

Identification of the Groundwater Aquifer by Geophysical (Electrical Survey) Methods on the Example of Gudauri Area and Degree of its Hydrogeological Study

¹George I. Melikadze, ¹Nodar D. Varamashvili, ²Nana Sh. Khundadze, ²Tamar J. Razmadze-Brokishvili, ¹Nino A. Kapanadze, ¹Aleksandre Sh. Tchankvetadze, ¹Tornike G. Tchikadze

¹Iv. Javakhishvili Tbilisi State University. The M. Nodia Institute of Geophysics. melikadze@gmail.com

²Georgian Technical University. n.khundadze@gtu.ge; t_razmadze@gtu.ge

ABSTRACT

Gudauri is a mountain ski resort in Georgia in Kazbegi Municipality, at 2196 m asl on the southern slope of the Central Caucasian ridge, 120 km from Tbilisi. As the number of infrastructural facilities and visitors increases in the resort area, the existing water supply systems need additional water outputs to ensure a stable water supply of Gudauri in winter season. This is why, United Water Supply Company of the Ministry of Regional Development and Infrastructure of Georgia starts to build the drinking water and sewerage systems in Gudauri Settlement. The works envisage the construction of the drinking water and sewerage infrastructure of modern standards in Gudauri and nearby villages. Under the Project, within the scope of "Agreement on Hydrogeological Exploration" between Georgian Branch of China Nuclear Industry 23 Construction Co. Ltd. and Georgian Geophysical Society Ltd., from December of 2020 through May of 2021, a group of scientists accomplished the geophysical and hydrogeological surveys on the territory of Gudauri to identify the areas of interest in terms of groundwater extraction.

Keywords: electrical survey, vertical electrical sounding (VES), hydrogeology, testing.

1. Introduction

The specific goal of the studies was to identify and isolate the ground aquifers in the study area in Gudauri. The studies aimed to describe the volcanic rocks of different resistance and, finally, to identify the areas of concern in view of groundwater extraction.

In order to study the underground structures, the geophysical surveys were accomplished with vertical electrical sounding (VES) method by using the following geophysical tools: Canadian SARIS and Italian Earth Resistivity Meter 16GL-N. The studies were based accomplished according to the standard vertical electrical sounding (VES) methods [1,2].

2. Data and methods

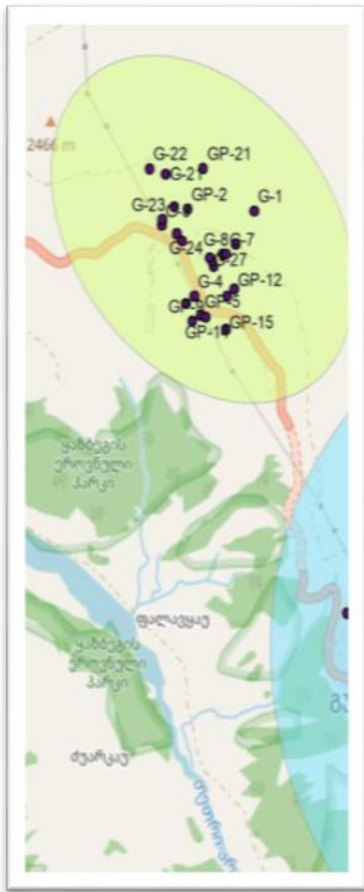
In the course of the initial surveys, one of the prospective sites was selected on the territory of Gudauri, the "The Panorama District", to conduct the detailed survey. New 24 VES profiles were provided. Following the complex terrain, the lengths of the profiles varied from 500 to 1000 m.

During the field works, for each "VES station", ground resistance was measured along the profile steps of 15 m, 30 m, etc. The field data were calculated by considering the resistances of different layers and their bedding depths using IXID and IPI2WIN softwares.

Then, the boreholes were drilled and the logging surveys and pumping works were accomplished on the alternative locations. The groundwater level was measured at the depth of 87.3 m during the geophysical surveys of borehole #1. Most likely, the aquifer at this depth has several layers. The test results and calculated hydrodynamic parameters are discussed in the present article.

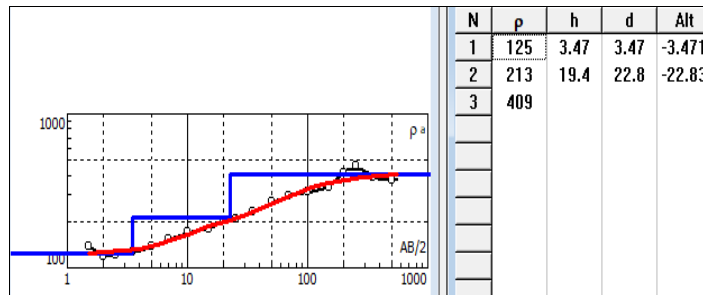
3. Results and discussion

Based on the data of 24 VES points of observation, the possible bedding depth and the strength of the underground water were calculated (Fig. 1,2).

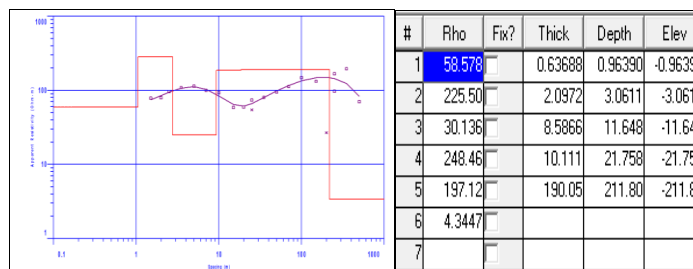


Gudauri Panorama

Below are the graphs of resistance distribution for „G-21” and „GP-2” VES points of observation as an example.



G-21



GP-2

Fig. 1. Location of “VES” profiles

Fig. 2. Profiles VES G-21 and GP-2

Fig. 3 shows the location of the VES points of observation of the auriferous and ‘dry’ layers.

As per the methodology, it is possible to connect short VES profiles and count the data to make long profiles. Fifteen lateral and longitudinal profiles were plotted (Fig. 4). Their lengths vary from 500 to 1000 m. The average distance between the profiles is 250-500 m. A geo-electric section and resistance distribution image are gained along each profile (Fig. 5).

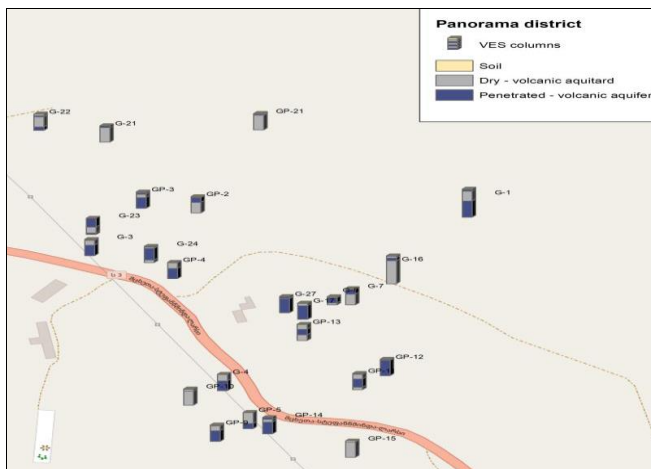


Fig.3. Locations of water-bearing and ‘dry’ VES curves in “Panorama District”

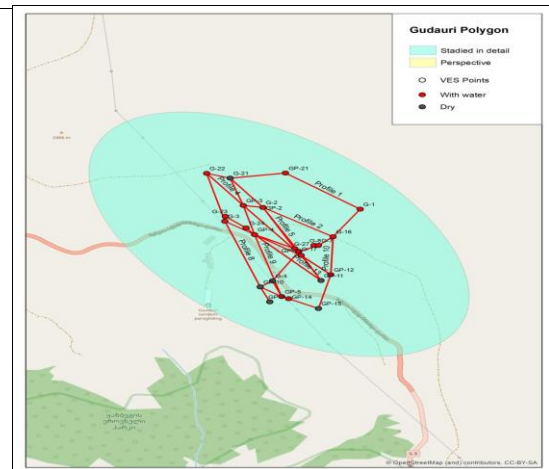


Fig. 4. Plan of location of connected profiles

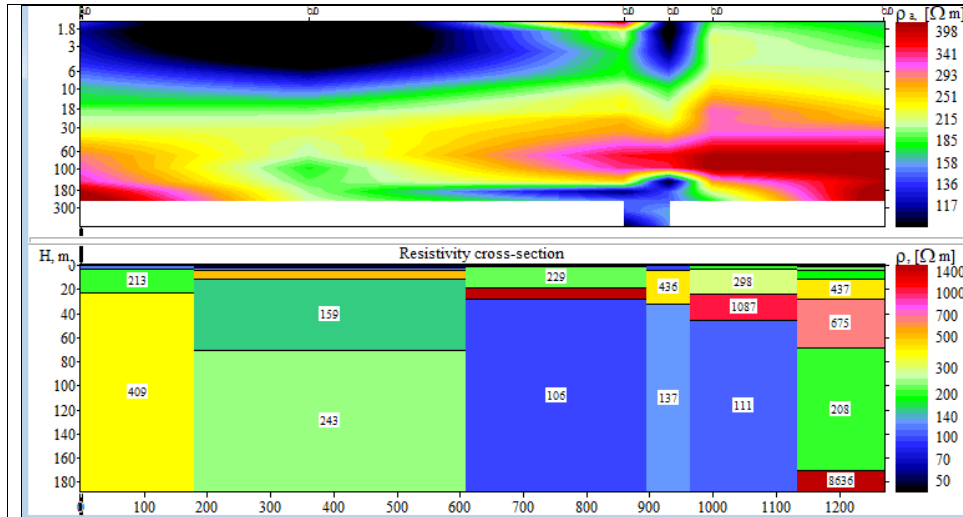


Fig.5. Profile #15 VES Nos. G-21; GP-2; G-27; G-17; GP-13; GP-11

By counting the values of resistance, the types of soil and water-bearing capacities were determined (Table 2).

Table 2. Values of profile resistance and lithology

ID	Lithology	From	To	Strength	X	Y	Z
GP-2	Soil	0	0.75	0.75	456386	4704937	2288
	Water-resistant sand-loamy soil	0.75	4.31	3.56			
	Water-bearing sand-loamy soil	4.31	24.7	20.39			
	Water-resistant sand-loamy soil	24.7	146	121.3			
	Water-bearing sand-loamy soil	146	344	198			

By using the obtained results and “Starter” software, the comparative geological sections were plotted along the geophysical profiles (Fig. 6) to describe the location of the water-bearing horizon in the study area.

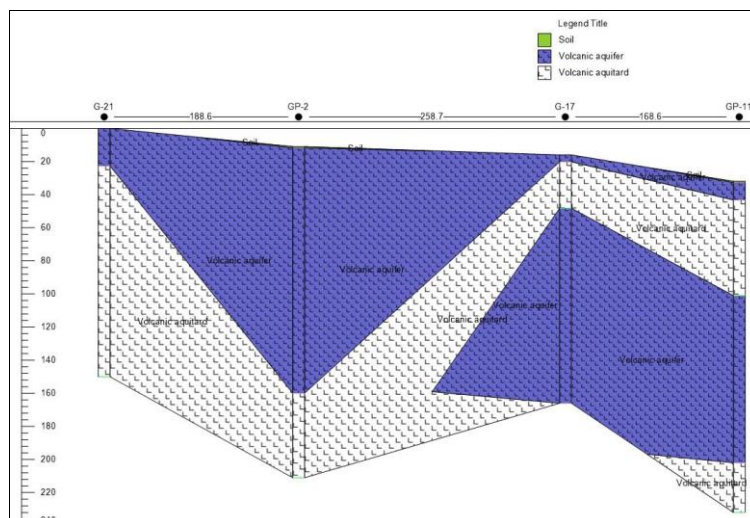


Fig. 6. Profile #5

As the data of profile #5 (which incorporates short profiles G-21; GP-2; G-17; GP-11) suggest, there are two aquifers identified: the former, which is the surface water-bearing layer, is found at the depth of 0-20 m, all along the section from the surface, and another underground water-bearing layer is fixed at the depth of 150 m (under point GP-2), varying between 30 and 150 m (for G-17) and 17 and 170 m (for GP-11).

Total of 11 such profiles were plotted. Based on the obtained results, by using “Voxler-4” software, a 3D model of the study area was developed that established that the aquifers are mostly common in the “lowland” areas built with old alluvial, delluvial and proluvial layers and covered with a lava layer.

Following the obtained results, two underground water-bearing horizons may be identified: the former is developed in the fissure zones of lava layers at the depth of 2-10 m and the latter is developed in the lava strata of breccias and alluvial-delluvial deposits. Its strength varies between 40 and 60 m. Following the available studies, the perspective areas were identified where the boreholes may be drilled (VES observation points GP-5; GP-14; GP-15; GP-16. Fig. 7).

4. Conclusion

Recommendations given following the exploration and geophysical studies. For the full exposure of the aquifer and study of the hydrodynamic parameters, the boreholes (approximately 200-meter-deep) are to be drilled in the strongest “perspective” sites of the study area.

References

- [1] Vertical electrical sounding, practical course “The Basics of Geophysical Methods” for geological students, Moscow, 2007, p. 31.
- [2] Kirsch R. Croudwater Geophysics. Springer Berlin Heidelberg, New-York, ISBN 10 3-540-29383-3, 2006, p. 494.
- [3] Razmadze-Brokishvili T., Varamashvili N., Melikadze G., Chikadze T., Kajaia G. Investigate Depth of Water Table and Thickness of Aquifer Using Geophysical (Electrometric) Methods, the Case in the Sachkhere Municipality. Transactions of Mikheil Nodia Institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, vol. LXXII, 2020.

მიწისქვეშა წყალშემცველი ჰორიზონტის გამოყოფა გეოფიზიკური (ელექტროდიების) მეთოდით გუდაურის ტერიტორიის მაგალითზე და მისი ჰიდროგეოლოგიური შესწავლილობა

გ. მელიქაძე, ნ. ვარამაშვილი, ნ. ხუნდაძე, თ. რაზმაძე-ბროკიშვილი,
ნ. კაპანაძე, ა. ჭანკვეტაძე, თ. ჭიკაძე

რეზიუმე

დაბა გუდაური წარმოადგენს სამთო სათხილამურო კურორტს საქართველოში. მდებარეობს ყაზბეგის მუნიციპალიტეტში, ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე, თბილისიდან 120 კმ-ში და ზღვის დონიდან 2196 მ. სიმაღლეზე. საკურორტო ზონაში მზარდი ინფრასტრუქტურული ობიექტებისა და დამსვენებლების გამო არსებული წყალმომარაგების სისტემები დამატებითი წყლის დებიტის შქმნას საჭიროებს, რათა ზამთრის სეზონზე გუდაურის სტაბილური წყალმომარაგება უზრუნველყოს. ამიტომ, რეგიონული განვითარებისა და ინფრა-

სტრუქტურის სამინისტროს გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანია, დაბა გუდაურში, იწყებს სასმელი წყლისა და კანალიზაციის სისტემების მშენებლობას. სამუშაოები ითვალისწინებს გუდაურსა და მიმდებარე სოფლებში თანამედროვე სტანდარტების შესაბამისი სასმელი წყლისა და კანალიზაციის ინფრასტრუქტურის მოწყობას. პროექტის ფარგლებში, შპს „ჩინურ ბირთვული ინდუსტრიის 23 საკონსტრუქტორო ბირო“-ს საქართველოს ფილიალსა და შპს „საქართველოს გეოფიზიკური ასოციაცია“ - ს შორის არსებული „ჰიდროგეოლოგიური შესწავლის განხორციელებაზე შეთანხმების“ ფარგლებში, მეცნიერთა ჯგუფმა 2020 წლის დეკემბრიდან 2021 წლის მაისის ჩათვლით, გუდაურის ტერიტორიაზე, ჩაატარა გეოფიზიკური და ჰიდროგეოლოგიური კვლევები რათა გამოვლენილიყო ის უბნები, რომლებიც საინტერესოა მიწისქვეშა წყლების მოპოვების თვალსაზრისით.

Выявление водоносного горизонта подземных вод геофизическими (электроразведочными) методами на примере района Гудаури и его гидрогеологическое изучение

Г.И. Меликадзе, Н.Д. Варамашвили, Н.Ш. Хундадзе, Т.Дж. Размадзе-Брокишвили, Н.А. Капанадзе, А.Ш. Чанкветадзе, Т.Г. Чикадзе

Резюме

Гудаури - горнолыжный курорт в Грузии. Он расположен в муниципалитете Казбеги, на южном склоне Центрального Кавказа, в 120 км от Тбилиси и на высоте 2196 м над уровнем моря. По мере увеличения количества инфраструктурных объектов и посетителей в курортной зоне существующие системы водоснабжения нуждаются в дополнительных расходах воды для обеспечения стабильного водоснабжения Гудаури в зимний период. Поэтому Объединенная компания водоснабжения Министерства регионального развития и инфраструктуры Грузии приступает к строительству систем питьевого водоснабжения и канализации в поселке Гудаури. Работы предусматривают строительство современной инфраструктуры питьевой воды и канализации в Гудаури и близлежащих селах. В рамках проекта, в рамках «Соглашения о гидрогеологических исследованиях» между Грузинским филиалом China Nuclear Industry 23 Construction Co. Ltd. и Грузинским геофизическим обществом Ltd., с декабря 2020 года по май 2021 года группа ученых выполнила геофизические исследования и гидрогеологические изыскания на территории Гудаури для выявления территорий, представляющих интерес с точки зрения добычи подземных вод.