

POST-SESUVNÁ MORFOLOGIE A GEOELEKTRICKÁ STRUKTURA ODLUČNÉ OBLASTI SESUVU NA GIROVÉ

Renáta Pyszková¹Tomáš Pánek²

*Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita
v Ostravě, Chittussiho 10, 710 00 Ostrava - Slezská Ostrava, renata.pyszkova@osu.cz*

Abstrakt

V květnu roku 2010 vznikl v oblasti Vnějších Západních Karpat, v blízkosti vrcholu Girové (839 m n. m.) jeden z největších sesuvů na území České republiky. Aktivizace tohoto katastrofického sesuvu byla zapříčiněna hlavně extrémními srážkami. Hlavním cílem této studie je aplikace elektrické odporové tomografie v odlučné části sesuvu. Zde se nacházejí tahové trhliny a zlomové struktury, které mohou být předpokladem jeho potenciálního, retrogresivního vývoje. Měření potvrdila předpokládané zlomové struktury v odlučné oblasti, a projev tahových trhlin poukazuje na možný retrogresivní vývoj svahové deformace.

***Klíčová slova:** elektrická odporová tomografie; svahová deformace; zlom; smyková ploch; Girová*

Úvod

V květnu roku 2010 vzniklo v české části Západních Karpat více než 150 svahových deformací [5]. Inicializace svahových procesů byla zapříčiněna extrémními srážkami, které dosahovaly hodnot kolem 300 mm v období tři dnů. Katastrofický sesuv na Girové byl největším sesuvem, který v té době vznikl [5]. Studované území již bylo podrobeno několika výzkumům [5, 1], existuje však málo informací o současném stupni stability odlučné oblasti tvořené až několik desítek metrů vysokými, prudce ukloněnými odlučnými plochami. Odlučná oblast se i s odstupem času od katastrofické fáze sesuvu v roce 2010 jeví jako nestabilní. Z tohoto důvodu byla odlučná zóna detailně zmapována a bylo zde realizováno měření pomocí elektrické odporové tomografie (ERT). To mělo za cíl potvrzení o přítomnosti zlomových struktur a detekce tahových trhlin, které mohou být předpokladem pro další retrogresivní vývoj sesuvu.

Charakteristika svahové deformace

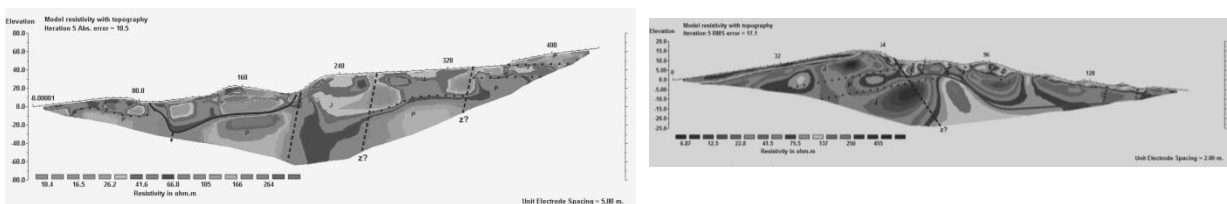
Sesuv "Girová" je definován jako komplexní těleso, formované více svahovými deformacemi [5]. Hlavní strukturální predispozici pro vznik sesuvu v roce 2010 charakterizuje přítomnost dvou konjugovaných zlomů (směry SSZ-JJV a SSV-JJZ), predisponujících odlučnou hranu sesuvu. Přítomnost východně situovaného zlomu byla předpokladem pro vznik až 25 metrů vysoké odlučné stěny, od níž se odvíjel další pohyb hmoty. Aktivní pohyb byl zaznamenán 18. května 2010. Hlavním typem svahové deformace, který formoval výslednou podobu, je převážně translační sesuv. Translačním pohybem materiálu došlo k destabilizaci svahu během několika hodin a následné akumulaci hmoty směrem na jih od svahu. V návaznosti na něj se aktivizovalo sekundární sesuvné těleso. Primární sesuvné těleso ve východní části bylo zdrojem pro spodní část sesuvu o charakteru zemního proudu. Tyto pohyby probíhaly po dobu dalších 4 dnů a celkový pohyb hmoty ustal 29. května 2010 [5].

Metody

Hlavním cílem bylo zachycení projevu tahových trhlin na povrchu, přítomnost zlomových struktur a celkové morfologie sesuvného tělesa v jeho odlučné části. Geomorfologickým mapováním v měřítku 1:2500 byly vymezeny hlavní a vedlejší odlučné hrany, tahové trhliny a sesuvné bloky. Vše je přehledně znázorněno v detailní geomorfologické mapě odlučné oblasti sesuvu (obr. 2). Elektrická odporová tomografie byla realizována v zájmovém území na podzim roku 2010, 2011 a na jaře roku 2012. Bylo zde provedeno 6 ERT profilů, dvěma typy konfigurace Wenner-Schlumberger a Dipole-Dipole (obr. 1a, 1b). Abychom zachytili, co nejlépe podpovrchové struktury bylo využito rozestupu elektrod od 0,5 metru do 5 metrů. Ke geofyzikálnímu měření byl využit měřicí systém ARES firmy GF Instruments, s.r.o., Brno. Měření byla realizována v hlavní a vedlejší odlučné oblasti, dále v místě nově vzniklého 25 m vysokého klínu, který je v průsečiku hlavní a vedlejší odlučné hrany, a v oblasti asi 100 metrů od hlavní odlučné hrany, kde se nacházejí tahové trhliny. Naměřená data byla zpracována v programu RES2DINV.

Výsledky

Realizace ERT měření v hlavní odlučné oblasti prokázala velice pravděpodobně přítomnost struktur, které přibližně odpovídají i jejich projevu v terénu. Na výsledných profilech lze dobře rozpoznat samotná litologická rozhraní, která určují pozici jílovcových a pískovcových vrstev v podloží (označeny písmenem J - jílovec, P – pískovec na obr. 1). Zde je zřejmý pohyb hmoty, kdy jílovce fungovaly jako lubrikant, vyvolávající pohyb rigidnějších pískovců. Na základě terénního průzkumu byl analyzován zlom přímo v odlučné hraně sesuvu, o jehož přítomnosti vypovídá charakter odlučné stěny. Tento zlom byl potvrzen také z ERT měření, na obr. 1a. jej můžeme pozorovat v návaznosti na smykovou plochu translačního sesuvu. U měření ve vedlejší odlučné oblasti byla hlavním cílem detekce tahových trhlin a tektonických poruch, které mohou být předpokladem pro další zpětný posun sesuvu (obr. 1b). Měření v oblasti tahových trhlin nad sesuvem potvrdila jejich přítomnost a charakter pod povrchem. Jsou charakteristické vyšší hodnotou odporu, nacházejí se v hloubce kolem 2 až 4 metrů. Vysoce odporově se zde projevuje také přípovrchová část, která byla v době měření pokryta zmrzlým sněhem. Druhé měření bylo provedeno ve vzdálenosti asi 100 metrů od hlavní odlučné hrany. Zde se nacházejí rozsáhlé, asi 1,5m hluboké trhliny. Zajímavostí je jejich vzdálenost od samotného sesuvu, a tím pádem důkaz možného retrogresivního vývoje sesuvu, který by v tomto případě mohl směřovat ještě dále, než bylo původně predikováno.



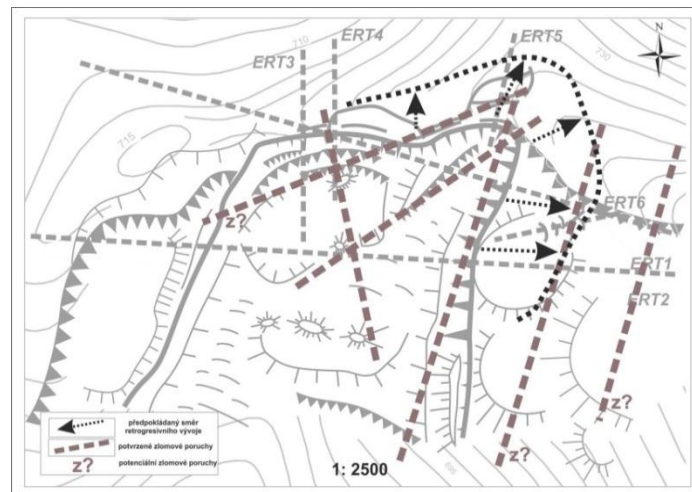
Obr.: 1a) Podélný profil ERT vedený hlavní odlučnou hranou, **1b)** Profil ERT, vedený vedlejší odlučnou hranou, typ měření: Wenner-Schlumberger

Diskuze a závěrečné shrnutí

Katastrofický sesuv na Girové je jednou z největších aktivních svahových deformací [5, 1] na území České republiky. Podmínkami pro vznik sesuvu takovýchto rozměrů jsou nejen extrémní srážky, ale i strukturní predispozice [3, 6]. Skalní masiv může být dlouhodobě ovlivněn existujícími geologickými strukturami anebo oslaben z důvodu hlubinného ploužení [5]. Gravitační rozpad hřbetů je častým fenoménem v oblasti Vnějších Západních Karpat.

Tento jev řadíme mezi hluboké svahové deformace a může být iniciátorem sesuvné události [4], Kombinací terénního průzkumu, elektrické odporové tomografie a GPS mapování bylo možné definovat vývoj a charakter sesuvu na Girové. Obdobný komplexní přístup k dané problematice je uplatňován v mnoha studiích [5, 6, 2]. Hlavní strukturní predispozicí pro vznik sesuvu charakterizuje přítomnost dvou zlomů, jejichž plochy tvoří odlučnou hranu sesuvu. Dispozice jednoho ze zlomů byla předpokladem pro vznik 25m vysoké odlučné stěny, od níž se odvíjel další pohyb hmoty [5]. Přítomnost zlomových struktur byla potvrzena terénním mapováním i ERT měřením. Tyto tektonické poruchy jsou svým charakterem subvertikální poklesové zlomy, proto byla pro jejich analýzu vybrána konfigurace Dipole-Dipole a Wenner-Schlumberger [3].

Retrogressivní vývoj, o němž můžeme uvažovat v souvislosti s přítomností tahových trhlin v oblasti nad sesuvem, je potenciálně možný (obr. 4). Lokalizace trhlin odpovídá přibližně průběhu tektonických linií, což může být dalším předpokladem případného pohybu materiálu. Existence těchto trhlin nad hřbetní linií sesuvu vypovídá o jeho posunu a zpětném zahlubování. To by znamenalo vznik nové odlučné hrany, spojené s další aktivitou svahové deformace. Pro obyvatelstvo v bezprostřední blízkosti sesuvu může aktivizace svahové deformace znamenat ohrožení, nicméně i pro vědecké účely je proto vhodné monitorovat tyto tahové trhliny v delším časovém měřítku.



Obr. 2: Detailní geomorfologická mapa sesuvu s vyznačeným potenciálním směrem retrogresivního vývoje.

Příspěvek vznikl v rámci řešení grantového projektu SGS 04/PřF/2012: „Svahové deformace a vývoj údolních den v oblastech budovaných nestabilními flyšovými horninami“.

Seznam literatury:

- [1.] BAROŇ, Ivo et. al. (2011): *Report on a recent deep-seated landslide at Girová Mt., Czech Republic, triggered by a heavy rainfall*:The Girová Mt., Outer West Carpathians; Czech Republic. Landslides, 3(8), 355-361.
- [2.] GEMAIL, Kh.S., A.M. EL-SHISHTAWY, M. EL-ALFY, M.F. GHONEIM a M.H. ABD EL-BARY (2011): *Assessment of aquifer vulnerability to industrial waste water using*

resistivity measurements. A case study, along El-Gharbyiamaindrain, Nile Delta, Egypt. Journal of Applied Geophysics, s. 140-150.

[3.] LAPENNA, V. et al. (2003): *High-resolution geoelectrical tomographies in the study of Giarrossa landslide (southern Italy).* Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 3(62).

[4.] MARGIELEWSKI, W., 2006a. *Structural control and types of movements of rock mass in anisotropic rocks: case studies in the Polish Flysch Carpathians.* Geomorphology 77, 47–68.

[5.] PÁNEK, Tomáš et al. (2011): *Catastrophic slope failure and its origins: Case of the May 2010 Girová Mountain long-runout rockslide (Czech Republic).* Geomorphology, 3-4(130).

[6.] TRAVELLETTI, J., J.-P. MALET, K. SAMYN, G. GRANDJEAN a M. JABOYEDOFF. (2011): *Control of landslide retrogression by discontinuities: evidence by the integration of airborne and ground-based geophysical information.* Landslides, s. 1-18.

Abstract: In May 2010, one of the largest landslides in the Czech Republic originated in the Outer Western Carpathians, near the Girová Mt. (839 m a.s.l.). Activation of this disastrous landslide was caused mainly by extreme rainfalls, which reached values of 300 mm at that time from 15th to 18th May. The main objective of this study is the application of electrical resistivity tomography in the depletion zone of the landslide. ERT measurements revealed several tension cracks above landslide body suggesting possible future retrogressive shift of the slope deformation.