

**Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Македонија  
Факултет за природни и технички науки**

**University „Goce Delcev“, Stip, Macedonia  
Faculty of Natural and Technical Sciences**

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 185-6966

# **Природни ресурси и технологии Natural resources and technology**

Број 9  
No 9

Година IX  
Volume IX

Ноември 2015  
November 2105

УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ

---

UDC 5 3 6

ISSN 8 6



**Природни ресурси и технологии**  
**Natural resources and technology**

**ноември 2015**  
**november 2015**

ГОДИНА 9  
БРОЈ 9

VOLUME IX  
NO 9

---

UNIVERSITY "GOCE DELCEV" – STIP  
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES

**ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ**  
**NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY**

**За издавачот:**

Проф. д-р Зоран Десподов

**Издавачки совет**

Проф. д-р Блажо Боев  
Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Проф. д-р Дејан Мираковски  
Проф. д-р Кимет Фетаху  
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

**Editorial board**

Prof. Blazo Boev, Ph.D  
Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D  
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D  
Prof. Gorgi Radulov, Ph.D

**Редакциски одбор**

Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Проф. д-р Дејан Мираковски

**Editorial staff**

Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D

**Главен и одговорен уредник**

Проф. д-р Мирјана Голомеова

**Managing & Editor in chief**

Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D

**Јазично уредување**

Даница Гавриловска-Атанасовска  
(македонски јазик)

**Language editor**

Danica Gavrilovska-Atanasovska  
(macedonian language)

**Техничко уредување**

Славе Димитров  
Благој Михов

**Technical editor**

Slave Dimitrov  
Blagoj Mihov

**Редакција и администрација**

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип  
Факултет за природни и технички науки  
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип  
Р. Македонија

**Address of the editorial office**

Goce Delcev University - Stip  
Faculty of Natural and Technical Sciences  
Goce Delcev 89, Stip  
R. Macedonia

## СОДРЖИНА

<b>Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски</b> ПОДЗЕМНА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН КАКО АЛТЕРНАТИВНА, ЕКОНОМИЧНА И ОСТВАРЛИВА ТЕХНОЛОГИЈА .....	7
<b>Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Николинка Донева, Ванчо Аџиски</b> ИСКОРИСТУВАЊЕ И ОСИРОМАШУВАЊЕ НА РУДАТА КАЈ РУДАРСКИТЕ ОТКОПНИ МЕТОДИ .....	19
<b>Ванчо Аџиски, Дејан Мираковски, Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски</b> МОДЕЛИРАЊЕ НА ПОЖАРНИ СЦЕНАРИЈА ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА .....	29
<b>Благој Голомеов, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска</b> ОСКУЛТАЦИЈА НА ДРЕНАЖНИОТ СИСТЕМ И СИСТЕМОТ НА ЦИКЛОНИРАЊЕ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО НА РУДНИК САСА - М. КАМЕНИЦА .....	49
<b>Ivan Boev, Blazo Boev</b> THE CRVEN DOL ARSENIC-THALIUM MINERALIZATION IN ALSAR DEPOST IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA .....	59
<b>Орце Спасовски, Даниел Спасовски</b> ПЕТРОГРАФСКО- МИНЕРАЛОШКИ И КВАЛИТАТИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА МЕРМЕРИТЕ ОД НАОЃАЛИШТЕТО ЛЕКОВО .....	77
<b>Војо Мирчовски, Ѓорги Димов, Тена Шијакова Иванова, Благица Донева, Ласте Ивановски</b> ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА НА ПОДЗЕМНА ВОДА ВО СЕЛО К'ШАЊЕ ОПШТИНА КУМАНОВО, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА .....	89
<b>Горан Славковски, Благој Делипетрев, Благица Донева, Зоран Тошиќ, Марјан Бошков</b> ГЕОФИЗИЧКО ИСТРАЖУВАЊЕ НА ГЕОЛОШКИ КОМПЛЕКС СО МЕТОДА НА ГЕОЕЛЕКТРИЧНО СОНДИРАЊЕ .....	101

<b>Горан Алексовски, Марјан Делипетрев, Владимир Маневски, Горан Славковски, Зоран Тошиќ</b> ИСТРАЖУВАЊЕ СО МЕТОДА НА СЕИЗМИЧКА РЕФЛЕКСИЈА .....	113
<b>Зоран Тошиќ, Благој Делипетрев, Марјан Делипетрев, Марјан Бошков, Трајан Шолдов</b> КОМПЛЕКСНА ИНТЕРПРЕТАЦИЈА ПОМЕЃУ СЕИЗМИЧКА РЕФРАКЦИЈА И ГЕОЕЛЕКТРИЧНО СОНДИРАЊЕ .....	123
<b>Трајан Шолдов, Марјан Делипетрев, Владимир Маневски, Горан Славковски, Горан Алексовски</b> КОРЕЛАЦИЈА ПОМЕЃУ ГЕОЕЛЕКТРИЧНО СОНДИРАЊЕ И КАРТИРАЊЕ ПРИ ДЕФИНИРАЊЕ НА ГЕОМЕХАНИЧКИ ПАРАМЕТРИ .....	133
<b>Марјан Бошков, Крсто Блажев, Благој Делипетрев, Трајан Шолдов, Горан Алексовски</b> СЕИЗМИЧКО ИСТРАЖУВАЊЕ НА ГЕОЛОШКА СРЕДИНА СО РЕФРАКЦИОНА МЕТОДА .....	143
<b>Благица Донева, Ѓорги Димов</b> СЕИЗМИЧНОСТ НА ТЕРИТОРИЈАТА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА .....	155
<b>Tena Sijakova-Ivanova, Blazo Boev, Vesna Zajkova-Paneva, Vojo Mircovski</b> CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOME DRINKING WATERS FROM EASTERN AND SOUTH-EASTERN MACEDONIA .....	165
<b>Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Благој Голомеов, Борис Крстев, Шабан Јакупи</b> ПРИМЕНА НА ОПАЛИЗИРАН ТУФ ЗА ОТСТРАНУВАЊЕ НА ТЕШКИ МЕТАЛИ ОД РАСТВОР .....	179
<b>Ivan Boev</b> SCANNING ELECTRON MICROSCOPY STUDIES OF PARTICLES (PM-10) FROM THE TOWN OF KAVADARCI AND VILAGE VOZARCI , REPUBLIC OF MACEDONIA .....	187
<b>Лидија Атанасовска, Дејан Мираковски, Марија Хаџи- Николова, Николинка Донева, Стојне Стоиловски</b> ПЕРСОНАЛНА ИЗЛОЖЕНОСТ НА ГАСОВИ НА ВРАБОТЕНИТЕ ВО МЕТАЛУРГИЈАТА .....	197

---

<b>Дејан Ангеловски, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова, Николинка Донева</b> ТЕХНИКИ НА МОНИТОРИНГ НА ИЗЛОЖЕНОСТ НА ГАСОВИ НА ОТВОРЕН ПРОСТОР ВО УРБАНА СРЕДИНА.....	213
<b>Агрон Алили, Борис Крстев, Софче Трајкова, Зоран Стоилов, Александар Крстев, Горан Стаменов</b> ОТПАДНАТА БИОМАСА КАКО НОВ ИЗВОР ЗА ТОПЛИНСКА МОЌ – МОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВИ.....	233
<b>Анита Андреевска Митровска, Мирјана Голомеова</b> КОНТРОЛА НА МИРИЗБИ ОД ОТПАДНИ ВОДИ.....	245
<b>Анита Андреевска Митровска, Мирјана Голомеова, Даниела Нелепа</b> БЕЗБЕДНОСНИ АСПЕКТИ ОД УПРАВУВАЊЕ СО КОНВЕНЦИОНАЛНА ПОСТРОЈКА ЗА ТРЕТМАН НА ОТПАДНИ ВОДИ, СОГЛАСНО ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ВО Р. МАКЕДОНИЈА .....	263
<b>Agron Alili, Boris Krstev, Aleksandar Krstev, Goran Stamenov, Zoran Stoilov</b> THE HAZARDOUS MEDICAL WASTE – TREATMENT TECHNOLOGIES, LOCATION AND ORIGIN.....	279
<b>Кире Колев</b> АНАЛИЗА И БЕНЕФИЦИИ ВО МЕНАЏМЕНТОТ НА СНАБДУВАЧКИ СИНЦИРИ ВО ИНДУСТРИЈАТА ЗА ТЕКСТИЛ.....	285
<b>Кире Колев, Мише Милановски</b> RFID ТАГИРАЊЕ НА ПРОДУКТИ ВО ТЕКСТИЛНАТА ИНДУСТРИЈА .....	293
<b>Мише Милановски, Марјан Ивановски, Александар Крстев</b> СЛЕДЕЊЕ НА ПРАТКИ СО RFID И GPS .....	301
<b>Марјан Ивановски, Зоран Десподов, Борис Крстев, Мише Милановски, Александар Крстев</b> ЛОГИСТИКА НА ПАТНИЦИ НА ДОМАШНИ АЕРОПРОМИ.....	313

<b>Петар Намичев, Екатерина Намичева</b> ОБЛИКУВАЊЕ НА ЕНТЕРИЕРОТ НА ГРАДСКАТА КУЌА ОД 19 ВЕК ВО МАКЕДОНИЈА.....	329
<b>Петар Намичев, Екатерина Намичева</b> ДЕКОРАТИВНИ МОТИВИ ВО ЕНТЕРИЕРОТ НА ГРАДСКАТА КУЌА ОД 19 ВЕК ВО МАКЕДОНИЈА .....	343
<b>Васка Сандева, Катерина Деспот</b> БОЈАТА КАКО НОСИТЕЛ НА ЕМОЦИИ И КАКО ГРАДИВЕН ЕЛЕМЕНТ ВО ДИЗАЈНОТ .....	357
<b>Катерина Деспот, Васка Сандева</b> ИНДУСТРИСКИ ДИЗАЈН ВО СОВРЕМЕНО ДОМУВАЊЕ НА СКАНДИНАВСКИ МОДЕРНИЗАМ.....	367
<b>Стојне Стоиловски, Зоран Панов, Дејан Миравовски</b> ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА СТАНДАРДОТ ЗА БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЈЕ ПРИ РАБОТА ОН SAS 18001:2007 СО ПРЕСМЕТКА НА РИЗИК НА РАБОТНО МЕСТО РАКУВАЧ СО ДИЗЕЛ УТОВАРИВАЧ ВО ЈАМА ВО РУДНИК „САСА“ .....	377
<b>Борче Везенков, Благој Голомеов, Зоран Панов, Александар Ресавски</b> КАРАКТЕРИЗАЦИЈА НА ЦВРСТИОТ КОМУНАЛЕН ОТПАД.....	389
<b>Александар Ресавски, Благој Голомеов, Борче Везенков</b> МЕРКИ ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА ЕМИСИИТЕ ОД СТАКЛЕНИЧКИ ГАСОВИ ВО МАКЕДОНИЈА ОД УПРАВУВАЊЕ СО КОМУНАЛЕН ОТПАД .....	401
<b>Блажо Боев</b> Project Proposal: Geological Heritage of the Republic of Macedonia as a Challenge for the Development of Geoparks .....	409

## ГЕОФИЗИЧКО ИСТРАЖУВАЊЕ НА ГЕОЛОШКИ КОМПЛЕКС СО МЕТОДА НА ГЕОЕЛЕКТРИЧНО СОНДИРАЊЕ

Горан Славковски<sup>1</sup>, Благој Делипетрев<sup>1</sup>,  
Благица Донева<sup>1</sup>, Зоран Тошиќ<sup>1</sup>, Марјан Бошков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Факултет за природни и технички науки,  
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип  
slavko\_go@yahoo.com

### Апстракт

Примената на геоелектричните испитувања има големо значење за подетално моделирање на геолошки позната средина. Геоелектричните испитувања се базираат на регистрирање на промените врз определено електрично поле без разлика на неговата природа (природно или индуцирано), преку кои се определуваат спроводните својства на геолошките средини кои се поврзани со геомеханичките параметри. Определувањето на најадекватната геоелектрична метода најмногу зависи од наслоеноста на земјиштето, геомеханичките карактеристики, како и целта на испитувањата.

Поради хоризонталната наслоеност на геолошките средини во испитуваната средина, како и прифатливите податоци за реалниот специфичен електричен отпор на геолошките средини, во овој научен труд ќе биде обработено изработувањето и интерпретацијата на геоелектрични модели изработени со метода на геоелектричното сондирање. Сондирањето е изведено со Шлумбергеров распоред на мерниот диспозитив кој се состои од две струјни и две потенцијални електроди во мерен распоред во кој растојанието помеѓу струјните електроди е многу поголемо од растојанието помеѓу потенцијалните електроди. За секое ново мерење струјните електроди сукцесивно се оддалечуваат, со што се зголемува длабочината на моделирање на испитуваната средина. Истражниот простор е составен од две истражни дупнатини со вкупна должина од 60 m. Геоелектричното моделирање е изведено до максимална длабочина од 30 m и е претставено преку модели на реален електричен отпор и модели на привиден електричен отпор. Моделите на реален електричен отпор се изработуваат преку спроводливите карактеристики на геолошките средини, додека пак моделите на привиден електричен отпор се синтетички



и се изработени во комбинација од податоците за геомеханичките карактеристики, како и податоците од геолошките испитувања.

Последна фаза во научниот труд претставува интерпретацијата на геоелектричните модели на привиден електричен отпор преку која се дефинираат различните геолошки средини, нивните реални електрични отпори, како и длабочините до граничните површини кои одделуваат две средини со различни геолошки карактеристики.

**Клучни зборови:** *сондирање, електрично, електричен отпор.*

## **GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS OF GEOLOGICAL COMPLEX WITH METHOD OF GEO – ELECTRICAL SOUNDING**

**Goran Slavkovski<sup>1</sup>, Blagoj Delipetrev<sup>1</sup>,  
Blagica Doneva<sup>1</sup>, Zoran Toshik<sup>1</sup>, Marjan Boshkov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Faculty of Natural and Technical Sciences,  
Goce Delcev University, Stip, Macedonia  
slavko\_go@yahoo.com

### **Abstract**

The geo – electrical investigations are of great importance for more detailed modelling of geologically examined environments. The geo – electrical investigations are based on registration of the changes on the electrical field regardless of its nature (natural or induced) through which are determined the conductive properties of the geological structures that are associated with the geo – mechanical parameters. The determination of the most adequate geo – electrical method mostly depends of the geological structure of the environment, the geo – mechanical characteristics as well as the purpose of the trials.

The investigated area has geologically horizontally layered structure and acceptable data for the actual specific electrical resistance of the geological environments. Because of these features this paper elaborates the procedure of modelling and interpreting of geo – electrical models made with the method of geo – electrical sounding. The sounding is performed with Schlumberger layout of the measuring dispositive which is composed of two current and two potential electrodes in measuring array in which the distance between the current electrodes is much greater than the distance between the potential

electrodes. For each new measurement the current electrodes are successively moving away from each other, which increases the modelling depth of the investigated environment. The examined area is composed of two exploratory boreholes with a total length of 60m. The geo – electrical sounding is performed with a maximum depth of 30m, and it's represented with models of actual electrical resistance and models of apparent electrical resistance. The models of actual electrical resistance are made through the data for the geo – mechanical characteristics of the geological environments, whereas the models of apparent electrical resistance are made synthetically in conjunction of the data for the geo – mechanical characteristics as well as the data obtained from the geological examinations.

The process of interpretation of the geo – electrical models of apparent electrical resistance through which are determined the different geological structures, their actual electrical resistance as well as the depths to the boundary surfaces that separates two environments with different geological characteristics.

**Keywords:** *Sounding, electrical, apparent resistivity.*

## 1. Вовед

Геоелектричните методи на испитување се базираат на регистрација на промените врз познато електрично поле кое зависно од начинот на настанување може да биде природно или индуцирано. Промените врз електричното поле зависат од спроводливите карактеристики на потповршинскиот комплекс, па според тоа преку идентификување на промените врз полето во корелација со спроводливите карактеристики на геолошките средини се моделира под површинската градба на испитуваната средина. Во зависност од природата на полето постојат два вида на геоелектрични испитувања и тоа испитувања на сопствен потенцијал (SP) и испитувања на електричен отпор.

Истражувањата обработени во научниот труд се базираат на мерен диспозитив составен од струјни и потенцијални електроди односно во истражниот простор се индуцира електрично поле па според тоа истите се квалификуваат како испитувања на електричен отпор. Овие испитувања се состојат од модели на реален електричен отпор и модели на привиден електричен отпор. Моделите на реален електричен отпор се изведуваат теренски во истражните бушотини или во лабораториски услови преку испитување на геолошките средини определени преку картирањето на истражните бушотини. Преку интерпретација на моделите на привиден електричен отпор за дадени длабочини се определуваат специфичните

електрични отпори на геолошките структури. Преку корелација на добиените податоци со моделите на реален електричен отпор се идентификуваат геолошките средини и врз основа на тие податоци се моделира под површинската структура на истражниот простор. Моделите на привиден електричен отпор достигнуваат максимална должина од 60 m, па според тоа истражниот простор се моделира до максимална длабочина до 30 m. Истражниот простор е геоелектрично моделиран со вкупно 4 сондирања. Поради големата длабочина на испитување во однос на должината на истражниот простор, геоелектричните модели се преклопуваат на три четвртини од својата должина па според тоа истражниот простор се моделира за секои 15 метри.

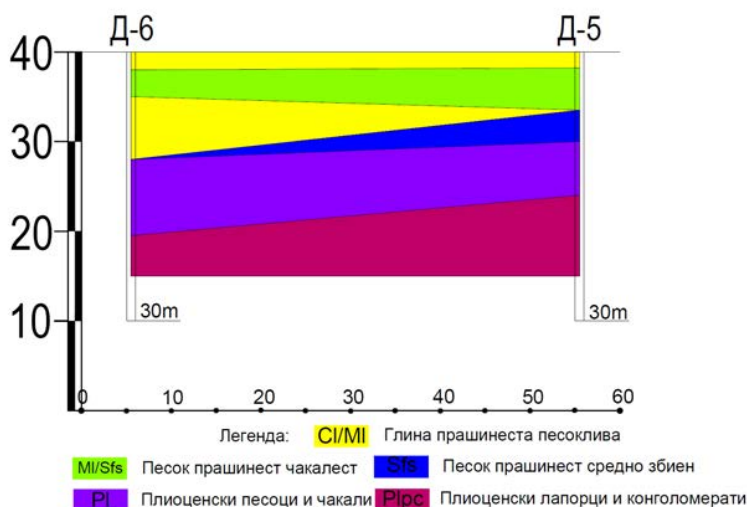
Истражниот простор кој е обработен во трудот е геолошки испитан преку две истражни дупнатини и истиот е моделиран преку метода на геоелектрично сондирање. Методата на сондирање е изведена преку Шлумбергеров распоред на мерниот диспозитив составен од две струјни и две потенцијални електроди каде што растојанието помеѓу струјните електроди е многу поголемо од растојанието помеѓу потенцијалните електроди. Истражниот простор се моделира до различни длабочини преку континуирано оддалечување на струјните електроди за секое ново мерење. Потенцијалните електроди го регистрираат привидниот електричен отпор на средината за даден длабочина.

## 2. Геолошки испитувања

Геолошката структура на истражниот простор е испитана до длабочина од 25 m преку две истражни дупнатини со вкупна должина од 60 m. Преку картирање на дупнатините се определуваат геолошките средини кои се застапени во истражниот простор и од тие податоци можеме да констатираме дека истражниот простор е составен од следните геолошки структури:

- високопластична глина;
- прашинести и заглинети песоци и чакали;
- плиоценски песоци и чакали;
- плиоценски лапорци и конгломерати.

На слика 1 е претставен геолошкиот профил на истражниот простор моделиран преку податоците добиени од истражните дупнатини.



**Слика 1. Геолошки профил за истражниот простор**  
**Figure 1. Geological profile of the investigated area**

### 3. Геоелектрични карактеристики на истражниот простор

За успешно применување на геоелектричната метода на сондирање потребно, покрај геолошките податоци потребно е да се определат и спроводливите карактеристики на геолошките средини односно вредностите за реалниот електричен отпор. Вредностите за реален електричен отпор се добиваат преку идентификување на електричниот отпор, кој се регистрира преку спроведување на познато електрично поле низ геолошките структури. Вредностите на специфичниот електричен отпор варираат од  $10$  до  $10^7 \Omega\text{m}$  и најмногу зависат од нивото на подземна вода, структурата и геомеханичките параметри на геолошките средини. Во табела 1 се претставени структурно различните геолошки средини со добиените вредности за нивниот специфичен електричен отпор.

**Табела 1. Спроводни карактеристики на геолошките структури**

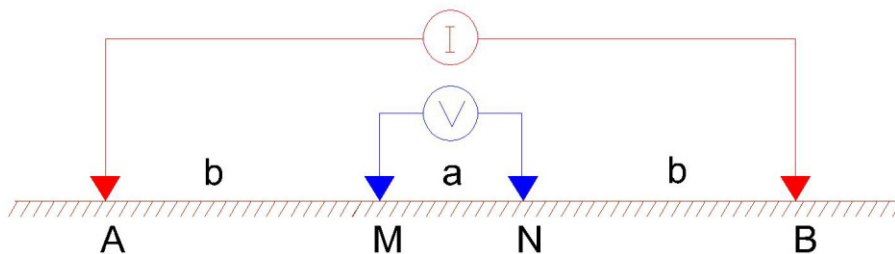
Геолошки формации	Специфичен електричен отпор ( $\Omega\text{m}$ )
Глина прашинеста песоклива (CL/ML)	10
Прашина песоклива (ML)	60
Песок прашинест чакалест (ML/Sfs)	80
Песок прашинест средно збиен (Sfs)	100

Чакал слабо гранулиран (Gp)	150
Плиоценски песоци и чакали (Pl)	200
Плиоценски лапорци и конгломерати (Plpc)	300

**Table 1. Conductivity properties of the geological environments**

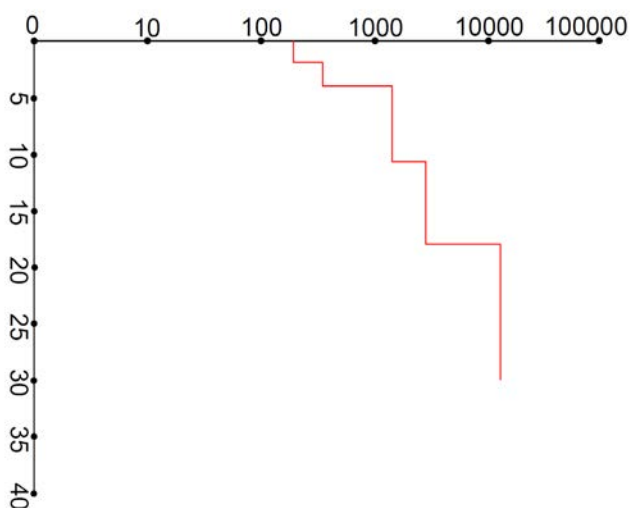
**4. Модели на привиден електричен отпор**

Моделите на привиден електричен отпор претставуваат полулогаритамски дијаграми кои на X оската содржат податоци за длабочината на испитување на истражниот простор, додека пак на Y оската податоци за привидниот електричен отпор регистриран за дадена длабочина [1]. Моделите на привиден електричен отпор претставени во трудот се изработени синтетички преку податоците од картираните бушотини и геоелектричните карактеристики на застапените геолошки структури. На слика 2 е претставен изгледот на Шлумебгеров распоред на мерниот диспозитив (A,B – струјни електроди кои индуцираат електрично поле со јачина регистрирана со ампер метар, M, N – потенцијални електроди кои го регистрираат потенцијалот во средината на мерниот диспозитив со волт метар).



**Слика 2. Шлумебгеров распоред на мерен диспозитив**  
**Figure 2. Schlumberger array of the measuring dispositive**

Со цел да се изврши детално геоелектрично моделирање на истражниот простор се изработени вкупно 4 модели на привиден електричен отпор. Во овој труд визуелно ќе биде претставен само еден модел, но важно е да се истакне дека изгледот и формата на геоелектричниот модел е различен и зависи од дебелината на геолошките средини, како и нивните геоелектрични карактеристики. Секој геоелектричен модел моделира една точка на површината на теренот која е позиционирана во центарот на мерниот диспозитив до длабочина која е еднаква на една половина од растојанието помеѓу струјните електроди. На слика 3 е претставен геоелектричен модел на привиден електричен отпор.

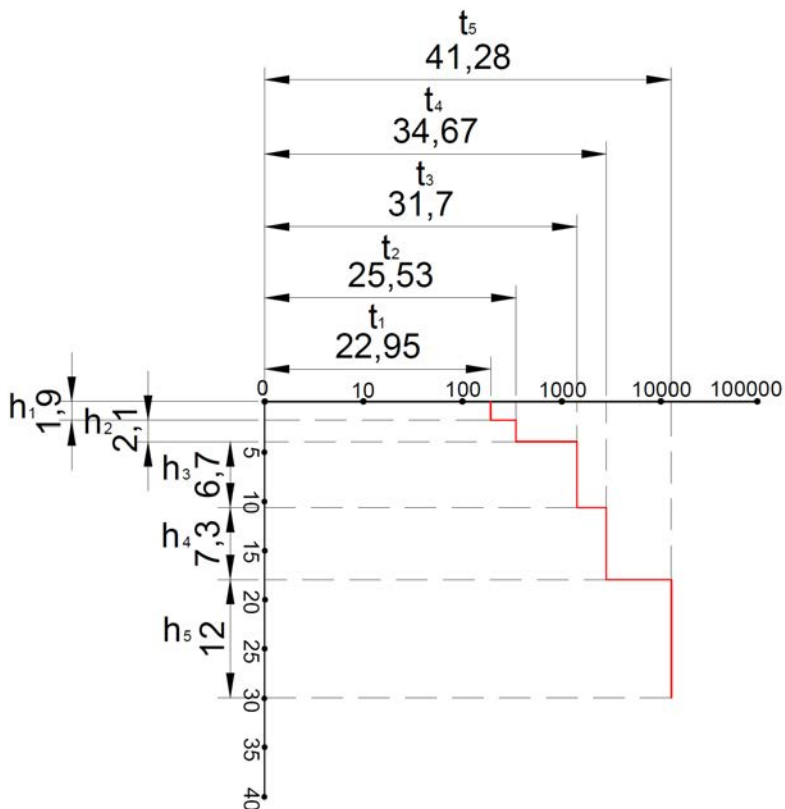


**Слика 3. Геоелектричен модел на привиден електричен отпор**  
**Figure 3. Geo-electrical model of apparent electrical resistivity**

#### 5. Интерпретација на модел на привиден електричен отпор

Процесот на интерпретација на моделите на привиден електричен отпор за секој модел е ист и зависи од прекршувањата на кривата, длабочината на прекршување, како и привидниот отпор регистриран по секое прекршување.

Секое прекршување на кривата на привиден електричен отпор индицира промена во составот (нова геолошка средина) во геолошката структура. Привидниот електричен отпор кој се регистрира за дадена длабочина претставува вкупниот електричен отпор кој геолошката структура го манифестира како целина. Поради тоа интерпретацијата на моделите на привиден електричен отпор е постапна и започнува од првото прекршување на кривата [4]. На сликата 4 е претставена интерпретирана крива на привиден електричен отпор.



**Слика 4. Интерпретирана крива на привиден електричен отпор**  
**Figure 4. Interpreted curve of apparent electrical resistivity**

Процесот на интерпретација најпрво започнува со идентификување на сите прекршувања на кривата и нивно димензионирање спрема X и Y оската. Преку димензионирањето од двете оски се определуваат податоците за длабочината (или дебелината на геолошките структури) и привидниот електричен отпор [3]. Податоците од X оската се добиваат аналогно, додека пак податоците од Y оската преку математичко равенство, бидејќи Y оската е логаритамска. Вредноста на привидниот електричен отпор регистриран со Шлумбергеров распоред зависи од растојанието помеѓу струјните и потенцијалните електроди и отпорот на геолошката структура и е претставен преку равенството [2]:

$$\rho_a = \frac{\pi a^2}{b} \left[ 1 - \frac{b^2}{4a^2} \right] R$$

каде што:

$a$  – растојанието од едната струјна електрода до центарот на мерниот диспозитив

$b$  – растојанието помеѓу двете потенцијални електроди

$\pi$  – константа со вредност 3.14

$R$  – вкупниот отпор на геолошката средина.

при услов  $a \geq 5b$ ;

За секое прекршување на кривата познати се вредностите на мерниот диспозитив ( $a$  и  $b$ ), како и регистрираниот привиден отпор (преку јачината на инуцираното електрично поле и потенцијалот регистриран во волт метарот). Преку овие податоци користејќи го равенството 1.1 се пресметува вкупниот отпор на геолошката структура. За првото прекршување вкупниот отпор е еднаков на реалниот електричен отпор на првата геолошка средина. За секое наредно прекршување вкупниот отпор претставува акумулирана вредност која зависи од специфичните електрични отпори на геолошките средини. Поради сферниот начин на простирање на електричното поле, како и хоризонталната наслоеност на геолошката структура, различните геолошки средини можеме да ги земеме како паралелни отпорници, па според тоа вкупниот отпор на геолошка структура која е составена од  $n$  геолошки средини се пресметува преку следното равенство:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

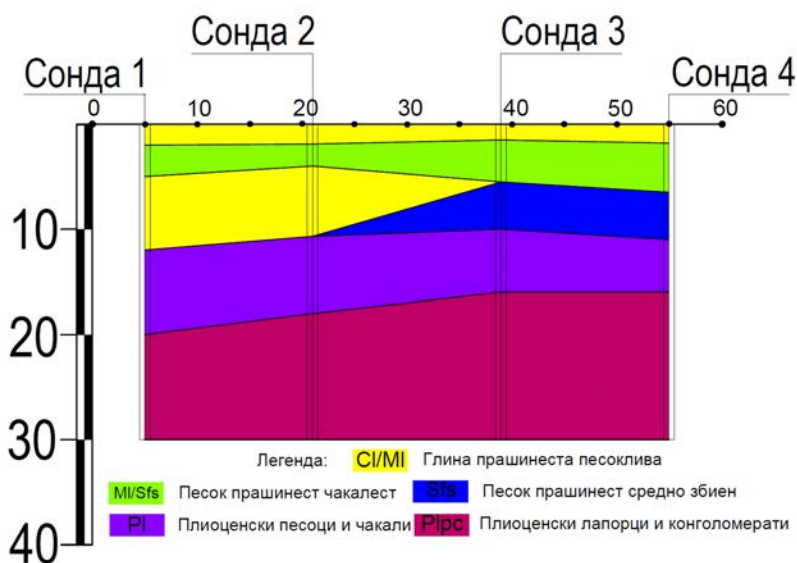
Преку податоците што се добиваат при директна анализа од кривата на привиден електричен отпор и користејќи ги равенствата 1.1 и 1.2 за секое прекршување се определува дебелината на геолошката средина како нејзиниот специфичен електричен отпор, како и длабочината до секоја гранична површина.

## 6. Геоелектричен модел на истражниот простор

Геоелектричниот модел на истражниот простор се изработува преку дефинирање на геолошките средини според податоците добиени од интерпретацијата на моделите на привиден електричен отпор во корелација со геоелектричните карактеристики на истражниот простор. На сликата 5 визуелно е претставен геоелектричниот модел за истражниот простор



кој има еднаква должина како и геолошкиот профил. При директна споредба на геоелектричниот профил со геолошкиот профил можеме да заклучиме дека губењето на податоците при геоелектричното моделирање е многу мало односно сите геолошки средини кои се опфатени во геолошкиот профил се регистрирани при геоелектричното моделирање. При корелација на двата профила можеме да заклучиме дека геолошката структура со геоелектричниот модел е моделирана низ 4 мерни точки долж профилната линија. Како резултат на тоа геоелектричниот модел е попрецизен и го моделира истражниот простор со повеќе податоци во однос на геолошкиот профил.



**Слика 5. Геоелектричен модел за истражниот простор**  
**Figure 5. Geo-electrical model of the investigated area**

### Заклучок

Примената и ефикасноста на геоелектричното сондирање зависи од градбата на теренот, наслоеноста на рудното тело, теренските услови и најбитно специфичниот електричен отпор на средините. Доколку условите дозволуваат успешна примена на методата истата е од голема практичност при определување на делумно испитани и обемни површини. Методата на сондирање се користи исклучиво во комбинација

со истражни картирани дупнатини. Податоците кои се добиваат при моделирањето со геоелектрично сондирање ги надополнуваат податоците добиени од картираните дупнатини и овие испитувања можат значително да го намалат бројот на неопходни дупнатини, со што и драстично да ги намалат трошоците при геолошко моделирање на испитуваната средина. Во зависност од потребите методата на геоелектрично сондирање може да се применува самостојно или за поголема ефикасност во комбинација со други геофизички методи.

### **Користена литература**

- [1]. Делипетров Т., Основи на геофизика, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје, 2003
- [2]. Šandor Slimak (1996) Inženjerska geofizika
- [3]. J.J.Jakosky (1960) Geofizička Istraživanja
- [4]. Prem V.Sharma (2004) Environmental and engineering geophysics