

საყდრისის საბადოს ტერიტორიაზე გროვული გამოტუტვის სანარმოო უბნის მოედნების ფარგლოების მდგრადობის შეფასება წყალგაჯერებული ქანების პირობებისათვის

მარინე მარდაშოვა

სტუ-ს პროფესორი

ნიკა მონტსელიძე, ნიკო ფოფორაძე

სტუ-ს დოქტორანტები

რეზიუმე

მადნეულის ოქრო-სპილენძ-ბარიტ-პოლიმეტალური საბადოს კარიერის გახსნის შემდეგ დაიწყო სხვადასხვა ტიპის მადნეულის დასაწყობება, მათ შორის ოქროსშემცველი კვარციტები, სადაც ოქროს შემცველობა საშუალოდ შეადგენს 1-2 გრამს ტონაზე. 1996 წელს ამ მადნეულის გადამუშავების მიზნით მოეწყო გროვული გამოტუტვის მოედანი. 2012 წლისათვის დასაწყობებული კვარციტის მადნეულები თითქმის მთიანად ამოიწურა და დაიწყო, როგორც მადნეულის, ისე ახლად გახსნილი საყდრისის საბადოს კარიერებიდან ოქროსშემცველი მადნის მოწოდება. პარალელურად გადაწყდა საყდრისის საბადოს ტერიტორიაზე გროვული გამოტუტვის მოედნები და სანარმოო უბნების მოწყობა. განხილულია საყდრისის საბადოს ტერიტორიაზე გროვული გამოტუტვის სანარმოო უბნის მოედნების ფერდობების მდგრადობა წყალგაჯერებული ქანების პირობებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: გროვული მოედნები, გამოტუტვა, ფერდობების მდგრადობა, გამოფიტული ქანები

ASSESSMENT OF THE STABILITY OF SLOPES OF THE GROUNDS OF HEAP LEACHING PRODUCTION SITES ON THE TERRITORY OF SAKDRISI MINE IN TERMS OF WATER-SATURATED ROCKS

Marine Mardashova

Professor of GTU;

Nika Momtselidze, Niko Poporadze,

Doctorants of GTU

ABSTRACT

After the quarry of gold-copper-barite-polymetallic ore deposit was opened, the process to store different ores, including gold-bearing quartzites with the average gold content of 1-2 grams per ton started. In 1996, with the aim to process the ores, a heap leaching ground was provided to on-site. By 2012, the reserved quartzite ores were almost exhausted and they started to deliver both, the ore deposits and gold-bearing deposit from the newly opened Sakdrisi mine. At the same time, it was decided to provide heap leaching grounds and production areas on the territory of Sakdrisi mine. The paper studies the stability of slopes of the heap leaching production sites on the territory of Sakdrisi mine in terms of water-saturated rocks.

Keywords: heap grounds, leaching, slope stability, weathered rocks.

საყდრისის საბადოს ტერიტორიაზე გროვული გამოტუტვის სანარმოო უბნები მდებარეობს დმანისის მუნიციპალიტეტში, სოფ. დიდი დმანისის მიმდებარე, მდინარე მაშავერას გასწვრივ, მისი მარცხენა მცირე შენაკადის კვირაცხოველის ღელეს მარცხენა ფერდობის ფარგლებში. გროვული გამოტუტვის მოედნის სიგანე 760-890 მეტრის ფარგლებში ცვალებადობს, სიგრძე დაახლოებით 550-820 მეტრის ფარგლებში, ხოლო ზედაპირის ნიშნულები ზღვის დონიდან 770-855 მეტრი. მდინარეთა ხეობებს შორის წყალგამყოფები, უმთავრესად წარმოდგენილია მთისწინეთის ბორცვიანი რელიეფით, რომელიც აგებულია ზედა ცარცის და პალეოგენის ვულკანოგენურ-დანალექი ქანებით. გამოფიტვისადმი ქანების სხვადასხვა მდგრადობის გამო, რელიეფის ფორმებში ხშირია ჩამქრალი ვულკანური აქტივობის კვალი. მეოთხეული საფარის სიმძლავრე, საშუალოდ 10-15 მეტრს შეადგენს. მდინარეთა ხეობებში მეოთხეულის სიმძლავრე მკვეთრად იზრდება. მდინარეები ხრამი, მაშავერა, დებედა და მათი მრავალრიცხოვანი შენაკადები შუამთიანეთში ქმნის V-სებურ ხეობებს, რომლებიც აბსოლუტური ნიშნულების შემცირებასთან ერთად ფართოვდება და თანდათან გადადის განიერ ქალებში. მთლიანობაში რაიონი რთული რელიეფური პირობებით და გეოლოგიური აგებულებით ხასიათდება [1].

ნურ-დანალექი ქანებით. გამოფიტვისადმი ქანების სხვადასხვა მდგრადობის გამო, რელიეფის ფორმებში ხშირია ჩამქრალი ვულკანური აქტივობის კვალი. მეოთხეული საფარის სიმძლავრე, საშუალოდ 10-15 მეტრს შეადგენს. მდინარეთა ხეობებში მეოთხეულის სიმძლავრე მკვეთრად იზრდება. მდინარეები ხრამი, მაშავერა, დებედა და მათი მრავალრიცხოვანი შენაკადები შუამთიანეთში ქმნის V-სებურ ხეობებს, რომლებიც აბსოლუტური ნიშნულების შემცირებასთან ერთად ფართოვდება და თანდათან გადადის განიერ ქალებში. მთლიანობაში რაიონი რთული რელიეფური პირობებით და გეოლოგიური აგებულებით ხასიათდება [1].

საყდრისის საბადოს კვლევები განხორციელდა საქართველოში მოქმედი სტანდარტების, ნორმატივებისა და სპეციალური დადგენილებების მოთხოვნების შესაბამისად. საველე სამუშაოები განხორციელდა საყდრისის საბადოს საწარმოო უბნის მთელ ტერიტორიაზე, წინასწარ დაგეგმილი ჭრილების შესაბამისად, 50-მდე დაკვირვების წერტილში, დაკვირვების თითოეულ წერტილში განხორციელდა ადგილების ფოტოგრაფირება, ნიმუშების აღება ლაბორატორიული კვლევებისათვის და მათი ადგილმდებარეობის კოორდინატების დაფიქსირება.

გროვული გამოტუტვის მოედნების ძირითადი მასა ლითოლოგიურად წარმოდგენილია მსგავსი ტიპისა და შედგენილობის კვარციტების, ალბიტოფირების, ვულკანური ქვიშაქვების სხვადასხვა ზომის ნატეხოვანი მასალით. საყდრისის საბადოს საწარმოო უბნის გროვული გამოტუტვის მოედნების ფორმირების პროცესში განუწყვეტლივ მიმდინარეობდა (4-5 წლის განმავლობაში) მათი ამგები ნაყარის შემცველი მინერალების გამოფიტვის პროცესი, რის შედეგადაც დაშლილი და დაქუცმაცებული წვრილდისპერსიული მასალა ბუნებრივად შეკავშირებულია მტვრისა და თიხის ფრაქციული ზომის მინერალებითა და კირის მასალით [2]. გამოფიტვის შედეგად მიღებული პირველადი და მეორადი მინერალები ნატეხოვანი შემადგენელი ქანების კარგ შემავსებელ და შემაცემენტებელ მასალად გვევლინება, რაც თავისებური დუღაბის როლსაც ასრულებს.

საწარმოო პროცესი იწყება გროვული გამოტუტვის მოედნების მოწყობით. თითოეული მოედანი გაიწმინდება, მოსწორდება, დაიყრება წვრილდისპერსიული ინერტული მასალა (წვრილად დამსხვრეული ადგილობრივი გრუნტი), მოიტკეპნება და დაფენება მაღალი სიმკვრივის პოლიეთილენის (HDPE) ხსნარგაუმტარი საფენი. გამოტუტვის მოედნის საძირკველს შეადგენს: ქანის წვრილფრაქციული ქვედა ფენა; მაღალი სიმკვრივის პოლიეთილენის საგები (HDPE), სისქით 1.5მმ; ქვიშის დამცავი ფენა, მარცვლების დიამეტრით არაუმეტეს 5 მმ.

საშხეფი - სარწყველები მოწყობილია უჯრედის სიგანით 10X10 მ გამანაწილებელი მილების გასწვრივ. ყოველი საშხეფიდან ხსნარის განაწილების დიამეტრი გადაფარავს მომდევნო საშხეფიდან ხსნარის განაწილების დიამეტრს. ხსნარის დატანის სისწრაფე 10ლ/სთ/მ². მიწოდებული ხსნარის თანაბარი განაწილების უზრუნველსაყოფად საშხეფი აღჭურვილია SENNINGER-ს მარკის წნევის რეგულატორით.



საყდრისის მადნის გროვული გამოტუტვის უბანი განლაგებულია არასწორი რელიეფის მოედანზე, ამიტომ იგი თავისი კონფიგურაციით და გეომეტრიით აბსოლუტურად განსხვავდება კლასიკური გროვული გამოტუტვის მოედნებისაგან; მისი სიგანე - 700 – 980 მ ფარგლებში იცვლება, სიგრძე დაახლოებით 550 – 820 მეტრის ფარგლებში, ხოლო ზედაპირის ნიშნულები იცვლება 470-855 მ ფარგლებში.

სურ.1. „საყდრისის“ გროვული გამოტუტვის მოედნის დასახურება

გამოტუტვის თითოეული მოედნის ფორმირება განხორციელებულია ადგილობრივი გრუნტის „მოჭრა შევსების“ შედეგად და წარმოადგენენ სხვადასხვა გეომეტრიის მქონე ტერასებს. საპროექტო გადაწყვეტილების მიხედვით ფუძე მოწყობილია დატკეპნილი წვრილდისპერსიული ინერტული მასალით, რომელზეც დაფენილია მაღალი სიმკვრივის მქონე პოლიეთილენის ფირი (HDPE). ყოველი მოედნის ფუძეზე მოწყობილია ციანხსნარების სადრენაჟო სისტემა შესაბამისი ზუმფებით. თითოეულ მოედანზე შტაბელეზად (გროვებად) დაყრილია ტექნოლოგიური ციკლით განსაზღვრული საჭირო ზომამდე დამსხვრეული მოედანი (20 მმ), საპროექტო მონაცემების მიხედვით შტაბელეზი (გროვები) განლაგებული უნდა იყოს 8 მეტრიან იარუსებად, დახრის კუთხით 38°. თუმცა, მათი ზომები რიგ ადგილებში დარღვეულია და არ შეესაბამება საპროექტო მონაცემებს.

როექტო მონაცემებს. ამჟამად მოედნების სიმაღლე სხვადასხვა ადგილებში იცვლება და ქმნის განსხვავებული კონფიგურაციისა და გეომეტრიის მქონე მოედნებს (ბლოკებს). ექსპლუატაციაში მყოფი გროვების ზედაპირზე განლაგებულია ციანსხნარების მიწოდების და მორწყვის სისტემა.

გროვული გამოტუტვის მოედნების მდგრადობის შეფასების მიზნით, მისი არაერთგვაროვანი კონფიგურაციის და გეომეტრიის გამო დაიყო 8 შედარებით თანაბარი გეომეტრიის მქონე ბლოკად, თითოეულ ბლოკში გაკეთდა გეოლოგიური ჭრილები და დადგინდა მათი ზუსტი გეომეტრია, რამაც საშუალება მოგვცა შეგვესწავლა თითოეული ბლოკის მდგრადობა, გამოგვეყო პრობლემური მონაკვეთები და გვემსჯელა მთლიანად საციანირე მოედნის მდგრადობის შესახებ.

თითოეული ბლოკების ფერდობების მდგრადობა მიზანშეწონილად მიგვაჩნია გაანგარიშებულ იქნეს მრგვალცილინდროვანი ცოცვის ზედაპირის მეთოდოლოგიური სახელმძღვანელოს მოთხოვნათა შესაბამისად. რადგან საციანირე ველის ამგები გრუნტი წარმოადგენს ერთგვაროვან მასას, ფერდის მდგრადობა შესაძლებელია განისაზღვროს მასში მრგვალცილინდრულ ზედაპირზე გრუნტის ნაწილის მონყვეტის შესაძლებლობით, რისთვისაც საჭიროა განისაზღვროს თითოეულ ბლოკში ცოცვის სიბრტყე, მის გასწვრივ მოქმედი შემაკავებელი და მძვრელი ძალთა ფარდობით განისაზღვროს მდგრადობის მარაგის კოეფიციენტის სახით ($K_{\text{მღ}}$), რომელშიც მთლიანად გათვალისწინებული იქნება მასის ნაჯერი მდგომარეობა [3].

ბუნებრივ მდგომარეობაში ფერდობები განიცდიან მუდმივ და ძალიან რთულ ბუნებრივი ფაქტორების ზემოქმედებას, დამატებითი დატვირთვებით: ფილტრაციული, გათხრითი სამუშაოებით, სეისმური, აფეთქებითი და დროებითი დატვირთვებით ირღვევა ქანებში დამყარებული ბუნებრივი რეჟიმი, იცვლება დაძაბულობის ველი, მასში წარმოიშვება დეფორმაციები და წარმოიქმნება ბუნებრივი და ხელოვნური ფერდობის ჩამონგრევა-ჩამოშვებების საშიშროება [4].

თითქმის არსებული მეთოდები ფერდობის მდგრადობის შეფასებისას არ ითვალისწინებს წყლის ფილტრაციულ გავლენას, რომელც ხშირ შემთხვევაში წარმოადგენს ფერდოს მდგრადობის დარღვევის გამომწვევ ერთ-ერთ უმთავრეს ფაქტორს.

საყდრისის გროვული გამოტუტვის მოედნების ფერდობის მდგრადობის საანგარიშო სქემად შერჩეულია მრგვალცილინდრული ცოცვის ზედაპირის მეთოდი, რომლის შემთხვევაში ფერდოს მდგრადობის კოეფიციენტი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$K = \frac{\sum N_i \operatorname{tg} \varphi + \sum L_i c}{\sum T_i}$$

სადაც $\sum N_i$ - შემაკავებელი ძალების ჯამია;

$\sum T_i$ - მძვრელი ძალების ჯამი; თავის მხრივ $N = P \cos \alpha$; $T = P \sin \alpha$;

სადაც P - მასის წონა, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია მეწყრული სხეულის მოცულობასა და მისი ამგები გრუნტების მოცულობით წონაზე;

α - საანგარიშო ბლოკის ჰორიზონტთან დახრისკუთხე;

ციანირების მეთოდი ცვლის ფერდობის ჰიდროგეოლოგიურ პირობებს და ამასთანავე აუარესებს გრუნტების გეოტექნიკურ საინჟინრო-გეოლოგიურ პარამეტრებს. ჰიდროგეოლოგიური პირობების ცვლილება გამოიხატება ბუნებრივად არსებული თანაფარდობის დარღვევაში ისეთ მახასიათებლებს შორის როგორცაა: ზედაპირული და მიწისქვეშა ჩამონადენი, ინფილტრაცია, ევაპოტრასპირაცია და ა.შ. აღნიშნული პროცესის ლოგიკურ შედეგს წარმოადგენს ფერდობის სტაბილურობის დაკარგვა.

ამჯერად, გროვული გამოტუტვის მოედნის მთლიანი სისქე შევსილია ნაწილობრივ წყლით, ანუ ხდება წყლის სარკის მატება. ცხადია, წყლის მასის მატების მიზეზით ფერდობი უნდა დამძიმდეს, და შესაბამისად, ფერდობის წონაც უნდა გაიზარდოს. ამ ორ ცვლად სიდიდეს შორის მათემატიკური თანაფარდობის საკმაოდ სიზუსტით დადგენა პრაქტიკულად შეუძლებელია. მაგრამ, არსებობს მარტივი გამოსავალი. კერძოდ, ის, რომ როგორც არ უნდა შეიცვალოს ფერდობის სიმძიმის ძალა, თანაფარდობა მის ნორმალურ და მძვრელ მდგენელებს შორის (რომელიც ფიგურირებენ მდგრადობის საანგარიშო ფორმულაში), დარჩება უცვლელი ანუ

$$\frac{N_1}{T_1} = \frac{N_2}{T_2} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{const}$$

აქედან გამომდინარე, სავსებით დასაშვებია ფილტრაციული ნაკადის ზემოქმედების პირობებში ფერდობის მდგრადობის საანგარიშო ფორმულაში N -სა და T -ს რიცხვითი სიდიდეების უცვლელად დატოვება. ეს არ ეხება ფერდობზე დამატებით ჰიდროდინამიკურ დაწოლას (W), რომელიც წარმოიქმნება ხელოვნური (ციანილების წყლის შედეგად) წყლის სარკის მატების შედეგად, რომელზეც მოგვიანებით შევჩერდებით. განსახილველია აგრეთვე ორი უმნიშვნელოვანესი პარამეტრი - φ და C . სხვადასხვა მკვლევართა მიერ [ლომთაძე, მასლოვი] ექსპერიმენტულად არის განსაზღვრული დამოკიდებულება გრუნტის ტენიანობასა და ძვრის მახასიათებლებს შორის. კერძოდ, დადგენილია, რომ წყლით გაჯერების შემთხვევაში ადგილი აქვს შიგა ხახუნის კუთხისა და კუთრი შეჭიდულობის შემცირებას 1.5-2.0-ჯერ. თუმცა, გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ ციანილების შემთხვევაში იყენებენ კირის მასას, შესაბამისად იზრდება ფსევდო შიგა შეჭიდულობის ძალაც.

რაც შეეხება ფერდობზე დამატებით ჰიდროდინამიკურ დაწოლას, რომელიც აღიძვრება ხელოვნური წყლის სარკის მატების შედეგად და გვევლინება ფერდოს არამდგრადობის ხელშემწყობ ფაქტორად, მისი გამოთვლა ხდება ფორმულით:

$$W = \gamma_{\text{wy.}} \times V_1$$

სადაც $\gamma_{\text{wy.}}$ - წყლის მოცულობითი წონაა და ტოლია 1 ტ/მ³

V_1 - ვერტიკალური ჭრილის იმ ნაწილის მოცულობაა, რომელიც შეესილია წყლით.

წყალგაჯერებული 1 მ სიგანის საანგარიშო ზოლის მოცულობა ტოლი იქნება:

$$V_1 = H_1 \times L \times 1 \text{ m}^3.$$

სადაც, H_1 - განსახილველ კონკრეტულ შემთხვევაში ჭრილის წყალგაჯერებული ნაწილის სიმაღლეა;

რამდენადაც ჰიდროდინამიკური დაწოლა მუშაობს ფერდობის დაცურებაზე, მისი სიდიდე აკლდება ძვრის შემაკავებელი ნორმალური მდგენელის (N) სიდიდეს, მაშინ ფერდობის მდგრადობის კოეფიციენტის საანგარიშო ფორმულა ღებულობს სახეს:

$$K = \frac{(N - W) \operatorname{tg} \varphi + cL}{T}$$

ციანილების მეთოდით გამოწვეული ჰიდროდინამიკური ფაქტორის ნეგატიური როლი უწინარესად იმაში გამოიხატება, რომ ფერდოს სიღრმეში წარმოიქმნება ერთიანი, გამწე წყლის ჰორიზონტი, რომელიც მანამდე პრაქტიკულად ან არ არსებობდა, ან ფუნქციონირებდა სუსტად და პერიოდულად. ბუნებრივია, რომ აღნიშნული ფაქტორის გავალისწინებით საანგარიშო მდგრადობის კოეფიციენტი უფრო მცირე სიდიდე იქნება, ვიდრე ჰიდროდინამიკური ფაქტორის გაუთვალისწინებლად.

საყდრისის გროვული გამოტუტვის მოედნის ფერდობის მდგრადობის კოეფიციენტის შესაფასებლად შეირჩა 8 ჭრილი, რომლის მორფოლოგიური ელემენტები თითოეული ჭრილისთვის ნაჩვენებია ცხრილ 3-ში (მდგრადობის საწყისი საანგარიშო პარამეტრების ცხრილი), ხოლო ლაბორატორიით შესწავლილი მაჩვენებლები კი ცხრილ 4-ში (ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ცხრილი).

I-I ჭრილის ფარგლებში მოქცეული უბნის ძირითადი მორფოლოგიური ელემენტები შემდეგია (სურ. 13):

- ფერდოს საშუალო დახრილობის კუთხე $\alpha = 27^\circ$;
- ფერდოს სიმაღლე $H = 25$ მ;
- სიგრძე ფერდობის გასწვრივ $L = 55,9$ მ;

ფერდო აგებულია ერთგვაროვანი გრუნტით და სრიალის ზედაპირი დამაკმაყოფილებელი მიახლოებით შეიძლება მივიღოთ წრიულ-ცილინდრულად [მასლოვი].

I-I ჭრილის ფარგლებში აღებული ნიმუშების ლაბორატორიული შესწავლით დადგენილ იქნა წყალნაჯერ მდგომარეობაში შემდეგი საშუალო მაჩვენებლები:

- გრუნტის მოცულობითი წონა - $\gamma = 2,3$ ტ/მ³;

- შიგა ხახუნის კუთხე - $\varphi = 34^\circ$;
- კუთრი შჭიდულობა, $c = 0,2$ კგ/სმ²;

ფერდოს სქემის ასაგებად ვსარგებლობთ მასლოვ-ბერერის მეთოდით [მასლოვი], რომლის მიხედვითაც

$$\text{ფერდოს პირობითი სიმაღლე } H' = \frac{H}{H_{90}}$$

სადაც H_{90} - არის ერთგვაროვან ქანებში სრიალის პატარა მოედნის სიღრმე (მ) და თავის მხრივ ტოლია:

$$H_{90} = \frac{2c}{\gamma} \times \text{ctg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right);$$

სქემის ასაგებად საჭიროა აგრეთვე ჩამოქცევის პრიზმის პირობითი სიგანის - a' განსაზღვრა, რაც ხდება სპეციალური გრაფიკის საშუალებით [ლომთაძე] გამოყენებით, გრაფიკი ასახავს დამოკიდებულებას ფერდობის პირობითი სიმაღლესა დაე.წ. ჩამოქცევის პრიზმის სიგანეს შორის.

თავდაპირველად განვსაზღვროთ სრიალის მოედნის სიღრმე H_{90} ; ფორმულაში რიცხვითი სიდიდეების

$$\text{შეტანით მივიღებთ: } H_{90} = \frac{2 \times 2,0}{2,3} \text{ctg}(45^\circ - 17^\circ) = 3,27 \text{ მ}; H' = \frac{55,9}{3,27} = 7,64$$

ვიცით რა შიგა ხახუნის კუთხე $\varphi = 34^\circ$ და ფერდობის პირობითი სიმაღლე $H' = 7,64$ მ., გრაფიკიდან

მოვხსნით $a' = \frac{a}{H_{90}}$ სიდიდეს, რომელიც ტოლია - 0,41 მ; აქედან $a = a' \times H_{90} = 0,41 \times 7,64 = 1,34$ მ;

$a = 1,34$ მ.

ჭრილის ნუმერაცია	ფერდოს დახრილობის კუთხე	შიგახახუნის კუთხე	კუთრი შეჭიდულობა	H_{90}	ფერდობის პირობითი სიმაღლე	ჩამოქცევის პრიზმის სიგანე	$a=a' \times H_{90}$
	α	φ	c		H'	a'	
I	27	34	2	3,27	7,64	0,41	1,34
II	15	34	2	3,13	16,264	0,7	2,19
I II	34	34	2	3,27	19,75	0,74	2,42
I V	32	34	2	3,27	16,73	0,65	2,12
V	29	34	2	3,27	20,47	1,1	3,60
V I							
V II	28	34	2	3,27	7,33	0,62	2,02
V III	26	34	2	3,27	9,62	0,7	2,29

ცხრილი 3 მდგრადობის საწყისი საანგარიშო პარამეტრები

ზემოთ აღნიშნული სიდიდეების მიხედვით ავაგებთ ფერდობის ჭრილს 1 : 500 მასშტაბით, ფერდოსვერდოს-ტანსაცემის საანგარიშობლოკად, I, II და III (სურ 13.) და ჰიდროდინამიკური დანოლის გათვალისწინებით ფერდოს მდგრადობის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით:

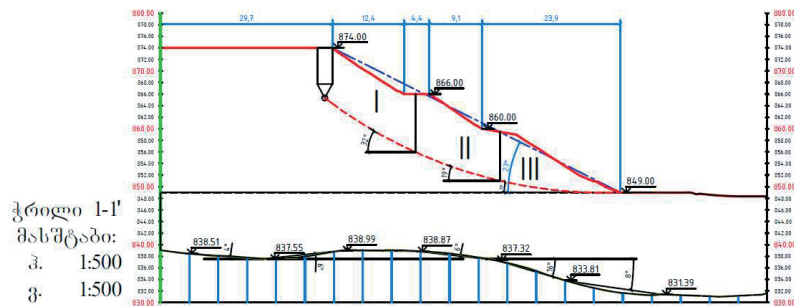
$$n = \frac{(N - W) \operatorname{tg} \varphi + cL}{T},$$

სადაც $\sum N$ - სიმძიმის ნორმალური მდგენელების ალგებრული ჯამია, თავის მხრივ, $N = P \cos \alpha$;

$\sum T$ - სიმძიმის ძალის მძვრელი მდგენელების ალგებრული ჯამი, თავის მხრივ, $T = P \sin \alpha$

P - საანგარიშობლოკის წონა, ტ;

α - საანგარიშობლოკის ჰორიზონტთან დახრის კუთხე.



სურ 2. ფერდოს სრიალის ზედაპირის აგება და საანგარიშო ბლოკებად დაყოფა

ცხრილ 2-ში (მდგრადობის კოეფიციენტის შეფასების ცხრილი) მოცემული რიცხვითი სიდიდეების ჩასმით ში მივიღეთ ფერდოს მდგრადობის კოეფიციენტი $K = 1.57$, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ფერდო იმყოფება წონასწორულ მდგომარეობაში და საჭიროებს დამატებით ღონისძიებას, კერძოდ, ფერდოზე არსებული ნაპრალების და დახრამული ადგილების ამოვსებას.



სურ. 3. ნაპრალობა სისტემა გროვული გამოტუტვის მოედანზე

ანალოგიურად, გამოთვლილია შვიდივე ჭრილის უბნებზე მდგრადობის კოეფიციენტი წყალნაჯერ მდგომარეობაში, გარდა VI-VI ჭრილისა, რადგან უბანი მოთავსებულია ცილინდრულ ჩაღრმავებულ მოედანზე და ბორტები წარმოდგენილია მცირე სიმაღლით (17 მ) და ფერდოს საშუალო დახრილობა შეადგენს 29° , თვალნათლივ ჩანს, რომ იგი მდგრადია.

ჭრილის დანარჩენ უბნებზე დაანგარიშებული საწყისი პარამეტრები მოცემულია ცხრილში 3. თითოეული ჭრილის საანგარიშო ბლოკები დანართის სახითაა მოცემული. მდგრადობის კოეფიციენტების შეფასების ცხრილი მოცემულია დანართ 3-ში (ცხრილი 2).

დანარჩენი ჭრილის უბნებზე დაანგარიშები სიდიდეები მოცემულია ცხრილ 2-ში. მთლიანობაში საშუალო მდგრადობის კოეფიციენტი ტოლია:

$$K = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6 + K_7}{7} = 1,45;$$

რაც იმაზე მიუთითებს, რომ მთლიანად გროვული გამოტუტვის მოედანი მდგრადია წყალნაჯერი ქანების შემთხვევაში, თუმცა, საჭიროებს ყურადღებას და რიგ ადგილებში საპროექტო მონაცემების დაცვას.

ლიტერატურა

1. ნ. ჯაფარიძე საყდრისის ოქრო-სპილენძიანი მინერალიზაციის ლოკალიზაციის ტექტონიკური ფაქტორები. სტუ შრომები №3(489). გვ.17-21. 2013 წ.;
2. ი. ვაშაკიძე. ბოლნისის რაიონის გეოლოგია.საქართველოს გეოლოგიური დეპარტამენტი. ანგარიში ქართულ-ავსტრალიური „Trans Georgian Resources“ ჯგუფისთვის, 2002 წ.;
3. მ. მარდაშოვა. კომპიუტერული პროგრამის გამოყენება ფერდობების მდგრადობის შეფასებისათვის. №4-6. 2004 წ.;
4. ჯაფარიძე ნ., ჯანაშვილი შ. საყდრისის ოქროს მინერალიზაციის თვისებურებანი მიწისქვეშა და მიწისზედა სამთო გამონამუშევრებში. სტუ შრომები №3(489) გვ.21-28. 2013 წ.