

## **Průvodní zpráva k metodice**

*METODIKA VYUŽITÍ NEINVAZIVNÍCH PRŮZKUMOVÝCH METOD – GEORADARU, IMPAKT ECHA A POVRCHOVÉHO MĚŘENÍ ŠÍŘENÍ ULTRAZVUKU K POSOUZENÍ STAVU A KONSTRUKČNÍCH DETAILŮ PÍSKOVCOVÉHO PLÁŠTĚ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ*

Metodika byla vypracována na základě výzkumných prací při řešení projektu Vybrané památkové postupy pro zkvalitnění péče o sochařské a stavební památky péči (DF11P010VV027) programu MK ČR NAKI. Svým obsahem naplňuje dílčí úkol: Specifické památkové a restaurátorské postupy ve stavební obnově. Řešiteli projektu je Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování Univerzity Pardubice (FR,UPCe), koordinujícím řešitelem je Doc. Jiří Novotný, ak. soch. za UPce. Na řešení se odborně podíleli Ing. Jakub Havlín, Ing. Monika Slavíková, Ing. Jan Válek, Ph.D., prof. Dr. Ing. Karel Pavelka.

### **Cíl metodiky**

Cílem metodiky je popis kombinovaného a individuálního použití tří vybraných neinvazivních průzkumových metod – georadaru, impakt echa a povrchového měření šíření ultrazvuku pro objektivní zkoumání a posuzování stavu i skrytých konstrukčních detailů plášťového zdiva z pískovců.

### **Popis metodiky**

Metodika popisuje princip vybraných neinvazivních metod (georadaru, impakt echa, ultrazvuku), jejich možnosti, omezení a výhody při jejich vzájemném kombinování při průzkumu kamenných plášťů stavebních konstrukcí. Metodika dále naznačuje postup samotného měření a vyhodnocování získaných dat.

### **Srovnání a zdůvodnění novosti postupu metodiky**

Hodnocení stavu a konstrukčních detailů plášťového zdiva na historických budovách a konstrukcích je v současnosti prováděno většinou pouze vizuálně, případně poklepem (pomocí perkusních metod) a často pomocí vrtaných nebo sekaných sond. Neinvazivní metody se používají jen zřídka, a pokud ano, tak spíše jednotlivě. Kromě toho se některé známé neinvazivní metody do dnešní doby systematicky neodzkoušely na plášťovém pískovcovém zdivu, a proto byly možnosti odpovídající interpretace pouze velmi omezené.

Novost metodiky spočívá v popisu kombinace několika neinvazivních metod, která umožňuje postihnout stav zdiva v různých hloubkách a vzájemným srovnáním resp. doplněním současně i zvýšit spolehlivost interpretace získaných výsledků měření.

### **Popis uplatnění metodiky**

Metodiku lze uplatnit při zjišťování konstrukčních detailů pískovcových plášťových konstrukcí stavebních památek (struktura a vrstvení jednotlivých částí zdiva, tloušťka pláště nebo doplňků pláště).

## Závěr

Průzkum vnitřní struktury a posouzení stavu kamenných bloků případně způsobu jejich zapojení do zdiva v historických konstrukcích je v památkové praxi často velmi komplikovanou úlohou. V krajních případech se průzkum provádí sondáží, která zasahuje do integrity zkoumaného objektu a představuje tedy tzv. destruktivní způsob průzkumu. Na druhé straně v moderní památkové péči vždy převládá snaha minimalizovat jakýkoliv invazivní zásah, což platí i v případě průzkumů historických stavebních konstrukcí z kamene.

V této souvislosti je nutné zmínit skutečnost, že v současné době se v zahraničí i u nás klade stále větší důraz na kvalifikované posouzení stavu historických objektů a současně na maximální využití neinvazivních průzkumných metod. Průzkum plášťového kamenného zdiva se týká především historických konstrukcí. Uvedené přírodovědné průzkumové diagnostické metody – georadar (GPR), impakt echo (IE) a ultrazvuk (UZ) – a jejich kombinace mohou poskytnout velmi cenné informace o stavu a konstrukčních detailech tohoto typu stavebních památek nebo jejich částí.

## Návrh konkrétních uživatelů výsledků

Metodika je určena odborníkům z oblasti památkové péče plánujícím průzkumy kamenných historických konstrukcí, které mají sloužit pro přípravu stavebně-restaurátorských záměrů. Metodika je dále určena přírodovědcům a stavebním firmám, kteří pracují nebo si objednávají měření pomocí zmíněných neinvazivních technik.

## Seznam použité literatury

- Pešta, J. Zkoumání historických staveb; Národní památkový ústav: Praha, 2012, ISBN: 978-80-86516-41-7.
- Černý, R., Fiala, L., Fořt J., Kočí V., Pavlík Z.: Tepelně-vlhkostní chování pískovcového historického zdiva v různých klimatických podmínkách, Stavební obzor 5-6/2014, ISSN 1805-2576
- Prouzová, P.; Pálková, M. Využití metod impact echo a akustické emise. Fyzikální a stavebně materiálové inženýrství, 5. ročník konference doktorského studia JUNIORSTAV; Pazdera, L., Ed.; Brno, 2003.
- Kořenská, M. Aplikace akustických metod ve stavebnictví. Habilitační práce, VUT v Brně, 2006., ISBN 80-214-3276-4
- Bayer, K.; Köhler, W.; Wallasch, S. Ultraschallmessungen an mineralischen Baustoffen. In WTA-Schriftenreihe Heft 17, Verfahren zur Bauwerksinstandsetzung Gestern - Heute - Morgen, , Ed.; Fraunhofer IRB Verlag, 1998.
- Weber, J.; Köhler, W.; Bayer, K. Stone material and construction history of the main portal of Saint Stephan's Cathedral: non-destructive measurements. In Proceedings of 5th International Conference on non-destructive testing, microanalytical methods and environmental evaluation for study and conservation of works of art; , Ed.; Budapest, 1996.
- Köhler, W. Structure changes of weathered Carrara marble sculptures as a function of their destructioned position. In ICOM Committee for Conservation, 9th triennial meeting, 9th Triennial Meeting of ICOM Committee for Conservation: Dresden; Grimstad, K., Ed.; 1990; pp 330–335.
- Sansalone, M. J.; Streett, W. Impact-echo: nondestructive evaluation of concrete and masonry; Bullbrier Press: New York, 1997.
- Lombillo, I.; Thomas, C.; Villegas, L.; Fernández-Álvarez, J. P.; Norambuena-Contreras, J. Mechanical characterization of rubble stone masonry walls using non and minor destructive tests. Construction and Building Materials 2013, (1), 266–277.
- Neal, A. Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress. Earth-Sci. Rev. 2004, (66), 261–330.
- Reynolds, J. M. An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, 2nd ed.; John Wiley & Sons Ltd.: Chichester, 2011.
- Pérez-Gracia, V.; Caselles, J. O.; Clapés, J.; Martínez, G.; Osorio, R. Non-destructive analysis in cultural heritage buildings: Evaluating the Mallorca cathedral supporting structures. NDT & E International 2013, (59), 40–47.
- Ground-Penetrating Radar, 2011. U.S. Environmental Protection Agency. [http://www.epa.gov/esd/cmb/GeophysicsWebsite/pages/reference/methods/Surface\\_Geophysical\\_Methods/Electromagnetic\\_Methods/Ground-Penetrating\\_Radar.htm](http://www.epa.gov/esd/cmb/GeophysicsWebsite/pages/reference/methods/Surface_Geophysical_Methods/Electromagnetic_Methods/Ground-Penetrating_Radar.htm) (accessed Aug 25, 2014).
- Rybařík, V. Kámen v dějinách Karlova mostu v Praze. Kámen Revue 2007, 2, 11–20.

- Marek Suchý, Solutio Hebdomadaria Pro Structura Templi Pragensis. Stavba svatovítské katedrály v letech 1372-1378 I, in: Castrum Pragense 5, Prague 2003.
- Valečka, J. Juditin most v Praze a „Petřínské“ železité pískovce. Zprávy o geologických výzkumech v roce 2005-2006, 170–174.
- Přikryl, R. Jaký přírodní kámen vybrat pro opravu Karlova mostu? Oprava Karlova mostu ČSSI, Šel, Praha 2004, str. 50-54, ISBN 80 86426165
- Pavelka, K. - Svatušková, J. - Preisler, J. - Balík, R. - Králová, V. - et al.: The Complex Documentation of Charles Bridge in Prague by Using Laserscanning, Photogrammetry and GIS Technology. Conference proceedings, VAST CIPA. Cyprus, Nicosia. 2006, p. 356-362
- Dipl.-Phys. Wolfram Köhler, Zerstörungsfreie Rissuntersuchung an Natursteindenkmalen Natursteinsanierung Stuttgart 2005; Neue Natursteinrestaurierungsergebnisse und messtechnische Erfassungen
- Dipl.-Phys. Wolfram Köhler. : Ultraschallmethode - <http://www.labor-koehler.de/2001> KRAUTKRÄMER, J., KRAUTKRÄMER, H.: „Werkstoffprüfung mit Ultraschall“ - SpringerVerlag. 1986
- Dipl.-Ing. Astrid Wendrich „Zerstörungsfreie Ortung von Anomalien in historischem Mauerwerk mit Radar und Ultraschall- Möglichkeiten und Grenzen“ , BAM-Dissertationsreihe Band 47 Berlin 2009
- Dean G., GPR-SLICE – ground penetrating radar imaging software, User’s Manual, Woodland Hills 2012
- Carino N.J., The impact echo method: an overview, NIST, Washington 2001

### **Seznam publikací, které předcházely Památkovému postupu**

- *European Commission. On-site investigation techniques for the structural evaluation of historic masonry buildings. Onsiteformasonry – EC report, Luxembourg 2006*
- *Válek, J. a kol. Report on the evaluation at pilot sites (report for owners of historic buildings) Pilot Site: VELTRUSY CASTLE / Czech Republic, report D10.2&D10.4 of ONSITEFORMASONRY project EVK4-2001-00091, September 2004*
- *Válek, J., Havlín, J., Slavíková, M. Assessment of outer stone masonry leaves of historic bridge structures by a ground penetrating radar, Sborník mezinárodní konference STREMAH 2015, 13.7-15.7. 2015, A Coruna, Wessex Institute of Technology Publications*
- *Havlín J., Slavíková M., Bayer K., Válek J., Možnosti neinvazivních průzkumů stavební konstrukce z pískovcových bloků na Karlově mostě, Stavební obzor 9-10 (2014), p 151-160.*