

## გეოლოგიური რღვევის გავლენა ფერდობის მდგრადობაზე

**\*, \*\*არაბიძე ვ., \*\*ჩხიკვაძე კ., \*გიგბერია მ., \*ლლონტი ნ.**

*\*ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
მიხეილ ნოდუას სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი.*

*\*\*საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი.*

**ანოტაცია.** სტატიაში განიხილება კლდოვან ქანებში არსებული ბზარების (ნაპრალების) გავლენა ფერდობის მდგრადობის კოეფიციენტის მნიშვნელობაზე „მტკვარი-ჰესი“-ს ერთერთი სამშენებლო უბნის მაგალითზე. მიღებულია ემპირიული დამოკიდებულება ბზარის სიღრმესა და მდგრადობის კოეფიციენტის ცვლილებას შორის სხვადასხვა ინტენსივობის მინისძვრების შემთხვევაში.

**საკვანძო სიტყვები:** „მტკვარი-ჰესი“, ბზარი, მინისძვრები.

მშენებლობის გაზრდილი მოთხოვნილებების შესაბამისად განაშენიანების ტერიტორიის ათვისება მიმდინარეობს ურთულესი გეოლოგიური გარემოს პირობებში, რასაც შესაძლოა თან ახლდეს საშიში გეოლოგიური პროცესების განვითარება. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია როდესაც სამშენებლო ობიექტი განთავსებულია სეისმურად აქტიურ ახალ, შეუსწავლელ გეოლოგიურ რღვევაზე. კლდოვანი ფერდობის მდგრადობის კოეფიციენტის ცვლილების შესწავლა განხორციელდა „მტკვარი-ჰესი“-ს მშენებლობის ერთერთ უბანზე, კერძოდ, ახალციხის მუნიციპალიტეტის, სოფ. საყუნეთში, მდ. მტკვარზე, სადერივაციო გვირაბის ჰესის შენობასთან შეერთების ადგილას, სადაც გათვალისწინებულია სადანწეო მილსადენების მოწყობა (სურ. 1).



სურ. 1. საკვლევი ობიექტის საერთო ხედი.

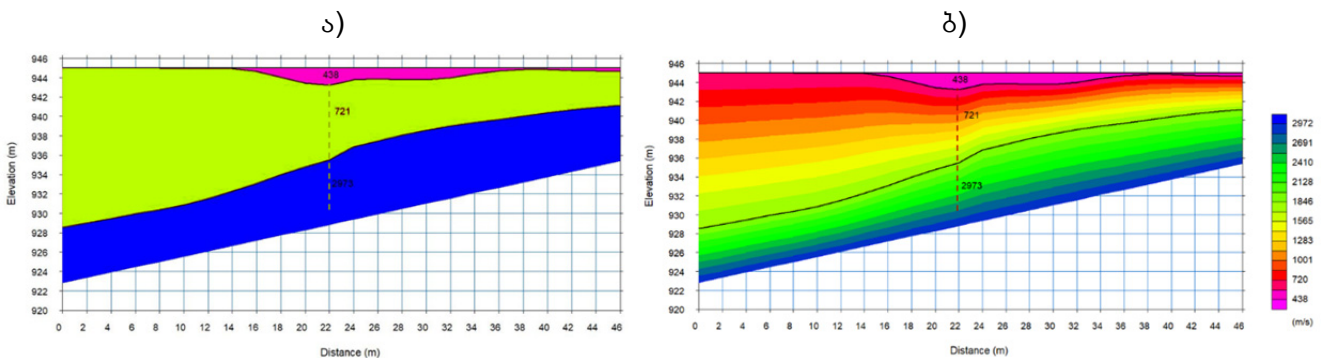
საინჟინრო-გეოლოგიური თვალსაზრისით [1], „მტკვარი-ჰესის“ სამშენებლო ტერიტორიის ამგები გრუნტები იყოფა ორ კლასად: ხისტი სტრუქტურული კავშირების მქონე გრუნტების კლასი, ანუ კლდოვანი გრუნტების კლასი და გრუნტების კლასი, რომელთაც არ გააჩნიათ ხისტი სტრუქტურული კავშირები, ანუ არაკლდოვანი გრუნტები. გეოლოგიური აგებულების თანახმად, მათანაბრებელი რეზერვუარის და ჰესის შენობის განლაგების უბანი აგებულია შუა ეოცენის შუა ნყების ( $P_{92}^{2b}$ )

კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი გრუნტებით. აღნიშნული წყების ძირითად მასას წარმოადგენს ტუფები (77%), ქვიშაქვები (10%), არგილიტები (10%) და ანდეზიტები (3%). ტერიტორიის მნიშვნელოვან ნაწილში ძირითადი ქანები გადაფარულია მეოთხეული წარმონაქმნებით – ალუვიური, დელუვიური და პროლუვიური თიხნარ-ქვიშნარებით, ქვიშოვანი და კენჭნარ-ხრეშოვანი გრუნტებით. საფარი გრუნტების სისქე ფერდობზე მერყეობს რამდენიმე სმ-დან 2.5-3.0 მ-მდე, ხოლო ფერდობის ძირში, მდინარის სანაპიროს გასწვრივ, ბურღვის მონაცემებით – 9.0 მ-ს აღწევს. სურ. 2-ზე ნაჩვენებია სადანნეო მილის განთავსების არეში დახრილი ორიენტაციის ბზარი ძირითად ქანებში.



სურ. 2. დახრილი ბზარი ძირითად ქანში სადანნეო მილის განთავსების სიბრტყეში.

არსებული ბზარის გავრცელების სიღრმის შეფასების და გრუნტების დინამიკური მახასიათებლების დადგენის მიზნით ჩატარდა სეისმური პროფილირება ტომოგრაფიის მეთოდით, აიგო შესაბამისი სეისმოგეოლოგიური ჭრილები, განისაზღვრა დრეკადი გრძივი და განივი ტალღების გავრცელების სიჩქარეები. ასევე, შეფასდა შესაბამისი ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები. სეისმოპროფილირება ტომოგრაფიის მეთოდით ჩატარდა 10 ჰერციანი გეოფონებით, რომელთა შორის დაშორებაც 2 მეტრს შეადგენდა. სეისმური ტალღების ინდუცირება ხდებოდა 10 კვიანი უროს პლასტმასის სპეციალურ ფირფიტაზე დარტყმით. გეოფონები და დარტყმები სრულდებოდა Z-Z და Y-Y ორიენტაციებით, გამოიყენებოდა 11 დარტყმის ნერტილიანი სისტემა, რომელიც შეიცავდა 9 დარტყმას გეოფონების განთავსების ფარგლებში და ორ პროფილიდან გატანილ დარტყმას. ტალღის ტიპის მიხედვით იცვლებოდა დარტყმის ორიენტაცია. სეისმური ტალღების რეგისტრაცია ხორციელდებოდა GEOMETRICS ფირმის 24 არხიანი საინჟინრო სეისმური სადგურით, ხოლო მონაცემების დამუშავება და ინტერპრეტაცია განხორციელდა იმავე ფირმის ლიცენზირებული პროგრამის SeisImager გამოყენებით. უკეთესი ვიზუალიზაციისათვის ერთერთ პროფილზე აგებულია ინტეგრალური (სურ. 3 ა) და დიფერენციალური (სურ. 3 ბ) ჭრილები.

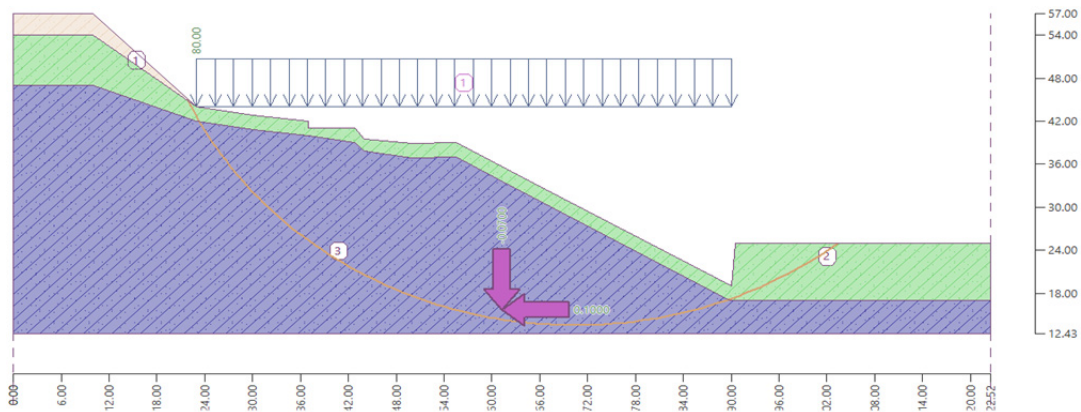


სურ. 3. სეისმოგეოლოგიური ჭრილი. წითელი წყვეტილი ხაზით დატანილია რღვევის სავარაუდო ხაზი: ა) ინტეგრალური და ბ) დიფერენციალური ჭრილები.

აღსანიშნავია, რომ პროფილის დასაწყისიდან დაახლოებით 22 მ-ში გამოიკვეთა რღვევისათვის დამახასიათებელი ფენების კონფიგურაცია, რომლის მიხედვითაც შეიძლება ვიმსჯელოთ მისი გავრცელების ზონაზე. ეს ზონა იწყება ზედაპირიდან 80-100 სმ სიღრმეზე და დაიკვირვება 12 მეტრ სიღრმემდე. ჩვენი აზრით ეს არის ის ზონა, სადაც რღვევა მნიშვნელოვნად გახსნილია და მიუხედავად შემავსებელი გრუნტის არსებობისა გამოკვეთილად აისახება პროფილის ტომოგრაფიულ ჭრილში (სურ. 3). სავარაუდოდ, ბზარის გაუხსნელი ნაწილი ვრცელდება უფრო ღრმად.

ფერდობის მდგრადობის განსაზღვრისათვის გამოიყენება მეთოდები, რომლებიც ცნობილია როგორც ზღვრული ნონასნორობის და რომელთა ძირითადი იდეა მდგომარეობს ჩამონგრევის ზედაპირის მოხაზულობის განსაზღვრაში და ამ ზედაპირის გასწვრივ ძაბვების სიდიდეების გამოთვლაში, რაც ნიშნავს დაცურების ზედაპირის შიგნით მოთავსებული გრუნტის მასივისა და გრუნტის თავისუფალი ზედაპირის ნონასნორობის მდგომარეობაში ყოფნას. ფერდობის მდგრადობის ხარისხის განმსაზღვრელად მიღებულია მდგრადობის მარაგის კოეფიციენტი, ანუ უსაფრთხოების ფაქტორი,  $F$ . ფართო გაგებით ეს უკანასკნელი შეიძლება განიმარტოს როგორც სიდიდე პოტენციალური წინაღობის (ფერდის დამჭერი) ძალების ფარდობისა იმ აქტიურ ძალებთან, რომლებსაც შეუძლიათ გამოიწვიონ გრუნტის დაცურება. ფერდობი, რომელიც იმყოფება ზღვრულ ნონასნორობაში, ხასიათდება 1-ზე მეტი სიდიდის უსაფრთხოების ფაქტორით. ჩვეულებრივად, საანგარიშო უსაფრთხოების ფაქტორი, მრავალ ქვეყანაში იცვლება  $1 \pm 1.5$  დიაპაზონში (მინიმალური მოთხოვნაა  $F=1.5$ ).

ფერდის მდგრადობის შეფასება განხორციელდა ბიშოპის, ჯანბუს, სპენსერის, ფილენიუს-პეტერსონის და მორგენშტეინ-პრაისის მეთოდებით. ფერდობის მდგრადობის საკითხი შესწავლილ იქნა თანამედროვე გეოტექნიკური პროგრამის GEO-5-ის გამოყენებით. ფერდობის მდგრადობის შესწავლის მიზნით, გამოსაკვლევ ტერიტორიაზე აგებულ იქნა ჭრილი, რომლის გეომეტრიული ზომები აღებულია საინჟინრო-გეოდეზიური და ტომოგრაფიული კვლევების მონაცემების შესაბამისად. ჭრილის ამგები გეოლოგიური ფენების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები მიღებულ იქნა საინჟინრო-გეოლოგიური და საინჟინრო-სეისმოლოგიური კვლევების შესაბამისად. დეტალური ანალიზისთვის აგებულ იქნა ფერდობის საანგარიშო მოდელები ბზარის გარეშე და ბზარის გავრცელების სხვადასხვა სიღრმეებისთვის (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 მეტრი), ასევე სხვადასხვა ინტენსივობის მიწისძვრებისთვის (EMS-98 [2], MCS [3], MSK-64 [4] ინტენსივობა 7, 8, 9). სურათ 4-ზე წარმოდგენილია ფერდობის საანგარიშო მოდელის ხედი.



სურ. 4. ფერდობის საანგარიშო მოდელის ხედი.

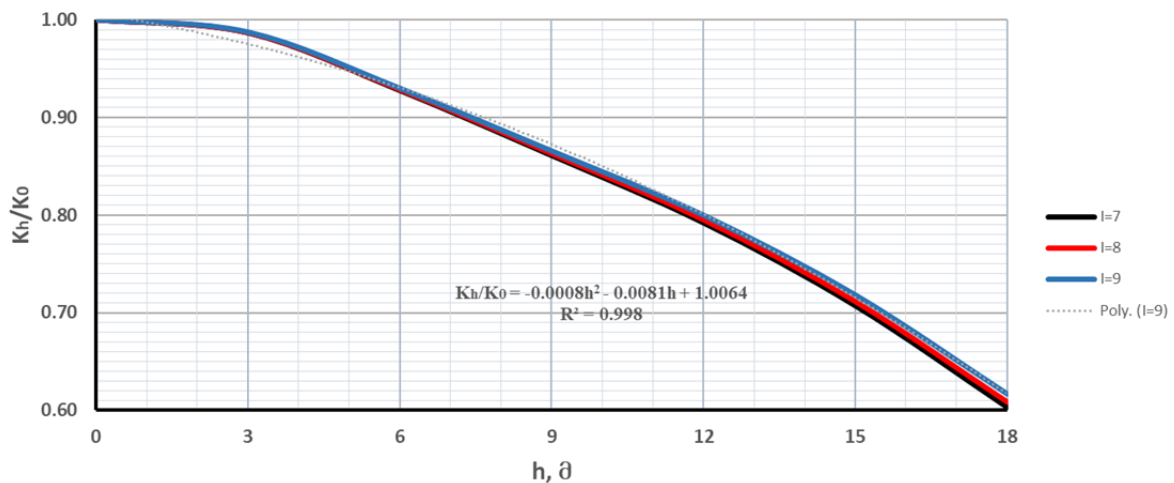
განგარიშების შედეგად მიღებული შედეგები, სხვადასხვა ინტენსივობის მიწისძვრისათვის და ბზარის გახსნილობის სხვადასხვა სიღრმისათვის, მოყვანილია ცხრილ 1-ში, ხოლო სურათ 5-ზე ნაჩვენებია სხვადასხვა ინტენსივობის მიწისძვრისას ფერდის მდგრადობის კოეფიციენტის ცვლილების ბზარის სიღრმეზე დამოკიდებულების მრუდები.

გრაფიკიდან ჩანს, რომ მათი დამოკიდებულება კარგად აღინერება კვადრატული პოლინომით და 18 მეტრ სიღრმემდე ნაკლებადაა დამოკიდებული მიწისძვრის ინტენსივობაზე.



ცხრილი 1. სხვადასხვა ინტენსივობის მიწისძვრისას ფერდის მდგრადობის კოეფიციენტის ბზარის სიღრმეზე დამოკიდებულების ცხრილი.

ბზარის სიღრმე h, მ	ფერდის მდგრადობის კოეფიციენტი		
	I = 7	I = 8	I = 9
0	52.43	48.52	42.23
3	51.73	47.88	41.70
6	48.64	45.05	39.27
9	45.15	41.87	36.56
12	41.54	38.58	33.78
15	37.09	34.52	30.33
18	31.64	29.53	26.05



სურ. 5. სხვადასხვა ინტენსივობის მიწისძვრისას ფერდის მდგრადობის კოეფიციენტის ცვლილების ბზარის სიღრმეზე დამოკიდებულების მრუდი.

## ლიტერატურა

- [1] შ.პ.ს. „გეოინჟინირინგი“-ს მიერ 2009 წელს ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევები: „მტკვარი-ჰესი მდ. მტკვარზე საქართველოში. // ტექნიკური ანგარიში“ ნაწილი-1, თბილისი 2009.
- [2] European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). // G. Grünthal, R.M.W. Musson, J. Schwarz, M. Stucchi. Luxembourg, 1998.
- [3] Scala macrosismica Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS-1930).
- [4] MSC-64. Medvedev-Sponheuer-Karnik scale 1964.

## EFFECT OF GEOLOGICAL FAULTING ON SLOPE STABILITY

Arabidze V., Chkhikvadze K., Gigiberia M., Ghlonti N.

**Abstract.** The article discusses the effect of cracks in bedrock on the value of the slope stability coefficient. On the example of one of the construction sites of “Mtkvari-Hesi”, an empirical relationship between the crack depth and the change of the stability coefficient during earthquakes of different intensities is obtained.

**Keywords:** “Mtkvari-Hesi”, crack, earthquakes.