

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი



საბაკალავრო ნაშრომი თემაზე:

საყდრისის საბადოს ყაჩაღიანის უბნის სტრუქტურა და გენეზისი
(ბოლნისის მადნიანი რაიონი)

გუგა სადრაძე

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი,
გეოლოგიის დეპარტამენტი

ხელმძღვანელები: გეოლოგიურ-მინერალოგიურ მეცნიერებათა
დოქტორი პროფესორი შოთა ადამია;

ასოცირებული პროფესორი კარლო აქიმიძე

თბილისი 2017

სარჩევი

1	ანოტაცია	3
2	კავკასიის და მომიჯნე ტერიტორიების გეოლოგიური და ტექტონიკური ევოლუცია: <ul style="list-style-type: none">• შესავალი• გეოლოგიური პროვინციები და ძირითადი ტექტონიკური ერთეულები	5 5 6
3	ბოლნისის მადნიანი რაიონის გეოლოგია	8
4	მეტალოგენია	11
5	საყდრისის საბადოს გეოლოგიური აგებულება	12
6	ყაჩაღიანის უბნის სტრუქტურა და გენეზისი	14
7	დასკვნები	29
8	გამოყენებული ლიტერატურის სია	30

ანოტაცია

საბაკალავრო ნაშრომის საყდრისის საბადოს ყაჩაღიანის უბნის სტრუქტურა და გენეზისი (ბოლნისის მადნიანი ველი) საკვლევ ამოცანებს წარმოადგენს საყდრისის საბადოს ყაჩაღიანის უბნის მადანშემცავი ვულკანოგენურ-დანალექი ფორმაციის სტრუქტურის, შედგენილობის და ქანების ტექსტურული თავისებურებების დახასიათება; გამადნების გენეზისის საკითხების დაზუსტება.

ნაშრომი შედგება შესავლის, 5 თავის, 2 ქვეთავის, დასკვნის და ციტირებული ლიტერატურის სიისაგან.

ნაშრომში მოცემულია როგორც საყდრისის საბადოს ყაჩაღიანის უბნის ასევე მთლიანად ბოლნისის მადნიანი რაიონის გეოლოგიური, ტექტონიკური და მეტალოგენიური პოზიცია.

გეოლოგიური აგეგმვის საფუძველზე მოცემულია ყაჩაღიანის უბნის მაშავერას წყების რიოდაციტური მადანშემცავი (დედა ქანები, host rocks) ფორმაციის სტრუქტურული აგებულება და ვულკანოგენურ-დანალექი ფაციესების დახასიათება.

ოქრო-პოლიმეტალური ეპიგენეტიური ყაჩაღიანის საბადოს ფარგლებში იდენტიფიცირებულია ჰიდროთერმალური *insitu* ბრეჩიები, როგორც ძირითადი მადანშემცავი ქანები. დადგენილია, რომ ბრეჩირების გამომწვევი პროცესები მჭიდროდ არისდაკავშირებული ჰიდროთერმულ მინერალიზაციასთან, კერძოდ კი ძვირფასი მეტალების გამოლექვასთან.

განხილულია ჰიდროთერმალური ბრეჩიის წარმოშობის ჰიდრაულიკური მოდელი.

ჰიდროთერმული ბრეჩიების იდენტიფიკაცია მიჩნეულია მნიშვნელოვან საძიებო კრიტერიუმად ყაჩაღიანის საბადოს და ბოლნისის რაიონის მადანშემცავი ქანების ძებნა-ძიებისთვის.

საბაკალავრო ნაშრომში ასევე ყურადღება გამახვილდა გეოლოგიურ სამეცნიერო ლიტერატურაში ტერმინის „მეორადი კვარციტი“ არასწორად გამოყენებას. საბაკალავრო ნაშრომის ავტორი ეთანხმება ჰიდროთერმულად გაკვარცებული (გაკაჟებული)წარმონაქმნების აღმნიშვნელ დაზუსტებულ ტერმინად „ჰიდროთერმული სილიციტის“ გამოყენებას.

Annotation

The research goals of the presented bachelor's degree thesis: "The structure and genesis of Kachagiani mining site of the Sakdrisi deposit (Bolnisi ore field)" are the specification of structure, composition and textural features of hosting Kachagiani mining site (Sakdrisi deposit) volcanogenic-sedimentary rocks' formations with following clarification of the deposit genesis issues.

The bachelor's thesis comprises 5 chapters and 2 subchapters, summary and list of references.

In the thesis is discussed geological, tectonic and metallogenic setting of Kachagiani mining site of the Sakdrisi deposit along with the entire Bolnisi ore field.

The structure of the Kachagiani mining site ore hosting rhyodacite Mashavera suite and volcanogenic sedimentary facies characteristics are presented on the basis of geological mapping.

Within the gold-polimetallic epigenetic Kachagiani deposit hydrothermal *in situ* breccias have been distinguished as the principle ore hosting rock units. It has been detected, that brecciation events are tightly linked to hydrothermal mineralization and to precious metals precipitation in particular.

The hydraulic model of hydrothermal breccia formation is discussed. Hydrothermal breccias are considered as an important exploration criteria in prospecting the Kachagiani deposit and Bolnisi district ore hostrocks.

In the thesis is emphasized the misuse of the term „secondary quartzite” in geological scientific publications. The bachelor's thesis author accepts using the specified term “hydrothermal silicate” for hydrothermally silicified rocks.

კავკასიის და მომიჯნე ტერიტორიების გეოლოგიური და ტექტონიკური ევოლუცია

შესავალი

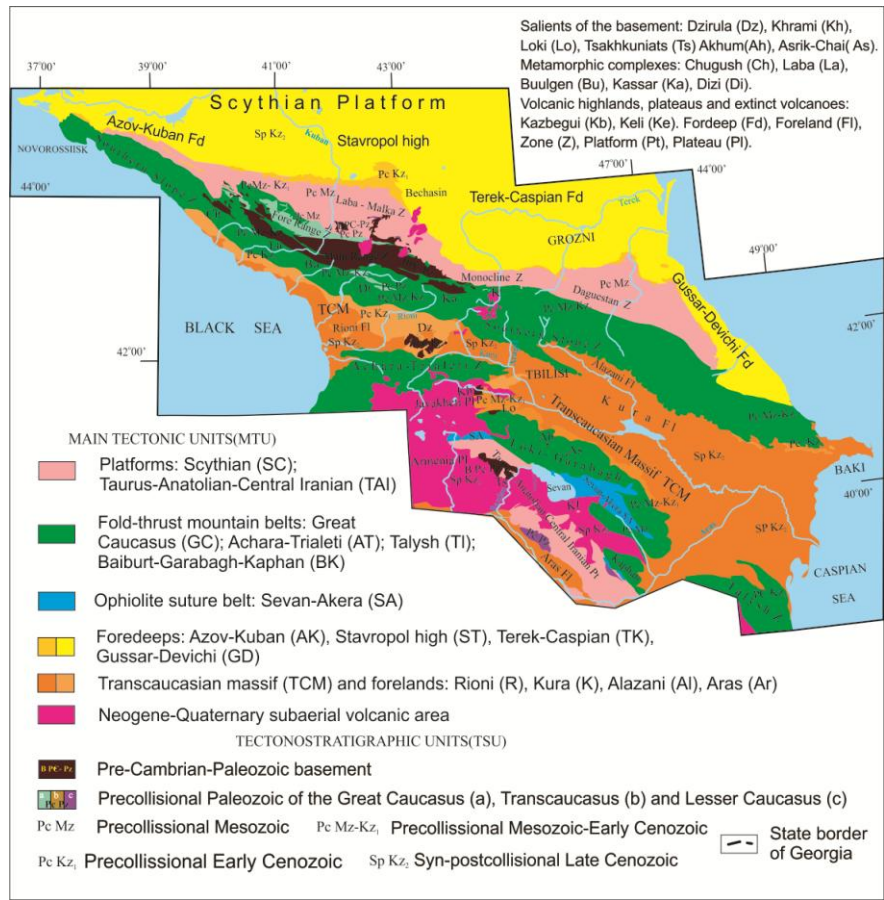
კავკასიის რეგიონი, განლაგებული შავი და კასპიის ზღვებს შორის (სურ. 1), წარმოადგენს ვრცელი კოლიზიური ზონის ნაწილს, რომლის ტექტონიკის და გეოლოგიური განვითარების ისტორია განპირობებულია ევრაზიის და აფრიკა-არაბეთის ლითოსფერული ფილების დღემდე მიმდინარე კონვერგენციით. ნეოპროტეროზოურის, პალეოზოურის, მეზოზოურის და ადრე კაინოზოურის განმავლობაში რეგიონი წარმოადგენდა ოკეანე ტეთის (პროტოტეთისი, პალეოტეთისი, ნეოტეთისი) თავისი ევრაზიული და გონდვანური (აფრიკა-არაბეთი) კიდეებით. ოკეანის კონტინენტთან კონვერგენციის ზონაში არსებობდნენ კუნძულთა რკალების, შიდა რკალური რიფტების და რკალსუკანა აუზების სისტემები, რაც იყო დამახასიათებელი კავკასიის კოლიზიამდელი განვითარების გვიან პროტეროზოური-ადრეკაინოზოური სტადიებისთვის. გვიანალპური ტექტონიკური ციკლის სინკოლიზიურ (ოლიგოცენი – შუა მიოცენი) და პოსტკოლიზიურ (გვიან მიოცენი – მეოთხეული) ეტაპებზე მოხდა რელიეფის ინვერსია – ყოფილი რკალსუკანა აუზების ადგილზე წარმოიშვა კავკასიონის და მცირე კავკასიონის ნაოჭა-რღვევითი სისტემები და მათ შორის განლაგებული ამიერკავკასიის მთათაშუადაბლობი, რომელმაც დაიკავა ამიერკავკასიის უდრეკიბლოკების ადგილი (მიკროკონტინენტები და კუნძულთარკალები). ნორმული ზღვიური აუზების ადგილზე გაჩნდა ევქსინური ტიპის ნახევრადჩაკეტილი აუზები (პარატეთისი), ხოლო შემდგომში, გვიან მიოცენში (~9-მლნ.წ.) – ინტრაკონტინენტური აუზები ხმელეთის და სანაპირო ზოლის ნალექდაგროვების პირობებით.



სურათი 1. კავკასიის ფიზიკური რუკა

გეოლოგიური პროვინციები და ძირითადი ტექტონიკური ერთეულები

კავკასიის თანამედროვე სტრუქტურაში ცნობილია მსხვილი ტექტონიკური ერთეულები წარმოდგენილი უდრეკი, პლატფორმული (სუბპლატფორმული და კვაზიპლატფორმული) და ნაოჭა-რღვევითი წარმონაქმნებით (სურ. 2). მათ შორის გამოიყოფა (ჩრდილოეთიდან სამხრეთით): სკვითურიახალგაზრდა პლატფორმა (კავკასიისწინეთი); კავკასიონის ნაოჭა-რღვევითი მთიანი სარტყელი წინაქედის, მთავარი ქედის და სამხრეთი ფერდის ზონებით; ამიერკავკასიის მთათაშუა დაბლობი (საქართველოს ბელტი) დადებულძირითადად უდრეკ პლატფორმულ ერთეულებზე; აჭარა-თრიალეთის და თალიშის ნაოჭა-რღვევითი მთიანი სარტყელები; ართვინ-ბოლნისის უდრეკი პლატფორმულიმასივი; ლოქი(ბაიბურთი)-გარაბახი-კაფანის ნაოჭა-რღვევითი მთიანი სარტყელი; მცირე კავკასიონის ოფიოლითური ნაკერი;თავრი-ანატოლია-ირანის პლატფორმის მცირე კავკასიონის სეგმენტი (დარალაგეზი ან სამხრეთი სომხეთის ბლოკი) და კავკასიის კიდურა სამხრეთ ნაწილში -არასის (არაქსის) მთათაშუა დაბლობი. ყველაზე ახალგაზრდა სტრუქტურული ერთეული აგებულია სომხეთის, გარაბახის (აზერბაიჯანი) და ჯავახეთის ზეგნების ნეოგენ-მეოთხეული კონტინენტური ვულკანური წარმონაქმნებით და ჩამქრალი ვულკანების ცალკეული ცენტრებით: იალბუზის და ჩეგემის - რუსეთის ფედერაცია,ყელისდა მყინვარწვერის (ყაზბეგი) - საქართველოში (სურ. 2).



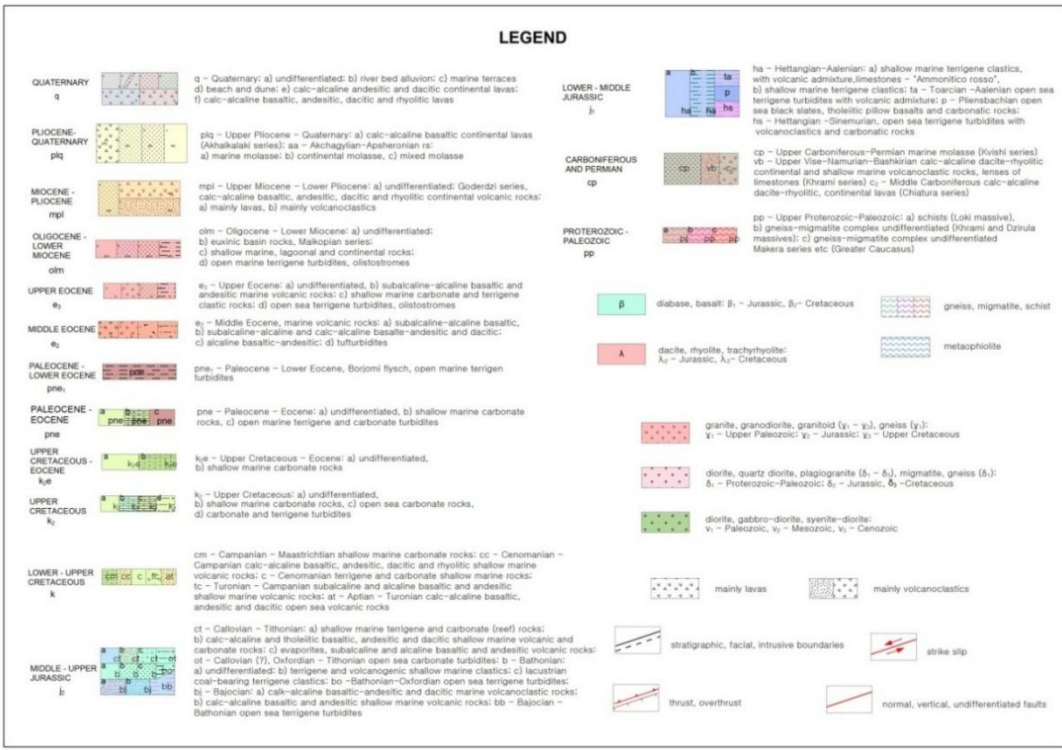
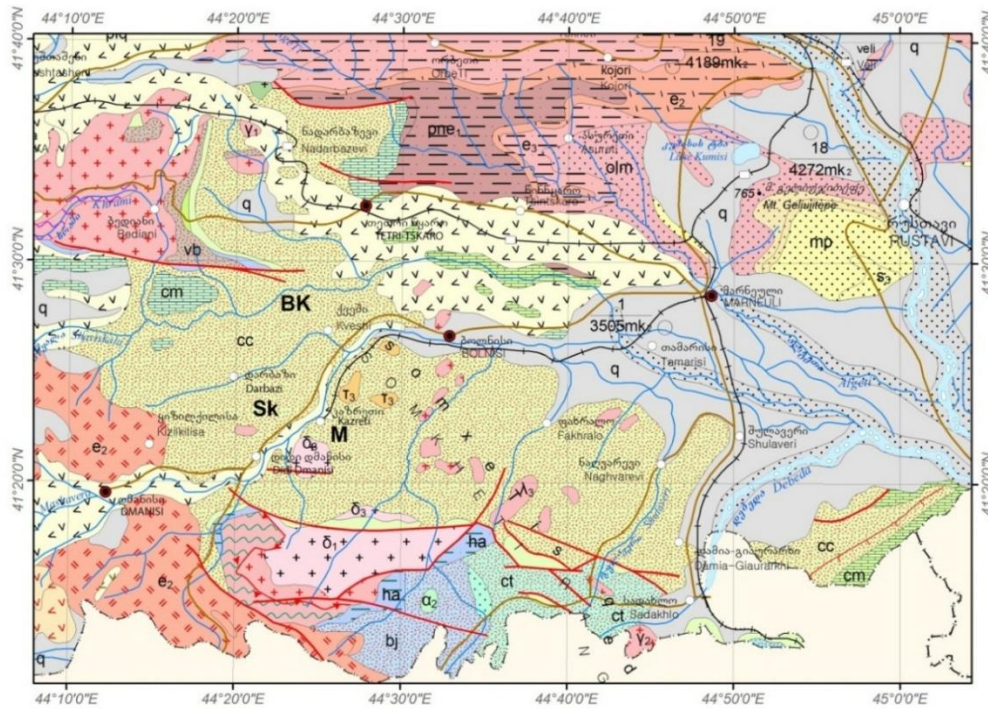
სურათი 2. კავკასიის ტექტონიკური რუკა (Adamia et al., 2011)

რეგიონული გეოლოგიური, გეოფიზიკური და პალეომაგნიტური კვლევების საფუძველზე განსაზღვრულია კავკასიის ცალკეული ბლოკების-მიკროფილების განლაგება აფრიკის, არაბეთის და ევრაზიის მიმართ. გეოლოგიურ, პალეობიოგეოგრაფიულ და პალეომაგნიტურ მონაცემებზე დაყრდნობით დადგინდა, რომ კავკასიის და მის მოსაზღვრე ტერიტორიების თანამედროვე სტრუქტურაში არსებული მსხვილი ერთეულები ხასიათდებიან გეოლოგიური განვითარების სხვადასხვა ისტორიით. ესენია: სკვითურიპლატფორმა, კავკასიონი, ამიერკავკასია-პონტიდები და მცირე კავკასიონი-ალბორსი (ელბურსი)-დასავლურიირანი. აფრიკა-არაბეთის და ევრაზიის კონტინენტების მიმართ განლაგების მიხედვით ამ სტრუქტურებს განიხილავენ კავკასიის ჩრდილოტეთისურ (ევრაზიულ) ან სამხრეთტეთისურ(გონდვანურ) პროვინციებად. სკვითურიპლატფორმა და კავკასიონი თავისი წარმოშობით – ჩრდილო ტეთისის სტრუქტურებია, ხოლო ანატოლია, თავრიდები და მცირე კავკასიონის სამხრეთი ნაწილი (სამხრეთი სომხეთი და ნახჩევანი – **SAB**) – ეკუთვნიან სამხრეთტეთისს.

ბოლნისის მადნიანი რაიონის გეოლოგია

ბოლნისის მადნიანი რაიონი განლაგებულია ართვინ-ბოლნისის ერთეულის ფარგლებში, რომელიც წარმოადგენს მცირე კავკასიონის ჩრდილო-დასავლურ ნაწილს. ჩრდილოეთიდან ის შემოფარგლულია აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-რღვევითი სარტყელით, ხოლო სამხრეთიდან – ბაიბურთ-გარაბაგის ქერცლოვანი სტრუქტურით (Yilmaz et al., 2001). ეს ერთეულები ქმნიან იურულ-ეოცენურ ვულკანურ კუნძულთარკალურ კომპლექსს, რომელიც წარმოიშვა ევრაზიის ფილის სამხრეთ საზღვარზე ოკეანე ტეთისის ლითოსფეროს სუბდუქციის და შემდგომშიანატოლია-ირანის ფილასთანკოლიზიის შედეგად. არსებული მონაცემების მიხედვით (Yilmaz et al., 2001) აჭარა-თრიალეთის, ართვინ-ბოლნისის და ბაიბურთ-გარაბაგის სტრუქტურები მეზოზოურის – ადრე კაინოზოურის განმავლობაში წარმოადგენდნენ (შესაბამისად, ჩრდილოეთიდან სამხრეთით) რკალსუკანა, კუნძულთარკალურ და რკალისწინა აუზებს, რომლებიც ჩამოყალიბდნენ ჩრდილოეთისკენ დახრილი სუბდუქციის სისტემის თავზე.

იურულის – ეოცენის განმავლობაში ართვინ-ბოლნისის სუბპლატფორმული ერთეული (ბოლნისის რაიონის ჩათვლით) ვითარდებოდა როგორც შედარებით ამოწეული კუნძულთარკალური ტიპის სტრუქტურა (სურ. 3).



სურათი. 3. ბოლნისის მადნეული რაიონის გეოლოგიური რუკა. საზღვრები: M - მადნეული; Sk - საყდრისი; Bk - ბექთავარი (Adamia and Gudjbidze, 2004)

ბოლნისის რეგიონი წარმოადგენს გვიანცარცული ასაკის მაგმური აქტივობის არეალს და ხასიათდება რთული, ლატერალურად და ვერტიკალურად განსხვავებული რეგიონული სტრატეგრაფიული ურთიერთობებით (სურ.4). ზედაცარცულ ფორმაციებში გამოიყოფა რამდენიმე წყება (Цагарели и др., 1965; Gambashidze et al., 1984; Gambashidze and Nadareishvili, 1987). მადნეულის საბადოს შემცველი ქანები ეკუთვნიან მაშავერას წყებას, რომელიც აგებულია ძირითადად რიოდაციტური შედგენილობის ექსტრუზივებით, პიროკლასტური და ვულკანოგენურ–დანალექიქანებით. წყების ასაკი სენონურია; მას ქვეშ უდევს ზედატურონული დიდგვერის წყება, ზემოთ კი მოყვებიან ტანძიის, გასანდამის და შორშოლეთის წყებები.

მაშავერას წყების შემცველი ქანებიდან გამოყოფილი ნანოფოსილიების შესწავლის საფუძველზე მისი ასაკი განსაზღვრულია როგორც კამპანური (Migiheishvili and Gvartadze, 2010), ხოლო რადიოლარიების შესწავლის საფუძველზე, როგორც კონიაკური (Popkhadze et al., 2014). ბოლო წლებში მადნეულის კარიერის სამხრეთ–აღმოსავლეთ ნაწილში მდებარე რიოდაციტური ექსტრუზივის გამკვეთი ფუძე დაიკვებიდან TIMS U-Pb მეთოდით მიღებულია ცირკონების ასაკის ციფრები – 86–87 მლნ.წ., რაც მიუთითებს შემცველი ქანების კონიაკურ–სანტონურ ასაკზე (Moritz et al., 2012).

მლ.წ.	ახადი	ფორმაცია	სისქე	ლითოლოგია	დახასიათება
72.1	ს ა ნ ე რ ი	მახსტრონიტი			კირქვი, მრგვალი აპოკლასტური ქანების შუაშენი
		თეთრიწარღი	200 - 300 მ.		კირქვი, მრგვალი აპოკლასტური ქანების შუაშენი
		ჭოჭოლი	150 - 350 მ.		კირქვი და სუბტუალანტიტ-ბაზალტური ფიქსიონის ქსტოზიტი, უმწი-საშალო- და წრიონანაზა ვულკანოკლასტური ქანები კირქვის, მრგვალების და აპოკლასტური ქანების შუაშენი
		ბანანდაგი	150 - 600 მ.		კირქვი, დიტიტ-როლიტი ფიქსიონის ქსტოზიტი, უმწი-საშალო- და წრიონანაზა ვულკანოკლასტური ქანები კირქვის, მრგვალების და აპოკლასტური ქანების შუაშენი
		ტანინი	150 - 700 მ.		კირქვი, ანტიტიტ-ბაზალტური ფიქსიონის ქსტოზიტი, უმწი-საშალო- და წრიონანაზა ვულკანოკლასტური ქანები კირქვის, მრგვალების, უმწიტიტი ვულკანოკლასტური და აპოკლასტური ქანების შუაშენი
89.8	ს ა ნ ე რ ი	მამაძრა	250 - 1000 მ.		კირქვი, დიტიტ-როლიტი ფიქსიონის ქსტოზიტი, უმწი-საშალო- და წრიონანაზა ვულკანოკლასტური ქანები კირქვის, მრგვალების და აპოკლასტური ქანების შუაშენი
		დიდგვიდი	250 - 750 მ.		კირქვი, ანტიტიტ-ბაზალტური ფიქსიონის ქსტოზიტი, უმწი-საშალო- და წრიონანაზა ვულკანოკლასტური ქანები კირქვის, მრგვალების, უმწიტიტი ვულკანოკლასტური და აპოკლასტური ქანების შუაშენი
		წიწი	50 - 400 მ.		დიტიტ-როლიტი ფიქსიონის ქსტოზიტი, უმწი-საშალო- და წრიონანაზა ვულკანოკლასტური ქანები კირქვის, მრგვალების და აპოკლასტური ქანების შუაშენი
100.5	ს ა ნ ე რ ი	ოფიტი	60 - 70 მ.		კონკრეტული, ბრეჯიტიტი, კირქვი, კირქვი და წრიონანაზა ვულკანოკლასტური ქანები

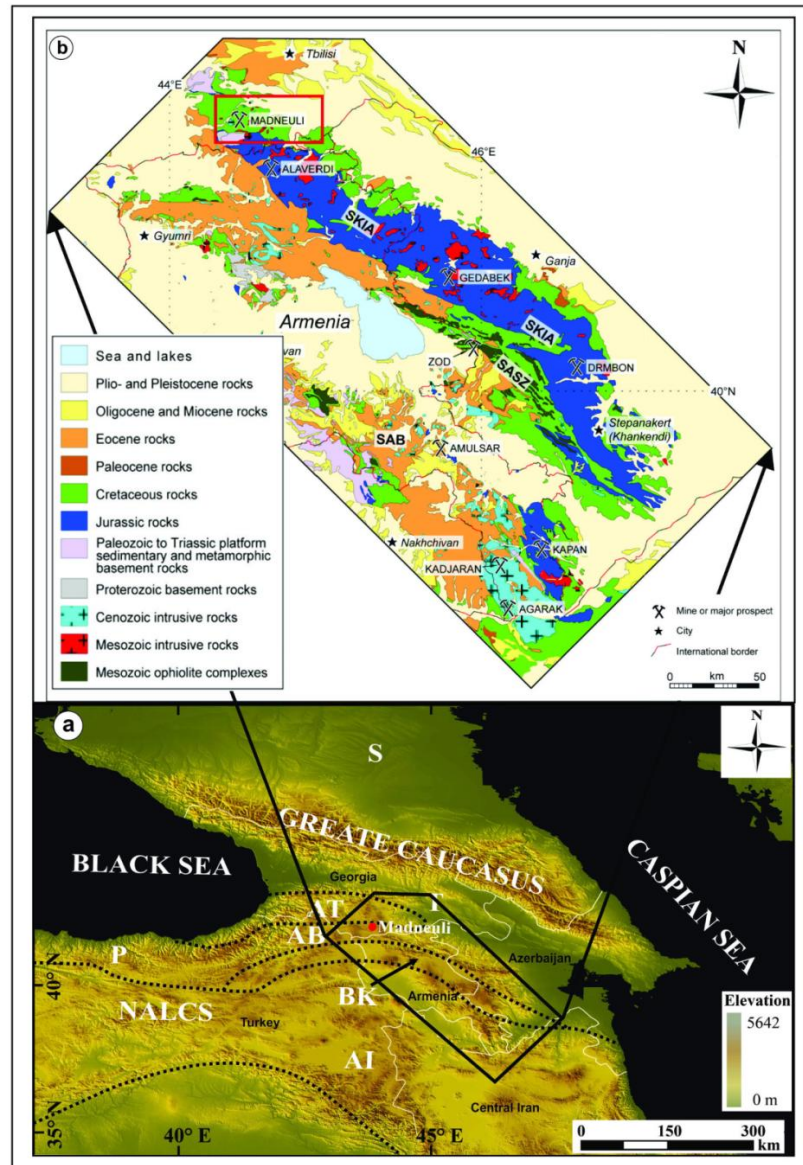
სურთი. 4. ბოლნისის მადნიანი რაიონის გვიანდარცული ნალექების ლითოსტრატოგრაფიული სვეტი (Popkhadze et al., 2014; აგებულია Цагарели и др., 1965; Gambashidze, 1979, 1984; Gambashidze and Nadareishvili, 1987; Giorgobiani et al., 2008 და აგრეთვე გამოუქვეყნებელი Adamia et al., 2012 მონაცემების მიხედვით).

ამრიგად, ბაიბურთ-გარაბაგის სარტყელის ართვინ-ბოლნისის ბლოკის ფარგლებში ზედა ცარცი წარმოდგენილია ძირითადად ვულკანური ქანებით: კირტუტე –სუბტუტე სერიების ბაზალტებით, ანდეზიტებით, დაციტებით და რიოლიტებით (Gamkrelidze, 1964; Lordkipanidze et al., 1989). გავრცელებულია აგრეთვე მარჩხი ზღვის-სუბაერალური ვულკანური ქანები, ხშირია

იგნიმბრიტები. ვულკანური აქტივობა სუსტდება გვიან სენონურში, ხოლო მასტრიხტში და ადრე პალეოცენში ამიერკავკასიის მასივის მთელ ტერიტორიაზე ხდება შელფური ზღვის ერთგვაროვანი კირქვა-მერგელოვანი ფაციესების ფორმირება. ვულკანური აქტივობის განახლება იწყება პალეოცენ-ეოცენურის დროს. ამ პერიოდისთვის დამახასიათებელია მარჩხი ზღვის პირობებში მძლავრი (~2000მ), სუბდუქციური ტიპის რიოლით-დაციტური და ანდეზიტ-ბაზალტური ვულკანური ქანების დაგროვება (Sadradze, 2004; Adamia et al, 2011).

მეტალოგენია

მცირე კავკასიონის მეტელოგენია ძირითადად განპირობებულია მისიმდებარეობით კონტინენტური კოლიზიის ზონაში. ფანეროზოულში-ადრე კაინოზოურში (კოლიზიამდელი სტადია) რეგიონიწარმოადგენდა ოკეანე ტეთისის ნაწილს და მის ევრაზიულ და გონდვანურ კიდეებს (სურ. 5). კონვერგენციის ამ ზონისთვის დამახასიათებელია კუნძულთარკალური, შიდარკალური რიფტების და რკალსუკანა აუზები. რეგიონის თანამედროვე გეოლოგიური სტრუქტურები ყალიბდებოდა გვიანალპური ტექტონური ციკლის სინკოლიზიური (ოლიგოცენი – შუა მიოცენი) და პოსტკოლიზიური სტადიების განმავლობაში. კეთილშობილური და იშვიათი მეტალების წარმოშობა გენეტურად დაკავშირებულია მაგმური აქტივობის ორ ფაზასთან: 1) კოლიზიამდელთან და 2) სინ- პოსტკოლიზიურთან. იურული – ეოცენური კუნძულთარკალური ვულკანური აქტივობა გამოვლენილია აღმოსავლეთ პონტიდებში, ამიერკავკასიაში, ირანის გარადაგში, ელბურსში და სანანდაჯ-სირჯანში. მაგმურ-ჰიდროთერმალური პროცესების შედეგად ჩამოყალიბდა პონტიდების, სომხეთის, მცირე კავკასიონის, აზერბაიჯანის და ირანის მადნიანი საბადოები (Adamia et al., 2010).



სურათი 5. (a) მცირე კავკასიონის მადნეულის და სხვალითონური საბადოების მდებარეობა. აბრევიატურა: S – სკვითური პლატფორმა; GCS – კავკასიონის ნაკერი; T – ამიერკავკასია; AT – აჭარა თრიალეთის ტექტონიკური ერთეული (შავი ზღვის სამხრეთი ნაპირი); AB – ართვინ-ბოლნისის ერთეული; P – პონტიდები; BK – ბაიბურთ-გარაბაგის ქერცლოვანი ერთეული; NALCS – ჩრდილო ანატოლია-მცირე კავკასიის ნაკერი; AI – ანატოლია-ირანული პლატფორმა; (b) მცირე კავკასიონის გეოლოგიური რუკა (ნაჩვენებია მეზოზოური და კაინოზოური ინტრუზიული ქანები, ოფიოლიტები და ძირითადი მადნიანი რაიონები: SAB – სამხრეთი სომხეთის ბლოკი; SASZ – სევან-აკერის ნაკერის ზონა; SKIA – სომხეთ-გარაბაგის კუნძულთა რკალი (Yilmaz et al., 2001; Mederer et al., 2013; Popkhadze et al., 2014).

კავკასიის ტერიტორია ყოველთვის იყო სხვადასხვა თაობის მეცნიერების ყურადღების ცენტრში. მათ კვლევებზე დაყრდნობით ამრეგიონის საბადოების გენეზისის რამდენიმე მოდელია წარმოდგენილი (Popkhadze et al., 2009). ტეთისის ოროგენული სარტყელის მცირე კავკასიონის ნაწილის ფორმირებამოხდა მეზოზოური-კაინოზოური გეოდინამიკური პროცესების შედეგად

და მოიცავს სუბდუქციის, ობდუქციის, მიკროფილების აკრეციის, კოლიზიის და ექსჰუმაციის რამდენიმე ეტაპს(Dercourt et al., 1986; Knipper et al., 1986; Mederer et al., 2013).ოკეანე ნეოტეთისისლითოსფეროსევრაზიის ფილის ქვემწრდილო-აღმოსავლური სუბდუქციის შედეგადწარმოიშვა მცირე კავკასიონის მაგმური რკალი.

ვ.გუგუშვილის და ზ.ქუთელიას აზრით (Gugushvili and Kutelia, 2012), ბოლნისის მადნიანი რაიონი, რომელიც მოიცავს პორფირულ ოქრო-სპილენძის, ბარიტ-პოლიმეტალურ ეპითერმულ დაბალსულფიდურ მინერალიზაციას, არის ტიპური პორფირულ-ეპითერმული სისტემა. აქ განლაგებული საბადოები და მადანგამოვლინებები განვითარებულია გვიანცარცულ კირტუტე ვულკანურ სერიებში. ვულკანური აქტივობა და მინერალიზაცია წარმოადგენენ კუნძულთარკალური გეოდინამიკური ვითარების შედეგს, რაც დამახასიათებელია ტეთისის ფილის სუბდუქციის გვიანდელ სტადიებისთვის.

ბოლნისის მადნიან რაიონში წარმოდგენილია მინერალიზაციის ორი განსხვავებული ტიპი. პირველი ტიპის მადანწარმოშობა მოიცავს ჰიდროთერმალური აქტივობის ორ ეტაპს. პირველისთვის, რომელიც წინ უსწრებს მადანწარმოშობის ეტაპს ზედდადებული მინერალიზაციით, დამახასიათებელია შემცველი ქანების მჟავე გამოტუტვა სილიციფიკაციის და არგილიზაციის პროცესების თანხლებით. მეორე ეტაპი მიმდინარეობს გამოტუტვის გარეშე და მადანწარმოშობა ემთხვევა შემცველი ქანების ჰიდროთერმალურ შეცვლებს. ორივე სტადიის მინერალიზაცია პასუხობს ტიპურ პორფირულ სისტემას და მისთვის დამახასიათებელიასაკუთრივ სულფიდური ზონის გადაფარვა ეპითერმული უსულფიდოზონით.საკუთრივ სულფიდური ზონა წარმოდგენილია პოლიმეტალებით და გამოირჩევა მაღალტემპერატურული სილიციფიკაციით და პროპილიტიზაციით (350° – 400°), ეპიდოტის, ცოიზიტის, პრენიტის და აქტინოლიტის მონაწილეობით, აგრეთვეშეცვლები ვლინდება სერიციტიზაციის, კარბონატიზაციის და ქლორიტიზაციის სახით (T<300°). საყდრისის საკუთრივ სულფიდური ზონა მნიშვნელოვნად გამდიდრებულიაოქროთი – საშუალოდ 5–7გ/ტ, მადნეულის საკუთრივ სულფიდურ ზონაშიოქროს შემცველობა არ აღემატება 1გ/ტ (Gugushvili and Kutelia, 2012).

ბოლნისის მადნიანი მინერალიზაციის გენეზისი და მეტასომატური ზონალობა შეიძლება იყოს ახსნილი და დადასტურებული შემოთავაზებული გეოქიმიური თანასწორობის მოდელით – ქანი-ფლუიდი. ამ მოდელის თანახმად, მაღალტემპერატურული, საკუთრივ სულფიდური

ზონის ფორმირება და ოქროს გამოლექვა დაკავშირებულია ოქროსშემცველი ჰიდროსულფიდური კომპლექსების დაშლასთან კარბონატულ ხსნარში, F_2O , CO_2 , CH_4 დაბალი შემცველობებით და H_2S აორთქლებით. შემდეგ კარბონატული ფლუიდები აგრძელებენ ოქროს ნაწილაკების გადატანას ვიდრე ტემპერატურა არ აღწევს 230° , რის მერე ადულარიზაციის და სილიციფიკაციის პროცესების ფონზე იწყება ოქროს გამოლექვა (Gugushvili and Kutelia, 2012).

საყდრისის საბადოს გეოლოგია

საყდრისის ოქრო-პოლიმეტალური საბადო განლაგებულია მდ. მაშავერას მარცხენა ნაპირზე (იხ. სურ.3), ნკმ ჩრდილოეთით მადნეულის კარიერიდან (სურ. 6 ა,ბ,გ,დ,ე და 7ა,ბ).





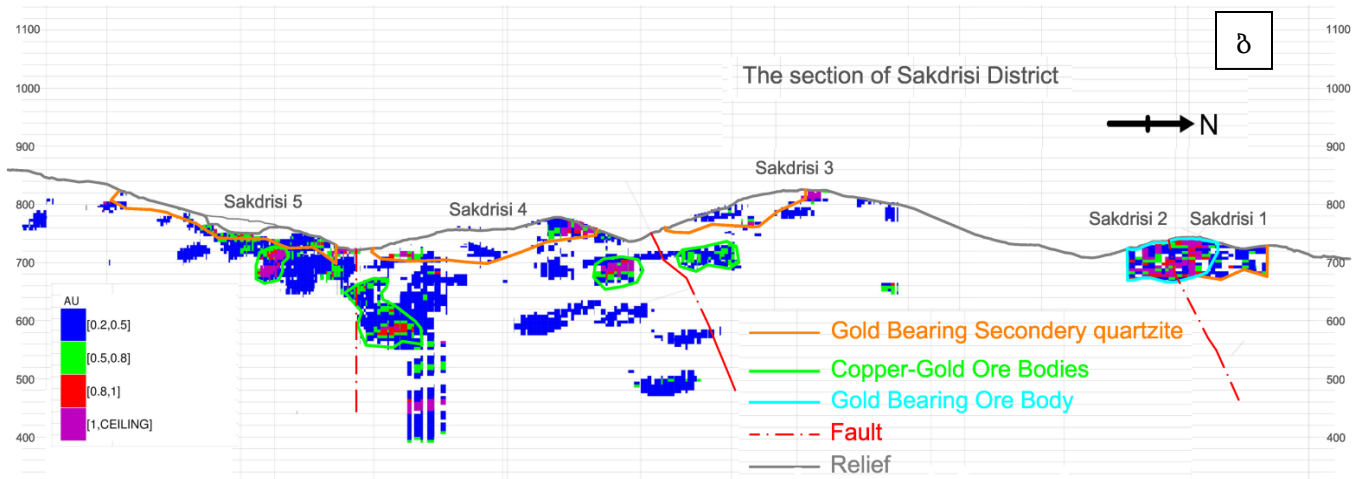
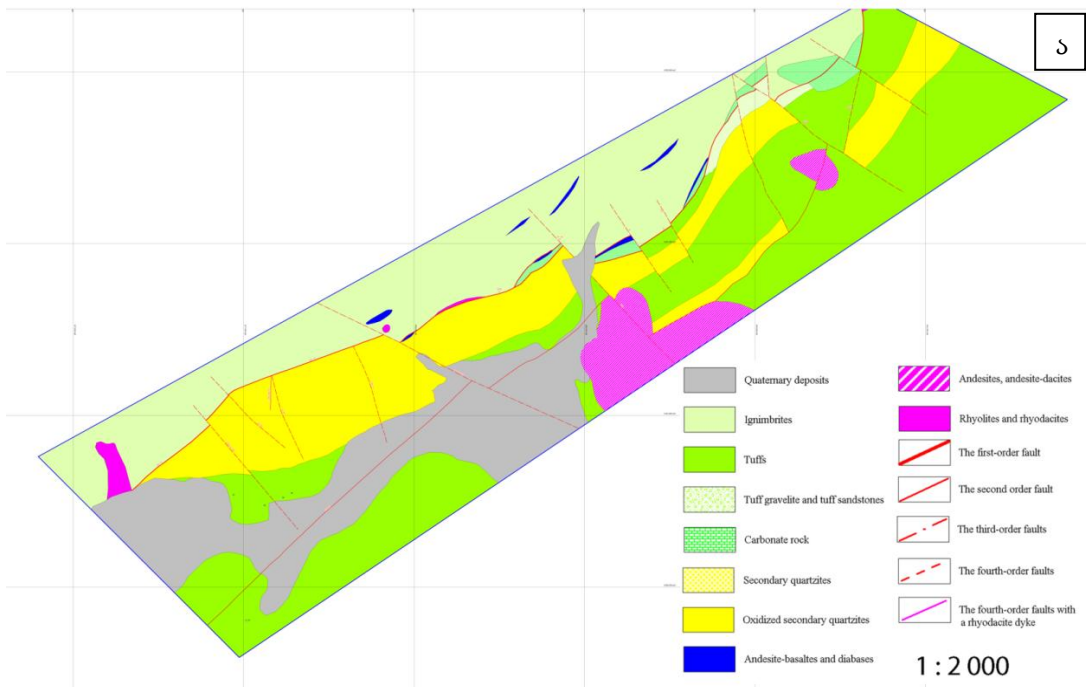
სურათი 6. ა, ბ, გ, დ, ე. (ა) საყდრისის საბადოს ხედი, კვირაცხოველის რაიონი; (ბ, გ, დ, ე) სინჯები საყდრისის კარიერიდან: (ბ, გ) ქანები აზურიტით და მალაქიტით; (დ) შეუცვლელი იგნიმბრიტები; (ე) ინტენსიურად სილიფიცირებული რიოლითური შედგენილობის ვულკანიტები

საყდრისის საბადო შესწავლის დასაწყის სტადიებზე განიხილებოდა როგორც სპილენძ-პირიტის და ბარიტ-პირიტის მადანგამოვლინება, მაგრამ მისმა დეტალურმა ძიებამ გამოავლინა ოქროსშემცველი მინერალიზაციის აღმოჩენის შესაძლებლობა. საბადო განლაგებულია მაშვერას წყების ფარგლებში, რომლის ზედა სტრატეგრაფიული ჰორიზონტები წარმოდგენილია რიოლითური იგნიმბრიტებით და პემზოვანი პიროკლასტური ნაკადებით. ამ წარმონაქმნებში შეჭრილია რიოლითური და რიოდაციტური შედგენილობის ექსტრუზიული სხეულები (K-Ar ასაკი – 77.6 მლნ.წ.). შემცველ ქანებს განცდილია ქვთსილიციფიკაციის და არგილიზაციის პროცესები, რის შედეგად მოხდა ჰიდროთერმული არგილიზიტების წარმოშობა. ოქროსშემცველი მინერალიზაცია ლოკალიზებულია ინტენსიურად შეცვლილ ქანებში, ხოლო იგნიმბრიტები, რომლებიც მათ ფარავენ, შეცვლილი არ არიან და არ შეიცავენ მინერალიზაციას (Gugushvili et al., 2002).

საყდრისის საბადოს სტრუქტურისთვის დამახასიათებელია ჩრდილო-აღმოსავლური მიმართების რღვევები. ოქროსშემცველი მინერალიზაცია დაკავშირებულია სუბვერტიკალურ ძარღვებთან და ვრცელდება ლატერალურად ზალბანდებისკენ. საბადოს ფარგლებში შრეებრივი ტუფების ჰორიზონტი პრაქტიკულად მთლიანად არგილიზებულია. მჟავე ვულკანოკლასტური ქანების გარდა აქ კვარცთან ასოციაციაში წარმოდგენილია ჰიდროქარსების (ილიტი-მონტმორილონიტი), კაოლინიტის, დიკიტის შუაშრეები. შეცვლის პროცესებს აქვთ რეგიონული ხასიათი, ისინი წინ უსწრებდნენ ზალბანდების ჰიდროთერმულ შეცვლებს ოქროსშემცველი ძარღვების და ბრეჩირებულ ზონებს ირგვლივ.

საყდრისის საბადო შედგება 5 უბანისგან: ყაჩალიანი (1), მამულისი (2) ფოსტისქედი აღმოსავლეთი (3) და დასავლეთი (4) და კვირათცხოველი (5). 1-4 უბნებიში შეიქმნა შედარებით მაღალტემპერატურულ კვარცის ძარღვებს (კვარცში ფლუიდის ჩანართების ჰომოგენიზაციის ტემპერატურა – 240–250°C), ხოლო ზონა 5 წარმოდგენილია დაბალტემპერატურული კვარც-ბარიტიანი ძარღვებით (>150°C). ოქროსშემცველ კვარციან ძარღვებში ხშირად მონაწილეობს ქალცედონი; ოქროსშემცველი კვარცის ძარღვებისთვის დამახასიათებელია ზონალობა. ყველაზე დაბალ ჰორიზონტში გამოვლენილია ეპიდოტიზაცია (320–400°C). ამ ზონაში ოქროს შემცველობა მცირეა და მერყეობს 0.012–0.6ppm ფარგლებში. ოქროს ყველაზე მაღალი შემცველობები (3.44–16.61) იყო მიღებული გარდამავალი ჰიდრობიოტიტური ზონის სინჯებიდან (240–250° C). ზალბანდების შეცვლა აისახა შემცველ ქანებზეც– ჰიდროთერმულად არგილიზებულია ტუფები ჰიდრობიოტიტით, სიდერიტით, ჰიდრომუსკოვიტით. ყველაზე ზედა ოქროსშემცველი ჰორიზონტი (100–140° C) წარმოდგენილია საბადოს მეხუთე უბანზე, სადაც იგი უკავშირდება ბრექჩირებული ზონებიდან კვარც-ბარიტიანი ძარღვების ნაწილს (ოქროს შემცველობა – 1.41–3.0ppm). ძარღვების კედლები ინტენსიურად გაკაჟებულია, ზოგჯერ არის ჰიდრობიოტიტები და მასიური სიდერიტები (Gugushvili et al., 2002).

საყდრისის მე-3 უბანზე ბურღვის დროს გამოვლენილია გრანოდიორიტული ინტრუზივი გარქაულელებული ზონით. ქანები ინტენსიურად არის შეცვლილი. შეცვლის ზონები შეიცავენ კვარცს, ეპიდოტს, აქტინოლითს. ოქროს შემცველობა ინტრუზივშიც და რქაულელებშიც უმნიშვნელოა (0.04–0.07ppm). გრანოდიორიტული მასივი, შესაძლოა, წარმოადგენს ვულკანური კამერის აპოფიზს– ჰიდროთერმული ხსნარების წყაროს, რომელმაც განაპირობა ოქროსშემცველი მინერალიზაციის ფორმირება საყდრისის ფარგლებში (ვაშაკიძე და სხვა 2002).



სურათი 7ა,ბ.(ა) გეოლოგიური რუკა (მიგინეიშვილი, 2010) და(ბ) გასწვრივი გეოლოგიური პროფილი (ნაცვლიშვილი, 2014).

ქართული და გერმანული არქეოლოგების ჯგუფის აზრით საყდრისში (კერძოდ, ყაჩალიანის უბანზე) ძველად (5 000 წლის წინ) ხდებოდა და რამოდენიმე საუკუნის განმავლობაში გრძელდებოდა მალაროებში ოქროს მოპოვება (Gambashidze et al., 2010), თუმცა რეგიონში არ არის

ნაპოვნნი ოქროს ნაკეთობები და ისტორიულ წყაროებში არ არის შესაბამისი ცნობები მაღაროებში ოქროს მოპოვების შესახებ; არ არის ფუჭი ქანების ნაყარი.

რეგიონის ზედაცარცული ვულკანური ფორმაციები ძირითადად აგებულია დაციტ-რიოლითური შედგენილობის ლავებით, ვულკანოკლასტური და ექსტრუზიული ქანებით. ფუძე და შუალედური შედგენილობის ვულკანიტები წარმოდგენილია შედარებით მცირე რაოდენობით. ქანებს შორის გვხვდება ინტენსიურად შეცვლილი – გაკვარცებული, კაოლინიზირებული და ქლორიტიზირებული სახესხვაობები. მთავარი ელემენტების შედგენილობის საფუძველზე ვულკანიტებში გამოყოფენ გარდამავალი ტიპის სერიებს – ტოლეიტურიდან კირტუტებამდე. მათთვის დამახასიათებელია K_2O -ს დაბალი და Na_2O -ს მაღალი შემცველობები (Dzotsenidze, 1964). ზედა ცარცული ფორმაციის ფარგლებში რაიონში წარმოდგენილია რეგიონული გავრცელების მქონე ორი ანდეზიტ-ბაზალტური წყება. პირველია ტანძიის წყება, რომელიც მოყვას მამავერას წყებას გასანდამის წყებისგან, ხოლო მეორე, შორშოლეთის წყება, რომლითაც მთავრდება ზედაცარცული ვულკანური აქტივობა.

ყაჩალიანის უბნის სტრუქტურა და გენეზისი

საყდრისის საბადო და შესაბამისად ყაჩალიანის უბანი, განლაგებულია მამავერის წყებაში, რომელიც ბოლნისის რაიონის ფარგლებში ფართედაა გავრცელებული და ზედა ცარცული ვულკანოგენური ფორმაციის ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელია, სტრატეგრაფიულ სვეტში უკავია დაახლოებით შუა, სენონური ზესართულის ადგილი, მოქცეულია ორ, ანდეზიტ-ბაზალტური შედგენილობის წყებას შორის, თანხმობით მოყვება მის ქვეშმდებარე დიდგვერდის წყებას და თანდათანობით გადადის მის ზევით მდებარე ანდეზიტ-ბაზალტურ ტანძიის წყებაში. მამავერის წყების მაგმურ პროცესებთანაა გენეტიურად და სივცობრივად დაკავშირებული ბოლნისის რაიონის ძვირფასი (კეთილშობილი) და ფერადი ლითონების საბადოების და პოტენციური საბადოების უმეტესობა.

მამავერის წყების ასაკის შესახებ არსებობს პალეონტოლოგიური მონაცემები მიღებული ნამარხების სხვადასხვა ჯგუფის განსაზღვრებათა საფუძველზე (სურ.8). განამარხებული ზღვიური მოლუსკების მიხედვით მთლიანად წყება ზედა ტურონულ-სანტონურად არის დათარიღებული (Гамбашидзе Р., 1979). ჯუჯა ნამარხების შესწავლის შედეგად მადნეულის

კარიერის ქანებიდან თ. ღავთაძეს მიერ განსაზღვრულია ზედა კამპანური CC 22 ზონის ფორმები (Migineishvili and Gvartadze, 2010).

Correlation of different stratigraphic subdivision schemes of the upper Cretaceous suites within the Madneuli open pit

INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART (International Commission on Stratigraphy)				Stratigraphic scheme of the rock units hosting Madneuli deposit (Based on data of Vashakidze I., (2001) Zuliashvili T., and etc. Are taken into account data of Gambashidze R., Lapachishvili, Bagdasarian, Gugushvili V. and etc.)		Subdivision scheme of upper Cretaceous volcanogenic formation of South-Eastern Georgia (According to Gambashidze R., Nadareishvili G., 1987)		Recent nanoplankton data from Madneuli deposit host rocks (According to R.Migineishvili T. Gvartadze (2006, 2010)		
Erathem Era	System period	Series Epoch	Stage/Age	Age /Ma	Suite	Subsuite (due to lithology)	Suite	Campanian nanoplankton biozonation adopted from Sissingh [18]		
MESOZOIC	Cretaceous	Upper (K ₂)	Maastrichtian K ₂ m	65.5	Tetrtskaro	-----	Tetrtskaro			
			Campanian K ₂ cp	70.6		Shorsholeti		-----	CC 23-Tranolithus phacelosus	c
			Santonian K ₂ s	83.5	Gasandami		Upper	Upper subsuite of Gasandami suite (David gareji horizon) (140m)	Shorsholeti Gasandami Tandzia	CC 21-Uniplanarius Sissinghii
						Lower	Lower subsuite of Gasandami suite (Sakdrisi horizon) (80-200 m)	CC 20-Ceratolithoides aculeus		
			Coniacian K ₂ cn	85.8	Mashavera	Upper	Upper subsuite of Mashavera suite (80-150m)	Mashavera	CC 19-Calculites ovals	
			Turonian K ₂ t	89.3		Lower	Lower subsuite of Mashavera suite (200-400 m)			
					Didgverdi	93.5	Upper	Upper subsuite of Didgverdi (200 m)	Didgverdi	
			Lower	Lower subsuite of Didgverdi (200-700m)						
			Senomanian K ₂ c	99.6	Ophreti	-----	Tserakvi	50 m	Ophreti	
			Albian K ₁ al			112		Khokhmeli	-----	Khokhmeli

სურათი 8. ზედაცარცული ფორმაციების სტრატოგრაფიული დანაწილების სქემა სხვადასხვა ავტორების მიხედვით (Beridze et al., 2011)

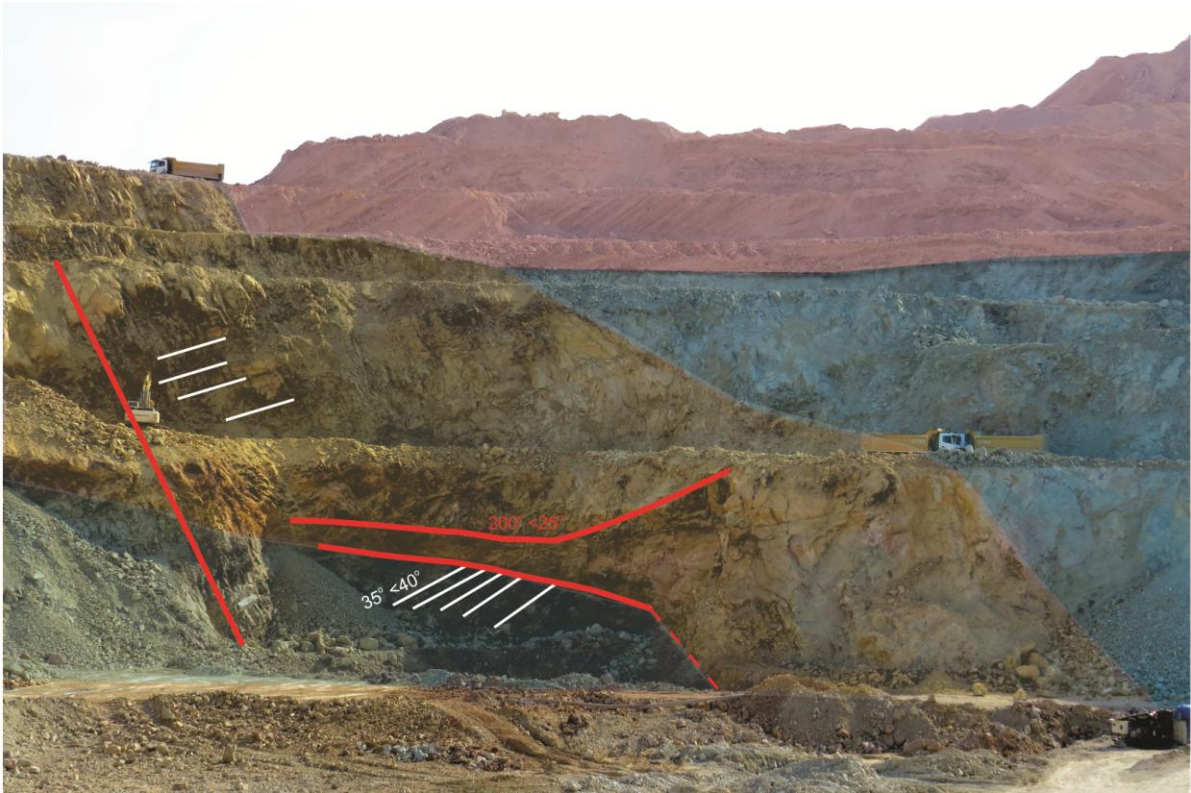
მაშვერის წყების შესახებ არსებობს სხვა ჯგუფის ნამარხებით ბიოსტრატოგრაფიული განსაზღვრების მონაცემებიც, მაგ. რადიოლარიებით მადნეულის საბადოს კაჟიანი ქანებიდან (რადიოლარიტებიდან, Popkhadze et al., 2014), რომლის თანახმად მაშვერის წყების ან ნაწილის ასაკი კონიაკურია. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ თავად რადიოლარიები მადნეულიდან არ იძლევიან ასაკის ცალსახად გადაწყვეტის საშუალებას, ვინაიდან ზოგი მათგანი არ გვხვდება სენომანზე, ან ტურონზე უფრო ახალგაზრდა ნალექებში, ზოგი კი არ არის ცნობილი სანტონზე

უფრო ძველ ნალექებში (იხ. ფოფოხაძე 2014, გვ. 60, ტაბულა 1; ფიგურა 2 და 3 სანტონურია; ფიგ. 11 და 12 - ტურონულია; ტაბულა 2: ფიგ. 4 - ალბურ-სენომანურია; ფიგ. 14 - სენომანურია; ფიგ. 17 - სანტონურია.

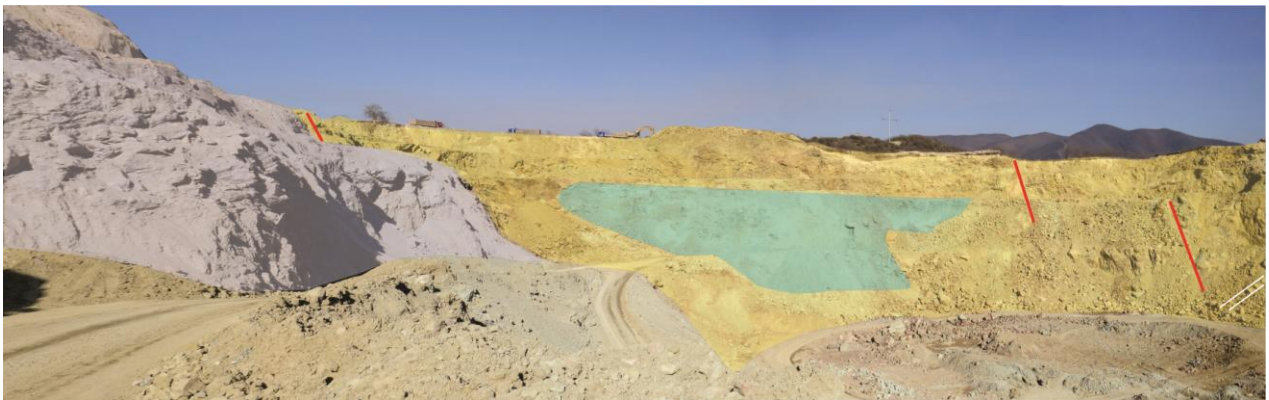
მაშვერის წყების იზოტოპური გეოქრონოლოგიის თაობაზე არსებობს K-Ar მეთოდით დათარიღების შედარებით ძველი მონაცემები (მაგ. Rubinshtein et al., 1983; Дудაური и др., 1990), აგრეთვე ცირკონების TIMS U/Pb მეთოდით ასაკის განსაზღვრის ახალი მონაცემები (Popkhadze et al., 2014; Lavoie et al., 2015). K-Ar მეთოდით მიღებული ასაკები სენონურ ზესართულს შეესაბამება (78 ± 3 - 85 ± 3 მ.წ.), ხოლო ცირკონებით მიღებული ციფრები კონიაკური და სანტონური სართულების ფარგლებშია (85.70 ± 0.045).

მაშვერის წყების მაგმურ-ვულკანური ქანების პეტროქიმიური-გეოქიმიური შესწავლის მონაცემები მიანიშნებენ ქანების კირ-ტუტიდან-ტოლეიტურისკენ გარდამავალ ბუნებაზე და რომ მათი წარმოშობის არეალი თავსდება ვულკანურ ქედებსა და ოკეანური ქედებს შორის (Giali, 2013; Popkhadze et al., 2014).

ჩვენსმიერჩატარებულისაყდრისისსაბადოსყაჩალიანის უბნის მსხვილმასშტაბიანისტრუქტურულ-ლითოლოგიურიაგეგმვისშედეგადაღწერილია ყაჩალიანის საბადოს კარიერის კედლები (სურ.9).

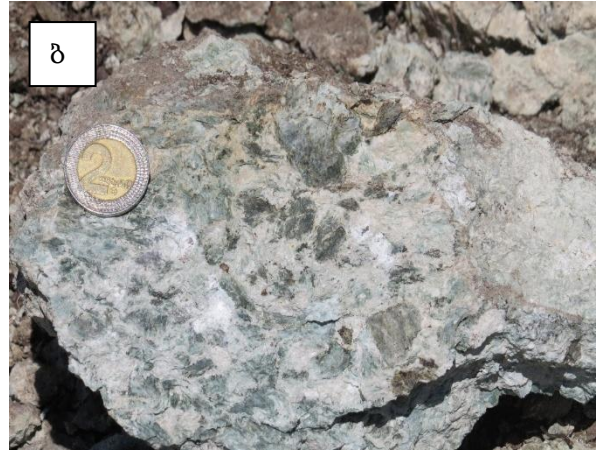


სურათი 9. ყაჩალიანის კარიერის სამხრეთ-დასავლური კედელი



სურათი 10. ყაჩალიანის კარიერის ჩრდილო-აღმოსავლური კედელი

ყაჩალიანის უბნის მადანშემცავი ქანებია: წვრილ და მსხვილ ნატეხოვანი ტუფები, იგნიმბრიტები, სუბვულკანური სხეულები, რომლებიც პრაქტიკულად მთლიანად არგილიზებულია. შეცვლის პროცესებს აქვს რეგიონული ხასიათი და ისინი წინ უსწრებდნენ ოქროსშემცველი მარღვების და ბრეჭირებული ზონების ჩამოყალიბებას (სურ.11ა,ბ,გ,დ).



სურათი 11ა,ბ,გ,დ. ყაჩალიანის უბნის მადანშემცავი ქანები

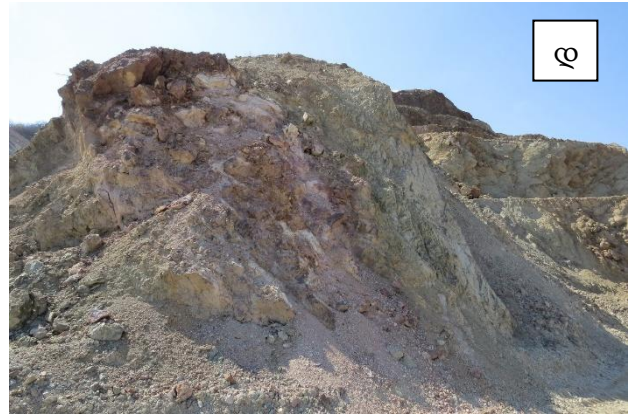
საბადოს ფარგლებში კარიერის ზედა ჰორიზონტებზე ფართო გავრცელებით სარგებლობს თაბაშირის ძარღვები, რომლებიც სავარაუდოდ ვადოზური წარმოშობისაა (სურ. 12ა,ბ).



სურათი 12ა,ბ ვადოზური წარმოშობისთაბაშირის მარღვები მჟავე წვრილნატეხოვან ტუფებში

მადანშემცავი ქანები ყაჩაღიანის უბანზე ქმნიან ჩრდილო-აღმოსავლური დაქანების მონოკლინურ სტრუქტურას კუთხით 20-40°დაგართულებულია ჩრდილო-აღმოსავლური ვერტიკალური და სამხრეთული მიმართულების მადანმაკონტროლებელი სიბრტყეებით(სურ.13ა,ბ,გ,დ).

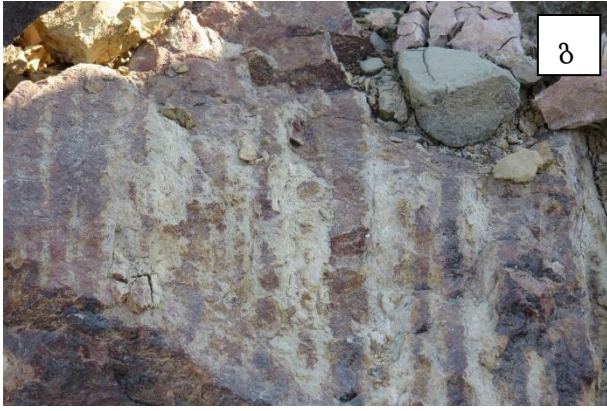




სურათი 13ა,ბ,გ,დ. მადანშემცავი ქანების სტრუქტურა (ა,ბ) და მადანმაკონტროლებელი სიბრტყეები(გ,დ)

ყაჩაღიანის საბადოს ყველაზე პროდუქტიული მადნიანი ზონები აგებულია, ჰიდროთერმული არგილიზიტებით და სილიციტებით. ოქროსშემცველი სულფიდური მინარალიზაცია მარღვების ბუდეების, მარღვაკების და ჩანაწინწკლების სახით არათანაბრად არის გაფანტული, როგორც კვარც-არგილიზიტურ მასაში ასევე მათ გამკვეთ მარღვულ წარმონაქმნებში. (ვაშაკიძე და სხვა. 2002, სურ.14ა,ბ,გ,დ).

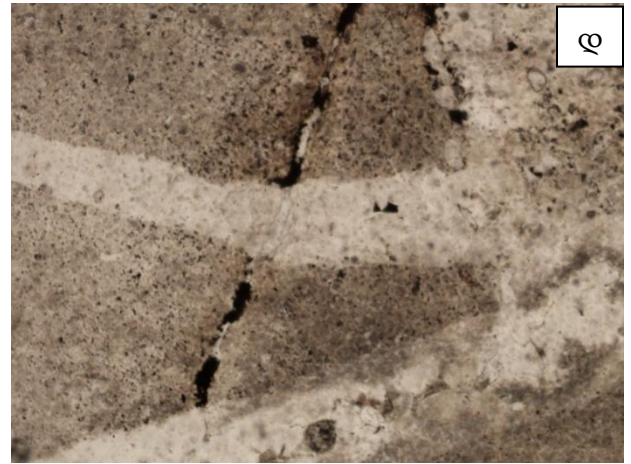
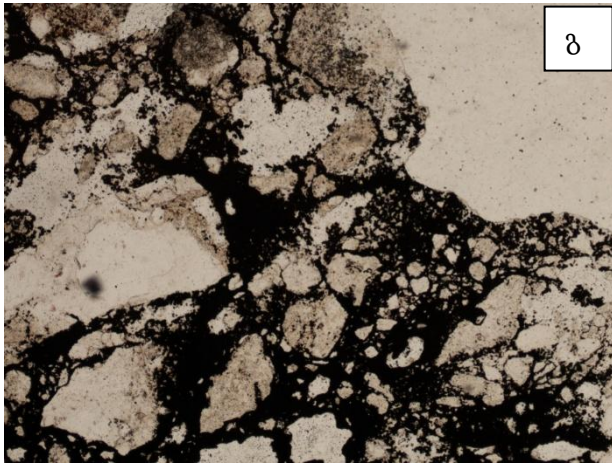




სურათი 14ა,ბ,გ,დ. ყაჩალიანის საბადოს ჰიდროთერმული არგილიზიტები და სილიციტები.

საველე ვიზუალური დაკვირვებების და მიკროსკოპული შესწავლის შედეგად ყაჩალიანის უბანზე დადგინდა ჰიდროთერმული ბრეჩიების არსებობა, რომელიც მთლიანად ბოლნისის მადნიანი ველისთვის ძირითადი მადანმატარებელი წარმონაქმნი აღმოჩნდა. ეპიგენეტური ჰიდროთერმული ბრეჩიები წიაღისეულის საძიებო საუკეთესო კრიტერიუმია და გვეხმარება მინერალიზირებული ზონის დადგენაში (სურ. 15 ა,ბ,გ,დ).

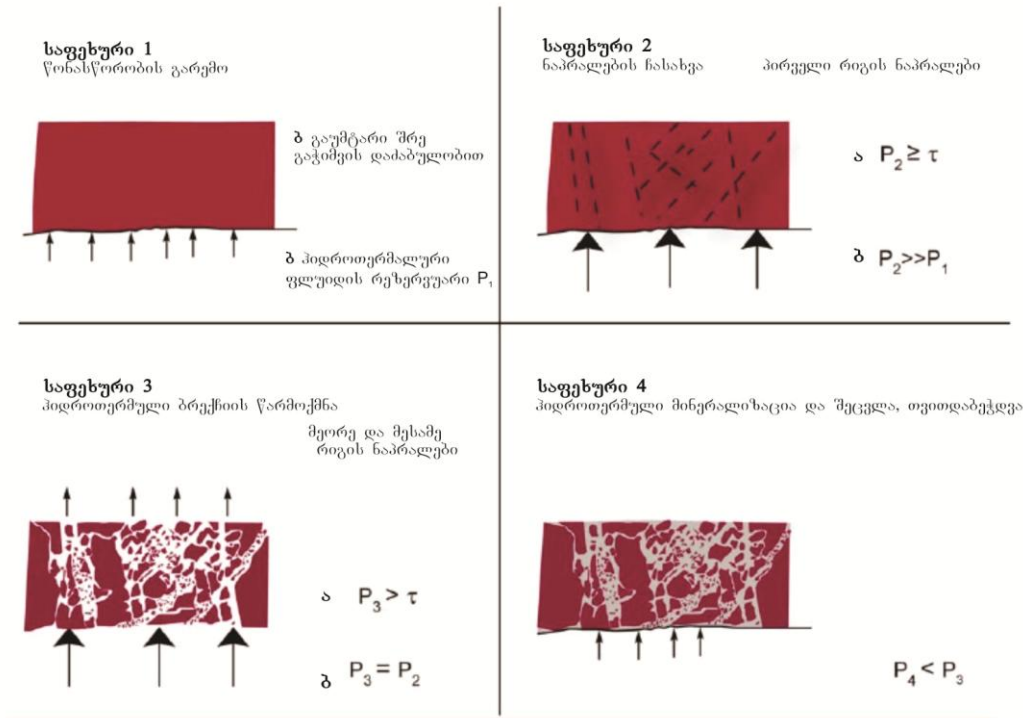




სურათი 15ა,ბ,გ,დ. ყაჩალიანის საბადოს ჰიდროთერმული ბრექჩიების სურათები ძირითად გამიშვლებაში და შლიფში

ჰიდროთერმული ბრექჩიების ნიმუშების და შლიფების სურათებში კარგად ჩანს, ფორმირებული/დიაგენეზირებული ქანების შეცვლა, შემდეგ დაბზარვა, ნაპრალების გაჩენა და გაფართოება, შემცავი ქანის მეტ-ნაკლები ზომის ცალკეულ ნამსხვრევებად დაშლა და შემავსებლის/მატრიქსის ჩამოყალიბება. ჰიდროთერმული, *in situ*, ეპიგენეტური ბრექჩიის მატრიქსი (შემავსებელი) ძირითადად წარმოდგენილია ჰიდროთერმული ნივთიერებით: კერძოდ ჰიდროთერმული კვარცით, შემცველი ქანის დამსხვრეული და დაფქვილი ნატეხებით, ოქრო-პოლიმეტალური მადნით.

ჰიდროთერმული ბრექჩიების წარმოშობის ერთ-ერთი მექანიზმია ჰიდრავლიკური ბრექჩირება. რომლის ერთერთი მოდელი მოყვანილია სურათზე; სადაც კარგად ჩანს პირველ საფეხურზე შეცვლილი გაუმტარი კოჰერენტული შრის ქვეშ ჰიდროთერმული ფლუიდის რეზერვუარის შექმნა, რომლის წნევა დროთა განმავლობაში მატულობს როდესაც ფლუიდის რეზერვუარის წნევა გადააჭარბებს კოჰერენტული შრის სიმტკიცეს, ქანში ხდება დაბზარვა, შემდეგ დაბზარვის ქსელის გაფართოება შემდეგ კი ჰიდროთერმული მინერალიზაცია და ჰიდროთერმული ბრექჩიის ჩამოყალიბება (სურ 16).



სურათი 16. პიდროთერმული პიდრავლიკური ბრეჩიის წარმოშობის ოთხსაფეხურიანი მოდელი (Cas et al., 2011)

ამრიგად, ვულკანურ რეგიონებში ბრეჩირებულ შემცველ ქანებსა და ძვირფას და ფერადილითონების ეპიგენეტურ მინერალიზაციას შორის მჭიდრო კავშირი დიდი ხანიადადასტურებულია (Sillitoe 1985; Lawless and White 1990; Cas et al. 2013). ბრეჩირებისას შემცველი ქანების მინერალიზაციის წინა მომზადება ხორციელდება მადანშემცველი ფლუიდების გამტარი არხების (channel) და ფლუიდი-ქანის (fluid-rock) ურთიერთქმედებისთვის აუცილებელი ფართო ზედაპირის მომზადებით, ასევე დადგენილია, რომ ბრეჩირების გამომწვევი პროცესებიც მჭიდროდ არის დაკავშირებული მინერალიზაციასთან. კერძოდ კი ძვირფასი მეტალების გამოლექვის პოტენციური გამომწვევი ფაქტორებია პიდრავლიკური მსხვრევა (დანაპრალიანება) და წნევის გამონთავისუფლებით გამოწვეული დუღილი. აღნიშნულიდან გამომდინარე პიდროთერმული, ეპიგენეტური ბრეჩიის ფორმირების პროცესის ზუსტი აღდგენამნიშვნელოვანი საძიებო კრიტერიუმია საბადოების ძებნა-ძიებისთვის (Sillitoe 1985; Lawless and White 1990; Cas et al. 2013).

ძლიერ გაზვიადებულად მიგვაჩნია ე.წ. „მეორადი კვარციტების“ მადანმაკონტროლირებელი და საძიებო კრიტერიუმის მატარებლის როლიბოლნისის მადნიანი რეგიონისთვის; მთელ რიგ შემთხვევებში ნათლად ჩანს, რომ ოქროსდა მასთან ასოცირებული ლითონების კონცენტრაცია ნაკლებად არის სივრცობრივად, დროით და გენეტიურად დაკავშირებული მათთან. დღეისათვის ჩვენს ხელთ არსებული მონაცემები, როგორც ზედაპირული გამოშვლებების, აგრეთვე კერნის შესწავლით მოპოვებული, გვიჩვენებს, რომ ყაჩაღიანის უბანშიც ისევე როგორც ბოლნისის მადნიან რაიონში მადნების კონცენტრატორი ძირითადად არის ე.წ. *in situ* ეპიგენეტიური ბრეჩიები.

იმავდროულად საჭიროა აღინიშნოს, რომ ტერმინი „მეორადი კვარციტი“ გაჩნდა საბჭოურ გეოლოგიურ ტერმინოლოგიაში გასული საუკუნის დასაწყისში და შემდეგ ფართოდ გავრცელდა ყოფილი საბჭოთა კავშირის შესაბამის სამეცნიერო წრეებში, მაგრამ ვერ დამკვიდრდა სხვა ქვეყნების სამეცნიერო გეოლოგიურ ლიტერატურაში, ვინაიდან ტერმინი, კვარციტი უკვე „დაკავებული“ იყო, იგი აღნიშნავს კვარცის ქვიშაქვის მეტამორფულ სახეობას, და არაჰიდროთერმული გაკვარცების პროდუქტს. ამ უკანასკნელისათვის გამოიყენება ტერმინი ჰიდროთერმული სილიციტები - ჰიდროთერმულად გაკვარცებული (გაკაჟებული) წარმონაქმნების აღმნიშვნელი სახელი.

დასკვნები:

- გეოლოგიური აგეგმვის საფუძველზე მოცემულია ყაჩაღიანის უბნის მაშავერას წყების რიოდაციტური მადანშემცავი ფორმაციის სტრუქტურული აგებულება და ვულკანოგენურ-დანალექი ფაციესების დახასიათება.
- ოქრო-პოლიმეტალური, ეპიგენეტიურისაყდრისისაბადოსყაჩაღიანის უბნის ფარგლებში იდენტიფიცირებულია ჰიდროთერმალური *insitu* ბრეჩიები, როგორც ძირითადი გამადნებული ქანები.

- დადგენილია ბრეჟირების გამომწვევი პროცესების მჭიდროკავშირი ჰიდროთერმულ მინერალიზაციასთან, კერძოდ კი ძვირფასი მეტალების გამოლექვასთან.
- ჰიდროთერმული ბრეჟირების იდენტიფიკაცია მიჩნეულია მნიშვნელოვან საძიებო კრიტერიუმად ყაჩაღიანის საბადოს და ბოლნისის რაიონის გამადნებული ქანების ძებნა-ძიებისთვის.

ციტირებული ლიტერატურის სია

- ვამაკიძე ი., ზულიაშვილი თ., სალია ჯ, შუბლაძე რ. 2002. ბოლნისის რაიონის მადნეულის მადნიანი კვანძის (240 კვ.კმ.) კომპლექსური გეოლოგიური, მადნეულ-გეოლოგიური და პეტროლოგიურ-გეოქიმიური შესწავლა და ინტერპრეტაციები გეოლოგიური დაპროგნოზული რუკების შედგენით 1:10 000 მასშტაბში. საქართველოს გეოლოგიის 122 სახელმწიფო დეპარტამენტი, სსიპ კავკასიის ალ. თვალჭრელიძის სახ. მინერალურ ინდუსტრიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2002.
- ADAMIA, SH., AND GUJABIDZE, G., 2004, Geological map of Georgia 1: 500 000 (on the basis of 1: 200 000 and 1:50 000 scale State Geological maps of Georgia), Department of Geology, Nodia Institute of Geophysics: <http://www.ig-geophysics.ge/sakartvelo.html>.
- ADAMIA, SH., GUGUSHVILI, V., JAVAKHIDZE, D., KUTELIA, Z., SADRADZE, N., AND DR. SHAVISHVILI, I., 2010, Main Metallogenic Zones of Precious and Rare Metals of the Black Sea – Caspian Sea Region: International Mining Congress Teheran, Iran. October 18th-21th.
- ADAMIA, SH., ZAKARIADZE, G., CHKHOTUA, T., SADRADZE, N., TSERETELI, N., CHABUKIANI A., AND GVENTSADZE A., 2011, Geology of the Caucasus: a review: Turkish Journal of Earth Sciences, v. 20, iss. 5, p. 489-544.
- Beridze T., Sophio Khutsishvili., Nino Popkhadze., Robert Moritz., Gugushvili V. Stratigraphy and sedimentology of the Cretaceous host-rocks of the Madneuli gold-polymetallic deposit, Lesser Caucasus, southern Georgia: A new approach. Conference: 9th Swiss Geoscience Meeting Zürich
- Cas, R., Giordano, G., Balsamo, F., Esposito, A., LO Mastro, S. 2011. Hydrothermal breccia textures and processes: Lisca Bianca Islet, Panarea Volcano, Aeolian Islands, Italy. Economic Geology, v. 106, p.437–450.
- Dercourt, J., Zonenshain, L. P. et al. 1986. Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias. Tectonophysics, 123, 241–315.
- GAMBASHIDZE, IR., STÖLNER, TH., HAUPTMANN, A., MIDNIDASHVILI, G., GOGOTSCHURI, G., AND DSCHAPARIDZE, I., 2010, Sakdrisi – the oldest center of gold production, *in* The earliest metallurgy and mining in Georgia during VI-III millennium BC, “Mtsignobari”, Tbilisi, p. 53-96 (in Georgian).
- GAMBASHIDZE, R., AND NADAREISHVILI, G., 1987, Structure and stages of development of the Upper Cretaceous volcanogenic-sedimentary formation of SE Georgia, *in* Tvalchrelidze, G.A., ed, Volcanism and formation of useful minerals in mobile regions of the Earth: Metsniereba, Tbilisi, p. 152-171 (in Russian).
- GAMBASHIDZE, IR., STÖLNER, TH., HAUPTMANN, A., MIDNIDASHVILI, G., GOGOTSCHURI, G., AND DSCHAPARIDZE, I., 2010, Sakdrisi – the oldest center of gold production, *in* The earliest metallurgy and mining in Georgia during VI-III millennium BC, “Mtsignobari”, Tbilisi, p. 53-96 (in Georgian).
- GAMKRELIDZE, P., ed, 1964, Geology of the USSR, Georgian SSR, Moscow, “Nedra”, v. X, 655 p.
- GAVTADZE, T., MIGINEISHVILI, R., AND KHUTSISHVILI, S., 2006, New data on the age of enclosing rocks of the Madneuli copper-gold deposit: Georgian oil and gas, v. 17, p.33-37 (in Georgian with English abstract).
- GIALLI, S., 2013, The Controversial Polymetallic Madneuli Deposit, Bolnisi District, Georgia: Hydrothermal Alteration and Ore Mineralogy: (Msc Thesis), 143p.
- GIORGEBIANI T., NADAREISHVILI G., ZAKARIA D., AND GOGOLADZE D. 2008. Geological-structural peculiarity of the Bolnisi ore district (South-East Georgia). Proceedings, Geological Institute, Georgia, “Sakartvelos matsne”, 91-105 (in Russian).
- GUGUSHVILI, V., AKHVLEDIANI, R., NATSVLISHVILI, M., AND HART, I., 2002, Two stages of gold mineralization within the Sakdrisi Deposit (Bolnisi mining district, Georgia). Geologica Carpatica. The XVII Congress of Carpathian-Balkan Geological Association, Bratislava (CD).
- GUGUSHVILI, V., AND KUTELIA, Z., 2012, Porphyry gold-copper system of the Bolnisi mining district and analysis of two types of gold mineralization: International Workshop “Gold and Base Metal Deposits of the

- Mediterranean and the South Caucasus – challenges and Opportunities”, Tbilisi, Georgia, November 11-15, 2012, p. 15.
- GUGUSHVILI, V., KEKELIA, M., MOON, CH., AND NATSVLISHVILI, M., 2002, Crustal and mantle sources of Cretaceous volcanism and sulfide mineralization in the Bolnisi mining district: Proceedings of Geological Institute of Georgian Academy of Sciences, new series, no. 117, p. 412-419.
- Knipper, A.L., Ricou, L.-E., and Decourt, J., 1987, Ophiolites as an index—Factor of geodynamic evolution of the Tethys Ocean, in Monin, A.S., and Zonenshain, L.P., eds., The Evolution of the Tethys Ocean: Moscow, P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Academy of the USSR, p. 94–104.
- Lavoie, J. 2015. Genetic constraints of the Late-Cretaceous Epithermal Beqtakari prospect, Bolnisi Mining District, Lesser Caucasus, Georgia. University of Geneva, Department of Earth Sciences, Master of Geology Thesis, 82p.
- Lawless J.V and White N.S. 1990. Ore-related breccias: A revised genetic classification, with particular reference to epithermal deposits. 12th New Zealand geothermal workshop, p. 197-202.
- MIGINISHVILI, R., AND GAVTADZE, T., 2010, Age of the Madneuli Cu-Au deposit, Georgia: evidence from new nannoplankton data: Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, v. 4, p. 85-91.
- MORITZ, R., SELBY, D., OVTCHAROVA, M., MEDERER, J., MELKONYAN, R., HAVAMKIMYAN, S., TAYAN, R., POPKHADZE, N., GUGUSHVILI, V., AND RAMAZANOV, V., 2012, Diversity of geodynamic settings during Cu, Au and Mo ore formation in the Lesser Caucasus: New age constraint: 1st European Mineralogical Conference, 2-6 September 2012, Frankfurt, Germany, abstract volume.
- POPKHADZE, N., BERIDZE T., MORITZ, R., GUGUSHVILI, V., AND KHUTSISHVILI, S., 2009, Facies analyses of the volcano-sedimentary host rocks of the Cretaceous Madneuli massive sulphide deposit, Bolnisi district, Georgia: Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, v. 3, no, 2, p. 103-108.
- POPKHADZE, N, MORITZ, R., AND GUGUSHVILI, V., 2014, Architecture of Upper Cretaceous Rhyodacitic Hyaloclastite at the polymetallic Madneuli deposit, Lesser Caucasus, Georgia: Central European Journal Geosciences, 6(3), p. 308-329, DOI: 10.2478/s13533-012-0182-z
- RUBINSHTEIN, M., ADAMIA, SH., BAGDASATYAN, V. AND GUGUSHVILI, V., 1983, On the genetical relations of the copper-pyritic-baritic-base metal deposit of the Bolnisi ore region with Upper Cretaceous volcanism: Bulletin of the Academy of Sciences of Georgian SSR, v. 109, p. 573-576 (in Russian).
- Sillitoe, R. 1985. Ore-related breccias in volcanoplutonic arcs. Economic Geology, vol. 80, p. 1467-1514.
- Yilmaz, A., Engin, T., Adamia, Sh. & Lazarashvili, T. (eds) 2001. Geological Studies of the Area Along Turkish–Georgian Border. MTA, Ankara, Turkey, 1–338.
- Гамбашидзе Н. 1979. Стратиграфия верхнемеловых отложений Грузии и смежных областей Азербайджана и Армении. Труды ГИН АН ГССР, новая серия, вып. 61, 227с.
- Цагарели А.Л., Зесашвили В.И., Джавахишвили Ш.И., Адамия Ш.А., Гамбашидзе Р.А. 1965. Меловая система. Геологическое строение и металлогения Юго-Восточной Грузии. Труды ГИН АН ГССР, новая серия, вып. 1, с. 54-93.