

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

თორნიკე ლიპარტია

მადნეულის სპილენძ-პოლიმეტალური გამადნების  
მაღალსულფიდური ზონის მინერალოგიური თავისებურებები  
და ფასეულობის პერსპექტივები

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

**ავტორეფერატი**

თ ბ ი ლ ი ს ი

2017 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის  
გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტში

ხელმძღვანელი: მოწვეული პროფესორი ვ. გელეიშვილი

რეცენზენტები: ასოც. პროფ. დ. ბლუაშვილი ---  
გმმკ ო. მაჭავარიანი -----

დაცვა შედგება 2017 წლის 15 " ივლისს , 15.00 საათზე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური  
ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის № 64  
სხდომაზე, კორპუსი III , აუდიტორია № 445 ---  
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას ქ. №77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,  
ხოლო ავტორეფერატის - ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი,  
ასოცირებული პროფესორი ----- დ. თევზაძე

## შესავალი

ბოლო ორი ათეული წლის განმავლობაში მსოფლიო ბაზარზე ძვირფასი მეტალების ფასები მკვეთრად გაიზარდა და ეს ტენდენცია კვლავაც გრძელდება. მეტალური რესურსების ტოტალური ხარჯვა ბუნებრივია იწვევს მისი მარაგების შემცირებას, რაც ახალი ამოცანების წინაშე აყენებს გეოლოგიურ სამსახურებს. ექსპერტთა დიდი ნაწილის აზრით უახლოეს მომავალში მსოფლიოში მეტალების დეფიციტი არ არის მოსალოდნელი, რადგანაც საბაზრო მოთხოვნილებები და ტექნიკური პროგრესი ხელს უწყობს სამთო-მომპოვებელი ინდუსტრიის მუდმივ განვითარებას, თუმცა არსებობს საწინააღმდეგო აზრიც, რომლის მიხედვითაც მეტალების დეფიციტი გარდაუვალია, თუ შენარჩუნებული იქნება მისი ამჟამინდელი მოხმარების ზრდის ტენდენციები.

სამთო-მომპოვებელი ინდუსტრიის თანამედროვე მდგომარეობის ამ მოკლე მიმოხილვიდან ნათელია, რომ საჭიროა გაძლიერდეს ახალი გამაღწელების ძებნა-ძიება და მასთან ერთად გადაფასდეს ძველი, რადგანაც ზოგიერთმა მათგანმა რომლებიც არაეკონომიკური იყო წარსულში, თანამედროვე საბაზრო მოთხოვნილებიდან გამომდინარე და სამთო-მომპოვებელი ინდუსტრიის ტექნოლოგიური განვითარების ფონზე შესაძლებელია საბადოთა კრიტერიუმები დააკმაყოფილოს.

ჩვენს მიერ წარმოდგენილი შრომა სწორედ ამ გამოწვევებს ეხმიანება, კერძოდ ჩვენი კვლევის ერთ-ერთი ძირითადი მიზანია ბალანსგარე მარაგების დეტალური შესწავლა. სწორედ ამან განაპირობა ამ თემატიკის არჩევა და პრობლემების შესწავლა.

**ნაშრომის აქტუალობა.** მოგეხსენებათ ბოლნისის რაიონში, დაბა კაზრეთში, გასული საუკუნის 70-იანი წლებიდან მიმდინარეობს მადნეულის ოქრო-სპილენძ-ბარიტ-პოლიმეტალური საბადოს ოქრო-სპილენძის მადნების ღია კარიერული წესით მოპოვება. დღეისათვის მოპოვებულია 53-მილიონი ტონა სპილენძის მადანი. 2016 წელს მარაგების გადათვლით, ბალანსური მარაგები შეადგენს 6.7 მილიონ ტონა სპილენძის მადანს, ხოლო ბალანსგარეშე მყოფი მარაგი 3,6 მილიონი ტონა სპილენძის მადანია.

ზემოთ აღნიშნულიდან ჩანს ეკონომიკურად გამართლებული ბალანსური მადნის მოცულობა არც თუ ისე დიდი მოცულობისაა, ჩვენი ნაშრომი ეძღვნება ბალანსგარე მარაგების დეტალურ შესწავლას, რათა განახლებულ მონაცემებზე დაყრდნობით შევეცადოთ ბალანსგარე მარაგებიდან ბალანსურ მარაგებში გადაყვანა, ნაწილობრივ ან მთლიანად რაც საბადოს ქმედით უნარიანობას გაახანგრძლივებს.

**კვლევის მიზანი და ამოცანები.** კვლევის მიზანია მადნეულის საბადოზე არსებული ბალანსგარე მარაგების გეოლოგიური შესწავლილობის გაღრმავება, რამაც საფუძველი უნდა დაუდოს არაბალანსური მადნის გადაყვანას ბალანსურ მარაგებში.

ამისათვის საჭირო გახდა: შესასწავლი მადნიანი სხეულის ჭაბურღილების ბადის გამსხვილება, რამაც საშუალება მოგვცა დაზუსტებით შემოგვეკონტურებინა მადნიანი სხეული და მასში გაგვესაზღვა სასარგებლო კომპონენტების შემცველობა. მადნიანი ზონის მინერალოგიური კვლევა რაც შემდგომში საფუძველი გახდება ოპტიმალური გამდიდრების პარამეტრების შერჩევისათვის

**კვლევის ობიექტი.** მადნეულის სპილენძ-პოლიმეტალური საბადოს მაღალსულფიდური ზონა.

**კვლევის მეთოდები.** საკვლევი მადნიანი ზონის კვლევის პერიოდში ჩატარდა შემდეგი სახის სამუშაოები: 1) რევერსული ბურღით ჭაბურღილების ბურღვა, მეტრიანი ინტერვალების დასინჯვაა და მათი ანალიტიკა შემდეგ ელემენტებზე: Cu, Au, Ag; 2) ჭაბურღილში არსებული მადნიანი ინტერვალებიდან ტექნოლოგიური კვლევების ათვის წარმომადგენლობითი სინჯების მომზადება; 3) დეტნოლოგიური ტესტირებისას და დესტირების შედეგების ანალიზი. 4) ტექნოლოგიური ტესტირების პერიოდში მიღებული პროდუქტების :მადნის, კონცენტრატის, კუნების პროდუქტის მინერალოგიური კვლევა.; 5) გაშიშვლებული მადნიანი ჰორიზონტების ღარული დასინჯვა 1500გ/მ; 6) ღარული დასინჯვის პერიოდში ანალიტიკით გამოვლენილი გამადნების 10მ-იანი ინტერვალების გამოყოფა და ასევე მინერალოგიურ ტექნოლოგიური კარტირება; 7) საკვლევი მადნიანი ტერიტორიიდან გასაშუალოებული წარმომადგენლობითი სინჯის ფორმირება, 300კგ-ის ოდენობით, მადნიანი ნატეხების ზომიები 300-0 მმ სინჯი

ფორმირებულია სრულპასოვანი კარტირებისათვის. რომელიც გაიგზავნა კანადაში სამთო კვლევით ინსტიტუტში. გაცეული სამუშაო გულისხმობს სრულფასოვან მინერალოგიურ შესწავლას და ამ შესწავლილობის საფუძველზე ასეთი ტიპის გამადნების გამდიდრების ოპტიმალური სქემის შერჩევას.

8) მარაგების თანამედროვე ანგარიშისას ფართონ გამოიყენება ეკონომიკური მოდელები, ეკონომიკური მოდელირება იძლევა საშუალებას თვალნათლივ განვასხვაოთ ბალანსური ანუ ეკონომიკურად მომგებიანი და არაბალანსური ეკონომიკურად რისკის ზონაში შემავალი მადნებს შორის გამყოფი ფაზები.

რაც ჩვენ კვლევებში გადამწყვეტ ინსტრუმენტად არის მიჩნეული და ამ სახის მოდელირებას ემყარება .

ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა. კვლევის პერიოდში ჩატარებულია 100 მადნიანი შლიფის მინერალოგიური აღწერა ასევე ჩატარებულია 40 ერთეული ტექნოლოგიური ტესტირება, კვლევები კანადურ სამთო კვლევით ინსტიტუტში ტექნოლოგიური კარტირებისათვის და გამდიდრების სქემის შესარჩევად ,

ასევე გამოიყო ღარული დასინჯვის მეშვეობით ტექნოლოგიურად ბალანსური მადნის ზონები, გამოყოფილ ბალანსურ მადნიან ზონებზე დატანილი იყო სამთო დამუშავები ტექნოლოგია რამაც საშუალება მოგვცა არაბალანსური მადნის მოცულობიდან რომელიც შეადგენს 3.6 მილიონ ტონას გამოყვეყო რენტაბელური მადნის მოცულობა რომელიც შეადგენს 1.3 მილიონ ტონას და ეკონომიკური გათვლების შედეგად მიგვაჩნია ბალანსურად.

**ნაშრომის მეცნიერული სიახლე.** ნაშრომში აღწერილი სამუშაოებზე დაყრდნობით ვასკვნით შემდეგი სახის სიახლეს.

მანულის საბადოს ახასიათებს სამი ტიპის გამდიდრებადობის ჯგუფი: რთულად გასამდიდრებელი მადანი, საშუალოდ გასამდიდრებელი მადანი და ადვილად გასამდიდრებელი მადანი .

ღარული დასინჯვის დროს მადნიანი ინტერვალები დაიყო 10-მეტრიანი საკვლევ ზონებად, აღნიშნულ ინტერვალებზე ჩატარებულმა კარტირებამ გამოყო გამადნეუბული უბანი, რომელიც რთულად გასამდიდრებელი გამადნეუბული უბნიდან, გვაძლევს საშუალებას გამოგვეყოთ საშუალოდ და ზოგ შემთხვევაში ადვილად გამდიდრებადი მადნიანი ზონა.

ასეთი სახის დასკვნა მადნეულის საბადოზე იძლევა პერსპექტივას გავაგრძელოთ არაკონდიციური მადნიანი ზონების კვლევა შემდგომში მათი ნაწილის რენტაბელურ მადნებად გადაყვანის პერსპექტივით.

შედგების გამოყენების სფერო. ს.ს. „მადნეულის სპილენძის გამამდიდრებელი კომბინატი.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა. დისერტაცია შედგება შესავლის, 3 თავის, დასკვნების და გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხისაგან. ნაშრომი წარმოდგენილია 110 გვერდზე, მათ შორის: 7 ცხრილი, 11 სურათი და 14 ნახაზი. ლიტერატურის ნუსხაში შეტანილია<sup>33</sup> სამეცნიერო ნაშრომი.

## ნაშრომის ძირითადი შინაარსი

შესავალში დასაბუთებულია საკვლევი თემის აქტუალობა და მნიშვნელობა. დასაბუთებულია კვლევის მიზანი, დასახულია სამუშაოს ძირითადი ამოცანა. ჩამოყალიბებულია მიღებული შედეგები, სიახლე და მათი პრაქტიკული მნიშვნელობა.

### თავი I. ბოლნისის მადნიანი რაიონი

#### I.1. შესწავლილობის ისტორია

ისტორია. ცნობები საქართველოში ოქროს არსებობის შესახებ გვხვდება ჰომეროსის, პლინიუსის და სხვათა შრომებში.

საქართველოში ოქროს მოპოვება უძველესი დროიდან ხდებოდა. მითი “ოქროს საწმისის” შესახებ ადასტურებს, რომ ჯერ კიდევ იმ ადრეულ დროში კოლხეთში ცხვრის ტყავის გამოყენებით ხდებოდა ოქროს მდიდარი შლიხის მიღება მდინარეული ქვიშრობებიდან.

ბოლნისის მადნიანი რაიონის სასარგებლო წიაღისეულის შესწავლა და ათვისება დიდი ხნის წინ, საქართველოში სამთო საქმის განვითარებასთან ერთად დაიწყო. რაიონის გეოლოგიური შესწავლა მე-19 საუკუნეში დაიწო გ.აბიხმა (1858,1868,1875წწ.) და შემდგომ გაგრძელდა გ.წულუკიძის (1887), ნ.ლუბედევის, ს.სმირნოვის, ს.სიმონოვიჩის (1898-1902წწ) მიერ, რომლებმაც რაიონის გეოლოგიურ აგებულებასთან ერთად მოგვცეს ოქროს ქვიშრობების, რკინის და სპილენძ-პოლიმეტალური მადნების საკმაოდ სრული და სისტემაში მოყვანილი აღწერა. ბოლნისის რაიონის ინტენსიური და გეგმაზომიერი გეოლოგიური კვლევა მე-20 საუკუნის დამდეგიდან დაიწყო. კვლევებში დიდი წვლილი მიუძღვით გამოჩენილ ქართველ გეოლოგებს კ.გაბუნias, ი.კახაძეს, გ.მოწენიძეს, პ.გამყრელიძეს, ა.ცაგარელს, გ.ზარიძეს, ნ.თათრიშვილს, ვ.ედილაშვილს, ნ.კანდელაკს, თ.ყაზახაშვილს, გ.თვალ-ჭრელიძეს, ვ.გოგიშვილს, ვ.ბუაძეს და სხვ., ხოლო სასარგებლო წიაღისეულის გამოვლენის და შესწავლის საქმეში - გ.ტოგონიძეს, გ.გვახარიას, ა.ბენდელიანს, ი.ნაზაროვს, ნ.შონიას, ი.ბაჩალდინს და სხვ.

ოქროს ქვიშრობების ძიება რაიონში მიმდინარეობდა გასული საუკუნის 30-50 წლებში (მ.კუჩუკი და ვ.რადკევიჩი 1930წ; პ.პანოვი, დ.გრომოვი 1934-35წ;

რ.ბარსკაია და სხვ. 1945-46წ., გ.ერისთავი 1938წ, დ.ყუფარაძე 1950წ, ა.გორბაჩენკო და გ.ბრეგვაძე 1958-64წ). მდინარეების აბულმულკი და ხრამის ცალკეული ქვიშრობებისათვის გამოთვლილი იყო მარაგები.

ქვიშრობული ოქროს ძიებასთან ერთად ბოლნისის მადნიან რაიონში მიმდინარეობდა სპეციალიზირებული სამიეზო-დასინჯვითი სამუშაოები ძირითად ოქროზე.

1982 წ. რეგიონალური გეოლოგიური კვლევების კავკასიის ლაბორატორიის (ВИЭМС) მიერ ბოლნისის მადნიანი რაიონის ოქროს გამადნების გეოლოგიურ-ეკონომიკურ შეფასებისთვის ჩატარდა სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები. დასაბუთდა მისი წინასწარი ძიების მიზანშეწონილობა და მიცემული იქნა რეკომენდაციები დროებითი კონდიციების პარამეტრებზე. ბოლნისის მადნიანი რაიონის გეოლოგიური კვლევა წლების მანძილზე გრძელდებოდა და დღესაც ინტენსიურად მიმდინარეობს.

## 1.2. გეოლოგიური აგებულება

როგორც ცნობილია, სომხით-ყარაბახის მეტალოგენიური ზონა, რომელიც მოიცავს ბოლნისის მადნიან რაიონს, გეოტექტონიკური მდებარეობით კონტინენტურსა და კუნძულთა რკალების პროვინციებს შორის გარდამავალს მიეკუთვნება. იგი ჩამოყალიბდა კონტინენტური ტიპის ქერქზე. ამგვარ პროვინციებში ფიქსირდება მადნიანი მინერალიზაციის კავშირი ძირითადად მჟავე ვულკანიტებით აგებულ ვულკანურ ნაგებობებთან.

მეტალოგენიური დარაიონების სქემის თანახმად ბოლნისის მადნიანი რაიონი მოიცავს ხუთ ზონას: მარნეულის, მადნეული-ფოლადაურის, თეთრიწყარო-ასურეთის, ლოქის და ხრამის.

ხრამის და ლოქის ანტიკლინები, რომელთა გულში შიშვლდება ძველი კრისტალური ქანები, მადნეული-ფოლადაურის როფისაგან გამოყოფილია სუბგანედური რღვევით. ამ რღვევის გასწვრივ ორივე მასივი ზღვის დონიდან აწეულია საშუალოდ 2კმ, ხოლო ზედაცარცული ნალექებით გადაფარულ მათ კრისტალურ ნაწილთან შედარებით გეოლოგიური და გეოზიფიკური მონაცემების მიხედვით 4-6 კმ-ით.



რაიონის ამგები ქანები გამოირჩევა დისლოცირების და მეტამორფიზმის სხვადასხვა ხარისხით და მათი წარმოშობა-განვითარების ეტაპებს შორის ხანგრძლივი პაუზების მიხედვით მათი წარმონაქმნები იყოფა ოთხ ძირითად სტრუქტურულ იარუსად: **იურამდელი** (პალეოზოური მეტამორფული კომპლექსი), **იურული**, **ზედაცარცული** და **პალეოგენურურის შუა ეოცენური**.

### 1.3. ტექტონიკა

რაიონის ტექტონიკური აგებულება შემდეგი თვისებებით ხაიათდება:

ლოქის და ხრამის აზევებები გამოყოფილია სხვადასხვა ორიენტაციის ბრაქინაოჭებით და თაღისებური აზევებით გართულებული ფართო ვულკანური დეპრესიით. მათ ფორმირებაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობდა რიოლითური და დაციტური სუბვულკანური წარმონაქმნების წარმოშობის პროცესები.

არსებული მონაცემების საფუძველზე რაიონში გამოყოფენ წყვეტილი აშლილობების სამ ძირითად სისტემას: განედურს (და სუბგანედურს), ჩრდილო-დასავლურს და ჩრდილო-აღმოსავლურს. უმნიშვნელოდაა განვითარებული მსხვილი სუბმერიდიანული აშლილობები.

შედარებით დიდი სუბგანედური მიმართების პირიველი რიგის რღვევები გადის ხრამის და ლოქის მასივების ჩრდილო და სამხრეთი საზღვრების გასწვრივ. ისინი სავარაუდოდ რაიონის ყველაზე ძველი წყვეტილი სტრუქტურებია. ეს სიღრმული რღვევებია. მათ ბაგეებში განვითარებული ნალექების სიმძლავრის და ხასიათის მიხედვით მათი ჩასახვა ხდებოდა ადრეიურულ ეპოქაში.

მეორე რიგის სუბგანედური რღვევების ზონა ძირითადად აღინიშნება ვულკანური დეპრესიის ფარგლებში. მათგან ყველაზე დიდი რღვევები გაიდევნება ჰკმ-ზე საყდრისის საბადოდან დავით-გარეჯის, ქვ.ბოლნისის და წითელისოფლის საბადოების გავლით თამარისის მადანგამოვლინებამდე. ასეთი სუბგანედური რღვევები გადის მადნეულის საბადოზე, ფიტარეთის და დარბაზის მადნეულ ველზე.

რაიონში ფართოდაა გავრცელებული ჩრდილო-დასავლური და ჩრდილო-აღმოსავლური მიმართების რღვევები. კარგად ხდება მათი დემიფირირება აეროფოტოსურათებზე და ბევრი მათგანის არსებობა დადასტურებულია გეოფიზიკური სამუშაოე-

ბით. მათი სუბგანედურ რღვევებთან შეუღლებიშ ადგილებს უკავშირდება რაიონიშ თითქმიშ ყველა საბადო და მადანგამოვლინება.

შედარებით მსხვილი სუბმერიდიანული რღვევა გადის რაიონიშ ცენტრალურ ნაწილში და აკონტროლებს დაციტური სუბვულკანური სხეულებიშ განლაგებას.

ზედაცარცულ და კაინოზოურ ნალექებში გავრცელებულია სხვადასხვა შედგენილობიშ ქანებიშ კონტაქტზე განვითარებული შრეთაშორიშ წყვეტები და მსხვრევიშ ზონები. ისინი ძირითადად დამრეცია და ხშირად მადანშემცველ ან მადანმაკონტროლებელ სტრუქტურებს წარმოადგენს.

მადნიანი ველებიშ ფარგლებში დაფიქსირებულია უკვე აღწერილ რღვევებთან შეუღლებული მრავალი მცირე სუბპარალელური აშლილობა. ჩვეულებრივ ისინი მადანშემცველია.

აღწერილი ძირითადი რღვევებიშ გავრცელებიშ ხასიათსა და შემცველ ქანებს შორიშ დროში რთული ურთიერთდამოკიდებულება მათ ხანგრძლივად არსებობაზე მიუთითებს.

ვულკანური წყებებიშ აგებულებიშ მნიშვნელოვან ელემენტს წარმოადგენს ძველი ვულკანური წყებებიშ გადარეცხილი ნარჩენები.

#### **1.4. ენდოგენურ გამადნებიშ თავიშებურებები**

ოქროს ენდოგენური საბადოები გამოირჩევა მინერალური შედგენილობიშ მრავალფეროვნებით, მეტამორფიზმიშ ხარისხით და მადანშემცველი გარემოშ დეფორმაციით, მადანშემცველი ნაოჭა და ნაპრალოვანი სტრუქტურებიშ ტიპებით, მადნეული სხეულებიშ მორფოლოგიით, მადნეული სხეულებიშ და მადანმომიჯნე მეტასომატიტებიშ შედგენილობით. ბევრ ოქროსშემცველ რაიონში ოქროს საბადოები უკავშირდება ვულკანოგენურ ქანებს, ოქროს კლარკიშ მაღალი შემცველობით. ამ დროს ვულკანიტები უფრო მეტადაა გამდიდრებული ოქროთი, ვიდრე კომაგმატური ან სიღრმული ქანები.

სამხრეთ საქართველოში ოქროს საბადოები და მადანგამოვლინებები დაკავშირებულია ზედა ცარცული წყებიშ ვულკანოგენ-დანალექ წარმონაქმნებთან. ზედაცარცული წყება მჟავე რიო-დაციტური შედგენილობიშაა და ხასიათდება ოქროს გაზრდილი გეოქიმიური ფონით. აშკარაა, რომ მადნეული-ფოლადაურის მადნიანი

ზონის კოლჩედანური გამადნების მნიშვნელოვანი ოქროსშემცველობა ნაწილობრივ გაპირობებულია მაგმური ფაქტორებით.

მთლიანად ბოლნისის მადნიან რაიონში გამოიყოფა ოქროს გამადნების შემდეგი ტიპები:

- ოქრო მეორად კვარციტებში;
- ოქრო პოლიმეტალურ და ბარიტ-პოლიმეტალურ მადნებში თანმხლები კომპონენტის სახით;
- ოქრო სპილენძ-კოლჩედანურ მადნებში თანმხლები კომპონენტების სახით;
- კომბინირებული ტიპი, სადაც ყველა ან რამდენიმე ტიპი სივრცობრივად თანხვდება;
- ქვიშრობული ოქრო.

შედარებით პროდუქტიულია კომბინირებული ტიპი, რომელსაც ეკუთვნის მადნეულის, ქვემო ბოლნისის, წითელისოფლის, ბნელიხევის, დავით-გარეჯის და სხვ. საბადოები. ბოლო მონაცემებით მცირესულფიდურ კვარციტებში ოქრო ფართოდაა გავრცელებული და ეს წარმონაქმნები საკმაოდ პერსპექტიულია.

### 1.5. მადანწარმოქმნის თერმოდინამიკური ფაქტორები

რაიონის მადნეული საბადოების წარმოქმნისას დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა სასარგებლო კომპონენტების გადატანის და ფამოლექვის განმსაზღვრელ ფიზიკურ-მექანიკურ პირობებს. ამ პროცესების ხასიათზე მოქმედებდა ტემპერატურა, წნევა, მადანწარმოქმნელი ხსნარების შედგენილობა, სიმჟავე-ტენიანობა, აგრეთვე გარემო რომელშიც მათ გაიარეს, ჟანგვა-აღდგენითი პირობები, ნახშირბადის, გოგირდის, ჟანგბადის საერთო პოტენციალი, შემცველ ქანებში ორგანული ნივთიერებების არსებობა და სხვ.

ოქროს საბადოების ფორმირება ხდებოდა დროის ფართო მონაკვეთში. ეს საბადოები დაკავშირებულია გეოტექტონიკურ ელემენტებთან და ლოკალიზებულია განსხვავებული შედგენილობის ქანებში.

ვულკანოგენურ წარმონაქმნებთან ასოცირებული ოქროს საბადოების მაგალითია კოლჩედანური ოქრო-პოლისულფიდური ფორმაცია. როგორც ცნობილია, ამ საბადოებისთვის დამახასიათებელია ვერტიკალური და ლატერალური ზონალობა,

ოქროსშემცველი მინერალური ასოციაციების გამოყოფა ხდებოდა არანაკლებ 320-230°C ტემპერატურისას, ქლორიტ-კარბონატურლი, ნატრიუმ-კალიუმის ხსნარებიდან გოგირდიწყალბადის მაღლი კონცენტრაციით (1,7გ/ლ). პოსტპროდუქტიული ასოციაციების ფორმირება ხდებოდა 240-160°C ტემპერატურის დროს ბიკარბონატულ-კალციუმის ხსნარებიდან, გოგირდიწყალბადის გაზრდილი შემცველობით (4,3გ/ლ-მდე).

ოქროს უკიდურესად შეზღუდული სწრაფვა გააჩნია ჟანგბადისაკენ, რაც განაპირობებს მის გამოყოფას აღდგენითი პირობების დროს, ამით აიხსნება ოქროს საბადოების ხშირი ლოკალიზაცია ორგანიკით და გოგირდით გამდიდრებულ წყებებში. ოქროს საბადოების უმრავლესობაში მთავარ მადნიან მასას წარმოადგენს კვარცი, რომლის რაოდენობა 70-80% აჭარბებს, ზოგჯერ კი მთლიანი მასის 90%-ს შეადგენს.

კვარცში ოქროს დიფუზიის სიჩქარე მაღალი ტემპერატურის პირობებშიც კი ძალიან დაბალია და შესაბამისად დაბალია კვარცში ოქროს აქროლადობა. ვინაიდან ფაზაში კომპონენტის აქროლადობასა და მის ქიმიურ პოტენციალს შორის არსებობს პირდაპირი კავშირი, კვარცში ოქროს ქიმიური პოტენციალი ყველაზე დაბალია. სწორედ ამით აიხსნება ჰიდროთერმული ხსნარებიდან კვარცში ოქროს უპირატესი გამოყოფა, აგრეთვე მეტამორფიზმის შემთხვევაში სხვა მინერალებიდან კვარცში მიგრაციისადმი მისწრაფება.

ამგვარად ოქროს ენდოგენური საბადოების ფორმირება გაპირობებულია გეოლოგიური და გეოქიმიური ფაქტორების ერთობლიობით. ამათან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მადამწარმოქმნის გარემოს აღდგენით ხასიათს, რაც განისაზღვრება სიღრმულ ფლუიდებში ნახშირბადის და ზოგჯერ წყალბადის აღდგენითი ფორმის მომატებული შემცველობით. აღდგენითი გარემოს შექმნაში არანაკლებ როლს თამაშობს ორგანიკით და გოგირდით გამდიდრებული შემცველი ქანები.

## 1.6. ოქროს მეტალოგენია

ოქროს მადნების განაწილების კანონზომიერებანი გაპირობებულია მეტალოგენიური, სტრუქტურული და მაგმური ფაქტორების ერთობლიობით.

ოქროს ძირითად მადნიან ნედლეულად დადგენილია ოქროსშემცველი ჰიდროთერმული მეტასომატიტები, მეორადი კვარციტები.

მცირე კავკასიონის ფარგლებში მეორადი კვარციტები ძირითადად ცნობილია ექსტრუზივებში. მაგრამ ამ რეგიონში ცნობილია მეორადი კვარციტების არაერთი პერსპექტიული გამოვლინება ოქროს კონდიციური შემცველობით.

ბოლნისის მადნიანი რაიონი მდებარეობს ალპურ-ჰიმალაური სისტემის ცენტრალურ ნაწილში, სადაც გეოლოგიურ პროცესებს განაპირობებს აღმოსავლეთევროპული და აფრო-არაბული ლითოსფერული ფილების შეპირაპირება.

რაიონი წარმოადგენს სომხით-ყარაბაღის სტრუქტურულ-მეტალოგენიური ზონის ჩრდილო დასავლეთ ნაწილს.

რეგიონში ყველაზე ძველი ქვედა პალეოზოური მეტამორფული წარმონაქმნებია. ისინი შიშვლდება ლოქის და ხრამის მასივების ფარგლებში, მათ კვეთს ოქროპოლიმეტალური და სპილენძ-მოლიბდენ-პორფირული მადანგამოვლინებების შემცველი გრანიტული და დიორიტული ინტრუზივები.

გამადნების თვალსაზრისით ყველაზე მნიშვნელოვანი სომხით-ყარაბაღის სტრუქტურულ-მეტალოგენიური ზონის მადნეული-ფოლადაურის დეპრესიის ფართო ზოლთან დაკავშირებული ზედა ცარცული ნალექები იყოფა: ვულკანოგენურ-დანალექ, ვულკანოგენურ და დანალექ წყებებად.

მეზო-კაინოზოურ ეპოქაში ინტენსიური ვულკანური და ტექტონიკური პროცესების შედეგად რეგიონში ჩამოყალიბდა მრავალრიცხოვანი სხვადასხვა საბადო და მადანგამოვლინება. მათთვის დამახასიათებელია სპილენძ-პორფირული, ოქრო-სპილენძ-კოლჩედანური და ოქროსშემცველი ბარიტ-პოლიმეტალური გამადნების თანმიმდევრული ფორმირება.

მოცემული რეგიონის მადნებში ოქრო წარმოდგენილია რამოდენიმე გენერაციით: 1. ყველაზე ადრეული, რომელიც გენეტურად ოქრო-სპილენძ-კოლჩედანური ციკლის მადანწარმონაქმნებს უკავშირდება 2. ჰიდროთერმული ძარღვული გამადნების ბოლო სტადიასთან დაკავშირებული კვარც-ბარიტ-პოლიმეტალური გამადნება. ეს განაპირობებს ამ ტიპის მადნების მაღალ ოქროსშემცველობას და მათ კომპლექსურ გამოყენებას. 3. ოქრო-კვარციანი ტიპი, რომელიც ტელურიდებთანაა დაკავშირე-

ბული. იგი ყველაზე გვიანდელია და დროში მოწყვეტილია სპილენძ-კოლჩედანური, ოქრო-პოლიმეტალური და სპილენძ-პორფირული გამადნებისაგან.

ბოლნისის მადნიანი რაიონის თავისებურება განსაზღვრულია მისი ტექტონიკურ-მაგმური განვითარების ისტორიით, რაც განაპირობებს სპილენძ-კოლჩედანური, სპილენძ-პორფირული და ოქროს გამადნების ტიპების არაკონტრასტულობას. რაიონის ფარგლებში შეიძლება გამოიყოს მადნიანი ფორმაციის ევოლუციური რიგი, რომელიც იწყება სპილენძ-პორფირული ტიპით და მთავრდება კვარც-ოქროიანით. ეს რიგი მკვლევარებს შემდეგნაირად წარმოუდგენიათ: სპილენძ-პორფირული → ოქრო-სპილენძ-კოლჩედანური → კოლჩედანურ-ბარიტ-პოლიმეტალური → ოქრო-ბარიტ-პოლიმეტალური → კვარც-ოქროიანი. საწყისი ფორმაცია ალბათ არის სპილენძ-პორფირული (ზოგჯერ მოლიბდენით).

მრავალწლიანი გამოკვლევების და დიდი მოცულობის სამუშაოების ჩატარების მიუხედავად რეგიონში რეალურად არსებობს კეთილშობილი და ფერადი მეტალების ახალი საბადოების გამოვლენის პერსპექტივა.

მიუხედავად იმისა, რომ ბოლნისის მადნიანი რაიონი ხასიათდება არამადნეული სასარგებლო წიაღსეულის დიდი პოტენციალით დღევანდელ ეკონომიკურ პირობებში პრიორიტეტულია კეთილშობილი და ფერადი მეტალების მადნების მოპოვება და გადამუშავება.

## **თავი II. მადნეულის ოქრო-სპილენძის -ბარიტ-პოლიმეტალური საბადო**

### **2.1. მადნეულის საბადოს მინერალოგიური დახასიათება**

მადნეულის საბადო მდიდარი და მრავალფეროვანი საბადოა თავისი მინერალური შედგენილობით და წარმოდგენილია ხუთი ძირითადი სამრეწველო ტიპით:

1. სპილენძის მადანი.
2. სპილენძ-თუთიის მადანი.
3. ბარიტ-პოლიმეტალური მადანი.
4. ბარიტ-ოქროსშემცველი კვარციტები.
5. ოქროსშემცველი კვარციტები.

მადნიანი სხეულები ერთმანეთისგან გამოყოფილია მადანთა-შორისო გაუმაღლებელი განშრევებებით ანუ არაკონდიციური მადნით.

მადნეულის საბადოზე სპილენძის მადანი ჟანგვის ხარისხით მიაკუთვნეს სულფიდურ (სპილენძ-კოლჩედანურ) და ნახევრად დაჟან-გულ მადნებს, რომლებისთვისაც დამახასიათებელია მასიური, პორფი-რულ-ჩანაწინწკლური და მარღვული ტექსტურები, მეტასომატური ჩანაც-ვლებები და კოროზიული, გრაფიკული, რელიქტური და სხვა მიკრო-ტექსტურები.

მთავარ მადანწარმოქმნელი მინერალების - პირველადი (ჰიპოგენური) სულ-ფიდების: პირიტის, ქალკოპირიტის გვერდით მადნები შეიცავენ მეორად (ჰიპერ-გენულ) სულფიდებს: ქალკოზინს, კოველინს, იშვიათად ბორნიტს, რომლებიც ანაცვლებენ ქალკოპირიტს სრულად ან ნაწილობრივ, აგრეთვე მეორადი სულ-ფიდური გამდიდრების ზონაში მადანში არსებული პირიტი, ხშირ შემთხვე-ვაში, კოროზირებულია ქალკოზინით არშიების, მაფისებრი და ცხრილისებრი მარღვაკების სახით. იშვიათია: ქალკანტიტი, ბროშანტიტი, ქრიზოკოლა, კუპრიტი, ხალასი სპილენძი, ფირუზი, მალაქიტი, აზურიტი, რომლებიც ძირითა-დად ახასი-ათებს ჟანგვის ზონას.

მეორეხარისხოვანია: პირიტი, სფალერიტი, გალენიტი, ჰემატიტი, ლიმო-ნიტი. თანამგზავრი ელემენტებია: Au, Ag, Pb, Co, Se, Te, Cd, In, Fe

აღნიშნული მინერალები ქანში წარმოქმნიან მასიურ, მარღვულ, არშიისებურ, რელიქტურ, კოროზიულ, დაზარულ ტექსტურებს, წვრილ ჩანაწინწკლებს, შენაზარდებს, არასწორ ფორმებს, ემულსიურ და იზომორფულ მინარევებს და სხვას.

მთავარი არამადნეული მინერალებია: კვარცი, სერიციტი, ქლორიტი, კაოლინიტი, მინდვრის შპატები, ამფიბოლები და სხვა, რომლებიც მჭიდრო კავშირშია მადნეულ მინერალებთან.

მეორეხარისხოვანია: ბარიტი, ანჰიდრიტი, თაბაშირი, კალციტი, სიდერიტი და სხვა.

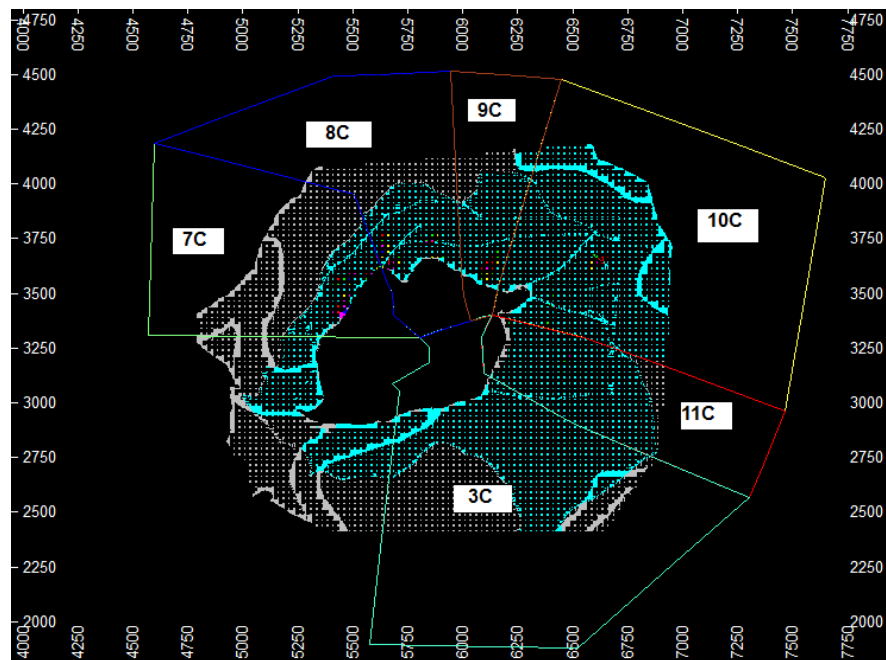
სპილენძის მადნების ფლოტაციით, სულფიდებთან ერთად იკრიფება კეთილშობილი მეტალები ოქრო და ვერცხლი, რომლებიც ძირითადად იზომორფული მინარევის სახითაა პირიტში, ქალკოპი-რიტში, კვარცში.

მადნიან სხეულებს აქვთ შრეებრივი და ლინზისებური ფორმა. მადანწარმომქმნელი მინერალების რაოდენობის და აგებულების მიხედვით მადნის ტექსტურა მასიური, ბრექჩიული, მარღვული და ჩანაწინწკლურია.

საბადო წინასწარი დაზვერვითი სამუშაოების ჩატარების შედეგად დაყოფილია ბლოკებად, რომლებსაც დაძიების ხარისხის მიხედვით მინიჭებული აქვთ III-C1, I-B, VII-C1 VIII-C1, Xa-C1, XI-C1 და სხვა კატეგორიები.

აღნიშნულ ბლოკებზე ტექნოლოგიური სინჯების მინერალოგიური შედგენილობის შესწავლის შედეგად შეიძლება გამოვყოთ მადნის რამოდენიმე ბუნებრივი სახესხვაობა:

- I) ქალკოპირიტ-პირიტული;
- II) ქალკოპირიტ-ქალკოზინ (კოველინ) პირიტული;
- III) ქალკოზინ-კოველინ-ქალკოპირიტ-პირიტული;
- IV) კოველინ-ქალკოზინ-ქალკოპირიტ-პირიტული;
- V) ქალკოზინ-პირიტული;
- VI) სპილენძ-თუთიის ;



ნახ. 1 საბადოზე გამოყოფილი ბლოკების განლაგების სქემა

სპილენძის მადნიანი სხეულების ნუმერაცია წარმოადგენს სივრცობრივად ბალანსზე რიცხული C1 კატეგორიის ბლოკების კონფიგურაციის გაგრძელებას. არსებული BC1



კატეგორიის ბლოკების კონტურებში სპილენძის მადნები ბალანსზე გამოლეულია. ზემოაღნიშნული ნუმერაცია არის, მხოლოდ ბლოკების მიმართულებების პირობითი გაგრძელება. რესურსები დათვლილია JORC-ის სტანდარტებით.

## 2.2. მადნეულის საბადოს რესურსები და მათი რთულად გამდიდრებადობის პრობლემატიკა

მარაგებისა და რესურსების გადათვლა ჩატარდა საერთაშორისო სისტემის JORC-ის მიხედვით (JORC, 2004 Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves (the JORC CODE), რომელიც წარმოადგენს ავსტრალია-აზიის მინერალური რესურსების და მადნების მარაგების ანგარიშის კოდს. მადნეულის საბადოს კარიერის რესურსები კლასიფიცირებულია როგორც Measured (გაზომილი), indicated (დათვლილი) და inferred (სავარაუდო).

დათვლილ (Measured) რესურსებად ითვლება ის რესურსები, რომელ-თა მადნის მოცულობა გამოთვლილია მადნის სხეულის კონტურის მიმართ, მოშიშვლებების, ტრანშეების, გამონამუშევრების, ჭაურების შეფასებით. სასარგებლო კომპონენტების შემცველობა და მადნის ხარისხი გამოითვლება დეტალური გასინჯვის მონაცემების საფუძველზე. გასინჯვის სიმკვრივე და ბუდობის შესწავლა იმდენად დიდია, რომ ზომები, ფორმა, სიღრმე, მინერალების შემცველობა მადაწში დამაჯერებლად სწორია.

განსაზღვრულ (indicated) რესურსებად ითვლება პირველ კატეგორიასთან შედარებით ნაკლებად დაზვერილი, მაგრამ მათი შესწავლულობა გვამღვეს საშუალებას განვსაზღვროთ წერტილებს შორის გამადნების უწყვეტობა.

სავარაუდო (პროგნოზირებადი, პერსპექტიული) (inferred) რესურსები ხასიათდება კიდევ უფრო ნაკლები შესწავლულობით. გამადნების უწყვეტობის გეოლოგიური შეფასება შეიძლება დაეყრდნოს, როგორც რეალურ სინჯებს, ასევე გეოლოგიურ, გეოფიზიკურ და სხვა მონაცემებს.

მარაგები მიბმულია რესურსებთან შემდეგი სახით: სარწმუნო (Proven) მარაგები. ეს არის დაზვერილი რესურსების ის ნაწილი, რომელიც აკმაყოფილებს მადნის კლასიფიკაციას, როგორც მარაგ პირობას.

მოსალოდნელი (Probable) მარაგები, ეს დაზვერილი და დადგენილი რესურსების ის ნაწილია, რომელიც აკმაყოფილებს როგორც მადნის კლასიფიკაციას,

ასევე მარაგებს. მაგრამ ზოგჯერ გაზომილი რესურსები შეიძლება გადაყვანილი იყოს მოსალოდნელი მარაგების ჯგუფში.

მარაგების კლასიფიკაციის დროს დადგენილი უნდა იყოს, რა მასალა ფასდება: წიაღში ჩაწოლილი თუ ამოსაღები. წიაღში ჩაწოლილი მადნების შეფასებისას გათვალისწინებული უნდა იყოს მათი დანაკარგების დონე და გაღარიბება მოპოვებისა და გადამუშავებისას. განახლებული მონაცემების დაყრდნობით, კონსალტინგურმა კომპანიამ Snowden Mining Industry Consultants Pty “Ltd ss” მადნეულისათვის შეასრულა კარიერისათვის რესურსებისა და რეზერვების შეფასება ადრე შესრულებული ბლოკური მოდელი ვრცელდებოდა მხოლოდ მადნეულ სხეულებზე. კარიერის ოპტიმიზაციისათვის საჭიროა საბადოს ისეთი მოდელის შექმნა, რომელიც მოიცავს არამარტო მადანს, არამედ გარშემო მყოფ ქანების მასივს.

კარიერის ოპტიმიზაციის ბლოკური მოდელის შექმნის პროცესი შედგებოდა შემდეგი სტადიებისაგან:

1. ზედაპირის ქვეშ სივრცის შევსება ბლოკებით დღევანდელი ტოპოგრაფიის მიხედვით ბლოკური მოდელის ადრე შექმნილი პროტოტიპის გამოყენებით.
2. მოდელის ბლოკებისათვის სიმკვრივის და ZONE ველისათვის 0 მნიშვნელობის მისაღწევად.
3. მადნეული ქანების მოდელის გაერთიანება ერთ მოდელში.

კარიერის საბოლოო კონტურის ოპტიმიზაცია სრულდებოდა პროგრამა DATAMINE-3D დახმარებით, რომელიც მსოფლიოში აპრობირებული ლერჩი-გროსმანის ალგორითმს იყენებდა. თავიდან აღნიშნულ პროგრამაში იმპორტირებული იყო ბლოკური მოდელი „დატამაინი“-დან, შემდეგ ძალიან დიდი ზომების გამო, დაბლოკირებული იქნა ბლოკების გაზრდის ხარჯზე (ინფორმაციის დაკარგვის გარეშე). შემდეგ მისგან შეიქმნა ეკონომიკური მოდელი, სადაც ყოველი ბლოკისთვის განსაზღვრული იყო მოგება მასში შემავალი მეტალების გაყიდვიდან.

ამის შემდეგ ჩატარდა კარიერის ზღვრული მეთოდების გათვლა კარიერის დამუშავებისაგან მიღებული მაქსიმალური ჯამური მოგების კრიტერიუმის გათვალისწინებით (ლერჩი-გროსმანის ალგორითმი). ოპტიმატიზაციისათვის ამოსავალი პარამეტრები აღებულია საწარმოს მონაცემებიდან (ცხრილი1.)

### თავი III. ბალანსგარე მადნიანი სხეულები

#### 3.1. არაბალანსური მადნიანი სხეულების გამოყოფა

მადნეულის საბადოზე ბალანსგარე მარაგები წარმოდგენილია 3 500 000 ტონის მოცულობით. ასეთი ტიპის მადნიანი სხეულები დღევანდელი მათი პარამეტრების მიხედვით ეკონომიკურად წამგებიანი ღირებულებისაა და მათი მოპოვება და გადამუშავება მიზან შეწონილი არა. მეორეს მხრივ რესურსების გამსხვილების თვალსაზრისით 8-C ბლოკს, საძიებო ბადის გამსხვილების შემთხვევაში დიდი პრაქტიკული პოტენციალი გააჩნია.

მადნეულის საბადოზე ბალანსურ და არაბალანსური მადნები გამოყოფისას დიდი მნიშვნელობა აქვს მადნიანი სხეულების სამთო და გამდიდრებადობის პარამეტრებს. ასეთი სახის გამოყოფას ოპტიმიზაცია უზრუნველყოფს. ოპტიმიზაცია კი ეყრდნობა შემდეგი სახის პარამეტრებს.

1. ქანების ფიზიკო მექანიკური და ჰიდრო გეოლოგიური პარამეტრები, უსაფრთხო დაფერდების კუთხის განსასაზღვრად, რაც უმთავრესია გადა-სახსნელი ფუჭი ქანის მოცულობის განსაზღვრისას

2. სასარგებლო კომპონენტების შემცველობა

3. სასარგებლო კომპონენტების ამოკრეფის პროცენტული მაჩვენებელი

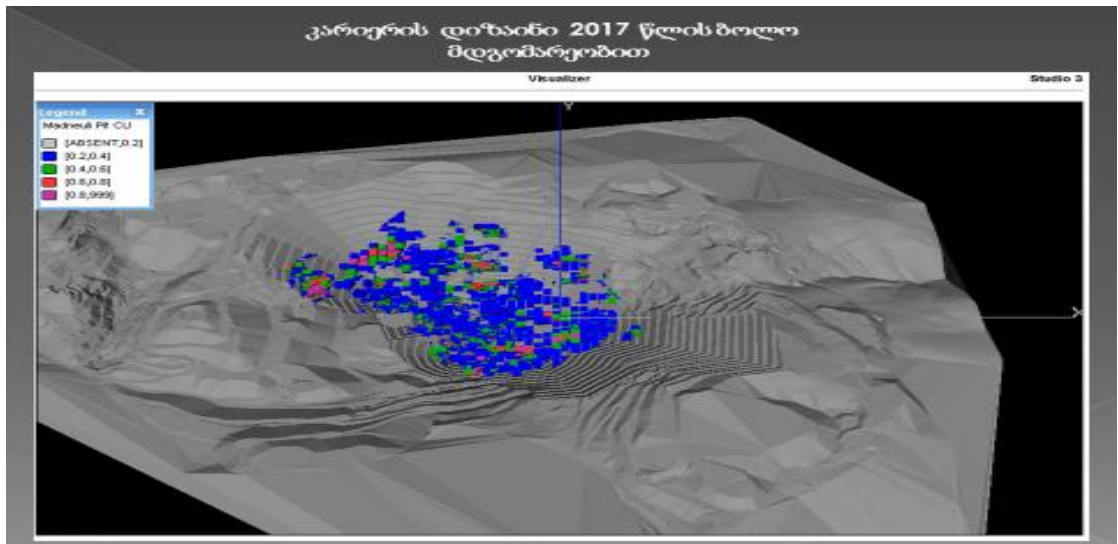
4. სასარგებლო კომპონენტების კონცენტრატში გადასული მეტალთა პროცენტული შემცველობა

5. სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებისას საჭირო სამთო ტექნიკა დანადგარების რაოდენობა

6. მადნის გადამუშავებისას გაწეული დანახარჯები

7. ინჟინრების და დამხმარე პერსონალი ხელფასები

ოპტიმიზაცია ხორციელდება სამგანზომილებაში წარმოდგენილ ბლოკურ მოდელზე



ნახ. 2 მადნიანი სხეულის განლაგება სამ განზომილებაში

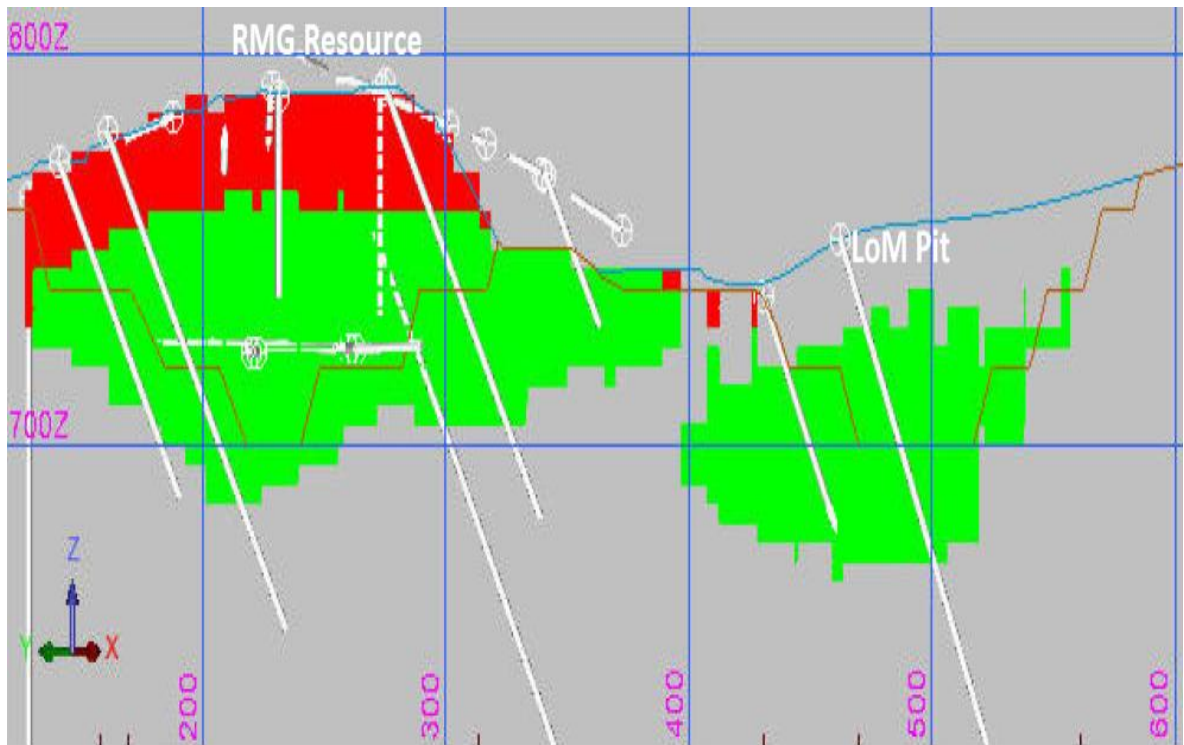
ნახაზზე ნაჩვენებია სამ განზომილებაში მადნიანი სხეულის განლაგება, ასევე სხვადასხვა ფერით არი გამოყოფილი მადნიანი სხეულების შემცველობა, სპილენძის მადნისათვის, ფერების მნიშვნელობა ნაჩვენებია ლეგენდაში რომელიც ნახაზს თან ახლავს.

ოპტიმიზაცია საწყის მონაცემად იყენებს სამ განზომილებიან ბლოკურ მოდელს, ასევე იყენებს ხარჯვით ნაწილს რათა მოახთინოს გამყოფი ზედაპირის დადგენა, ეკონომიკურად მომგებიან ნაწილებზე. ოპტიმიზაცია გამოყოფს რამოდენიმე ათეულ კარკასს, იხილეთ ჭრილი (ნახ. 3).

ჭრილზე ნაჩვენებია ლურჯი ფერით რელიეფის ფაქტიური მდგო-მარეობა, წითელი და მწვანე ფერებით მადნიანი სხეულები ფერები მიბმულია მადნის შემცველობაზე წითელი ფერი აღნიშნავს მაღალი სპილენძის შემცველობის Cu 0.6% და ზევით, ხოლო მწვანე ფერით Cu 0.4%- მდე სპილენძის შემცველობას.

ჭრილზე მადნიანი სხეული გადაკვეთილი ყავისფერით ოპტიმიზაციის შედეგად გამოყოფილი კონტურით, რომელიც განსაზღვრავს მოსაპოვებელი მადნის საზღვრებს და სამთო დამუშავების კონტურს.

ჭრილში ნათლად ჩანს ოპტიმიზაციის ხაზს ქვევით გამადნების არსებობა, ასეთი გამადნებები მიჩნეულია არაბალანსურად.



ნახ.3 ოპტიმიზაციის შედეგად გამოყოფილი კარკასები

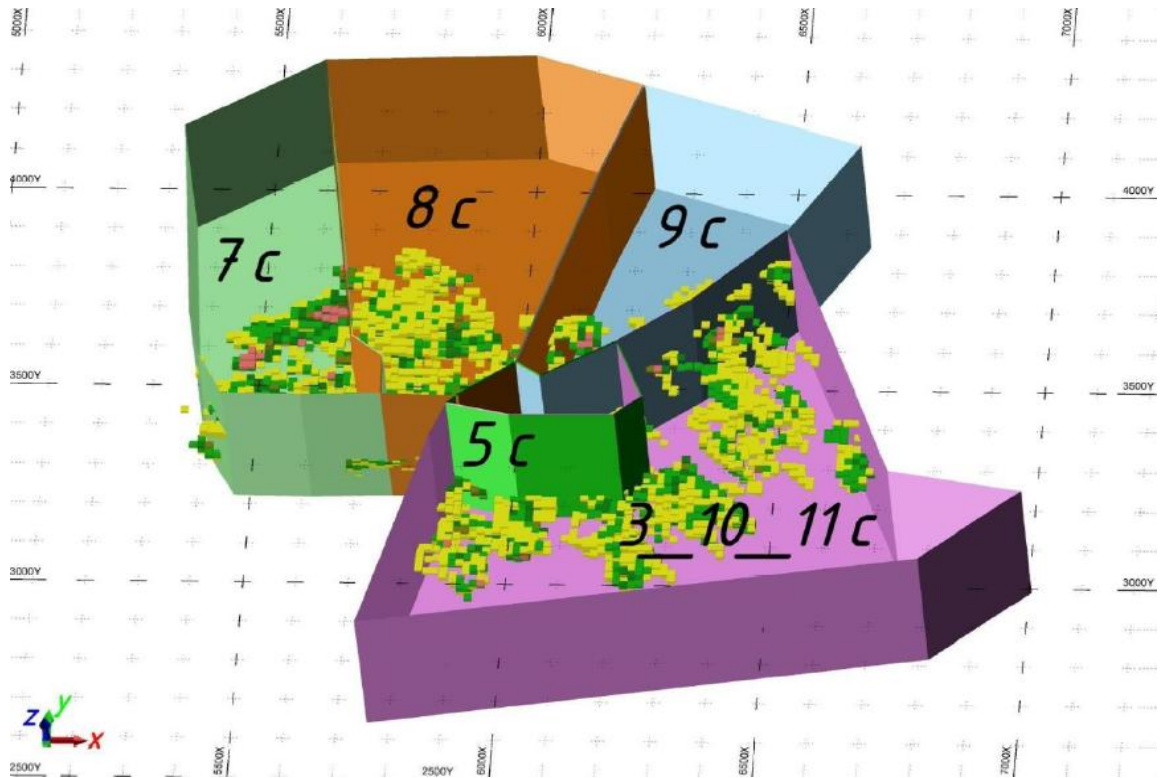
### 3.2. არაბალანსური მადნების ტექნოლოგიურ მინერალოგიური კვლევები 2013-2017 წლებში

2013 წელს მადნეულის საბადოზე დაიგემა არსებული არაბალანსური მადნების ხელახალი კვლევები, რის შედეგადაც დადგინდა მადნიანი ზონების კონფიგურაცია და წოლის ფორმა, განისაზღვრა მადნის ქიმიური ელემენტების Au, Ag, Cu საშუალო შემცველობა .

საკვლევი გამადნება განლაგებულია კარიერის ჩრდილო დასავლეთ ნაწილში და ცნობილია როგორც 8-C ბლოკი. თვალსაჩინოებისათვის იხილეთ სქემატური ნახაზი.

სქემატურ ნახაზზე ნაჩვენებია მადნეულის საბადოზე მოქმედი მადნიანი სხეულების განლაგება, მადნიანი სხეულები შემოკონტურებულია 3-D მოდელირების მეშვეობით, სხვადასხვა შეფერილობით ნაჩვენებია მადნიან სხეულში სპილენძის შემცველობა.

საკვლევი ობიექტი წინხედიდან არის გამიშვლებული, გამადნება ლოკალიზირებულია 950მ წყლის დონიდან და გრძელდება 870 მეტრამდე . მადნეულის კარიერი მუშავდება ღია კარიერული წესით



ნახ.4 მადნიანი სხეულების განლაგება

საფეხურის საპროექტო ვერტიკალური სიმაღლე შეადგენს 20 მეტრს ხოლო დამცავი ბეგის სიგანე შეაგენს 10 მეტრს, შესასწავლი ობიექტი, გამადნება გაიდევნება 80 მეტრზე ვერტიკალურ ჭრილში ხოლო ჰორიზონტალური გავრცელება 300-350მეტრია.

აღნიშნულ გამადნების შესასწავლად დაიგეგმა წარმომადგენლობითი სინჯის ფორმირება შემდეგი კვლევებისათვის :1. მადნის ნივთიერი შემადგენლობა; 2. ფრაქციული ანალიზი; 3.მინერალოგიური ანალიზი; 4. გამდიდრების პარამეტრების განსაზღვრა

სინჯი ფორმირებულია აფეთქებული მასიდან, საექსპლატაციო ჭაბურღილების ანალიტიკაზე დაყრდნობით. სინჯის ფორმირებისას პროპორ-ციული წონაკებმა მოიცვა საკვლევი გამადნების სხვადასხვა ჰორიზონტი კერძოდ:

920 ჰორიზონტზე აღებული სინჯის მოცულობამ შეადგინა 350 კ/გ მადნის ნატების ზომა 300-0 მმ.

900 ჰორიზონტზე აღებული სინჯის მოცულობამ შეადგინა 310 კ/გ მადნის ნატების ზომა 300-0 მმ.



880 ჰორიზონტზე აღებული სინჯის მოცულობამ შეადგინა 290 კ/გ მადნის ნატების ზომა 300-0 მმ.

საწყისი პირველადი სინჯის ჯამურმა მოცულობამ შეადგინა 950 კ/გ მადნიანი ნატების ზომით 300-0 მმ.

სინჯი მთლიანად დაიმსხვრა ყბიან სამსხვრევზე ზომამდე 25-0 მმ.

საწყისი სინჯი წონით 950 კ/გ შეიკვეცა ჯონსონის შემკვეცზე პროპორციით 50%-50%. სინჯი გაიყო ორ ნაწილად ძირითად სინჯად და დუბლიკატად, ძირითადი სინჯი ისევ შეიკვეცა ჯონსონის შემკვეცზე 50%-50% საბოლოოდ სინჯის წონამ შეადგინა 235 კ/გ, ხოლო დუბლიკატის წონამ შეადგინა 715 კ/გ.

ბალანსგარე მადნის სინჯი წორმოდგენილია წონით 235 კ/გ ნატების დიამეტრით 0-25მმ.

მადნის საშუალო შემცველობა: Cu 0.45 % Au 0.25გ/ტ Ag 1.5 გ/ტ.



ნახ.5 ბალანსგარე მადნის წარმომადგენლობითი სინჯი, მინერალოგიურ ტექნოლოგიური შესწავლისათვის

### 3.4. ტექნოლოგიური პარამეტრების კვლევის შედეგები

ტექნოლოგიური ტესტირება გულისხმობს მადნის ლაბორატორიულ კვლევას გამდიდრებადობაზე. სტანდარტული დესტირებისათვის საჭიროა მადნის დამახასიათებელი ნიმუში მადნის დამსხვრეული წონაკი ნატებების ზომით 25-0 მმ წონით 10კ/გ, ტესტირება მიმდინარეობს ღია ციკლის საფლოტაციო მანქანებში

განისაზღვრება მადნის დაფქვის დრო, საჭირო კირის რაოდენობა ოპტიმალური pH - ის მისაღებად, ამქაფებელი რეაგენ-ტიკის დოზირების დადგენა, მადნის ფლოტაციის დრო. ასეთი ტიპის კვლევები საშუალებას იძლევა მოპოვებული ან და მოსაპოვებელი მადნის გამდიდრების პარამეტრების წინასწარი ცოდნა, ასევე სხვადასხვა მადნის სორტების გამოყოფისას მათთვის გამდიდრების კრიტერიუმის მინიჭებისას ძალზე მნიშვნელოვანია.

ტექნოლოგიური ტესტირება შეიძლება ჩატარდეს საეტსპლატაციო ჭაბურღილების ბურღვისას ამოტანილი შლამის დასინჯვის პროდუქტზე როგორც განმხოლოებული ჭაბურღილიდან ასევე შეიქმნას კომპოზიტი, ტექნოლოგიური ტესტირება ტარდება ასევე წინმსწრები დაზვერვითი ყაბურღილების მადნიან ინტერვალებზე როგორც ერთი ინტერვალისათვის ასევე ჭაბურღილში არსებული მადნიანი ზონისთვის .

ჩატარებული ტექნოლოგიური კარტირებიდან კარგად ჩანს თუ რაოდენ განსხვავებული გამდიდრებადობის მაჩვენებელი გააჩნია საკვლევ გამადნებას, დექნოლოგიური ტესტირებებიდან გამომდინარე გამოვყავით ორი ტიპის გამადნება ტექნოლოგიური სორტები რთულად გასამდიდ-რებელი მადნები რომლებისათვის კონცენტრატში გადასული სპულენძის მადნის პროცენტული შემცველობა 12%-ია რაც მიუთითებს კონცენტრატის არაკონდიციურობაზე და ეკონომიკური პარამეტრების დაბალ კოეფი-ციენტზე, დღევანდელი საბაზრო ღირებულებების მიხედვით თუ კონცენტრატში ძირითადი სასარგებლო ელემენტი სპილენძია, მინიმალური სამრეწველო შემცველობა უნდა იყოს 14 %-ი წინააღმდეგ შემთხვევაში მისი საბაზრო ფასის ანაზღაურება არ ხორციელდება .

კვლევებიდან ასევე ჩანს რომ რიგ ტესტებში კერძოდ: 151-16; 175-16; 186-16; 187-16. კონცენტრატში გადასული სპილენძის პროცენტული შემცველობა აღემატება 14%, ასეთი ტიპის გამადნება გამდიდრებადობის სორტირე-ბისას მიეკუთვნება საშუალოდ გასამდიდრებელ მადანს და მისი ეკონომიკური პარამეტრები დადებითი მომგებიანობის მატარებელია



ტექნოლოგიური პარამეტრების კვლევის შედეგები

ტექნოლოგიური ტესტირების ცნობა № 149-16									
		სინჯის დასახელება 149-16 814144-814153 №-21 ღარი ბლოკი VIII-C1							
	2	სინჯის წონა 10 კგ							
	3	ტესტირების ჩატარების თარიღი 01,09,2016							
	4	ქიმიური შემადგენლობა							
			Cu =1,09 %	Au =0,25 გ/ტ	Ag=1,1 გ/ტ				
დასახელება	გამოსა ვალი, %	შემცველობა			ამოკრეფა %			რეჟიმი	
		Cu, %	Au/ t	Ag, g/t	Cu	Au	Ag		
Cu კ-ტ	1,96	19,4	4,75	5,70	36,10	74,90	12,50	დაფქვა ტ=63 წუთი	მომზადებუ ლი კლასი 0.075მიკ
								ხარჯი B.kx=50 გ/ტ	ხარჯი თ-92 გ/ტ
კული	98,04	0,69	0,12	0,80	63,90	25,10	87,50	cB ჩა ოO6 = 0 მგ/ლ	კ წყლის 8.8
								cB ჩა ოCH =459 მგ/ლ	cB ჩა ლ = 560 მგ/ლ
მადანი	100,0	1,06	0,21	0,90	100,0	100,0	100,0	cB ჩაო II Пер = 767 მგ/ლ	
									კირი =გ/ტ (100% ხარისხი)

3.6. ტექნოლოგიური კარტირების საფუძველზე 8-C1 ბლოკის არაბალანსურ

მადნებში ბალანსური მადნის გამოყოფა

ტექნოლოგიურმა კარტირებამ მოგვცა საშუალება არაბალანსური მადნიანი სხეულის ფარგლებში გამოგვეყო ორი ტიპის გამადნება, რთულად გასამდიდრებელი მადნიანი ზონები, რომლებიც არაბალანსურ ან ბალანსგარე მადნებს მიეკუთვნებიან და საშუალოდ გასამდიდრებელი მადნები, საშუალოდ გასამდიდრებელი მადნები პირველ რიგში აკმაყოფილებენ საერთაშორისო საბაზრო მინიმუმს და ეკონომიკურად გამარტული მახასიათებლები გააჩნიათ. 3-D განზომილებაში აგებული მადნიანი სხეული, რომელიც მწვანე ფერით არის ნაჩვენები,

ტექნოლოგიური ტარტირების საფუძველზე შემოვაკონტურეთ საშუალოდ გასამდიდრებელი მადნის კონტური რომე-ლიც ცისფერი კონტურით არის გარშემორტყმული, ხოლო წითელი კონტური მიუთითებს რთულად გასამდიდრებელ გამადნებაზე .

8-C1 ბლოკის მადნიან სხეულში კარტირების და მადნიანი სხეულების განცალკევების მიზანია დავთვალოთ და ეკონომიკურად დავასაბუთოთ ბალანსური მადნიანი ზონების ეკონომიკურ ტექნიკური პარამეტრები რისთვისაც განვახორციელეთ სამთო ექსპლოატაციის პროექტირება.

მადნეულის ოქრო-სპილენძ-ბარიტ პოლიმეტალური საბადო მუშავდება ღია კარიერული წესით , დამუშავების სამთო პარამეტრებია:

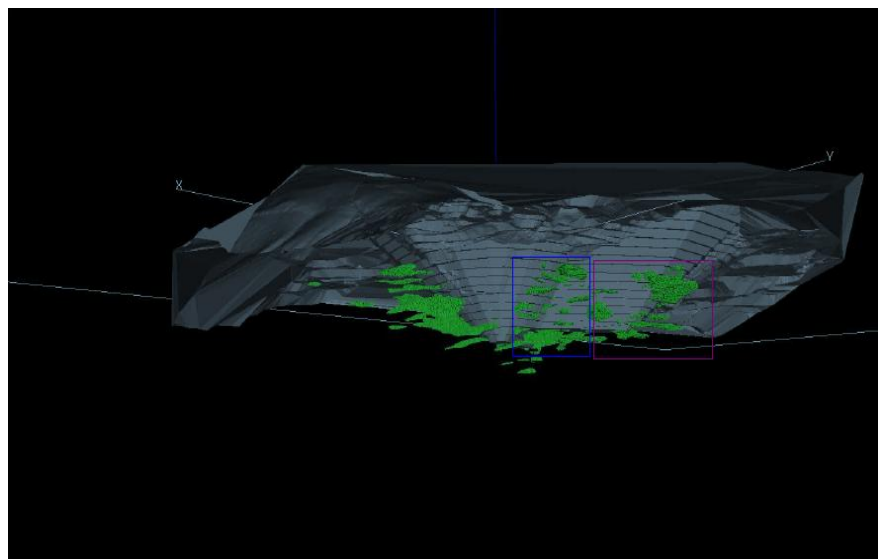
სამუშაო საფეხურების დაფერდების კუთხე 550-600

სამუშაო საფეხურის სიმაღლე 10-20 მ

გენერალური დახრის კუთხე 360

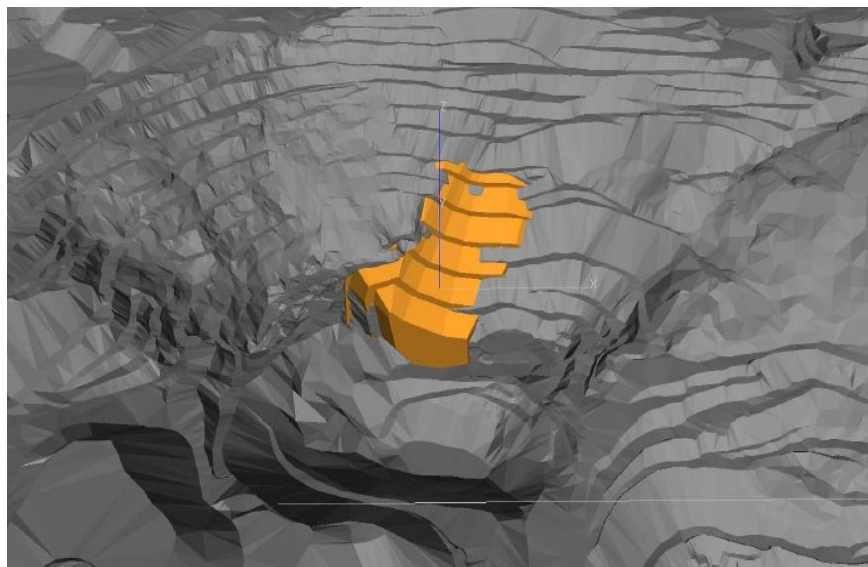
ყოველი საექსპლატაციო 20მ საფეხურისათვის 10 მ დამცავი ბეგის გამოყენება

დამცავი ბეგებისთვის გზებისთვის უსაფრთხოების ზვინურები ვერტიკალური სიმაღლით 1.5 მ.სატრანსპორტო გზების სიგანე 15-20მ , სატრანსპორტო გზების რელიეფთან დახრის არაუმეტეს 12 % -იანი ქანობი. წყალ შემკრები და წყალ გამტარი თხრილები ყოველი ჰორიზონტისათვის, კარიერის ფსკერზე წყალ ამოდვრის სისტემები .

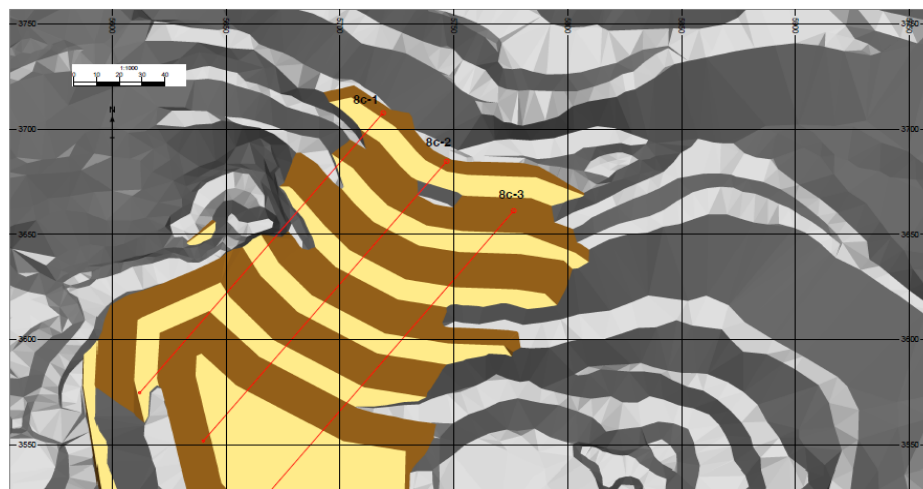


ნახ. სამთო დამუშავების პროექტირება 8-C1 ბლოკის მადნიანი სხეულებისათვის

აღწერილი პარამეტრების გამოყენებით, საკვლევ ობიექტზე, დაიგემა სამთო დამუშავების პროექტის შედგენ, 8-C1 ტიპის მადნიანი სხეულის სელექციურად დამუშავებისათვის, ჩვენ მიერ დარაიონებულ კარტირების ახალ მონაცემებზე დაყრდნობით. დამუშავების პროექტის მიზანია სელექციურად დამუშავდეს და მოპოვებული იქნას ბალანსური მადნების ნაწილი, ასევე გათვალისწინებულია სამთო დამუშავების ტექნოლოგიების ისეთ ნაირად დაგეგმარება რომ სამომავლოდ არ გართულდეს წიაღში დარჩენილი არაბალანსური მადნების დამუშავების პერსპექტივა.



**ნახ. 7 დამუშავების სამ განზომილებაში აგებული მოდელი. ნაცრისფერი ფერით ნაჩვენებია 8-C1 ბლოკის ტოპო საფუძველი ხოლო ყვითელი ფერით დამუშავების კონტური**



**ნახ. 8-C1 ბლოკის დამუშავების კონტურზე ჭრილების განლაგების სქემა**

ჭრილებზე ნაჩვენებია დასამუშავებელი მიმართულების ფაქტიური მდგომარეობა ბლოკური მოდელირებით მიღებული მადნიანი სხეულის ფორმა და სასარგებლო კომპონენტის ( სპილენძის ) შემცველობა და პროექტით შემუშავებული დამუშავების კონტური რომელიც წითელი ფერითაა ნაჩვენები.

პროექტირების პერიოდში გამოვითვალეთ შემდეგი სამთო-მასა .იხილეთ ცხრილი N 2

ცხრილი N 2

სამთო დამუშავების შედეგად მიღებული სამთო მასის მოცულობათა ცხრილი

ბლოკი	ჰორიზონი	სამთო-მასა ტ	გადახსნა ტ	მადანი	CU %	AU გ/ტ	AU გ/ტ
8-ც	870	289173	238229	50943	0,49	0,137	6,967
8-ც	875	344207	248271	95937	0,51	0,079	7,573
8-ც	880	370340	230617	139724	0,63	0,079	11,029
8-ც	885	362253	251058	111195	0,59	0,084	9,307
8-ც	890	400378	343407	56971	0,40	0,149	8,508
8-ც	895	196891	53987	142904	0,45	0,162	23,104
8-ც	900	392795	239829	152966	0,52	0,258	39,510
8-ც	905	335471	290617	44854	0,39	0,237	10,616
8-ც	910	217133	196621	20513	0,41	0,279	5,716
8-ც	915	37409	35592	1817	0,41	0,344	0,624
8-ც	870	297937	264104	33833	0,40	0,208	7,041
8-ც	875	101246	-62729	163974	0,38	0,123	20,140
8-ც	880	105480	23962	81519	0,43	0,185	15,061
8-ც	885	161609	131639	29970	0,36	0,167	5,004
8-ც	890	168625	135949	32676	0,33	0,064	2,092
8-ც	895	182758	140788	41970	0,45	0,150	6,287
8-ც	900	210103	184177	25926	0,42	0,472	12,246
8-ც	905	228948	208972	19976	0,41	0,536	10,701
8-ც	910	413557	335531	78026	0,44	0,426	33,232
8-ც	915	364844	306102	58743	0,38	0,316	18,578
8-ც	920	162768	139845	22924	0,35	0,150	3,435
8-ც	925	79735	61447	18288	0,35	0,043	0,794
8-ც	930	249296	223705	25591	0,32	0,256	6,560
8-ც	935	267933	248792	19141	0,33	0,173	3,320
8-ც	940	260623	237321	23302	0,37	0,137	3,190
8-ც	945	192812	192812				
8-ც	950	281188	281188				
8-ც	955	180879	180879				
8-ც	960	96749	96749				
8-ც	965	36990	36990				
8-ც	970	203413	203413				
8-ც	975	54150	54150				

8-ც	980	3270	3270				
8-ც	985	1874	1874				
8-ც	990	298	298				
ჯამი		7253138	5759455	1493683	0,42	0,209	10,825

### დასკვნები

1. ბალანსგარეშე მადნების ბლოკში ჩატარებული დეტალური მინერალური შესწავლის საფუძველზე მოხერხდა სპილენძის შემცველი დაჟანგული მინერალების იდენტიფიკაცია, დაზუსტდა მათი ფიზიკური და ქიმიური თვისებები;
2. შესრულდა ტექნოლოგიური კარტირება;
3. შესაძლებელი გახდა ბალანსგარეშე მადნების წოლის ელემენტების და კონფიგურაციის დადგენა;
4. მოხერხდა მადნის ტიპების გამოყოფა და თითოეული მათგანისათვის ტექნოლოგიური გამდიდრებადობის პარამეტრების კვლევა;
5. საბადოს ფარგლებში გამდიდრებადობის მიხედვით გამოიყო სამი ტიპი:
  - ა. ადვილად გასამდიდრებელი - ქალკოპირიტ-პირიტული, ქალკოპირიტ-ქალკოზინი (კოველინი) - პირიტული;
  - ბ. საშუალოდ გასამდიდრებელი - ქალკოზინ-კოველინ-ქალკოპირიტ-პირიტული;
  - გ. რთულად გასამდიდრებელი - ქალკოზინ-პირიტული;
6. თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით, რამოდენიმე ვარიანტით საშუალო და რთულად გასამდიდრებელი მადნებისათვის ჩატარდა ტექნოლოგიური და ეკონომიკური გათვლები მათი ექსპლუატაციის რენტაბელობის დასადგენად;
7. ბალანსგარეშე მადნებში გამოიყო საშუალოდ გასამდიდრებელი მადნების მნიშვნელოვანი მარაგები, რომლებიც აკმაყოფილებენ საერთაშორისო საბაზრო მინიმუმს და ეკონომიკურად გამართული მაჩვენებლები გააჩიათ;
8. ამ ტიპის მადნების ფლოტაციის შედეგად სპილენძის შემცველობა კონცენტრატში კონდიციურია (14%)
9. სპილენძის ამოკრეფის მაჩვენებელი იზრდება 3%-ით (68% ნაცვლად 65%-სა) რაც საგრძნობლად გაზრდის საწარმოს ეფექტიანობას.

## ნაშრომის აპრობაცია

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი საკითხები თეზისების სახით გაშუქდა ორ საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე, თემატურ სემინარებსა და კოლოკვიუმებზე.

## პუბლიკაციები

1. თ.ლიპარტია ბლოკური მოდელირების მეთოდოლოგია, სამთო ჟურნალი N37(2) 2016. გვ. 14-17
2. თ. ლიპარტია სინჯის აღება და დამუშავება JORC-ის მიხედვით. სამთო ჟურნალი N37(2) 2016. გვ. 18-20
3. თ. ლიპარტია, გ.ტაბატაძე, გ.ლობჯანიძე, გ.ტატიშვილი . ლიპარტიამინერალური რესურსების და მარაგების კლასიფიკაცია. სამთო ჟურნალი N37(2) 2016. გვ. 5-10
4. თ.ლიპარტია მყარი მინერალური რესურსებისა და მარაგების შეფასების ახალი მეთოდები. ბიზნეს ინჟინერინგი 17(2) 2017 გვ.10-15
5. თ. ლიპარტია, გ.ტაბატაძე, გ.ტატიშვილი Mineral products demand and supply features მე-2 საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონცერენცია, თბილისი 1-20 მაისი, 2016
6. თ. ლიპარტია The technology of the madneuli deposit quarry acid water purification and cemenatation of cooper (Georgia) ახალგაზრდა მეცნიერთა და სტუდენტთა IV საერთაშორისო კონფერენცია, ქ.ბაქო 12-15 ოქტომბერი.2015წ.

## Abstract

The name of the dissertation work is “**The geological peculiarities and perspectives of Sakdrisi gold-copper deposit**”. Intense increase in the use of mineral raw materials makes it necessary for the state to develop a new policy for the mineral raw materials. Due to the permanent improvement of the value of the mineral raw material caused by the permanently increasing demand for them is particularly important for Georgia, as the country has to develop the available deposits of precious and non-ferrous metals expediently and maximally, use a new approach to the study of the perspective sites of the raw materials and ore manifestations what must be ultimately formed as the state policy. The strictly centralized geological department of the USSR working with gigantic scales was less concerned with small deposits. Consequently, the above-said are understudied and underdeveloped. As for Georgia, it really favored from this fact, as many tens of already manifested mineralized areas survived intact. In independent Georgia, they must be inventoried and subject to further studies with modern methods.

In addition, the right, expedient and maximal development of the available deposits of precious and non-ferrous metals is of a particular significance. Such state of affairs made us choose the topic of the paper – study of the problems of gold mineralization.

The regularities in the gold distribution are the result of the set of metallogenic, structural and magmatic factors. The paper thoroughly considers the geology of Bolnisi ore-bearing region, history of the site exploration, tectonic structure of the site and thermo-dynamic factors of ore origination, endogenous mineralization and gold deposits of the ore-bearing region. One of the most important and perspective of them is Madneuli deposit.

The second chapter of the paper is totally dedicated to the geology of the deposit and tectonic factors of the location of the mineralization. Madneuli deposit, like most of gold deposits, is characterized by extremely uneven distribution of mineralization. Together with the samples with ordinary content, there are samples with unusually high content found here. These are so called “outstanding samples”. There occurs a problem of including these data in the reserves report correctly. The third chapter of the paper deals with this problem. There are two issues to be solved to include such “outstanding samples” in the reserves report: (1) the samples unusual for the deposit must be identified, and (2) the methods to correctly include them in the reserves report are to be identified. Neither of these problems is solved unilaterally. The paper uses the statistical method of modeling to solve this question. The site Madneuli deposit was selected for the study due to the following reasons: (1) it is the largest and most mineralized site of Madneuli deposit, (2) the study of Sakdrisi deposit must start from this site, which is most thoroughly studied today, and (3) the experimental and exploration works have started from this site.

The mineralization in Madneuli site is presented with two formations: copper-and-gold-bearing and gold-bearing secondary quartzites.

As always, the post-magmatic mineralization of gold is characterized by casual nature and high intensity of alteration complicating the industrial-economic evaluation of mineralization and mining and gathering the precious metals. It becomes necessary to geometrize the mineralization attentively, to select the correct methods to calculate the reserves and to use the operative method with acceptable reliability to fix the expected mean value in blocks and ore-bearing bodies. All this immediately depend on the most evident indicator of alternation intensity, the value of variation coefficient. By using the data of testing the exploratory working at hand, the mineralization was contoured in the adits and breakoffs, as well as in the ditches and transversal sections on the ground surface. There were four horizons, which were studied with underground workings, identified. The analysis of the parallel vertical projection of the ratio of the mineralized sites, sections and zone contoured on the projections of this horizon was used to fix three mineralized bodies of a complex shape. Therefore, the role of each class of the same order of the set in calculating the prognostic mean value, or the correction coefficients gained by dividing the frequency weighted to the mean frequency and mean arithmetic allow **correcting the reserves calculated by means of mean arithmetic value and much facilitate and**

**accelerate the calculations of operative reserves in the mining operations. As for the horizon projections drafted by us, they will facilitate the correct designing of the deposit steps.**