

# Utvrđivanje debljine naslaga bigra na zaštićenom području spomenika prirode "Slapovi Sopotnice"

Branislav Sretković, Dejan Vučković, Dejan Miloševski, Katarina Perišić



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Utvrđivanje debljine naslaga bigra na zaštićenom području spomenika prirode "Slapovi Sopotnice" | Branislav Sretković, Dejan Vučković, Dejan Miloševski, Katarina Perišić | XVII Kongres geologa Srbije, Divčibare, Srbija (17-20.05.2018.) | 2018  
||

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007258>

Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду омогућава приступ издањима Факултета и радовима запослених доступним у слободном приступу. - Претрага репозиторијума доступна је на [www.dr.rgf.bg.ac.rs](http://www.dr.rgf.bg.ac.rs)

The Digital repository of The University of Belgrade Faculty of Mining and Geology archives faculty publications available in open access, as well as the employees' publications. - The Repository is available at: [www.dr.rgf.bg.ac.rs](http://www.dr.rgf.bg.ac.rs)

# UTVRĐIVANJE DEBLJINE NASLAGA BIGRA NA ZAŠTIĆENOM PODRUČJU SPOMENIKA PRIRODE „SLAPOVI SOPOTNICE“

**Branislav Sretković<sup>1\*</sup>, Dejan Vučković<sup>2</sup>, Dejan Miloševski<sup>1</sup>, Katarina Perišić<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – Centar za nedestruktivna testiranja i geofiziku, <sup>2</sup> – Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet, <sup>3</sup> – NIS Gazprom Neft (\*e-mail: bane@c-ntg.com)

**Ključne reči:** seizmometrija, elektrometrija, analiza gradijenata

## UVOD

U okviru programa „Istraživanja i monitoring bigra u 2017. godini“ na zaštićenom području spomenika prirode „Slapovi Sopotnice“, izvedena su i geofizička ispitivanja. Učešće u navedenom programu bilo je *pro bono*, a geofizička istraživanja su projektovana sa ciljem utvrđivanja debljine naslaga bigra u neposrednoj okolini slapova reke Sopotnice, kao relevantnog podatka nadležnim institucijama i doprinos očuvanju prirodnih bogatstava ovog spomenika prirode. Takođe, bigar, karbonatna stena specifična zbog svoje šupljikave strukture, ne susreće se često kao predmet geofizičkih ispitivanja, te je doprinos ovih istraživanja značajan i u smislu dobijanja podataka o geofizičkim parametrima ove stene. U ovom radu ce biti predstavljeni metodologija samih terenskih merenja, obrada i modelovanje dobijenih geofizičkih podataka, i definisanje finalnih geoloških modela sa debljinama naslaga bigra.

## METODE

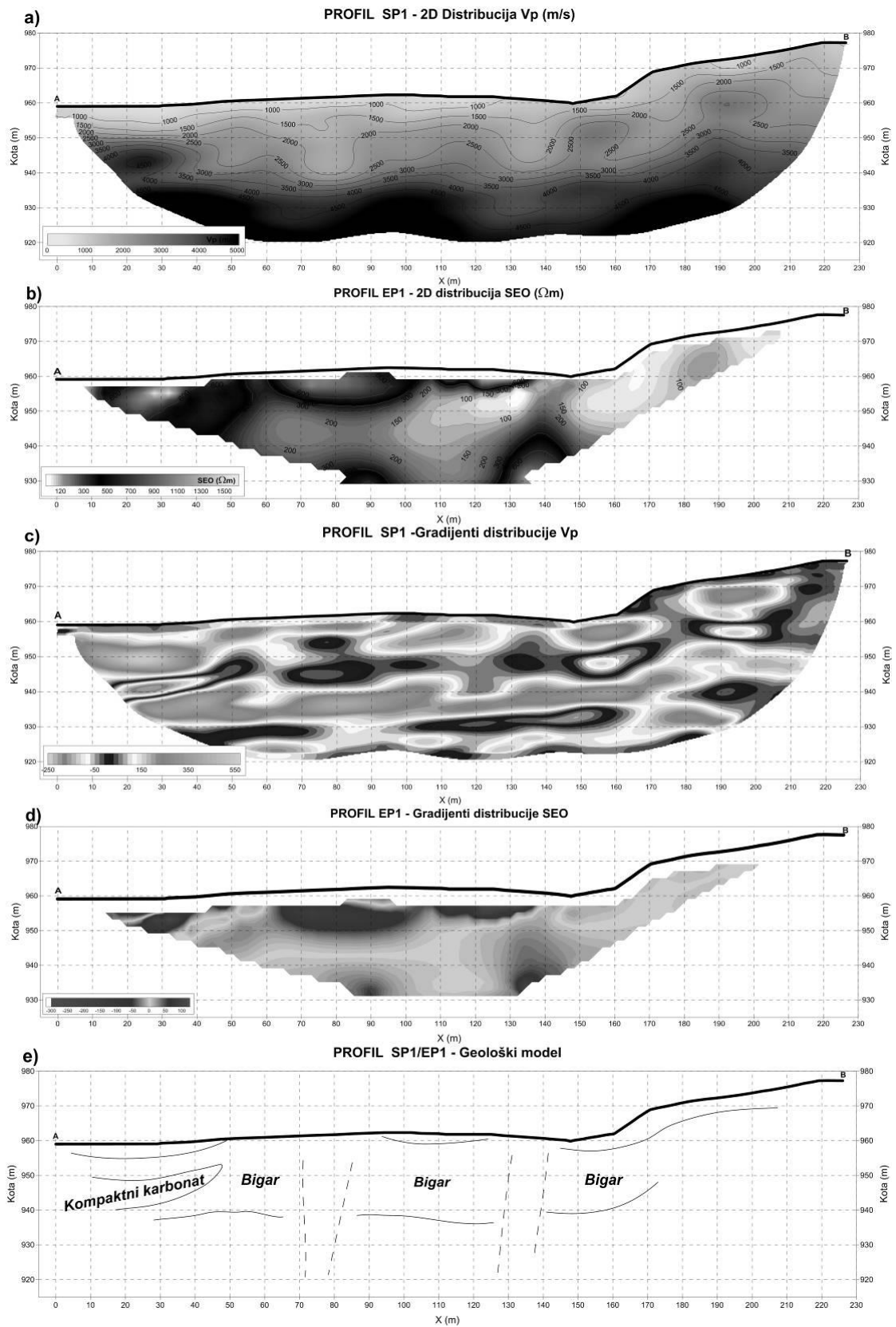
U cilju definisanja debljine naslaga bigra primenjene su dve geofizičke metode: seizmometrija i elektrometrija. Seizmometrijska metoda primenjena je postupkom refraktivnog profilisanja po parametru brzine prostiranja longitudinalnih seizmičkih talasa (Vp). Elektrometrijska metoda je izvedena postupkom elektrometrijskog profilisanja po parametru specifične električne otpornosti (SEO). Terenska merenja su izvedena duž tri profila, primenom obe metode na svakom merenom profilu, u cilju međusobne korelacije i potvrde rezultata dobijenih ovakvim multiparametarskim kompleksnim geofizičkim pristupom. Dužina dispozitiva merenih profila je različita (128m, 148m i 226m), uslovljena specifičnom konfiguracijom terena i prisustvom vegetacije.

## REZULTATI

Kvalitet dobijenih merenih podataka je dobar, s obzirom na kompleksnost topografije u zoni istraživanja. Računarskom obradom podataka uz primenu topografskih korekcija, i modelovanjem u domenu konačnih elemenata, dobijene su 2D distribucije merenih parametara duž svih profila. Na slici 1a, prikazana je 2D distribucija Vp duž profila SP1. Na slici 1b je prikazana 2D distribucija SEO duž profila EP1.

Na tako generisanim profilima, proračunate su vrednosti orijentisanih gradijenata distribucije merenih parametara. Gradijent skalarnog polja predstavlja vektorsko polje čiji intenzitet je maksimalna promena posmatranog parametra. Gradijenti se mogu koristiti za kvantifikovanje promena skalarnog polja u željenim pravcima. Orijetisani u pravcu vertikalne ose profila, ukazuju na postojanje litološke granice između dve litološke jedinice sa različitim vrednostima posmatranog parametra (u ovom slučaju Vp i SEO). Orijetisani u pravcu horizontalne ose profila, ukazuju na postojanje vertikalnih i subvertikalnih diskontinuiteta, elemenata rupturnog sklopa - raseda i pukotina. Na slici 1c, prikazani su vertikalno orijentisani gradijenti Vp na profilu SP1, na slici 1d su prikazani vertikalno orijentisani gradijenti SEO na profilu EP1.

Na osnovu analize 2D distribucije Vp i SEO i njihovih gradijenata, izvedena je interpretacija geofizičkih podataka i formirani su finalni geološki modeli duž merenih profila. Na slici 1e, prikazan je finalni geološki model duž profila SP1/EP1.



**Slika 1.** a) Seizmometrijski profil SP1, 2D distribucija Vp, b) Elektrometrijski profil EP1, 2D distribucija SEO, c) Gradijenti distribucije Vp, d) Gradijenti distribucije SEO, e) Finalni geološki model duž profila SP1/EP1

**Figure 1.** a) Seismometric profile SP1, 2D distribution of Vp, b) Electrometric profile EP1, 2D distribution of SER, c) Vp distribution gradient, d) SER distribution gradient, e) Final geological model along profiles SP1/EP1

## **DISKUSIJA**

Finalni geološki modeli su definisani na osnovu merenih geofizičkih parametara. Na tim modelima određene su litološke i rupturne granice prostiranja naslaga bigra po dubini. One su definisane pre svega na osnovu podataka o distribuciji brzine prostiranja  $p$ -talasa i njihovih gradijenata, a potvrđene su korelacijom sa podacima distribucije specifične električne otpornosti.

## **ZAKLJUČAK**

Geofizička istraživanja za potrebe utvrđivanja debljine naslaga bigra na zaštićenom području spomenika prirode „Slapovi Sopotnice“ dala su dobre rezultate. U planiranom nastavku istraživanja, pored dodatnih geofizičkih ispitivanja, višestruko korisno bi bilo izvesti istražno bušenje i laboratorijska ispitivanja na uzorcima bušotinskih jezgara. Na osnovu korelacije tih podataka sa podacima geofizičkih istraživanja, pouzdano će se utvrditi karakteristike bigra i potvrditi prostiranje naslaga bigra po dubini.

## **LITERATURA**

Rucker, L. Michael, 2002. Seismic refraction interpretation with velocity gradient and depth of investigation  
Jakosky, J.J., 1963. Geofizička istraživanja. Naučna knjiga

# THICKNESS DETERMINATION OF TUFA DEPOSITS IN THE PROTECTED AREA OF NATURAL MONUMENT „SOPOTNICA WATERFALLS“

**Branislav Sretković<sup>1\*</sup>, Dejan Vučković<sup>2</sup>, Dejan Miloševski<sup>1</sup>, Katarina Perišić<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – Center for nondestructive testing and geophysics, <sup>2</sup> – University of Belgrade - Faculty of mining and Geology, <sup>3</sup> – NIS Gazprom Neft (\*e-mail: bane@c-ntg.com)

**Key words:** seismometry, elektrometry, gradient analysis

## INTRODUCTION

As a part of „Tufa research and monitoring in 2017.“ programe, in a protected area of natural monument "Sopotnica Waterfalls", there are also and geophysical research performed. Participation in this program was *pro bono*, and geophysical surveys were designed to determine thickness of tufa deposits in the immediate vicinity of river Sopotnica waterfalls, as a relevant information to the competent institutions and as a contribution to the preservation of natural treasure of this natural monument. Also, tufa, carbonate rock specific because of its porous structure, is not often encountered as a subject of geophysical research, so the contribution of this research is also significant in terms of obtaining data on the geophysical parameters of this type of rock. Methodology of the field measurements, processing and modeling of the obtained geophysical data, and defining of final geological models with thickness of tufa deposits, will be presented in this paper.

## METHODS

In order to define the thickness of tufa deposits, two geophysical methods have been applied: seismometry and electrometry. The seismometric method was applied by the refractive profiling procedure according to the parameter of the longitudinal seismic waves velocity ( $V_p$ ). Electrometric method is applied by the electrometric profiling according to the parameter of the specific electrical resistivity (SER). Field measurements were carried out along three profiles, using both methods on each measured profile, in order to correlate and confirm the results obtained by this multiparameter complex geophysical approach. The length of the measured profiles is different (128m, 148m and 226m), due to the specific configuration of the terrain and presence of vegetation.

## RESULTS

The quality of the obtained measured data is good, given the complexity of the topography in the research area. By software data processing with topographic corrections, and modeling in the finite elements domain, 2D distributions of measured parameters along all profiles were obtained. Figure 1a shows a 2D distribution of  $V_p$  along the profile SP1. Figure 1b shows the 2D distribution of SER along the profile EP1.

On the profiles generated that way, the oriented gradients of the distribution of measured parameters are calculated. The gradient of a scalar field represents a vector field whose intensity is the maximum change of the observed parameter. Gradients can be used to quantify changes in the scalar field in the desired directions. Oriented in the direction of the vertical profile axis, they indicate presence of the lithological boundaries between two lithological units with different values of the observed parameter (in this case,  $V_p$  and SER). Oriented in the direction of the horizontal profile axis, they indicate presence of the vertical and subvertical discontinuities - faults and cracks. Figure 1c shows vertically oriented gradients of  $V_p$ , on the profile SP1, figure 1d shows vertically oriented gradients of the SER, on the profile EP1.

Based on the analysis of the 2D distribution of  $V_p$  and SER and their gradients, the interpretation of geophysical data was performed and final geological models were formed along the measured profiles. Figure 1e shows the final geological model along the profile SP1/EP1.

## **DISCUSSION**

Final geological models are defined according to the measured geophysical parameters. On these models, the lithological and rupture boundaries of the tufa deposits propagation in depth were determined. They are defined primarily on the distribution of p-wave propagation velocity and their gradients, and are correlated with the distribution of specific electrical resistivity.

## **CONCLUSIONS**

Geophysical research for the thickness determination of bigar deposits in the protected area of natural monument „Sopotnica Waterfalls" have given good results. In planned additional research it would be useful to carry out the exploratory drilling and laboratory tests on core samples. Based on the correlation of that data with the geophysical research data, it will be reliably determined the characteristics of tufa and will be confirmed tufa deposits propagation in depth.

## **REFERENCES**

Rucker, L. Michael, 2002. Seismic refraction interpretation with velocity gradient and depth of investigation  
Jakosky, J.J., 1963. Geofizička istraživanja. Naučna knjiga