské jeskyni. Tato anomálie dále směřuje pod dolinu severně od Manželského závrtu, kde se k ní připojuje anomálie, přicházející od JV od lomu Tanenberg (viz obr. 2 a 3), která je pravděpodobně jednou z chodeb přítoku potoka paleoLopače. Ten je dnes odvodňován jižním až jz. směrem přes Ostrov u Macochy do Vilémovické větve jeskynního systému. Hlavní anomálie Holštejnské jeskyně od Manželského závrtu po krátké změně směru dále směřuje stejným jz. směrem k Úžlabí, které pravděpodobně bez výrazné změny směru protíná a podchází a směřuje dále na jz. na významný závrt Městikád.

Druhá významná vodivá anomálie protíná profil č. 28 ve staničení 400 m a směřuje paralelně s Holštejnskou jeskyní směrem k závrtu Dolina. Na tuto paralelní větev pravděpodobně Holštejnské jeskyně navazuje sz. od Cigánského závrtu významná přítoková větev od úvaly Bukovinky a od Šošůvky (viz obr. 2 a 3).

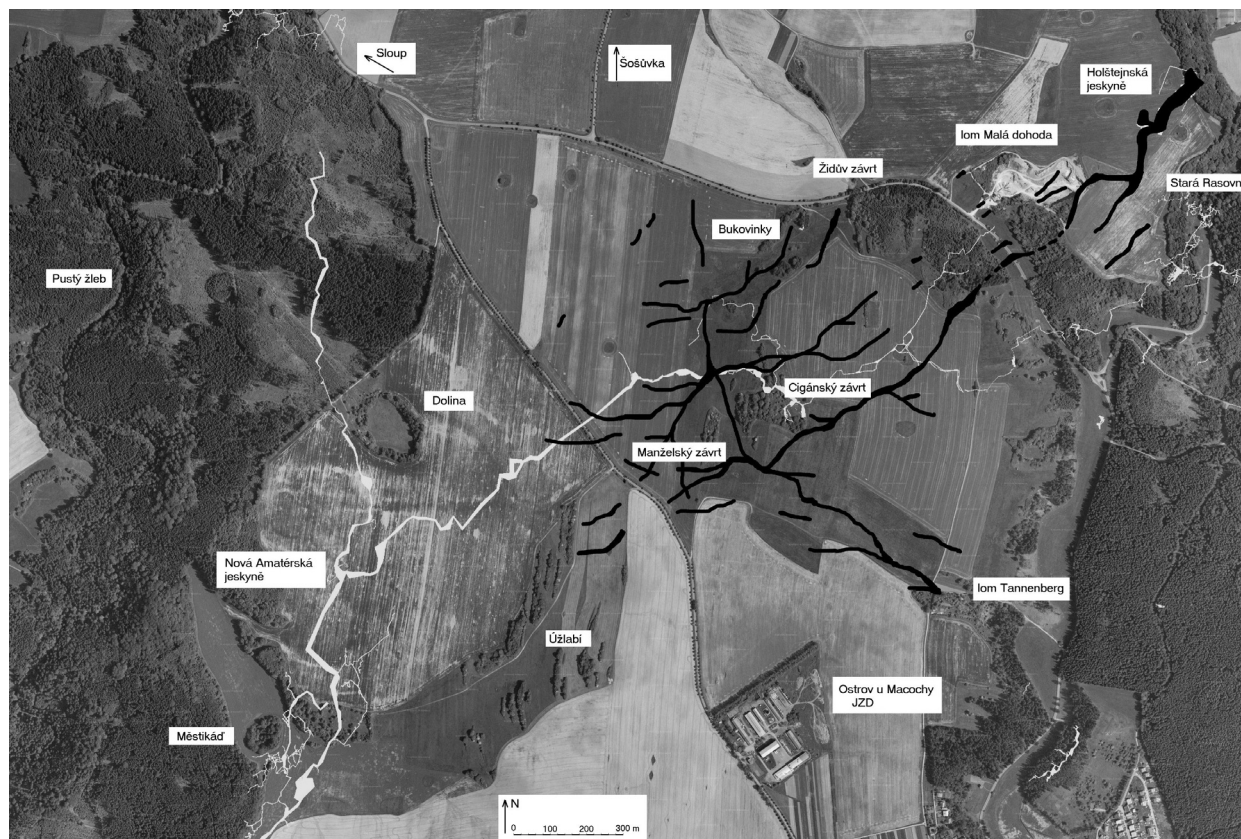
Další, v pořadí třetí, významnou strukturou je pravděpodobně chodba, začínající u Židova závrtu v Bukovinkách, protínající profil č. 28 ve staničení 150–175 m a procházející celými Bukovinkami. Tato přítoková větev menšího významu se napojuje na paralelní větev Holštejnské jeskyně sz. od Cigánského závrtu spolu s další přítokovou větví od Šošůvky, která však dosud nebyla ověřena gravimetrií. V místě napojení obou vodivých anomálních zón na křížení dvou tektonicky predisponovaných zón pokračuje severojižní vodivý směr dále k jihu a mohlo tak dojít k bifurkaci obou přítoků z Bukovinek a od Šošůvky podle změny báze odvodnění a průchodnosti či zasedimentování odvodňovacích cest Bílé Vody, která vytvořila hlavní odvodňovací systém – Holštejnskou jeskyni.



Obr. 1: Proudové hustoty ve vertikálním řezu a tíhové anomálie na profilu č. 28.  
 Fig. 1: Current densities in the vertical cross-section and gravity anomalies on the profile No. 28.



Obr. 2: Ortofotomapa profilů, tíhových anomálií a vodivých zón indikovaných VDV.  
 Fig. 2: Orthophotomap with profiles, gravity anomalies and conducting zones detected by VLF method.



Obr. 3: Ortofotomapa (Geodis) s interpretovaným průběhem vodivých zón (jeskyní).  
 Fig. 3: Course of interpreted conducting zones (caves) in the orthophotomap (by Geodis).

Kromě vyjmenovaných pěti hlavních vodivých zón (Holštejnská j, paralelní Holštejnská j., přítok od lomu Tanenberg, přítok od Židova závrtu, přítok od Šošůvky) byla nalezena dosud neznámá jeskynní chodba, začínající v oblasti Staré Rasovny, která je však ve své počáteční části zcela vyplněna sedimenty, jak ukázala tíhová měření.

### Závěr

Měření metodou VDV prokázalo, že ve vodivostně kontrastních horninách, jaké se nacházejí v krasu, je možno relativně snadno detekovat pokračování známých jeskyní nebo tíhových anomálií, zjištěných předchozími měřeními a to až do hloubek okolo 50 m. Známé jeskyně, aktivně protékané vodním tokem, v hloubkách okolo 80–100 m pod povrchem však již detekovány nebyly.

Z výsledků měření v ploše téměř 70 ha vyplývá, že Holštejnská jeskyně pravděpodobně ve dvou větvích dále

pokračuje generálním směrem k JZ s malou odbočkou na křížení s příčnou tektonikou od lomu Tanenberg. Kromě pravděpodobného pokračování Holštejnské jeskyně byly nalezeny i přítoky paleoLopače od lomu Tanenberg, od Židova závrtu a od Šošůvky. Jak bylo zjištěno tíhovými měřeními, v části chodeb se nacházejí volné prostory, přestože většina chodeb této jeskynní úrovně je vyplněna sedimenty.

Předpokládáme, že pomocí dalších geofyzikálních prací bude v budoucnosti možné navázat Holštejnskou jeskyni na některou z vývěrových jeskyní v Pustém nebo Hrádském žlebu a zjistit tak celý dochovaný průběh této jeskynní úrovně.

*Práce na úkole nepodpořilo Ministerstvo životního prostředí v žádném ze tří podaných grantů ani jiná státní instituce. Veškeré práce sponzorovaly firmy CoalExp, Dr. P. Kalenda a Geotest Brno, a.s.*

### Literatura

- Beneš, V. – Kadlec, J. (2003): Gravimetrické měření v Holštejnské jeskyni v Moravském krasu. – Speleofórum 2003, Čes. speleol. Spol., 11–13.
- Blecha, V. – Kalenda, P. (2004): Gravimetrický průzkum Holštejnské jeskyně v Moravském krasu. – Zprávy o geologických výzkumech v roce 2003. ČGS Praha, 128–130.
- Blecha, V. – Kalenda, P. – Mravec, P. – Kučera, J. (2005): Gravimetrický průzkum pokračování Holštejnské jeskyně. Speleofórum 2005, 6–8.
- Dostál, P. (2002): Geofyzikální průzkum krasových útvarů na lokalitě ostrovská planina, k.ú. Ostrov u Macochy, okr. Blansko. Geodril Brno.
- Dostál, P. (2004): Geofyzikální měření na lokalitě lom Mokrý a Ostrov u Macochy – etapa 2004. Geodril Brno.
- Hypr, D. (1980): Jeskynní úrovně v severní a střední části Moravského krasu. – Sbor. Okr. muzea v Blansku, XII, 1980, Blansko, 65–79.
- Kadlec, J. (1990): Holštejnské údolí v Moravském krasu. – in Speleologie na Holštejnsku. Výzkumy v letech 1966–1996 (R. Zatloukal ed.). Knih.Čes.speleol. Spol., 28:7–12.
- Kadlec, J. (1995): Geofyzikální měření ve Sloupském a Holštejnském údolí. Rekonstrukce vývoje Sloupského údolí. – Knih. ČSS, 25.
- Kadlec, J. (1996): The Holstejn Valley in the Moravian Karst (in Czech). – in Zatloukal, R. (ed): Speleology in the Holstejn area. – Knih. Čes. speleol. Spol., Vol. 28,7–12. Praha.
- Kadlec, J. (1997): Reconstruction of the development of semiblind ponor valleys in Moravian Karst based on geophysical surveying. Czech Republic. – Proc. 12<sup>th</sup> Int. Cong. Speleol., Basel, 387–390.
- Kadlec, J. – Vít, J. – Hercman, H. – Glazek, J. – Žák, K. – Nowicki, T. – Šroubek, P. – Diehl, J. – Granger, D. (2000): A complex study of the Holštejnská cave deposits (Moravian Karst, Czech Republic). Proc. of Conf. Climate Changes – the Karst Record II. Krakow, 72–73.
- Kadlec, J. – Hercman, H. – Šroubek, P. – Diehl, J. – Granger, D. (2001): Cenozoic history of the Moravian Karst (northern segment): Cave sediments and karst morphology. – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol. 86 (2001), 111–160.
- Kalenda, P. – Kučera, J. – Duras, R. (2002): Geofyzikální a geotechnická měření v Holštejnské jeskyni. – Speleo, 35, 5–11.
- Kalenda, P. – Kučera, J. – Duras, R. – Mravec, P. (2004): Zjišťování hloubek dna a vývoje Hrádského žlebu. Speleoforum 2004, 19–22.
- Kalenda, P. – Kučera, J. – Mravec, P. (2005): Vývoj jeskynních systémů v severní části Moravského krasu s přihlédnutím k novým poznatkům z Holštejnské jeskyně. – Acta Mus. Mor.Sci.geol. XC(2005), 191–216.
- Kalenda, P. – Blecha, V. – Hrutka, M. – Mravec, P. (2006): Bukovinky – gravimetrické měření v Moravském krasu. – Speleofórum 2006, 77–78.
- Kalenda, P. – Duras, R. (2007): Bukovinky – měření metodou velmi dlouhých vln. – Speleofórum 2007, 80–82.
- Karous, M. – Hjelt, P. (1983): Linear filtering of VLF dip-angle measurements. – Geophysical prospecting 31, 782–794.
- Otava, J. – Vít, J. (1992): Paleohydrography of the northern tributaries of the Punkva river reconstructed from the analysis of cave sediments. – Scripta geol. 22, Fac.Sci. Mas. Univ. Brno.
- Štelcl, O. (1961): Geomorfologické poměry holštýnského poloslepého údolí v Moravském krasu. – Čs. kras 13, Praha, 31–52.
- Vít, J. – Hercman, H. (1996): U/Th datování sintrů Holštejnské jeskyně. – Geol. výzk. Mor.Slez. v r. 1995, Brno, 42–44.
- Zámek, E. – Zatloukal, R. (1993): 26 let práce v Holštejnské jeskyni. – Speleo, 11, 22–25.
- Zatloukal, R. ed. (1996): Speleologie na Holštejnsku. Výzkumy v letech 1966–1996. – Knih. Čes. speleol. Spol., Sv. 28, Brno, 1996.