



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 5
No 5

Година V
Volume V

Ноември 2011
November 2011

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY

За издавачот:

Проф. д-р Зоран Панов

Издавачки совет

Проф. д-р Саша Митрев
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
Доц. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Кимет Фетаху
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

Editorial board

Prof. Saša Mitrev, 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
Ass. 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
Доц. 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
Ass. 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

Печати

„Европа 92“ - Кочани

Printing

„Evropa 92“ - Kocani

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

ГЕОЕЛЕКТРИЧНИ МЕРЕЊА СО TERRAMETER SAS 1000**Благица Донева¹, Радмила Каранакова Стефановска¹****Апстракт**

Во трудот е презентирана теоријата на која се темели мерењето на специфичен електричен отпор со помош на инструментот за геоелектрични мерења Terrameter SAS 1000. Методата на специфичен електричен отпор овозможува добивање на квантитативни електрични податоци со што се пресметува просечната отпорност на подземниот простор. Мерењето со инструментот се состои во пропуштање на измерена струја низ теренот кој се истражува и следење на падот на потенцијалот на струјата или некоја друга вредност која е поврзана со тој струен ток.

Клучни зборови: *сондирање, специфичен електричен отпор, распоред, електроди.*

**GEOELECTRICAL MEASUREMENTS WITH
TERRAMETER SAS 1000****Blagica Doneva¹, Radmila Karanakova Stefanovska¹****Abstract**

The paper presents the theory about the measurements of the specific electrical resistivity with the instrument for geoelectrical measurements Terrameter SAS 1000. The method of specific electric resistivity allows to get quantitative electrical data with which is estimated average resistivity of the underground area. Measuring with the instrument consists of conducting current through the investigation field and monitoring the falling of the potential of electricity or any other size that is associated with the electrical flow.

Key words: *sounding, specific electric resistivity, array, electrodes.*

¹) Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип
Faculty of natural and technical sciences, Goce Delcev University, Stip

Вовед

Геоелектричните испитувања претставуваат една од основните дисциплини во применетата геофизика. Голема примена имаат во инженерската геологија и хидрологија, но значајно се застапени во рударството при истражување на разни минерални сировини и градежен материјал, во геотехниката за дефинирање на разни состојби и својства на работните средини, но и во останатите гранки на инженерството.

Примената на геоелектричните методи е овозможена од сознанието дека минералите кои ја сочинуваат геолошката формација поседуваат различни електрични својства. Покрај тоа, некои геолошки тела кога ќе се најдат во одредени природни услови можат да предизвикаат електрично поле. Различниот состав и геолошката градба на теренот и различните природни процеси во земјата предизвикуваат електрични аномалии кои се манифестираат и на површината на теренот. Со регистрирање на тие електрични аномалии (на површината на теренот или во подземните објекти) може да се одреди геолошката градба во внатрешноста и да се дефинираат состојбата и својствата на формацијата.

Систем Terrameter SAS 1000

Системот Terrameter SAS се состои од основна единица од SAS4000 или SAS1000 (слика 1) кои можат да бидат дополнети со ABEM MULTIMAC и ABEM LUND електродни системи и ABEM SAS LOG 200/300 единици за јадровање.

SAS значи сигнал за просечен систем-метод со кој отчитувањата се вршат автоматски, а резултатите се претвораат во просечни. Резултатите на SAS се поверодостојни од резултатите што се добиваат со моно системи.

SAS1000 може да се користи за мерење на отпорност, за индуцирана поларизација и за мерење на сопствен потенцијал.

Применливоста на различната отпорност и IP методите потпомогнати од SAS 1000 се дадени во табела 1.

Системот Terrameter SAS може да работи на три начина: мерење на отпорност, индуцирана поларизација и сопствен потенцијал.

Во модот за мерење на отпорноста, тој сочинува мерач со батерија и длабоко пенетрирање и аутпут кој е доволен за електрично електродно издвојување од 2000 m во добри услови. Издвојување на колото и програмирање издвојува напон на правата струја, сопствен потенцијал и звук од сигналот што доаѓа. Соодносот меѓу напонот и струјата (V/I) автоматски се пресметува и прикажува во дигитална форма во $k\Omega$, Ω или $m\Omega$. Доколку постои низа на податоци, очигледната отпорност може да се прикаже на екранот. На тој начин вкупниот домен се движи од 0.05 $m\Omega$ до 1999 $k\Omega$.

Корисна особина на Terrameter SAS 4000/1000 е способноста да мери во четири канали истовремено. Ова значи дека отпорноста и мерењата на IP како мерења на напонот можат да се вршат четири пати побрзо. Електрично изолираниот предавател испраќа добро одредени и регулирани сигнали со јачина од 1000 mA и напон до 400 V (ограничено од излезна струја 100W). Приемникот прави разлика меѓу шум и мери напони кои се поврзани со емитираниот сигнал (мод за мерење на отпорноста и мод IP), а исто така мери некорелирани потенцијали на правата струја со исто правење на разлика и отфрлање на шумот (мод за мерење на напон). Микропроцесорот ги набљудува и контрлира операциите и ги пресметува резултатите.

Во геофизички мерења, Terrameter SAS 4000/1000 дозволува природните или индуцираните сигнали да се мерат при крајно ниски нивоа со одлично навлегување и мала потрошувачка на енергија. Освен тоа, тој може да се користи за различно работи каде е потребно јасно разделување сигнал / шум.

Тој може да се користи да се одредува отпорноста на почвата при електрични центри и долж електрични водови и дури да се користи како Ом метар. Јачината на Terrameter SAS 4000/1000 е негова способност - благодарение на модот на индуцирана поларизација - да прави разлика меѓу геолошките формации со иста отпорност, на пример глина и вода.

Некои од спецификациите карактеристични за Terrameter SAS 4000/1000 се:

- резолуција 25 μV (теориска, при 1 сек. интеграциско време);
- бит ток A/D конверзија;
- три автоматски домени на мерење (± 250 mV, ± 10 V и ± 400 V);
- динамички домен од 144 dB при 1 сек. интеграциско време, 162 dB при 8 сек. време на интеграција;
- прецизност и точност подобра од 1% преку целиот температурен домен;
- вграден PC компатибилен микрокомпјутер.

Основни принципи за мерење на отпорот

SAS 4000/1000 мери различни параметри кои го карактеризираат тлото: отпор, индуцирана поларизација и сопствен потенцијал.

Електричниот отпор е различен кај различни геолошки материјали и главно зависи од варијациите во содржината на водата и растворените јони во неа. Истражувања за отпорот може да се употребат за да се одредат зони со различни електрични својства, што пак може да се земе како основа за различни геолошки слоеви. Отпорот, исто така, се

вика специфична отпорност, што е спротивно на спроводливоста или специфичната спроводливост.

Најчестите минерали кои ја образуваат почвата и карпите имаат многу висок отпор во суви услови и отпорот на почвите и карпите нормално е функција на количеството на вода во порите и фрактурите. Степенот на врската помеѓу шуплините исто така е од значење. Затоа, отпорот на некоја почва или карпа може многу да варира, како што е покажано на слика 2. Сепак, варирањето може да е ограничено во рамките на одредена геолошка површина и варијациите во отпорот во некоја почва или вид на карпа ќе рефлектира варијации во физичките својства.

Количеството на вода во некој материјал зависи од порозноста, која е поделена на примарна и секундарна порозност. Примарната порозност се состои од пори помеѓу минералните честички и се јавува во почви и седиментни карпи. Секундарната порозност се состои од фрактурни и зони на ветрење и е најважна порозност во кристалните карпи, како што се гранит и гнајс. Секундарната порозност може да е значајна кај некои седиментни карпи, како што е варовник. Дури и ако порозноста е мала, електричната спроводливост којашто се одвива во пори исполнети со вода може драстично да го намали отпорот на материјалот. Степенот на заситеноста на водата ќе влијае на отпорот и отпорот над нивото на подземната вода ќе биде повисока од онаа под, ако материјалот е ист. Затоа, методата може да се употреби за изнаоѓање на длабочината на подземната вода во материјалите каде што постои јасен простор на подземна вода.

Отпорот на водата во порите е одреден од концентрацијата на јоните во растворот, типот на јоните и температурата. Даден е домен на отпор на различни типови на вода во табела 2.

Присуството на минерали на глина многу влијае на отпорот на седиментите и изветрената карпа. Минералите на глина се сметаат за електрично проводливи честички кои може да апсорбираат и ослободуваат јони и молекули на вода на својата површина преку процес на размена на јони.

При мерење на отпорот на почвата се врши пренос на контролирана струја (I) помеѓу две електроди што се ставени во почвата, додека се мери потенцијалот (U) помеѓу две други електроди. Права струја (DC) или наизменична струја (AC) со ниска фреквенција се користи и методата често пати се нарекува *DC - отпор*. Отпорноста (R) се пресметува со Омовиот закон.

Во хомогена почва привидниот отпор ќе биде еднаков на вистинскиот отпор, но нормално ќе биде спој на сите слоеви кои го сочинуваат. Така, геометриски коригираното количество се нарекува *привиден отпор* (ρ_a).

На слика 3 се прикажани примери на различни колинсари конфигурации на електроди во употреба: Венеров (α, β, γ), Шлумбергеров, дипол-дипол и пол-пол. Може да се забележи дека Венеровата конфигурација е посебен случај каде што четирите електроди се еднакво поставени на растојание a . За Шлумбергеровиот низ односот I/L ќе варира за време на нормално мерење, а на сличен начин фанторот n ќе варира во мерење дипол-дипол. Различните конфигурации на електродите даваат предност и негативности споредени една со друга од аспект на логистика и резолуција и изборот обично е размер меѓу овие фактори. Покрај тоа, принципот на реципроцитет вели дека потенцијалните и струјните електроди може да си ги заменат местата без да влијаат на квантитетот што се мери. Во некои примени тој може да е предност и го користи принципот на реципроцитет од логистички причини или за проценка на точноста на мерењето.

Заклучок

Terrameter SAS 1000 е современ инструмент за широк спектар на геоелектрични истражувања. Пред секое теренско мерење прво се вршат подготовки. Се прегледува постоечката документација за поранешни истражувања на теренот (топографски карти, геолошки карти, воздушни снимки, извештаи и др.) и се проверува дали мерењето на отпорот е добар метод. Ако е така, се избираат можни линии на профилот и локации на сондите.

Се разгледува областа што се мери за да се избере најдобар ред за профил/сонда. Се прегледува целата должина на планираната линија за да се провери дали одбраните линии се практични.

Успешно спроведената проспекција на теренот и анализата на претходните сознанија се основен услов за добро проектирани истражувања што е предуслов за дефинирање на реален модел на истражуваниот простор.

Литература

- Делипетров Т. (2003). *Основи на геофизика*, РГФ, Штип.
Прирачник за користење на Terrameter SAS 1000.
Слимак Ш. (1996). *Инжењерска геофизика*, РГФ, Белград.

Табела 1 - Применливост на Terrameter SAS 1000. SP = сопствен потенцијал, VES = вертикално електрично сондирање, IP = индуцирана поларизација.

Table 1 - Application of Terrameter SAS 1000. SP = self potential, VES = vertical electric sounding, IP = induced polarisation

Предмет на истражување	SP	VES	Снимање	IP
Археолошки локалитети			X	
Вдлабнатини под површината			X	
Глини, тресет и почва	X		X	
Сигурносни брани и пропуштање	X		(X)	
Пукнатини во карпи			X	
Пукнатински зони во карпи			X	
Подземни води во кристални карпи			X	
Подземни води во седиментни области		X		
Разлика подземна вода/глина				X
Протоци на подземни води	X			
Руди во области со цврсти карпи	X		X	X
Преоптоварена дебелина		X		
Загадување на подземни води и на почви			X	
Солени води			X	X

Табела 2 - Електричен отпор на некои типови на природни води

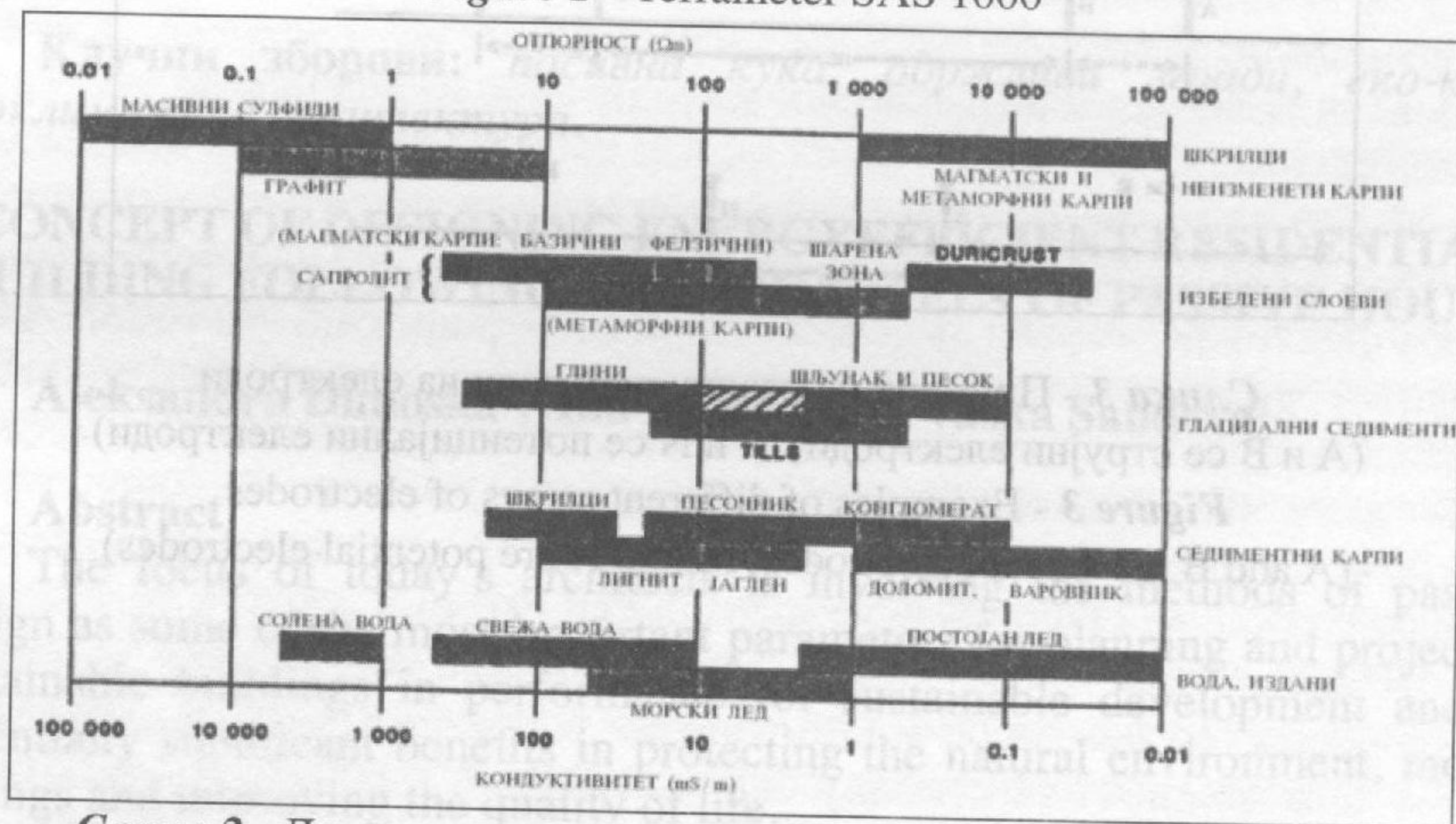
Table 2 - Electrical resistance of some natural waters

Тип на вода	Отпорност [Ωm]
Таложје	30 - 1000
Површинска вода, во области со магматска карпа	30 - 500
Површинска вода, во области со седиментна карпа	10 - 100
Подземна вода, во области со магматска карпа	30 - 150
Подземна вода, во област со седиментна карпа	>1
Морска вода	≈ 0.2
Вода за пиење (max. содржина на сол 0.25 %)	>1.8
Вода за наводнување и техничка вода (max. содржина на сол 0.25 %)	>0.65



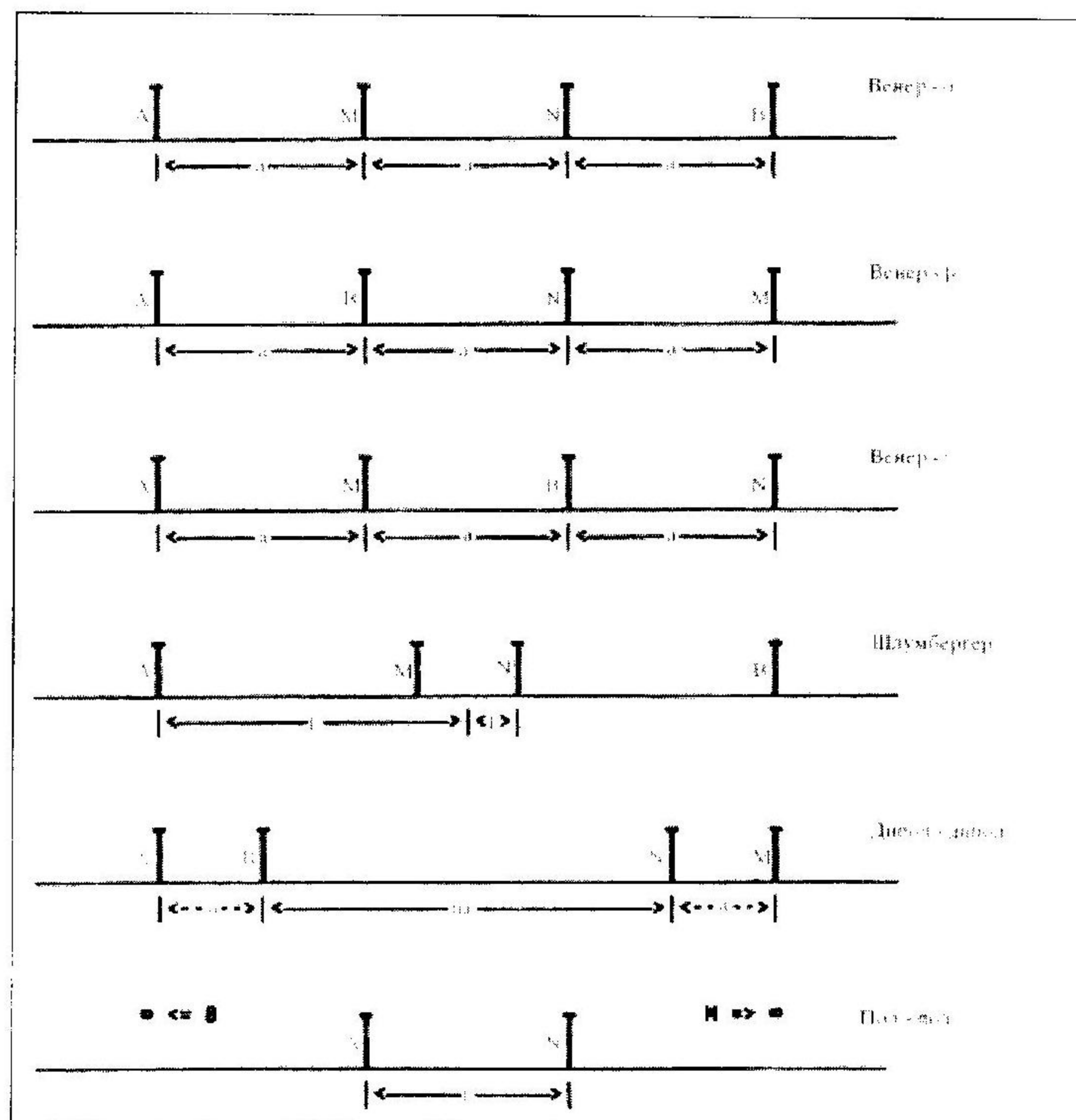
Слика 1 - Terrameter SAS 1000

Figure 1 - Terrameter SAS 1000



Слика 2 - Домени на електричен отпор на геолошки материјали

Figure 2 - Domains of the electrical resistance of geological materials



Слика 3 - Примери на различни низови на електроди
(A и B се струјни електроди, M и N се потенцијални електроди)
Figure 3 - Examples of different arrays of electrodes
(A and B are current electrodes, M and N are potential electrodes)