

**Vojtech GAJDOŠ<sup>1</sup>, Kamil ROZIMANT<sup>2</sup>,**

**ČASOVÉ ZMENY REZISTIVITNÉHO OBRAZU SYPANEJ HRÁDZE**

**THE TIME CHANGES IN RESISTIVITY PICTURE OF EARTH-FILL DIKE**

**Abstrakt**

Časové změny rezistivitního obrazu sypané hráze jsou diskutovány v tomto příspěvku. Metoda ERT byla použita pro sestavení rezistivního obrazu. Výsledky opakovaných měření ukazují na dobrou stabilitu projevu objektů přítomných v měřených řezech.

**Abstract**

In this paper, study of time changes in resistivity pattern of earth-fill dike is presented. The resistivity pattern was collected from ERT methods results. High stability of resistivity patterns using repeated measurements were found.

**Úvod**

Jednou z aktuálnych otázok interpretácie výsledkov meraní elektrickej rezistivity na sypaných hrádzach je veľkosť a priestorový rozsah časových zmien rezistivity a je významnosť z hľadiska stability takéhoto objektu. V tomto príspevku sa zaoberáme hodnotením opakovaných meraní elektrickej rezistivity na depónii odkaliska flotačných kalov pri Banskej Štiavnici (obr.1).

**Metodika merania**

Pôvodným impulzom pre tieto merania bola otázka časových zmien stability materiálu uloženého v sypanej hrádzi. Keďže hrádza má tvar kužeľa s trojuholníkovým tvarom, hlavná časť meracej siete bola sústredená na čelo násypu (obr.1).

V prvej etape (v roku 1996) boli na lavičkách v čele hrádze urobené merania metódou spontánnej polarizácie (SP). Na profile vedenom v smere spádnic svahu čela hrádze (obr.1) vykonané merania metódou vertikálneho elektrického sondovania (VES). Pri opakovanom meraní v r.2000 bola znova aplikovaná metóda SP a VES a tiež nová metóda elektrickej rezistivitnej tomografie (ERT). V ďalších opakovaníach (v r.2003 a v r. 2006) bola na pôvodnom profile VES opakovane aplikovaná metóda ERT. Meranie metódou SP boli realizované na profiloch s krokom 5 m, merania VES

---

<sup>1</sup> Doc. RNDr. Vojtech Gajdoš, CSc., Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Mlynská dolina, Bratislava, Slovensko, [gajdos@fns.uniba.sk](mailto:gajdos@fns.uniba.sk)

<sup>2</sup> RNDr. Kamil Rozimant, CSc., Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Mlynská dolina, Bratislava, Slovensko, [rozimant@fns.uniba.sk](mailto:rozimant@fns.uniba.sk)

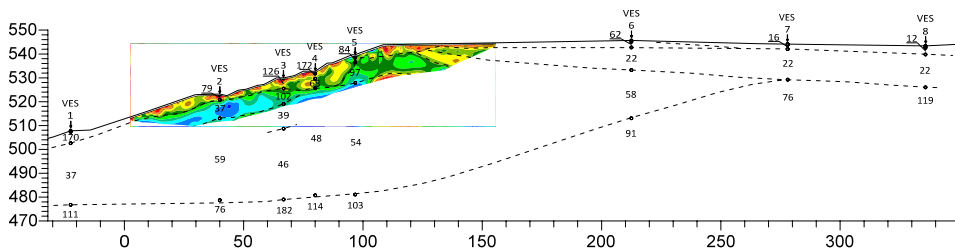
s nepravidelným krokom s  $AB_{\max} = 200$  m (pri prvom meraní bolo zmeraných 8 VES, pri druhom meraní boli zmerané 3 VES pod hornou hranou čela násypu). Pri prvom meraní ERT (rozostup Wenner-Schlumberger) boli k dispozícii tri osemelektródové sekcie (hlbkový dosah bol 5,5 m), pri ďalších opakovaníach bolo k dispozícii 5 takýchto sekcií a hlbkový dosah sa zvýšil na 11,5 m. Krok elektród bol pri všetkých meraniach ERT 2 m a použitá aparátúra bola typu Resistar RS 100M (Geofyzika Brno). Výsledky meraní metódou SP a VES boli spracované štandardným spôsobom, výsledky merania metódou ERT boli spracované softwérom Res2DInv.

### Výsledky meraní metódou ERT

Pre získanie celkovej predstavy o štruktúre horninového prostredia na testovacom profile uvádzame vertikálny rez na obr.2, ktorý zobrazuje výsledok korelácie výsledkov merania metódami VES a ERT.



**Obr.1.** Situácia vyšetrovaného odkaliska Sedem žien pri Banskej Štiavnici



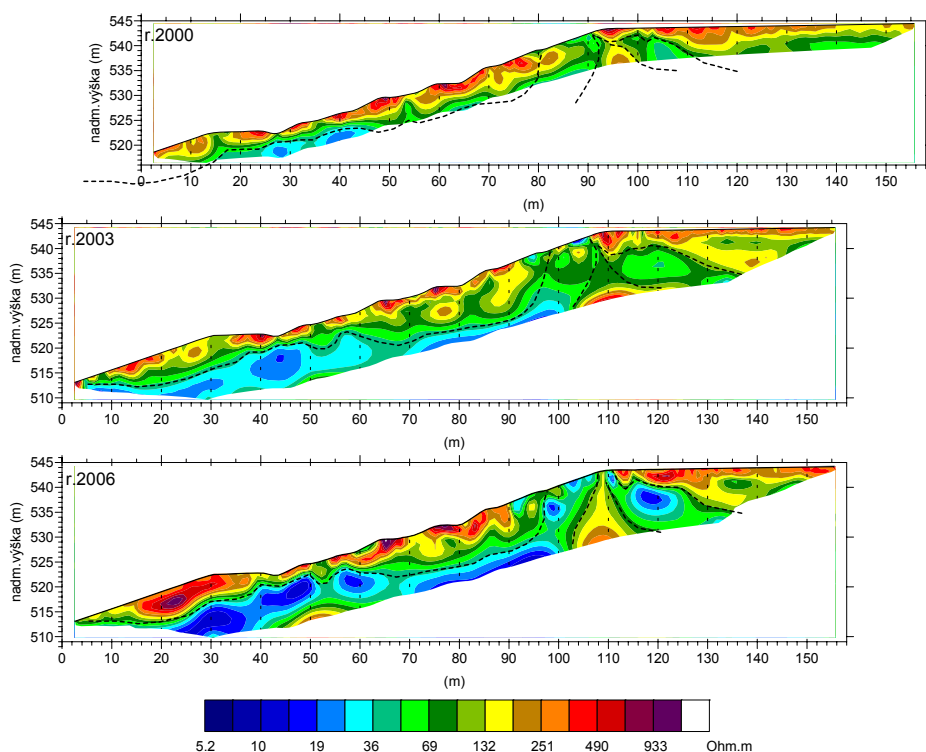
**Obr.2.** Vertikálny rez na profile zobrazenom na obr.1. Rez je zostavený z výsledkov meraní metódou VES a ERT.

V tomto príspevku sa zaoberáme časovými zmenami rezistivného obrazu sypanej hrádze a teda z vykonaných meraní sú tu dôležité výsledky opakovaných meraní metódou ERT. Na obr.3 sú uvedené výsledky týchto meraní v podobe vertikálnych rezov skutočnej elektrickej rezistivity na meranom profile.

Napriek šumu, ktorý do získaných obrazov elektrickej rezistivity vnáša aplikovaná inverzná metóda, môžeme konštatovať, že vo všetkých rezoch sa dajú vyčleniť objekty, ktorých tvar a poloha je vo všetkých rezoch viac menej rovnaká. V hornej časti rezov je to poloha s prevažne piesčitým až piesčito kamenitým materiálom, ktorá pokrýva ako svahy násypu, tak pláň odkaliska. Jej hrúbka sa mení od 1,5 m (okolo metráže 42 m) po cca 7 m (okolo metráže 80 m) pri použití stupnice metráže v grafoch pre rok 2003 a 2006. Pri hornej hrane násypu je táto horná vrstva čiastočne prerušená a pokračuje na pláni odkaliska, pričom jej hrúbka je spočiatku väčšia (cca 3 m) a potom sa stenčuje (na cca 1 až 2 m). Pod spomínanou vrstvou je poloha ílov až slabo piesčitých ílov (jej hrúbka je asi 7 m), ktorá v okolí hornej hrany odkaliska vystupuje prakticky až k povrchu, kde je prerušená klinom piesčito kamenitého materiálu (zrejme na spevnenie stability násypu) a potom znova pokračuje pod pláňou odkaliska. V podloží tejto vrstvy v okolí metráže 32 m sa ukazuje prejav vystupujúcej vrstvy obsahujúcej väčší podiel kamenitého materiálu.

Pri porovnaní všetkých troch rezov elektrickej rezistivity môžeme konštatovať vysokú mieru stability prejavu objektov prítomných v rezoch. Jemné tvarové a hodnotové variácie (hodnoty skutočnej rezistivity získané procesom inverzie pri spracovaní spomínaným softvérom) sú spôsobené prevažne zmenou obsahu vlhkosti v nenasýtenej zóne vyšetrovaného prostredia. Táto zmena vlhkosti v piesčitej vrstve pri povrchu je pomerne významná a v jednom prípade dosiahla takú mieru, že v roku 2006 bolo meranie nutné posunúť na jesenný termín (do obdobia po dlhšom trvaní zrážok), pretože pri prvom zvolenom termíne bol prechodový odpor na elektródach tak vysoký, že meranie nebolo možné realizovať ani zalievaním elektród. Inou príčinou variácií hodnôt elektrickej rezistivity môžu byť nepresnosti pri rozťahovaní a inštalácii multielektroódového systému a spomínané nekorektnosti pri aplikácii použitého softvéru.

Na základe uvedeného je možné konštatovať, že materiál násypu vykazuje pomerne vysokú mieru hodnotovej a priestorovej stability elektrickej rezistivity z čoho usudzujeme, že rovnako je to možné uvažovať aj o mechanickej stabilite. Pozorované zmeny sú spôsobené hlavne zmenou obsahu vlhkosti v nenasýtenej zóne telesa násypu.



**Obr.3.** Výsledky interpretácie opakovaných meraní metódou ERT na profile vedenom po spádnicí násypu odkaliska 7 žien pri Banskej Štiavnici. V rezoch sú vyznačené predpokladané hranice jednotlivých materiálových objektov.

### Záver

Na základe opakovaných meraní metódou ERT sa zistilo, že hmota vyšetrovanej sypanej hrádze (odkalisko flotačných kalov) vykazuje pomerne vysokú mieru stability rezistivného obrazu. Na základe toho predpokladáme vysoký stupeň mechanickej stability hrádze. K tomu zrejme prispieva aj pomerne veľká materiálová členitosť materiálu v rámci jednotlivých interpretovaných vrstev, ktoré budujú teleso násypu. Ukazuje sa tiež, že zvolený krok opakovaných meraní je z hľadiska sledovania vývoja v hrádzi vyhovujúci a je možné ho aplikovať aj v iných prípadoch sypaných hrádzi.

*Príspevok vznikol s podporou grantovej agentúry VEGA prostredníctvom projektov č. 1/4041/07 a tiež projektu č. APVV-0158-06, podporovaného agentúrou APVV.*

### Literatúra

- [1] GAJDOŠ, V., ROZIMANT, K. & DAO, A. Geoelektrická dokumentácia sypanej hrádze. *Transactions (Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava)*, 2008, Řada stavební, roč. VIII, č.2/2008, pp. 39-43

**Oponentní posudek vypracoval:**

**Doc. RNDr. Pavel Bláha, DrSc., GEOTest Brno, a.s.**