

# ყაჩაღიანის უბნის ისტორიული მადაროს გეოლოგიური და საინჟინრო-გეოლოგიური მიმოხილვა

ა. თვალჭრელიძე და ო. ქუცნაშვილი

## ოქროს ისტორიიდან

არსებული ინფორმაციით<sup>1</sup>, ოქრო მოიპოვებოდა უკვე 7000 წლის წინ თანამედროვე ბულგარეთის ტერიტორიაზე ვარნას ტბის მახლობლად, მაგრამ მეცნიერულად დამტკიცებული ქვიშრობი ოქროს გამუნამუშევრები დასტურდება ეგვიპტეში (3600 BC). ამავედროულად, დიდ ბრიტანეთში, ვინდზორის მახლობლად ნაპოვნია 4400 წლის ქალის სამარხი ოქროს სამკაულებით, რომელიც უძველეს არტეფაქტს წარმოადგენს<sup>2</sup>.

ანტიკურ ხანაში ოქრო ქვიშრობი საბადოებიდან მოიპოვებოდა, როცა ოქროსშემცველი ქვიშები ცხვრის ტყავზე ირეცხებოდა და მხოლოდ რომაელებმა შემოიღეს საცერი, როგორც ოქროს მოპოვების ძირითადი ტექნოლოგია<sup>3</sup>. ამ პერიოდიდან იწყება ოქროს ძარღვული საბადოების გადამუშავება და გრავიტაციული გამდიდრება.

ეს სიტუაცია არ შეცვლილა 1557 წლამდე და მსოფლიოში მუშავდებოდა ან ოქროსშემცველი ქვიშრობები ან კიდევ კვარცის ძარღვები ხილოლი ოქროთი.

1557 წელს ესპანელმა კონკისტადორმა ბართოლომე დე მედინამ გამოიგონა ოქროსა და ვერცხლის კასრებში ამალგამირების ტექნოლოგია<sup>4</sup>. უმაღლეს ეს ტექნოლოგია დაინერგა ევროპაშიც, სადაც თანამედროვე ჩეხეთის, სლოვაკეთის (ბანსკა სჩიავენცა), გერმანიისა და საფრანგეთის ტერიტორიებზე დაიწყო ოქროს მოპოვება კოლჩედანური და პოლიმეტალური ძარღვული საბადოებიდან<sup>5</sup>. მაგრამ ამ შემთხვევაში ხორციელდებოდა ან მხოლოდ ოქროს, ან კიდევ ფერადი ლითონების ექსტრაქცია, ვინაიდან ფლოტაციის მეთოდოლოგიის შემოღებამდე XX საუკუნის 30-იან წლებში მადნების კომპლექსური გადამუშავება შეუძლებელი იყო.

<sup>1</sup> A. Gopher, T. Tsuk, S. Shalev, and R. Gophna. Earliest gold artifacts in the Levant. Chicago IL, University of Chicago Press.; S. La Niece. Gold. Cambridge MA, Harvard University Press, 2009; The history of gold. Washington, DC, National Mining Association, 2009.

<sup>2</sup> Four-thousand year old gold-adorned skeleton found near Windsor.

<http://www.independent.co.uk/news/science/archaeology/fourthousand-year-old-goldadorned-skeleton-found-near-windsor-8581819.html>

<sup>3</sup> L.C. Duncan. Roman deep-vein mining. [http://www.unc.edu/~duncan/personal/roman\\_mining/deep-vein\\_mining.htm#Introduction](http://www.unc.edu/~duncan/personal/roman_mining/deep-vein_mining.htm#Introduction).

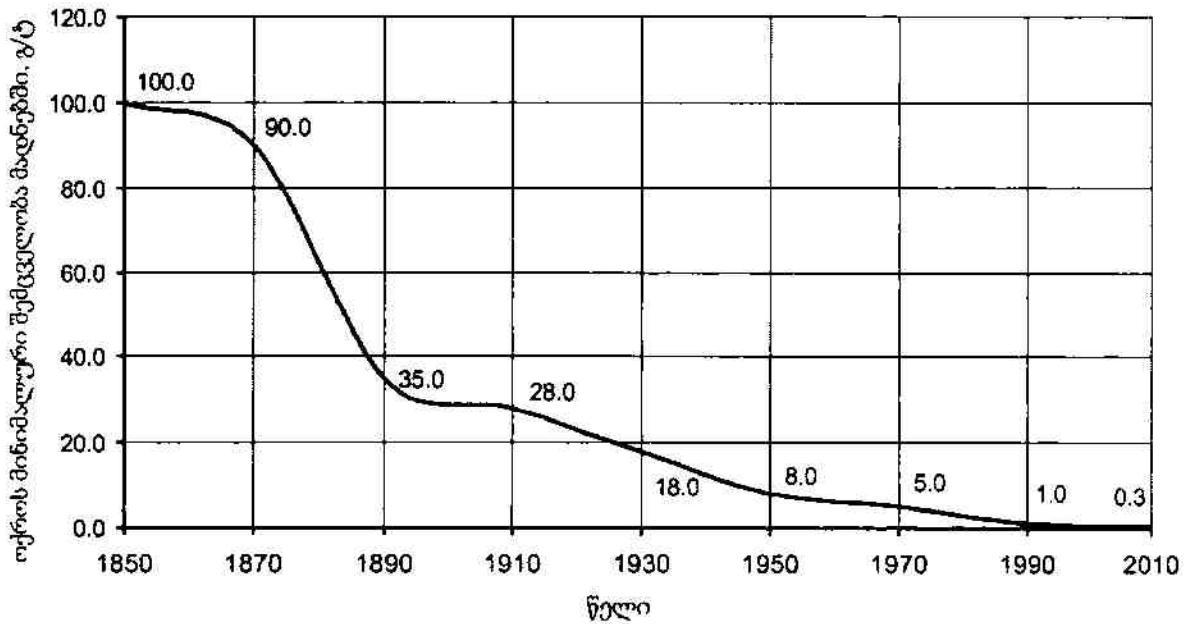
<sup>4</sup> Амальгамация.

<http://ru.wikisource.org/wiki/%D0%AD%D0%A1%D0%91%D0%95/%D0%90%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B3%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F>.

<sup>5</sup> Mineral deposits of the World. Ores, industrial minerals and rocks. Ed. M. Vaněček. Elsevier Press, Amsterdam – London – New York – Tokyo.1994; P. Antreiter, G. Goldenberg, K. Hanke et al. (eds). Mining in European history: and its impact on on environment and human societies. Proceedings of the 1<sup>st</sup> Mining in European History – Conference. Innsbruck, Universität Innsbruck, 2009.

1843 წელს პეტრე ბაგრატიონმა ჩაატარა მინერალებიდან ნატრიუმის ციანიდის საშუალებით ოქროს ექსტრაქციის პირველი ცდები, მაგრამ ოქროს მისაღებად ციანირების ტექნოლოგია პირველად შეიმუშავა გლაზგოში ჯონ სტიუარდ მაკარტურმა 1887 წელს<sup>6</sup>. ამის შემდეგ ციანირება გახდა ოქროს წარმოების ძირითადი ტექნოლოგია, რომელიც გამოიყენება როგორც ქარხნული, ასევე გროვული გამოტუტვის ტექნოლოგიებში.

აქედან გამომდინარე, 1880 წლამდე ოქროს მინიმალური სამრეწველო შემცველობა მსოფლიოში არსებულ მადაროებში საკმაოდ მაღალი იყო<sup>7</sup> და საშუალოდ 90-100 გ/ტ შეადგენდა. ციანირების მეთოდის შემოღების შემდეგ იგი 35 გ/ტ-მდე შემცირდა, ხოლო მინიმალური სამრეწველო შემცველობის შემდგომი კლება ჯერ ფლოტაციის, ხოლო შემდეგ გროვული გამოტუტვის ტექნოლოგიების დანერგვას უკავშირდება. დღეს საქართველოსა და მსოფლიოში ოქროს მინიმალური სამრეწველო შემცველობა დაახლოებით 0.3 გ/ტ შეადგენს<sup>8</sup> (ნახ. 1).



ნახაზი 1: ოქროს მინიმალური ისტორიული სამრეწველო შემცველობა მსოფლიოში

ამრიგად, აბსოლუტურად წარმოუდგენელია ადრეულ ბრინჯაოს ხანაში ოქროს მოპოვება ყაჩაღიანის უბანზე, სადაც ძიებითი სამუშაოებით მტკიცდება ოქროს

<sup>6</sup> F. Habashi, Principles of Extractive Metallurgy, Volume 1. General Principles, Gordon & Breach, New York - London - Paris, 1969.

<sup>7</sup> А.Г. Твалчрелидзе. Полезные ископаемые и минеральная ресурсная база Грузии. Изд-во Руды и Металлы, М., 2006.

<sup>8</sup> А.Г. Твалчрелидзе. Ibid.

შემცველობა 2.5 - 3.0 გ/ტ. ამაზე სხვა ფაქტებიც მოწმობს, რომლებსაც ქვემოთ განვიხილავთ.

### **ყაჩაღიანის უბნის ზოგადი გეოლოგიური თავისებურებანი და ისტორიული მალარო**

ყაჩაღიანის უბანი შეადგენს საყდრისის კომპლექსური ოქრო-სპილენძის საბადოს ყველაზე მდიდარ ნაწილს. თავის მხრივ, საყდრისის საბადო მიეკუთვნება ტიპურ ეპითერმულ მაღალი სულფიდაციის პოსტულკანურ გამადნებას. ასეთი ტიპის მადნები მსოფლიო ოქროს მარაგების 12.2% მოიცავს და გავრცელებულია, ძირითადად, ახალგაზრდა ვულკანურ სარტყელებში<sup>9</sup>. ასეთი საბადოების წარმოქმნის პირობები და გეოლოგიური აგებულების თავისებურებანი საქართველოში კარგად არის შესწავლილი<sup>10</sup>.

საყდრისის საბადოს მარაგები სახელმწიფო ბალანსზეა აყვანილი და შეიცავს 75600 ათ.ტ. მადანს, 19800 კგ ოქროს საშუალო შემცველობით 1.9 გ/ტ; 22 ტონა ვერცხლს საშუალო შემცველობით 3 გ/ტ და 78 ათ. ტ სპილენძს საშუალო შემცველობით 1.03%<sup>11</sup>. ამასთან, ოქროსა და სპილენძის მადნების სივრცობრივი განაწილება არ ემთხვევა ერთმანეთს და თუ ოქრო უკავშირდება მეორად კვარციტებს (ე.წ. Veggie Silica ტიპი<sup>12</sup>), სპილენძის გამადნება აშკარად ძარღვულია და გავრცელებულია კვარც-სერიციტ-ქლორიტულ მეტასომატურ ქანებში რღვევების გასწვრივ<sup>13</sup>. ყაჩაღიანის უბანზე ამ ორი ტიპის მადნების სივრცობრივი განაწილება, ძიებითი სამუშაოების საფუძველზე, ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე.

მოყვანილ სქემატურ რუკაზე აშკარად ჩანს, რომ:

1. ოქროსშემცველი კვარციტები ქმნიან მასიურ სხეულს, რომელსაც აქვს ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართება;
2. სპილენძისშემცველი ძარღვული ზონა, რომელიც გამოყოფილია სამრეწველო დასინჯვის საფუძველზე, აშკარად ქმნის იზოლირებულ სუბგანედური მიმართების მადნიან სხეულს, რომელიც უკავშირდება მეორეხარისხოვან რღვევით ზონას;

<sup>9</sup> A.G. Tvalchrelidze. Economics of commodities and commodity markets. Nova Science Publishers, Inc., New York, 2011.

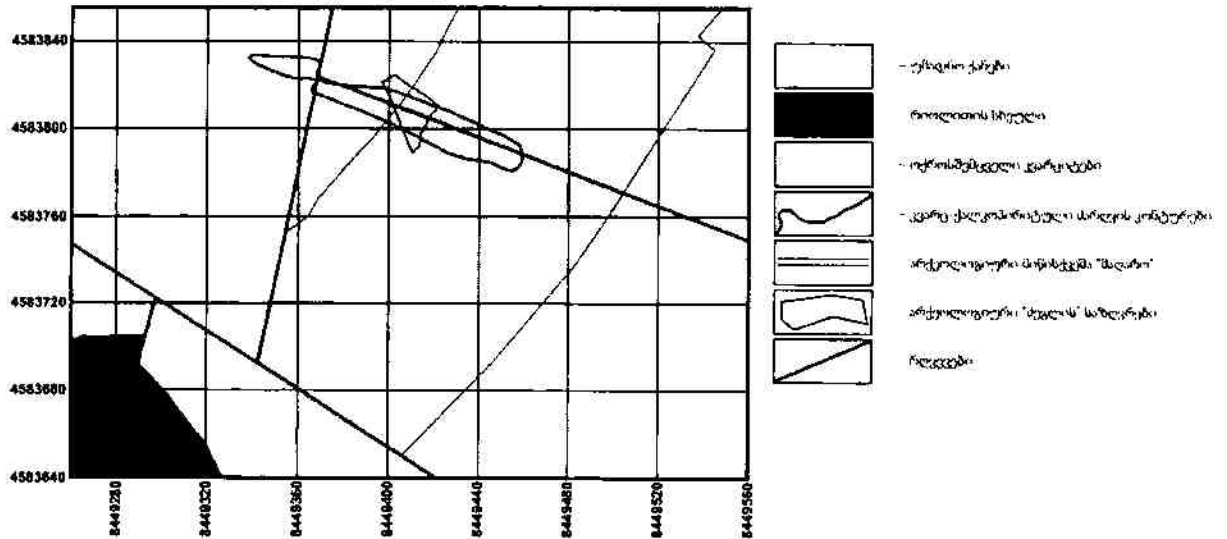
<sup>10</sup> В.Г. Гогишвили, В.Д. Гуниава, И.П. Ратман, Т.Ш. Гогишвили. Постэоценовое рудообразование в Закавказье (Сомхито-Карабахская и Гагра-Джавская зоны). Изв. АН СССР. Сер. геол., 1976, № 11; А.Г. Твалчрелидзе. Геохимические условия образования колчеданных месторождений. Изд-во Недра, М., 1987; S.A. Kekeliya, A.G. Tvalchrelidze, V.Z. Yaroshevich. The geological and physicochemical conditions of formation of massive-sulfide-barite-base metal deposits. International Geology Review, 1984, vol. 26 და სხვ.

<sup>11</sup> А.Г. Твалчрелидзе. Ibid.

<sup>12</sup> A.G. Tvalchrelidze. Ibid.

<sup>13</sup> S.A. Kekeliya, A.G. Tvalchrelidze, V.Z. Yaroshevich. Ibid.

3. არქეოლოგიური ძეგლი მთლიანად და სახელდობრ ისტორიული სამთო გამონამუშევარი უკავშირდება სწორედ ამ სპილენძის მადნიან სხეულს და არა ოქროსშემცველ კვარციტებს.



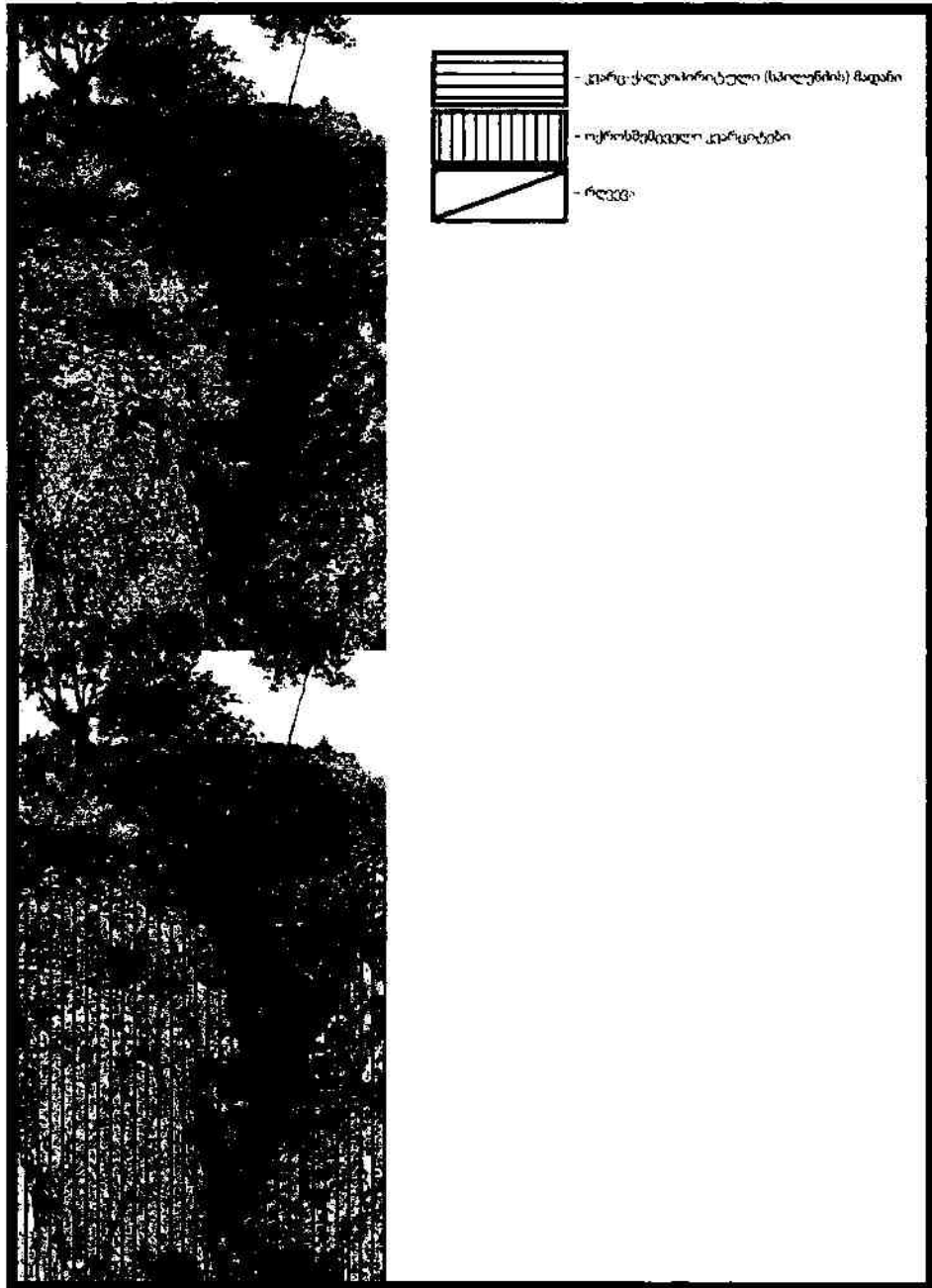
ნახაზი 2: ოქროსშემცველი კვარციტებისა და სპილენძის მადნების სივრცობრივი განაწილება საყდრისის საბადოს ყაჩალიანის უბანზე

სხვათა შორის, ეს ტენდენცია, ანუ ის ფაქტი, რომ ძველი მიწისქვეშა გამონამუშევრები სნაიპერული სიზუსტით მიყვება სპილენძის მარღვს, მშვენიერად ჩანს ფოტოსურათზე. ნახ. 3 შეიცავს როგორც სახელდობრ ფოტოდოკუმენტს (ზედა ნაწილი), ასევე მის გეოლოგიურ ინტერპრეტაციას (ქვედა ნაწილი).

ამ ფაქტებს კიდევ ერთი გარემოება უნდა დავუმატოთ.

კვარციტის სიმკვრივე 2680 კგ/მ<sup>3</sup>-ს შეადგენს, ხოლო ქვიშაქვის, რომლისგანაც დამზადებულია პრეისტორიული ქვასანაყის არტეფაქტები – 2250 კგ/მ<sup>3</sup>-ს<sup>14</sup>. ამიტომ ამ სანაყებით კვარციტების გადამუშავება ყოვლად შეუძლებელი იყო. შესაძლებელია გადამუშავებულიყო მხოლოდ რღვევაში დამსხვრეული და დაქანებული სპილენძისშემცველი მარღვი, რომლის სიმკვრივე 500 კგ/მ<sup>3</sup>-ს არ აღემატება და რომელიც ოქროს, ძიების მონაცემებით, საერთოდ არ შეიცავს.

<sup>14</sup> H. Blatt, R. Tracy, B. Owens. Petrology: igneous, sedimentary, and metamorphic. W.H. Freeman Press, New York, 2005.

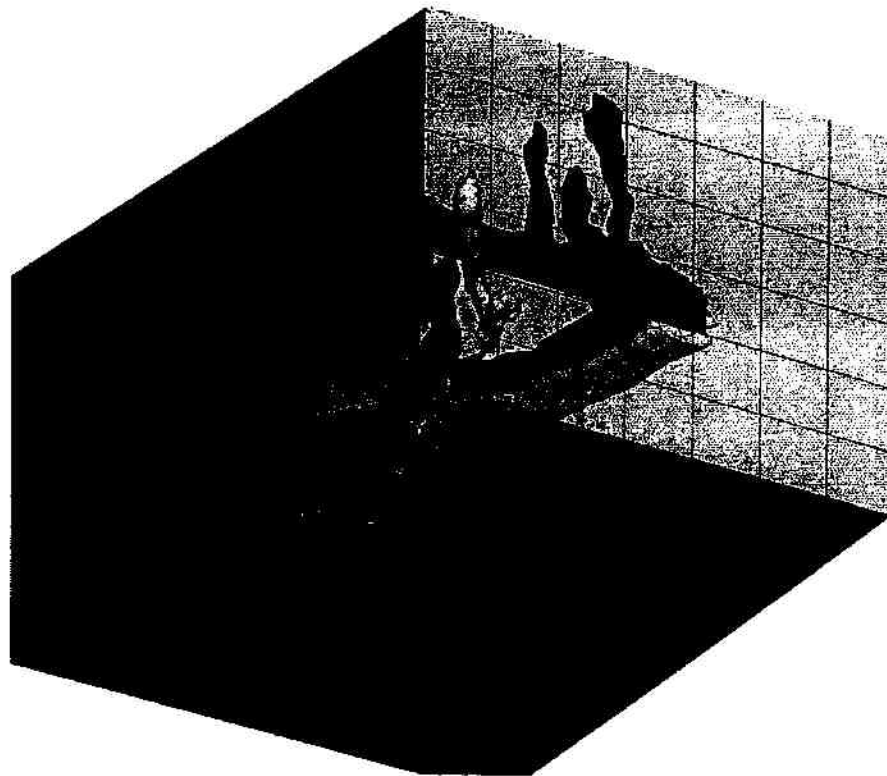


ნახაზი 3: სქემატურ გეოლოგიურ რუკაზე ნაჩვენები ისტორიული სამთო გამონამუშევარი და მისი გეოლოგიური დახასიათება

ეს ყოველივე კი ცალსახად იმას მოწმობს, რომ:

1. არქეოლოგიური ძეგლი „საყდრისის უძველესი ოქროს მადარო“ სინამდვილეში ასეთს არ წარმოადგენს, არამედ არის ჩვეულებრივი ადრე ბრინჯაოს ხანის სპილენძის მომპოვებელი მადარო, რომელიც მრავლად არის გავრცელებული საქართველოს ტერიტორიაზე<sup>15</sup>; საბადოზე მისი 30-წლიანი ძიებისა და შესწავლის პროცესში თვალით ხილული ოქრო არავის არ უნახია;
2. ეს მნიშვნელოვნად ამცირებს ამ „ძეგლის“ ისტორიულ და არქეოლოგიურ მნიშვნელობას;
3. გარდა ამისა, ძეგლი ხელმიუწვდომელია დათვალიერებისთვის, როგორც ამას ცალსახად მოწმობს მადაროს სამგანზომილებიანი მოდელი (ნახ. 4).

მეტიც, მადაროში უსაფრთხო მუშაობისა და მისი დათვალიერების სერიოზული პრობლემები არსებობს, რომლებსაც ჩვენ შემდეგ პარაგრაფში განვიხილავთ.



ნახაზი 4: საყდრისის არქეოლოგიური მადაროს სამგანზომილებიანი მოდელი<sup>16</sup>

<sup>15</sup> I. Gambaschidze, A. Hauptmann, R. Slotta und Ü. Yalçın (eds.) Georgien Schätze aus dem Land des Goldenen Vlies. Bohum, 2001.

<sup>16</sup> ირ. ღამბაშიძე, ტ. შტოლნერი, გ. მინდიაშვილი, გ. გოგოჭური, ა. ჰაუპტმანი, გ. შტეფენსი. საყდრისის არქეოლოგიური ექსპედიციის 2007 წლის მუშაობის ანგარიში. ხელნაწერი.

## საინჟინრო-გეოლოგიური შეფასება

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის ძირითად მიზანს შეადგენდა ე.წ. კულტურის უძრავი ძეგლის „საყდრისის უძველესი ოქროს მადაროს“ (შემდგომში ძეგლის) გეოლოგიური გარემოს ფიზიკური მდგომარეობის შესწავლა და ამ უბანზე გამოვლენილი ძველი სამთო გამონამუშევრების მდგრადობის და მათში ადამიანის შესვლის უსაფრთხოების შეფასება. ამის გარდა, საჭირო იყო პასუხი გაგვეცა კიდევ რამდენიმე კითხვაზე, კერძოდ:

1. ძეგლის სამთო გამონამუშევრების ფიზიკურ ბუნებრივ მდგომარეობაზე ხელოვნური ფაქტორების ზეგავლენა და მათი მდგრადობისათვის საჭირო ღონისძიებები;
2. არქეოლოგიური უსაფრთხოების საკითხი;
3. ძეგლის ტურისტული პოტენციალის შეფასება.

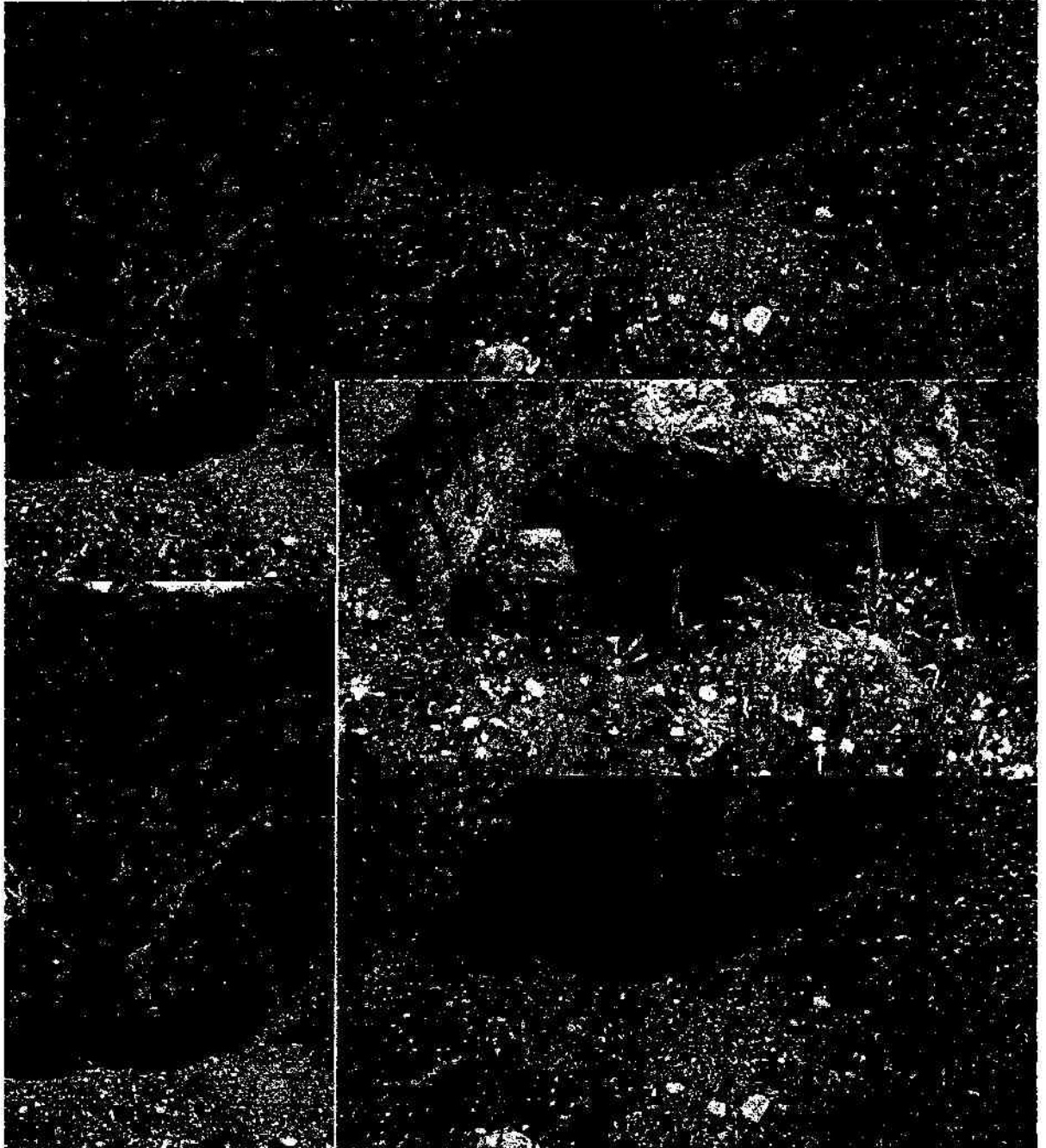
„საყდრისის უძველესი ოქროს მადაროს“ მდებარეობს მდ. მაშავერას ხეობიდან რამდენიმე ასულ მეტრში და განლაგებულია მორფოლოგიურად წაკვეთილი კონუსის ფორმის ბორცვზე. ბორცვის გეოლოგიურ აგებულებაში ძირითადად მონაწილეობენ კვარციტები, იშვიათად ტუფები და ბრექჩიები, რომლებიც ზემოდან გადაფარულია თხელი (0.5-1.5 მ-დან 3-5 მ-მდე) დელუვიური და ელევიური თიხნარიანი და ფხვიერ-ნატეხოვანი წარმონაქმნებით. კვარციტებიანი მასივი ძლიერ დანაწევრებულია სხვადასხვა სიგანის და სიღრმის ტექტონიკური და ეგზოგენური ნაპრალებით. ნაპრალოთა სიგანე 0.2-0.5 სმ-დან რამდენიმე ათეულ სმ-მდე იცვლება. ნაპრალიანობის ხარისხი და მასივის ღარულობა განსაკუთრებით მაღალია ზედაპირიდან 20-30 მ-ის სიღრმეზე. შესაბამისად, იცვლება ქანების ნაპრალიანობით გამოწვეული ბლოკურობაც, რომელთა საშუალო ზომა მერყეობს ძალიან დიდ დიაპაზონში 10-15 სმ-დან 350-500 სმ-მდე. ზოგ ადგილას ღია გახსნილი ნაპრალები შევსებულია გამოფიტული მსხვილნატეხოვანი თიხნარის შემცველი ქანით.

ძველი სამთო გამონამუშევრები ძირითადად გაყვანილია ტექტონიკურ რღვევებსა და შედარებით ძლიერნაპრალოვან, ზოგან მსხვილნატეხოვან ბრექჩიის მაგვარ ქანებში. ამიტომ ამ გამონამუშევრების კედლები აგებულია ბლოკური, არამდგრადი ქანებით, რის გამოც ასეთი ადგილები დღეისათვის გამაგრებულია სხვადასხვა სიგრძის და დიამეტრიც ხის სამაგრით. ეს ყველაფერი მიუთითებს იმაზე, რომ ამ გამონამუშევრებში ადამიანის ან ცხოველის შესვლა მათი უსაფრთხოებიდან გამომდინარე ყოვლად დაუშვებელია (ნახ. 5).

ძეგლის გარემომცველი გეოლოგიური გარემოს ფიზიკური მდგომარეობა და მისი ამგები ქანების თვისებები მუდმივი ცვლილებების რეჟიმშია მათზე ბუნებრივი და ხელოვნური ფაქტორების ზეგავლენის გამო. ფიზიკური ფაქტორებიდან ძეგლის მდგრადობის შესუსტებაზე მუდმივად მოქმედებს:

- ატმოსფერული პროცესების ცვალებადობით გამოწვეული ქანების ფიზიკური და ქიმიური გამოფიტვა;
- მიწის ქერქში მიმდინარე სეისმური მოვლენები;

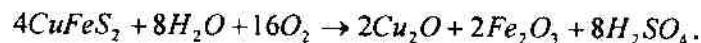
- გრავიტაციული ძალები და მათგან გამოწვეული მოვლენები.



ნახაზი 5: კუსტარულად დამაგრებული შადაროს სურათების კოლაჟი

ხელოვნური ფაქტორებიდან ძველის სამთო გამონამუშევრების მდგრადობაზე უარყოფით გავლენას ახდენს საყდრისის ოქროს საბადოს სხვა უბნებზე მიმდინარე ბურღვა-აფეთქებითი სამთო სამუშაოები. შედარებით ნაკლები, მაგრამ ძველზე გარკვეული ზეგავლენა შეუძლია იქონიოს მძიმე სამშენებლო ტექნიკის და სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობამ განსახილველი ობიექტის მიმდებარედ არსებულ გზებზე. ზემოაღნიშნული ფიზიკური და ხელოვნური ფაქტორების ზემოქმედების უარყოფითი შედეგები მკაფიოდ ფიქსირდება როგორც ძველ სამთო გამონამუშევრებში, ასევე გასული საუკუნის 80-იან წლებში ამ უბანზე გაყვანილ შტოლნაშიც. აქ ყველგან კედლებსა და თაღში ქანები ძლიერ დანაპრალიანებულია და ალაგ-ალაგ შეიმჩნევა ქვაცვენებიც. გაზრდილი ნაპრალიანობის გამო შტოლნის ცენტრალურ ნაწილში ფიქსირდება ბორცვიდან ინფილტრირებული წყლების გავლენით წარმოქმნილი ე.წ. ილუვიალური თიხნარების მცირე დანაგროვები (რამდენიმე სმ სისქის და 3-4 მ<sup>2</sup> ფართის). ასეთ სუსტ ფიზიკურ მდგომარეობაში მყოფი გეოლოგიური გარემო უაღრესად მგრძობიარეა სეისმური ბიძგების და გრავიტაციული ძალების მიმართ და აქედან გამომდინარე სამთო გამონამუშევრების მთლიანობისა და მდგრადობის შენარჩუნება შეუძლებელია მათი რკინაბეტონით ან მეტალის სამაგრი კონსტრუქციებით გამაგრების გარეშე. ასეთი ხელოვნური ჩარევა კი ძველს, ცხადია, მთლიანად დაუკარგავს ბუნებრივ სახეს.

გარდა ამისა, არსებობს სერიოზული ეკოლოგიური რისკი, ვინაიდან აქტიური დაქანგვის ზონაში მოხვედრილი წყალში უხსნადი სულფიდები წყალთან და ჟანგბადთან ურთიერთობით განიცდიან აქტიურ რეაქციას წყალში ხსნადი ოქსიდებისა და გოგირდმჟავის წარმოქმნით:



ამიტომ, გადახსნილი მადნები აუცილებლად მთლიანად მოპოვებულ უნდა იქნას ეკოლოგიური უსაფრთხოების ყველა ნორმის გათვალისწინებით.

ამ რეალობებიდან გამომდინარე, „საქართველოს შრომის კოდექსისა“ და „კანონის ტექნიკური საფრთხის კონტროლის შესახებ“ მიხედვით, მადაროში მუშაობა შესაძლებელია მხოლოდ კედლების სრული და უწყვეტი კაპიტალური გამაგრების შემდეგ, რაც მთლიანად დააკნინებს ძველის ისტორიულ, სამეცნიერო და ესთეტიკურ ღირებულებას.

### ძირითადი დასკვნები

1. არქეოლოგიური ძეგლი „საყდრისის უძველესი ოქროს მადარო“ სინამდვილეში ასეთს არ წარმოადგენს, არამედ ის ჩვეულებრივი სპილენძის ბრინჯაოს ხანის მადაროა, რომლებიც მრავლად არის გამოვლენილი და დაფიქსირებული საქართველოში;
2. ზემოხსენებული მნიშვნელოვნად ამცირებს „ძველის“ სამეცნიერო, კულტურულ და ისტორიულ მნიშვნელობას;

3. მდაროს კვეთის გათვალისწინებით, აგრეთვე უსაფრთხოების მოთხოვნებიდან გამომდინარე „მეგლი“ ხელმიუწვდომელია დათვალიერებისთვის;
4. საინჟინრო-გეოლოგიური თვალსაზრისით, მდარო მდებარეობს მყიფე და არამდგრად ქანებში, რის გამოც არსებული ნორმატივების შესაბამისად მდაროში ყოფნა და მუშაობა დასაშვებია მხოლოდ კედლების სრული და უწყვეტი კაპიტალური გამაგრების შემდეგ, რაც მთლიანად დააკნინებს მეგლის ისტორიულ, სამეცნიერო და ესთეტიკურ ღირებულებას;
5. ეკოლოგიური უსაფრთხოების ნორმატივებიდან გამომდინარე, იმის გათვალისწინებით, რომ „მეგლი“ მოხვედრილია აქტიური დაჟანგვის ზონაში, მისი პირვანდელი სახით დატოვება არ შეიძლება;
6. არსებობს იმის მაღალი ალბათობა, რომ საყდრისის საბადოს სხვა ნაწილებში მოპოვებითი სამუშაოების შედეგად მეგლი მთლიანად განადგურდება;
7. მეგლის სამეცნიერო და ესთეტიკური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი ფრაგმენტების დასაცავად და ისტორიული მემკვიდრეობის შესანარჩუნებლად აუცილებელია მეგლის ნაწილის გადატანა უსაფრხო ადგილას, სადაც მის დასათვალიერებლად და სამეცნიერო კვლევების ჩასატარებლად უნდა შეიქმნას შესაბამისი პირობები.



ალექსანდრე თვალჭრელიძე,  
გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორი,  
საქართველოს საბუნებისმეტყველო აკადემიის აკადემიკოსი



ომარ ქუცნაშვილი,  
გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორი,  
საქართველოს საბუნებისმეტყველო აკადემიის აკადემიკოსი

თბილისი, 2013 წლის 12 ივნისი