

# REKONSTRUKCE VÝVOJE KRAJINY POMOCÍ MAGNETICKÉ SUSCEPTIBILITY A ZTRÁTY HMOTNOSTI ŽIHÁNÍM SEDIMENTŮ MALÝCH VNĚJŠÍCH ZÁPADNÍCH DEPRESÍ V ČESKÉ ČÁSTI VNĚJŠÍCH ZÁPADNÍCH KARPAT

**Michaela Hájková<sup>1</sup>, Veronika Smolková<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Katedra fyzické geografie a geoekologie, PřF OU, Chittussiho 10, 710 00 Ostrava, haykova.michaela@seznam.cz*

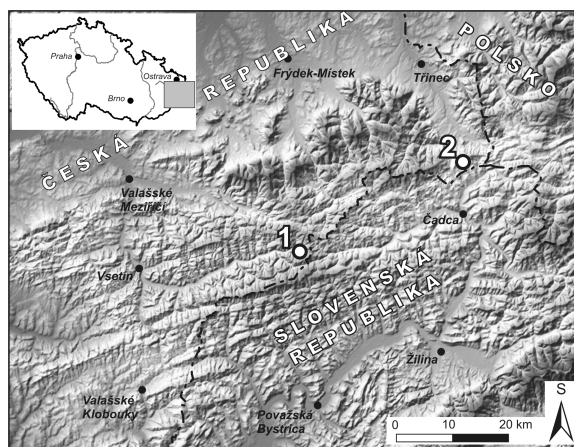
## Abstrakt

Metody měření magnetické susceptibility a ztráty hmotnosti žiháním sedimentů jsou často využívány v oblasti výzkumu životního prostředí, jehož změny jsou odraženy právě v sedimentárních záznamech různých typů. Na dvou lokalitách z oblasti Vnějších Západních Karpat byly pomocí těchto metod i) upřesněny litologické popisy sedimentárních profilů, ii) zaznamenány potenciální sedimentární polohy indikující změny klimatu a iii) zjištěna postupně narůstající zřejmě průmyslová kontaminace svrchních částí profilů.

**Klíčová slova:** ztráta hmotnosti žiháním; magnetická susceptibilita; paleorekonstrukce; holocén; Vnější Západní Karpaty.

## Úvod

V rámci výzkumu změn krajiny na Katedře fyzické geografie a geoekologie PřF OU je značná pozornost věnována také kvartérnímu vývoji reliéfu v české části flyšových Vnějších Západních Karpat. Významným zdrojem informací jsou v tomto případě nezpěvněné sedimenty vzniklé v důsledku celé řady reliéfových procesů. Zejména se jedná o fluvální, aluviální a lakustrinní sedimenty údolních niv [4] a zazemněných bezodtokých depresí, které vznikly v důsledku sesouvání svahů [5, 6]. Měnící se fyzikální a chemické vlastnosti sedimentárních záznamů (zrnitostní složení, množství organického materiálu, mineralogické složení a přítomnost různých druhů pylových zrn) v kombinaci s absolutním datováním ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ) umožňují rekonstrukci sedimentárního prostředí, které je odrazem měnících se environmentálních podmínek, zejména změn klimatu [5, 8].



**Obrázek 1.** Studované lokality v české části Vnějších Západních Karpat: 1 – sesuv Velké Karlovice, 2 – sesuv Girová (podklad SRTM3).

Předkládaná studie si klade za cíl představit aplikaci dvou sedimentologických metod – ztráty hmotnosti žiháním (také LOI) a magnetické susceptibility (MS) – na příkladu zazemněných bezodtokých depresí vytvořených pod odlučnou hranou svahových deformací (týlní deprese ve smyslu [5]) na lokalitách Velké Karlovice a Girová. Obě lokality se nachází v české části flyšového pohoří Vnějších Západních Karpat (obr. 1).

Ztráta hmotnosti žiháním, vyjádřená v procentech suché váhy vzorku, reprezentuje celkový obsah organické hmoty v sedimentu [3]. Poklesem křivky LOI lze například v rámci jinak výrazně organického (rašelinného) horizontu identifikovat přítomnost minerogenních vrstev vzniklých rychlou fluvialní sedimentací, což indikuje období zvýšené vlhkosti klimatu [5, 9]. Srovnáním průběhu křivek LOI lze také provádět korelace sousedních sedimentárních vrtů [3].

Magnetická susceptibilita udává stupeň, na který lze sediment zmagnetizovat [2]. Materiály se z hlediska MS dělí na feromagnetické (nejvyšší MS, např. železo), ferrimagnetické (magnetit), antiferomagnetické (hematit), paramagnetické (biotit, pyrit) a diamagnetické (nejnižší až záporné MS, např. křemen, vápenec, organická hmota, voda). Výsledná hodnota MS je součtem hodnot MS jednotlivých komponent sedimentu [2]. Variace MS v profilu jsou tedy odrazem kombinace obsahu organiky, vlhkosti vzorku a mineralogického složení. Vysoké hodnoty MS mají například sedimentární vzorky znečištěné polutanty z průmyslu. Kromě detekce různých typů sedimentárního prostředí a stupně zvětrání či kontaminace vzorku lze MS využít ke korelaci sousedních sedimentárních vrtů [2]. Výhodou obou metod je jejich rychlost, jednoduchost provedení a finanční nenáročnost.

## **Materiál a metody**

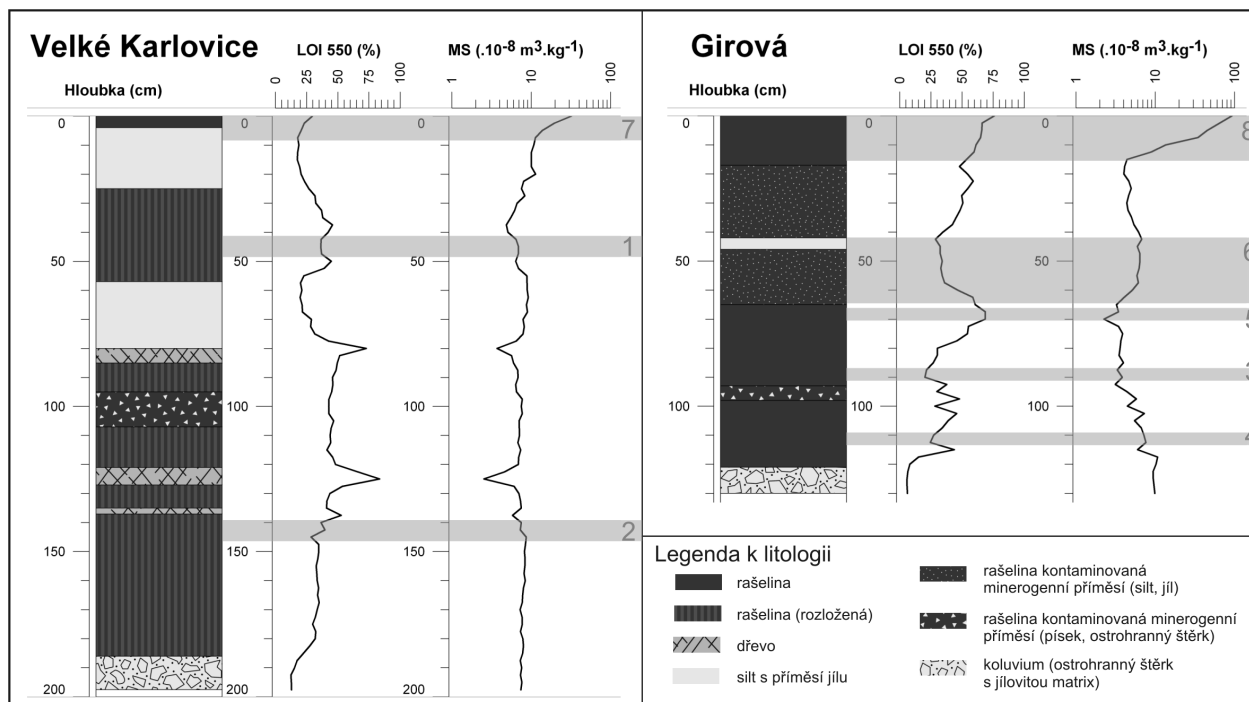
Sedimentární záznamy z bezodtokých depresí pod odlučnou hranou obou sesuvů byly získány pomocí přenosné vrtné soupravy Eijkelkamp. V laboratoři pak byly klasifikovány z hlediska litologie a byly odebrány vzorky pro případné absolutní datování a palynologickou analýzu. Dále byly profily rozděleny po 2,5 cm a podrobeny analýze magnetické susceptibility a obsahu organického materiálu.

Měření magnetické susceptibility bylo prováděno na suchých vzorcích pomocí přístroje MS3 firmy Bartington (senzor MS2B). Vzorky byly do senzoru vkládány v 10 cm<sup>3</sup> plastových kelímcích dodaných firmou Bartington. Byla zjišťována hustotní magnetická susceptibilita (mass specific susceptibility  $\chi$ ) standardně udávaná v jednotkách 10<sup>-8</sup> m<sup>3</sup>.kg<sup>-1</sup> [2] Každý vzorek byl změřen třikrát a výsledná hodnota byla stanovena jako aritmetický průměr těchto tří měření.

Obsah organického materiálu byl stanoven jako ztráta hmotnosti žiháním. Šest gramů suchého vzorku bylo žiháno při teplotě 550 °C nejdříve 1 hodinu, pak opakovaně půl hodiny, dokud se hmotnost vzorku neustálila. Výsledek analýzy byl vypočítán pomocí vzorce  $LOI_{550} = ((DW_{90} - DW_{550})/DW_{90}) * 100$ ; kde  $LOI_{550}$  (%) značí výslednou ztrátu hmotnosti žiháním neboli obsah organické hmoty,  $DW_{90}$  (g) je hmotnost suchého vzorku před žiháním,  $DW_{550}$  (g) je hmotnost suchého vzorku po žihání [1].

## **Výsledky a diskuse**

Oba profily sestávají ze střídajících se vrstev rašeliny a šedých jezerních siltů (obr. 2). Rašelina je často kontaminovaná minerogenní příměsí (písek až štěrk, silt a jíl). Profil z Velkých Karlovic se vyznačuje vyšším stupněm rozkladu a kontaminace minerogenní příměsí, než profil z Girové.



**Obrázek 2.** Litologie, ztráta hmotnosti žiháním (LOI 550) a hmotnostní specifická susceptibilita (MS) studovaných sedimentárních profilů. Očíslované šedé obdélníky se vztahují k polohám popisovaným v textu.

Hodnoty LOI a MS dobře odrážejí litologické charakteristiky obou profilů. Pokud probíhají obě křivky zrcadlově proti sobě, jedná se o odraz podílu organické a anorganické hmoty. Na základě průběhu obou křivek bylo možné vymezit např. polohy rašeliny výrazněji kontaminované minerogenní příměsí, které nebyly rozpoznány pouhým okem (obr. 2, polohy 1, 2, 3, 4) a také polohy s mnohem vyšším obsahem organiky (obr. 2, poloha 5). První situace indikuje dynamické erozní procesy v okolí deprese, které lze přisuzovat zvýšení vlhkosti klimatu nebo jiným změnám v krajině, jako odlesnění v období valašské kolonizace, projevující se v profilu Girová náhlým nárůstem minerogenní složky a MS, jehož počátek byl datován pomocí metody  $^{14}\text{C}$  právě do období počátku 16. století (obr. 2, profil Girová, poloha 6).

Souběžný nárůst křivek LOI a MS, který lze pozorovat ve svrchních částech obou profilů lze interpretovat jako kontaminaci ukládaného sedimentu polutanty z těžkého průmyslu (železité minerály). O průmyslové kontaminaci svědčí zejména hodnoty MS v polohách 7 a 8, které řádově překračují velikost MS ve zbytku profilů. Na základě aplikace metody MS v kombinaci s LOI byla zjištěna podobná situace i u jiných analyzovaných lokalit v Karpatech [7].

## Závěr

Na základě aplikace měření ztráty hmotnosti žiháním a magnetické susceptibility byly ve dvou holocenních sedimentárních záznamech z oblasti Vnějších Západních Karpat identifikovány polohy sedimentů vzniklé v důsledku výkyvů vlhkosti klimatu. Tyto informace v kombinaci s absolutními metodami datování mohou posloužit k upřesnění kolísání klimatu a změn životního prostředí v různých obdobích holocénu. V případě profilu Girová lze zvýšenou dotací minerogenní složky (písek, silt, jílu) do sedimentačního prostoru v hloubce 65-45 cm přisuzovat odlesnění krajiny při valašské kolonizaci (určeno pomocí datování metodou  $^{14}\text{C}$ ). U obou lokalit vysoký nárůst MS ve svrchní části profilu indikuje průmyslovou kontaminaci.

## Poděkování

Data k tomuto článku byla získána na základě finanční podpory Grantové agentury České republiky, grantu č. P209/10/0309 (2010–2013): Vliv historických klimatických a hydrometeorologických extrémů na svahové a fluviální procesy v oblasti Západních Beskyd a jejich předpolí, jehož hlavním řešitelem je doc. RNDr. Tomáš Pánek, Ph.D.

## Literatura

- [1.] ČSN EN 12879. *Charakterizace kalů - Stanovení ztráty žiháním*. Praha: Hydroprojekt, 1.9.2001. Dostupné z: <http://www.technickenormy.cz/csn-en-12879-charakterizace-kalu-stanoveni-ztraty-zihanim/>
- [2.] DEARING, J. *Environmental Magnetic Susceptibility* [online]. 2nd ed. [Oxford, England]: Bartington Instruments Ltd., 1999 [cit. 1. dubna 2012]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.bartington.com/>
- [3.] HEIRI, O., LOTTER, A.F., LEMCKE, G. *Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results*. *Journal of Paleolimnology*, 2001, roč. 25, č. 1, s. 101-110.
- [4.] KADLEC, J., GRYGAR, T., SVĚTLÍK, I., ETTLER, V., MIHALJEVIČ, M., DIEHL, J.F., BESKE-DIEHL, S., SVITAVSKÁ-SVOBODOVÁ, H. *Morava River floodplain development during the last millennium, Strážnické Pomoraví, Czech Republic*. *Holocene*, 2009, roč. 19, č. 3, s. 499-509.
- [5.] MARGIELEWSKI, W. *Records of the Late Glacial-Holocene palaeoenvironmental changes in landslide forms and deposits of the Beskid Makowski and Beskid Wyspowy Mts. area (Polish Outer Carpathians)*. *Folia Quaternaria* 76, Kraków, 2006, 149 s. ISSN 0015-573X.
- [6.] PÁNEK, T., HRADECKÝ, J., SMOLKOVÁ, V., ŠILHÁN, K., MINÁR, J., ZERNITSKAYA, V. *The largest prehistoric landslide in northwestern Slovakia: Chronological constraints of the Kykula long-runout landslide and related dammed lakes*. *Geomorphology*, 2010, roč. 120, č. 3-4, s. 233-247.
- [7.] PÁNEK, T., SMOLKOVÁ, V., HRADECKÝ, J., SEDLÁČEK, J., ZERNITSKAYA, V., KADLEC, J., PAZDUR, A., ŘEHÁNEK, T. *Late Holocene evolution of impounded mountainous floodplain in the flysch Carpathians (Czech Republic): Smrdutá landslide case study*. *Holocene*, in press.
- [8.] READING, H.G., LEVELL, B.K. *Controls on the sedimentary rock record*. In: *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. Edited by Reading, H.G. 3rd ed. Oxford (UK): Blackwell Publishing, 1996. 688 s. ISBN 978-0-632-03627-1.
- [9.] STARKEL, L., *Present-day events and the evaluation of Holocene palaeoclimatic proxy data*. *Quaternary International*, 2011, roč. 229, č. 1-2, s. 2-7.

## Abstract

Methods of determination of sediment weight loss on ignition and magnetic susceptibility are commonly used in environmental research, because environmental changes are reflected in sedimentary records and can be traced through sedimentary characteristics. On two case studies from Outer Western Carpathians were (using these methods) i) specified lithological description of sedimentary profiles, ii) detected potential sedimentary layers indicating changes in Holocene climate and iii) detected increase of (most likely) industrial contamination of the upper parts of sedimentary profiles.