https://doi.org/10.48368/bgs-2023.1.N13

Application of the ERT method for three-dimensional mapping of geological objects

Stefan Dimovski[1], Nikolay Stoyanov[2], Atanas Kisyov[3], Sava Kolev[4]

[1] University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Department of Applied Geophysics, e-mail: dimovski@mgu.bg
[2] University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Department of Hydrogeology and Engineering Geology, e-mail: nts@mgu.bg
[3] University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Department of Applied Geophysics, at.kisyov@gmail.com
[4] Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, 1113, Sofia, e-mail: sava.koleff@abv.bg

Keywords: applied geophysics, ERT method, river terrace, uranium mining complex Eleshnitsa

Abstract: The possibilities of the application of the ERT (Electrical Resistivity Tomography) method for three-dimensional mapping of geological objects are presented. The spatial models are developed on the base of a standard two-dimensional electrical resistivity survey performed along a series of profiles appropriately located in the study area. The accordingly obtained coordinates of the boundaries between the different geological formations in the sections along the relevant profiles and the topography of the terrain are interpolated with appropriate geological software, for example Surfer, RockWorks, etc. In order to illustrate the proposed approach, is presented the developed three-dimensional model of the alluvial terrace of Mesta and Valche Dere rivers, in a section below the tailings storage facility of the closed uranium mining complex Eleshnitsa, Southwestern Bulgaria.

Приложение на метод ERT за тримерно картиране на геоложки обекти

Стефан Димовски[1], Николай Стоянов[2], Атанас Кисьов[3], Сава Колев[4]

[1] Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", Катедра „Приложна геофизика", e-mail: dimovski@mgu.bg
[2] Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", Катедра „Хидрогеология и инженерна геология", e-mail: nts@mgu.bg
[3] Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", Катедра „Приложна геофизика", e-mail: at.kisyov@gmail.com
[4] Геологически институт, БАН, 1113, София, e-mail: sava.koleff@abv.bg

Ключови думи: приложна геофизика, ERT метод, речна тераса, уранодобивен комплекс Елешница

Въведение

През последните две десетилетия метод ERT (Electrical Resistivity Tomography) доказа своите предимства като универсален инструмент при картиране на геоложки и хидрогеоложки разрези, тектонски нарушения, окарстени и напукани зони, зони с различна водонаситеност, зони с различна степен на замърсяване, свлачищни повърхнини, археологически обекти и др. В повечето случаи резултатите се представят в двумерни формати – разрези или площни карти.

В настоящата статия представяме резултатите от изследване, което илюстрира възможностите на метода за тримерно картиране на геоложки обекти. Целта на екипа бе с поредица от електротомографски разрези по подходящо разположени профили да създаде пространствен модел на алувиална тераса, който да послужи като основа за разработване на хидрогеоложки компютърен модел на замърсяването от хвостохранилището на закрития уранодобивен комплекс Елешница, Югозападна България.

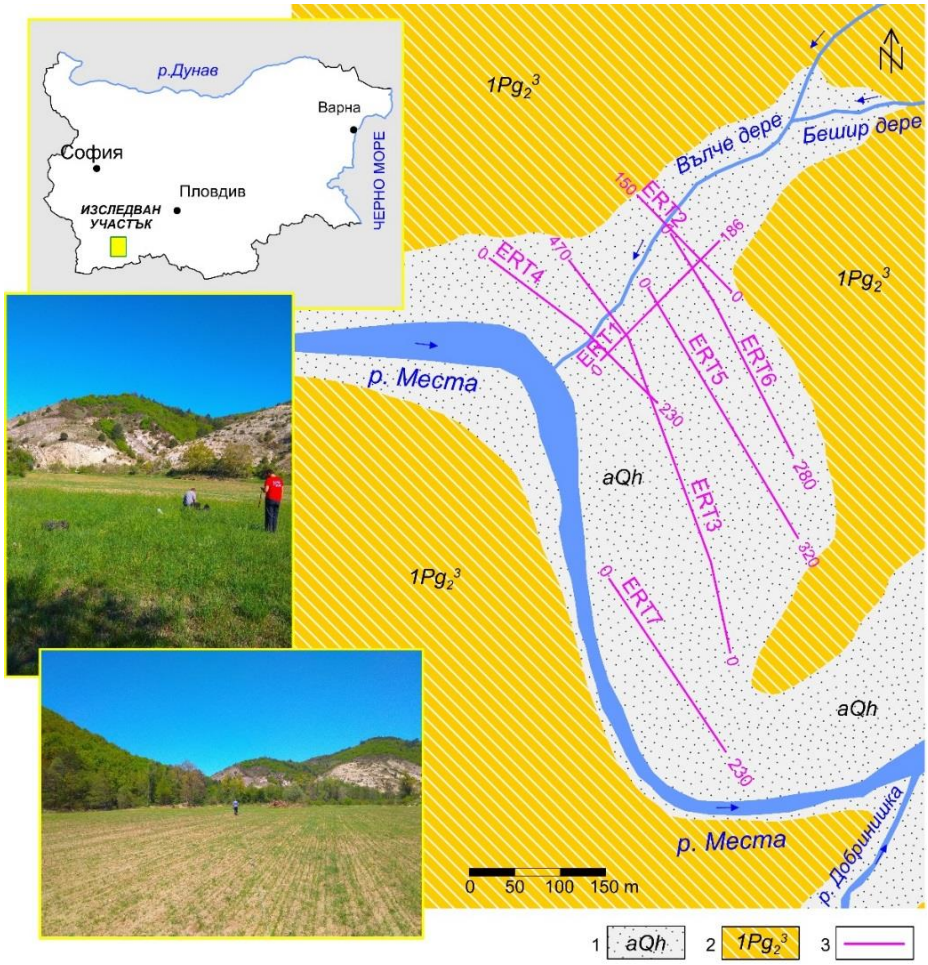
Изследван обект

Обектът попада в южните склонове на Западнородопския масив в района на закрития уранодобивен комплекс. Обхваща речната тераса на р. Вълче дере и част от левобрежната тераса на р. Места (Фигура 1). Изследването е проведено в геоложкия разрез до дълбочина 42-45 m. Теренът е с лек наклон на юг и югозапад. Надморската височина е между 703 и 720 m.

Геоложкият строеж е относително прост (Кацков и Маринова, 1992). Речните тераси са запълнени с холоценски алувиални наслаги *alQh*, представени от чакъли, валуни и грубозърнести пясъци, припокрити с дребно и финозърнести пясъци и глини. Скалните късовете са от гранитоиди и метаморфити. Наслагите на р. Места са с дебелина 10-15 m, а на притоците й – до 4-5 m. Подложката на терасите и ограждащите склонове са изградени от палеогенския седиментен комплекс на Брекчоконгломератна задруга $1Pg_2^3$. В основата си задругата е представена от конгломерати и

https://doi.org/10.48368/bgs-2023.1.N13

брекчоконгломерати с полигенен или гранитоиден състав, над които идват и дребнокъсови конгломерати и пясъчници. Разрезът завършва с пясъчници, полимиктови дребнокъсови конгломерати и грауваки, на отделни места се срещат и въглепроявления.



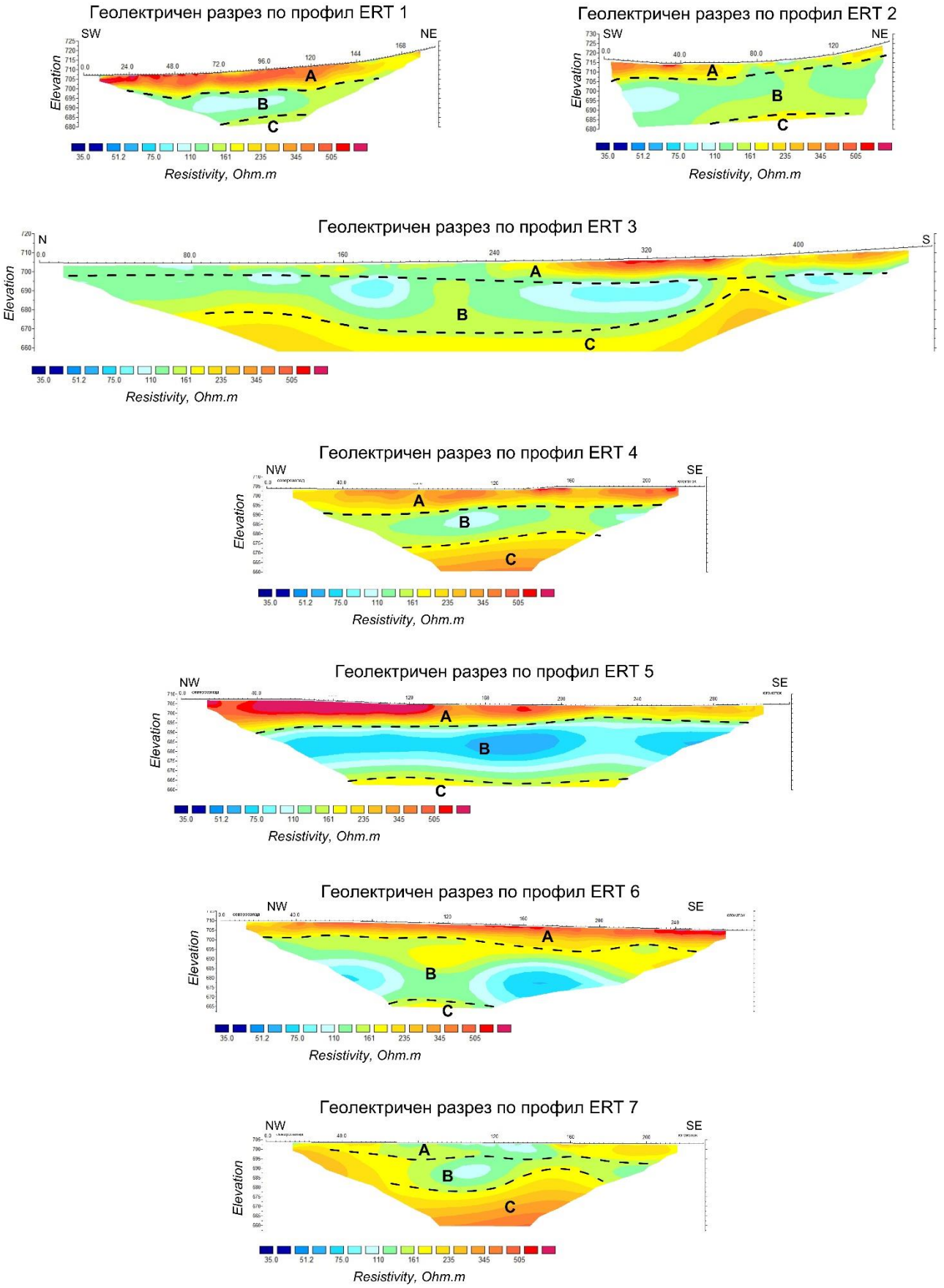
Фигура 1. Геоложка карта в района на изследвания обект. Местоположение на геофизичните профили.
1 – Алувиални образувания *alQh*; 2 – Брекчоконгломератна задруга $1Pg_2^3$; 3 – Геофизичен профил.

Забележка: По Геоложката карта на България 1:100000, кл. Белица (Маринова и Кацков, 1990).

Методика и инструменти

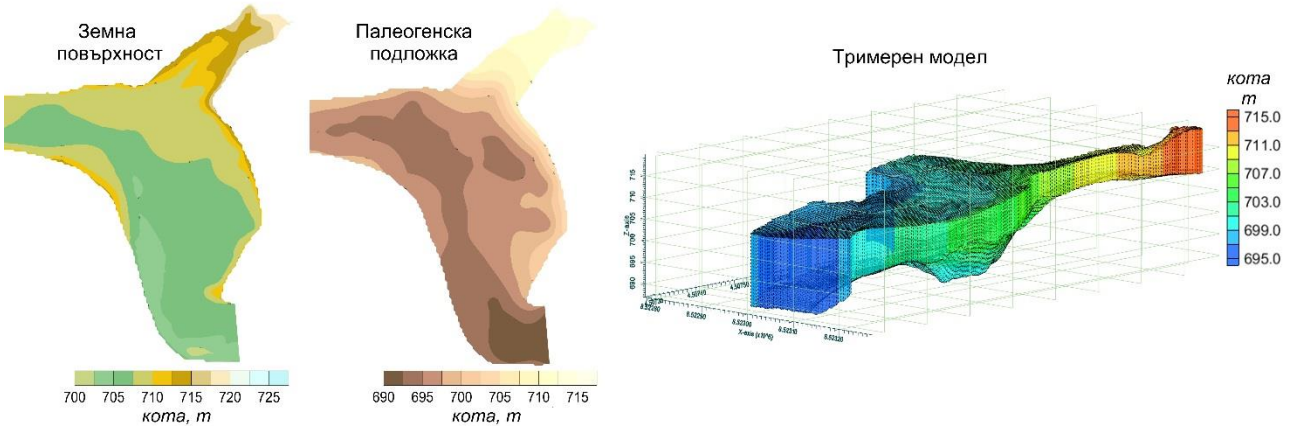
Изследването е проведено по метод ERT. Теренните измервания са изпълнени по 4-електродна схема Schlumberger. Използвани са две коси от 12 жилен кабел с разстояние между електродите 10 m. Измерванията са направени с Terrameter SAS 1000B - ABEM по 7 профила с обща дължина 1870 m (фиг. 1). Първите три профила са направени през 2015 г., а останалите – през 2021 г. Полевите данни са обработени с компютърна програма RES2DINV (Loke, 2001). Двумерните геоелектрични модели са трансформирани в геоложки въз основа на наличната геолого-тектонска информация и таблични данни за специфичните електрични съпротивления на различните типове скали (Daniels and Alberty, 1975). Пространствения модел на изследвания геоложки обект е съставен като топографските данни за земната повърхност и регистрираните граници между различните геоложки формации в разрезите по 7-те профила са интерполирани с програма Surfer v.16.

https://doi.org/10.48368/bgs-2023.1.N13



Фигура 2. Двумерни геоелектрични модели. Граници на зони A, B и C.

https://doi.org/10.48368/bgs-2023.1.N13



Фигура 3. Релеф на земната повърхност и палеогенската подложка. Тримерен модел на алувиалната тераса.

Резултати и дискусия

След комплексен анализ на получените с RES2DINV геоелектрични модели в изследвания разрез са отделени три електросъпротивителни среди – зони А, В и С, картиращи границите на геоложки формации с различен литоложки и зърнометричен състав, които могат да бъдат диференцирани и по генетични белези (фиг. 2). Зона А притежава най-високите в разрезите електрични съпротивления – от 160 до 750 Ωm и повече. Установена е в горната част на всички профили и вероятно картира границите на алувиалните образувания, запълващи терасите на р. Места и р. Вълче дере. Представени са основно от чакъли, валуни и грубозърнести пясъци, припокрити с дребни пясъци и глини. Общата дебелина на тези наслаги е между 5 и 15 m. Зона В се характеризира с най-ниските в седемте профила електрични съпротивления – от 35 до 160 Ωm. Отделя се с много ясна електрична граница от лежащите над нея терасни материали. Вероятно маркира горната част от Брекчоконгломератната задруга, изградена от пясъчници, полимиктови конгломерати и грауваки. Зона С има по-високи съпротивления – от 160 до 300 Ωm. Разполага се без рязка електрична граница под Зона В. Може да се предполага, че картира пластове пясъчници и конгломерати, които с плавен преход се установяват в по-дълбоката част на палеогенския комплекс. Електричната граница между зони А и В в разрезите по 7-те профила картира много детайлно релефът на подложката в речната тераса. Пресъздадената по тези данни тримерна структура на алувиалната тераса дава добра представа за геометрията и пространствените параметри на изследвания природен обект (фиг. 3).

Заключение

Проведеното изследване демонстрира ефективността на метод ERT за тримерно картиране на геоложки обекти. В приложен аспект, резултатите бяха успешно използвани при изготвяне на хидрогеоложки модел на замърсяването в района от изграденото по горното течение на р. Вълче дере хвостохранилище на вече закрития уранодобивен комплекс Елешница.

Благодарности

Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Национална научна програма (ННП) „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решение на МС № 577/17.08.2018 г. и финансирана от МОН (Споразумение № Д01-271/09.12.2022).

Литература

Маринова, Р., Н. Кацков. 1990. Геоложка карта на България М 1:100000. Картен лист Белица. ВТС.

Кацков, Н., Р. Маринова. 1992. Обяснителна записка към Геоложка карта на България М 1:100000. Картен лист Белица. Изд. БАН, С., 44 стр.

Daniels, F., Alberty, R. 1975. Physical chemistry. John Wiley and Sons, Inc., New York, USA, 687 p.

Loke, M. 2001. A practical guide to RES2DINV ver. 3.4; Rapid 2-D Resistivity & IP inversion using the least-squares method. Geoelectrical Imaging 2-D & 3D. Geotomo Software. Penang, Malaysia, 129 p.