

პროექტი: <div style="text-align: center;"> <h2>ნამახვანის ჰესის კასკადის პროექტი</h2> </div>					
მფლობელი: <div style="text-align: center;">  </div>					
გენერალური კონტრაქტორი: <div style="text-align: center;"> <h3>სს ენმარ კონსტრაქშენის საქართველოს ფილიალი</h3> </div>					
კონსტრუქტორი/ქვემენარდე: <div style="text-align: center;">  </div>					
კონტრაქტის ნომერი: <div style="text-align: center;"> <h2>GE308</h2> </div>					
დოკუმენტის დასახელება: <div style="text-align: center;"> <h3>საინჟინრო-გეოლოგიური ანგარიში გზის გადატანის სამუშაოები უბანი - 4 მონაკვეთი: კმ 29+470 – კმ 34+807</h3> </div>					
დოკუმენტის ნომერი:		<h2>GE308-203-DW-REP-GEO-00011</h2>			რედ. No. 00
<p>წინამდებარე დოკუმენტი შეიცავს კონფიდენციალურ ინფორმაციას და/ან ეკუთვნის ENKA-ს და მასთან აფილირებულ კომპანიებს. დოკუმენტის ნებისმიერი სახით გამოყენება, გასაჯაროება, ან გამრავლება ENKA-ს გარდა სხვა მხარის მიერ, ENKA-ს წინასწარი წერილობითი თანხმობის გარეშე, აკრძალულია. ყველა უფლება დაცულია.</p> <p>© 2019 ENKA İnşaat ve Sanayi A.Ş.</p> <p>დოკუმენტი დაბეჭდვის შემდეგ შემოწმებას არ ექვემდებარება. გთხოვთ, გამოყენებამდე, ბოლო ვერსია იხილოთ ელექტრონული დოკუმენტების მართვის სისტემაში.</p>					
რედ. N	რედაქტირების თარიღი	რედაქცია	მომზადებულია	შემოწმებულია	დამტკიცებულია
00	05/08/2019	გამოცემულია გამოყენებისთვის	Mustafa Akıncı	Bülent Uygur	Nejat Demirörs

სარჩევი

სურათების ჩამონათვალი	3
შესავალი:.....	5
1. ჭეთოდოლოგია: კონცეპტუალური მენტალური მოდელები.....	7
1.1 გეოლოგია და კონცეპტუალური მენტალური მოდელების არსი	7
1.2 ევოლუციის გეოდინამიკური მოდელი.....	8
1.2.1 ზუნძულთარკალური ვულკანიზმი.....	9
1.2.2 სროექტის ტერიტორიის სტრუქტურული ევოლუცია	10
2. ზოგადი გეოლოგია.....	12
2.1 შუა იურული პორფირიტული სერიები.....	12
3. საინჟინრო გეოლოგია	14
3.1 ქანის მასივის მახასიათებლები.....	14
3.1.1 ჭანების მასალათა თვისებები	14
3.1.2 ქანის მასური თვისებები	15
3.2 გრუნტის წყლების პირობები	16
3.2.1 სიდროგეოლოგიური ტერმინები.....	16
3.3 ადგილზე არსებულ ქანთა მასივების საინჟინრო მახასიათებლები	17
3.4 ქანების მასივების ემპირიული კლასიფიკაციის სისტემები	18
3.4.1 ზოგადი მოსაზრებები	18
3.4.2 ზორელაცია GSI, RMR და Q მნიშვნელობათა შორის.....	22
3.4.3 გათხრილი კლდის ფერდობების ემპირიული დიზაინი	23
3.5 ემპირიულად გათხრილი ფერდობის ნახაზი	26
3.5.1 საიტის კვლევა.....	26
3.5.2 ზმოთხრილი კლდის ფერდობის პროექტი	27
3.5.3 ლათხრილი კლდის ფერდობის ანალიზი	30
3.5.4 ფერდობთა დაცვის პროექტი (საჭიროების შემთხვევაში, გეოლოგიური პირობების შესაბამისად).....	37
3.5.5 კონტურული ზურღვის დამუშავების ტექნიკა.....	37
3.6. სტრუქტურების საძირკვლების მდგომარეობები.....	38
3.6.1 სანაპიროები.....	38
3.6.2 ხიდები	39
3.6.3 მეწყერები	40
4. დასკვნები და რეკომენდაციები	53
4.1 დასკვნები.....	53
4.2 რეკომენდაციები	54
5. ჭითითებები.....	56
6. ზანართები.....	58

სურათების ჩამონათვალი

სურათი 1: ტექტონიკური ფირფიტის საზღვრების სქემატური განყოფილება, რომელიც მონაწილეობს კუნძულ-რკალის ფორმირებაში; ყურადღება მიაქცეით უკანა რკალის აუზს და განაწილების ცენტრს, სადაც თავდაპირველად დიდი კავკასიონის ვულკანურ-ნალექოვანი კლდეები იქნა წარმოშობილი.....	10
სურათი 2: რეგიონალური ტექტონიკის გამარტივებული სქემა, რომელშიც ნაჩვენებია დიდი კავკასიონისა და რიონის აუზის ფორმირებაში მონაწილე ძირითადი სტრუქტურები; მცირე კავკასიონი მდებარეობს რიონის აუზის სამხრეთ-სამხრეთ-დასავლეთით; ამონარიდი საცნობარო დოკუმენტიდან [5].	11
სურათი 3: პროექტის ტერიტორიის შუა იურული პერიოდის ქანების სტრატиграფიული ჭრილები.....	13
სურათი 4: განზოგადოებულია RMR კლასიფიკაციის პარამეტრებიდან. შენიშვნა: RMR ₈₉ შესწორებული ვერსია მიღებულია გრუნტის წყლების რეიტინგით 15 (მშრალი), და ნაპრალის ორიენტაციის კორექტირებით 0 (მალიან ხელსაყრელი).	20
სურათი 5: კლდის ფერდობის ქანის ხარისხისა და ქანის ტიპის ურთიერთკავშირი.....	24
სურათი 6: ფერდობის ემპირიული პროექტირება Q-დახრილობის გამოყენებით	25
სურათი 7: ქანებისა და ნაპრალოვანი ქანის მასივების სიმტკიცის განმსაზღვრელი მიახლოებითი განტოლებები კლდოვანი ფერდობის დაპროექტებაში (ჰოუკი და ბრაუნი, 1980).....	25
სურათი 8: ანდეზიტური პორფირიტების ტიპური გამოსავლები უკანა ფონზე, არსებული გზის გაყოლებაზე.....	26
სურათი 9: GSI დიაგრამაზე გამოსახული გადასატანი გზის გაჭრილი კლდის ფერდობის შემადგენელი ფორმაციების ქანის მასივის ხარისხის საშუალო მაჩვენებელი	29
სურათი 10: გასაჭრელი კლდის ფერდობისა და ყრილების კრიტიკული ინტერვალები.....	30
სურათი 11: კმ 29+540 მარცხენა ფერდობის სიბრტყითი რღვევის ანალიზი	33
სურათი 12: კმ 29+540 მარცხენა ფერდობის სიბრტყითი რღვევის ანალიზი	34
სურათი 13: კმ 29+540 მარცხენა ფერდობის ჩამოშლითი რღვევის ანალიზი.....	35
სურათი 14: კმ 29+940 კმ მარცხენა ფერდობის ჩამოშლითი რღვევის ანალიზი	36
სურათი 15: მდინარე რიონის მარჯვენა სანაპიროს საერთო ხედი, გადაღებული მარცხენა სანაპიროდან, სოფელ მექვენას ტერიტორია. აღსანიშნავია გონის მასივიდან ნაკადულით ჩამოტანილი „დილუვიური“ მასალისგან შემდგარი დაახლოებით 55მ სიმაღლის ციცაბო ფერდობის კიდის უმაღლო სიახლოვეს განლაგებული სახლები.....	43
სურათი 16: სოფელ მექვენას ხედი და არსებული და დაპროექტებული გზების თანხვედრილი მდებარეობები.....	44
სურათი 17: N13 მეწყერის ზედხედი; აღსანიშნავია სტაბილიზირებული ძველი მეწყერული ზონა. სადაც არსებული ქუთაისი-ალპანას გზა გადის.....	47
სურათი 18: სოფელ ბენტოქოულასთან დამაკავშირებელი გზა დილუვიურ მასალაშია გაკვეთილი: აღსანიშნავია გზის ბაქანის აშკარა სტაბილურობა უკანა ხედზე.	48
სურათი 19: N14 მეწყერის სატელიტური სურათი მდინარე რიონის მარცხენა ნაპირიდან. აღსანიშნავია, რომ ტერიტორიას, რომელსაც მინიჭებული აქვს „აქტიური ნატეხებიანი	

მეწყერის“ სტატუსი, წარმოადგენს მხოლოდ და მხოლოდ არსებული გზის კვეთის
ეროზიულ თვისებას; ზედა უბნებზე მოსჩანს სოფელი ბენტქოულა..... 50
სურათი 20: ფერდობის სტაბილურობის უზრუნველსაყოფი პრევენციული ღონისძიებები
და N14 გაჭრილი ფერდის ეროზიის უბანზე გზის მშენებლობის მეთოდი 51
სურათი 21: N14 მეწყერის საერთო ხედი მის ძირთან; აღსანიშნავია უკვე ჩამოცურებული
ზედაპირი, რომელიც ქანის ორ გამოსავალს შორის, ორივე მხარეს მდებარეობს..... 52

შესავალი:

ქვემო ნამახვანის ჰესის პროექტის რეზერვუარის ტერიტორიის საზღვრებში მოქცეული „გზის გადატანის სამუშაოებთან“ დაკავშირებით განსახორციელებელი საექსკავაციო სამუშაოების საინჟინრო პროექტი, რომელიც ნამახვანის ჰიდროელექტროსადგურის („ჰესი“) კასკადის პროექტის (ზედა ნამახვანი 100 მგვტ. და ქვემო ნამახვანი 333 მგვტ. ქუთაისი, საქართველო) წინასწარი საპროექტო გათვლების (1-ელი დონე) ფარგლებში იყო შემუშავებული, დამკვეთისთვის დასამტკიცებლად იქნა წარდგენილი. პროექტის გაცნობის შემდეგ, დამკვეთმა კონტრაქტორ ინჟინერს გზის ხუთი სპეციფიკური მონაკვეთის „ნამახვანი-ალპანას გზის გადატანის სამუშაოების საინჟინრო გეოლოგიური ანგარიშის“ წარდგენა მოსთხოვა, მის მიერ შემდგომი გაცნობისა და დამტკიცებისთვის. ქვემო ნამახვანის ჰესების პროექტის რეზერვუარის წყლის მაქსიმალურ დონეზე (ზღვის დონიდან 311.50მ) მაღლა გასაყვანი გზის მეორე უბნის კილომეტრაჟი შეადგენს კმ 29+470 - კმ 34+807.

გადაადგილების გზის მე -4 სექცია, რომელიც განისაზღვრება კმ 29+470 - კმ 34+807 მონაკვეთით, ასევე მოიცავს ერთ „გვირაბის გეოლოგიურ მოხსენებას“, რომელშიც მოცემულია შემდეგი მონაკვეთი:

- გვირაბი-4: კმ 31+895 – კმ 31+955 (T-4)
- გვირაბი-5: კმ 33+514 – კმ 33+600 (T-5)

T-4 და T-5 გვირაბების გეოლოგიური ანგარიშები დამკვეთისთვის წარსადგენად და მის მიერ დასამტკიცებლად ცალ-ცალკე მომზადდა. ღღნიშნული ორი გვირაბის ანგარიში მოწოდებულია გადასატანი გზის გეოლოგიური ანგარიშის დანართების სახით.

ამ გეოლოგიურ ანგარიშში, გათხრების შედეგად წარმოქმნილი ფერდობების და ნაყარის ფუნდამენტების გეოტექნიკური მონაცემების კვლევაში ძირითადად ყურადღება გზის გადატანის პროექტის შემდეგ გეოტექნიკურ ასპექტებზეა გამახვილებული:

- საცნობარო დოკუმენტების [1&2] საფუძველზე და გზის გადატანის პროექტის ადრეულ ეტაპზე შემუშავებული რეგიონალური „კონცეპტუალური გეოტექტონიკური მოდელის“ გათვალისწინებით, გზების განლაგების ძირითადი გეოლოგიური პირობების აღწერა.
- რუსული 1957 წლის გამოცემის [1] და საქართველოს გეოლოგიის ინსტიტუტის, 2008 წლის გამოცემის [2] რიონის კასკადის გეოლოგიური რუკები ღირებულ

ინფორმაციას გვაწვდის საპროექტო ტერიტორიის ქანების ტიპებსა და გეოლოგიურ სტრუქტურაზე.

- ნაყარის ფუნდამენტის შესასწავლად თავდაპირველად ორი ჭაბურღილი, DSK-6 და DSK-7 დაპროექტდა და გაიბურღა.
- გეოტექნიკური მონაცემების საუკეთესო ნიმუშებზე დაკვირვება შესაძლებელია არსებული ქუთაისი-ალპანას გზებთან გამდინარე და შემდეგ რიონის ხეობაში ჩამდინარე შენაკადებში. ოდნეულ შენაკადებზე დაკვირვების შედეგად და ხელთ არსებული გეოლოგიური რუკებისა და გეოტექტონიკური მოდელის დახმარებით, დადგინდა ადგილობრივი ქანების მასივისა და ტუფოგენური ქვიშაქვისა და ანდეზიტ-პორფირიტის მასალების თვისებები, და ასევე გადამფარავი კოლუვიური ნალექების მიახლოებითი სისქე.
- ზემოთ აღნიშნული დოკუმენტების სტრუქტურულ-გეოლოგიურ მონაცემებზე დაყრდნობით, რიონის ხეობის გასწვრივ გამოსავალი საგულდაგულოდ იქნა შესწავლილი ნამახვანის ანტიკლინის და შემდგომ ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით სინკლინის შრეებრიობის ზედაპირების ორიენტაციების დასასგენად.
- საბოლოოდ, საერთაშორისოდ აღიარებული „ქანების მასივების ემპირიული კლასიფიკაციის“ საფუძველზე, შემუშავდა ექსკავაციის შედეგად ფორმირებული ფერდობების „ემპირიული პროექტი“.
- ყედარებით ღრმა ყრილებისა და ხიდების ფუნდამენტების მდგომარეობების გეოტექნიკური ინტერპრეტაცია ჭაბურღილის მასალაზე დაყრდნობით განხორციელდა.
- საბოლოოდ, დეტალური სავლე კვლევების საფუძველზე, შეფასდა N12d, N13 და N14 მეწყერების ზემოქმედება გადასატანი გზის სტაბილურობაზე. უსასკუთრებული ყურადღება დაეთმო N12d მეწყერის შესწავლას, რომელიც ასევე განხორციელდა ზედაპირქვეშა კერნის ნიმუშების გეოფიზიკურ კვლევებზე დაყრდნობით.

1. მეთოდოლოგია: კონცეპტუალური მენტალური მოდელები

1.1 გეოლოგია და კონცეპტუალური მენტალური მოდელების არსი

„დროისა და სივრცის“ კონცეფცია „გეოლოგიის“ სხვა მეცნიერებებისგან განმასხვავებელი მთავარი ასპექტია. ამგვარად, დედამიწის ევოლუციის გეოდინამიკური პროცესების „გასააზრებლად“, საჭიროა, შეფასდეს, რამდენად დიდია მილიონობით წელწადში გამოხატული „გეოლოგიური დრო“ „ანთროპოლოგიურ (ადამიანურ) დროსთან“ მიმართებით. ზუსტად ასე, „სივრცე“, რომლის ზომა მიკროსკოპულით იწყება და კოსმიურ მასშტაბებს აღწევს, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს „კონტინენტალური და ოკეანის“ ფილების გადაადგილებისა და პროექტის ტერიტორიის ამ აქტიურ ფილებთან მიმართებით რეგიონალური თუ ლოკალური მდებარეობის ვიზუალიზაციაში. ყოველივე ეს გულისხმობს, რომ სწორი გადაწყვეტილებების მიღება, ნებისმიერ შემთხვევაში, დამოკიდებული იქნება იმაზე, თუ რამდენად ზუსტად იქნება განსაზღვრული საპროექტო ტერიტორიის გეოლოგიური პირობები, მათ შორის (i) გეოტექტონიკური კავშირი; (ii) საინჟინრო გეოლოგია და (iii) ჰიდროგეოლოგიური პირობები. ზემოთხსენებულ კომპლექსურ, შრომატევად ნაშრომში ჩვენ შევეცდებით, ქვემოთ ჩამოყალიბებული უკუკავშირების ჯაჭვების დახმარებით, დასახული მიზანს კონკრეტული საფუძველი შევუქმნათ.

ა: თეორიული ასპექტები

ეს ასპექტები ტექტონიკური ფილების თეორიის, საინჟინრო გეოლოგიისა და ჰიდროგეოლოგიის საბაზისო ცნებებს ეფუძნება.

ბ: ემპირიული ასპექტები

გამოცდილება დიდწილად დაკავშირებულია ვიზუალურ გამოსახვასთან, ემპირიულ გამოცდილებასა და სამეცნიერო და ტექნიკურ ინტუიციასთან.

გ: მექანიკური ასპექტები

კლდოვან გრუნტზე მუშაობის "მექანიკური ასპექტები", როგორც წესი, გულისხმობს მიწისქვეშა კვლევებს, რომლებიც სვეტური ბურღვის გამოყენებით წარმოებს. ამ კონტექსტში, ჩვენმა პირადმა გამოცდილებამ დაგვანახა, რომ როგორც ეროვნულ, ისე საერთაშორისო დონეზე ინჟინერ-გეოლოგებისა და ინჟინერ-მშენებლების უმრავლესობა სვეტური ბურღვის საფუძველზე აგებს სამუშაო მოდელს. თუმცა, ჩვენი მიდგომა, "მოდელების" განმარტების გათვალისწინებით, გავრცელებული ტენდენციებისგან განსხვავებით, მდგომარეობს იმაში, რომ ზედაპირქვეშა შრიდან მოპოვებული ქანის

ნიმუშების მონაცემები გამოვიყენოთ ჩვენი კონცეპტუალური გეოტექტონიკური, საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური მოდელების შესამოწმებლად.

ჩვენ, უდავოდ, მხარს ვუჭერთ სვეტურ ბურღვას, თუ გრუნტი და ტოპოგრაფიული პირობები ხელს უწყობს ამგვარი კვლევების წარმოებას. თუმცა, ეს სულაც არ ნიშნავს იმას, რომ ჭაბურღილის მონაცემების არარსებობა, რაც მაღალი დატვირთვისა და რთული მისადგომობის პირობებით შეიძლება იყოს განპირობებული, უარყოფითად აისახება პროექტზე. ჩვენ მივიჩნევთ, რომ ქანის სვეტები გეოტექტონიკური, საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური მონაცემების "შეკვეცილი პროდუქტია", ამიტომაც ჩვენ, ინჟინრებმა, პირველ ყოვლისა, უნდა ვიცოდეთ, თუ რას ვკვეცავთ.

1.2 ევოლუციის გეოდინამიკური მოდელი

ტექტონიკური ფილების თეორიის თანახმად, დედამიწა დინამიკური პლანეტაა, რომელიც უწყვეტი მოძრაობის პროცესში იმყოფება, დივერგენტული (კონსტრუქციული), კონვერგენტული (დესტრუქციული) და ტრანსფორმული (ნეიტრალური) ფილების კონტაქტში. შედამიწის ქერქის ეს განმეორებადი ტექტონიკური პროცესები ძალიან კომპლექსურია და უშუალო ექსპერიმენტებს არ ექვემდებარება. ოქედან გამომდინარე, თუ დედამიწის კომპლექსურობის გაგება გვსურს, ის უნდა განვიხილოთ, როგორც „სისტემა“. სისტემა მოცემულ შემთხვევაში არის „ურთიერთდაკავშირებულ ნაწილთა კომბინაცია, რომლებიც ორგანიზებულად ურთიერთქმედებენ“. ზუმცა, სისტემის ქცევის შესასწავლად დაგჭირდება „ინტერფეისი“, რომ მისი კონკრეტულ საფუძველზე დამყარება შევძლოთ. ეს ინტერფეისი წარმოადგენს სისტემაში მიმდინარე პროცესების „გეოდინამიკურ მოდელს“, რომლის საშუალებითაც, ირიბი მტკიცებულებების გამოყენებით, „მოვლენების“ აღწერასა და განსაზღვრას ვახდენთ. ომ მიზნის მიღწევის ერთ-ერთი საშუალებაა "ტექტონიკური ფილების თეორიის" გამოყენება, რომელიც სისტემის შესაბამისი ნაწილების ინტეგრაციის საშუალებას გვაძლევს. ზავად ტექტონიკური ფილების თეორია „მაღალი დონის აბსტრაქტული აზროვნების“ გზით ჩამოყალიბდა. ომ თეორიის გამოყენება აუცილებლად მოითხოვს "ვიზუალურ გამოსახვას, ემპირიულ გამოცდილებას და მეცნიერულ ინტუიციას".

ჟოგორც რეგიონალური, ისე გლობალური მნიშვნელობით, კავკასიონის სტრუქტურა და გეოლოგიური ისტორია დიდწილად განისაზღვრება მისი ჯერ კიდევ დაწევის პროცესში მყოფ, ევრაზიისა და აფრიკა-არაბეთის ლითოსფერულ ფილებს შორის მდებარეობით, კონტინენტური შეჯახების ფართე ზონაში. ესიან პროტეროზულ - ადრე კენოზურ

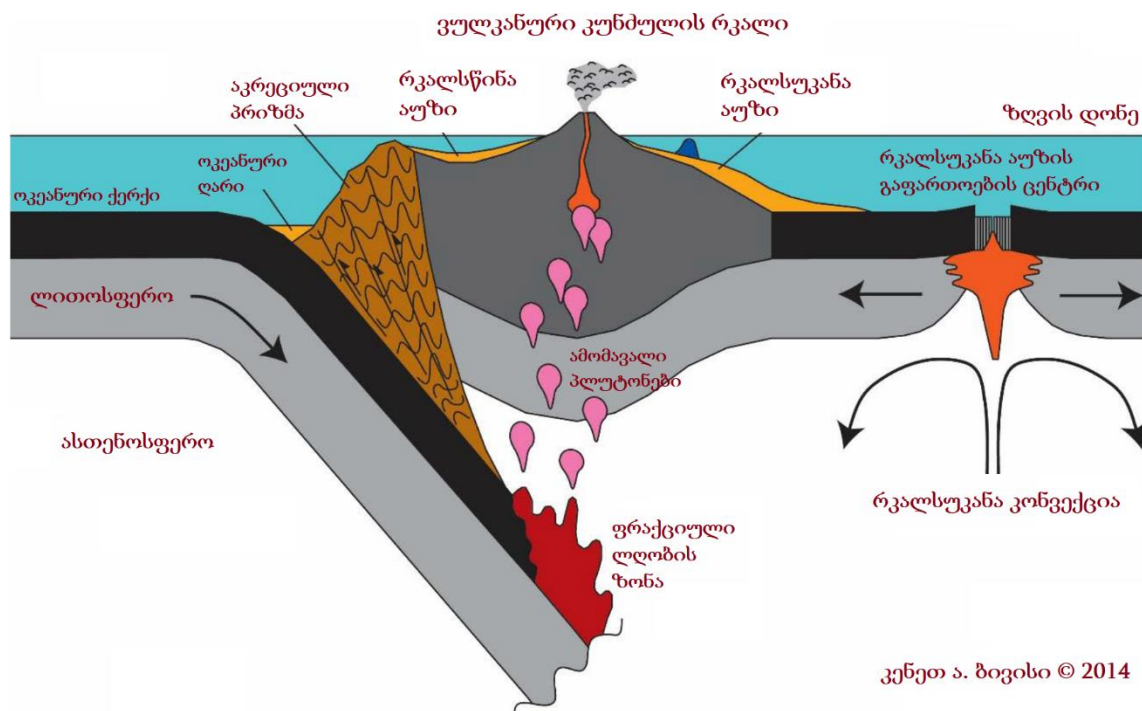
პერიოდში, რეგიონი ტეთისის ოკეანეს და მისი ევრაზიისა და აფრიკა-არაბეთის საზღვრებს მიეკუთვნებოდა. ოქ განვითარებული იყო „კუნძულთა რკალების, შიდარკალური რიფტების, კუნძულთა რკალსუკანა აუზების“ სისტემა, რაც რეგიონის ევოლუციის კოლიზიამდელი ეტაპის მახასიათებლებია [4]. ტექტონიკური ფილების თეორიის თვალსაზრისით, პროექტის ტერიტორია მდებარეობს ტრანსკავკასიურ მასივში, რომელიც პალეოზოლური-ადრეული კაინოზოური ერის „კუნძულოვანი რკალის“ ოროგენეზისაა. შიდი კავკასიონი, მეორე მხრივ, წარმოადგენს ნაოჭა-შეცოცებითი სტრუქტურის მქონე კონტინენტთაშორის მთათა სისტემას, რომელიც კოლიზიამდელი „რკალსუკანა აუზიდან“ წარმოიშვა, აფრიკა-არაბეთის და ევრაზიის ლითოსფერული ფილების შეჯახების შედეგად. სვირაბის მშენებლობის ამ კონკრეტულ პროექტთან მიმართებით, გეოტექტონიკური ევოლუციის ორი ასპექტია საყურადღებო, როგორც ქვემოთ არის განხილული.

1.2.1 კუნძულთარკალური ვულკანიზმი

კუნძულთა რკალები ორი ოკეანური ფილის შეჯახებისას (სადაც ერთი ოკეანური ფილა მეორე ოკეანური ფილის ქვეშ ექცევა) ფორმირდება, და შეცოცებული ფილის ზემოთ ვულკანური კუნძულების ჯაჭვს ქმნის. ქვემოთ მოქცეული ფილა - ოკეანური ფილის განაპირა ნაწილი ქერქსა და ზედა მანტიაში ჩაძირვისას, ოკეანის ფსკერის გაფართოებით გამოწვეული წნეხის ზემოქმედებით, ღლობას იწყებს. ეს გეოდინამიკური პროცესი, ჩვენ კონკრეტულ შემთხვევაში, წარმოიქმნა პალეოტეთისის ოკეანის რიფტულ ზონაში, როცა სამხრეთით მდებარე ოკეანური ფილის კიდემ ჩრდილოეთის მიმართულებით დაიწყო დაწევა, ჩრდილოეთით მდებარე ოკეანური ფილის ქვეშ მოქცევის შედეგად. კუნძულთა რკალები, რომელთა ფორმირება ფილების კონვერგენტული აქტივობის შედეგად მოხდა, ამჟამად არის წარმოდგენილი - დასავლეთიდან აღმოსავლეთით, თურქეთში - აღმოსავლეთ პონტიდების, საქართველოში - ამიერკავკასიის, და აღმოსავლეთით - ირანული ბლოკის სახით.

ამ სუბდუქციური პროცესის საბოლოო პროდუქტია ქვემო ნამახვანის ჰესების კაშხლების ტერიტორიაზე შუა იურული პერიოდის პორფირიტული სერიები (ვულკანურ-სედიმენტური ქანები) და თანმხლები სტრუქტურები. ამ ტექტონიკური პროცესის ქანების ფორმაციის ეპიზოდები ქვემოთ არის მოყვანილი:

- პორფირიტული სერიის ვულკანური ქანები კუნძულთარკალური ვულკანიზმის საწყისი პროდუქტია, რომელიც მოიცავს პიროკლასტურ ქანებს, ლავის ხშირი ამოფრქვევით.
- ვულკანიზმის არააქტიური პერიოდებისას, ეროზიული რეაგენტები აქტიურდება, რაც ადრე ფორმირებული ვულკანური მასებიდან სხვადასხვა ზომის ნაწილების მოწყვეტას განაპირობებს. შედეგად, დანალექი ქანების ნალექგროვება იზრდება.
- კუნძულთარკალურ არეში, ეს ორი პროცესი ურთიერთმონაცვლეობით მიმდინარეობს, რაც ვულკანური და დანალექი ქანების თანმიმდევრულ ნალექგროვებას იწვევს.

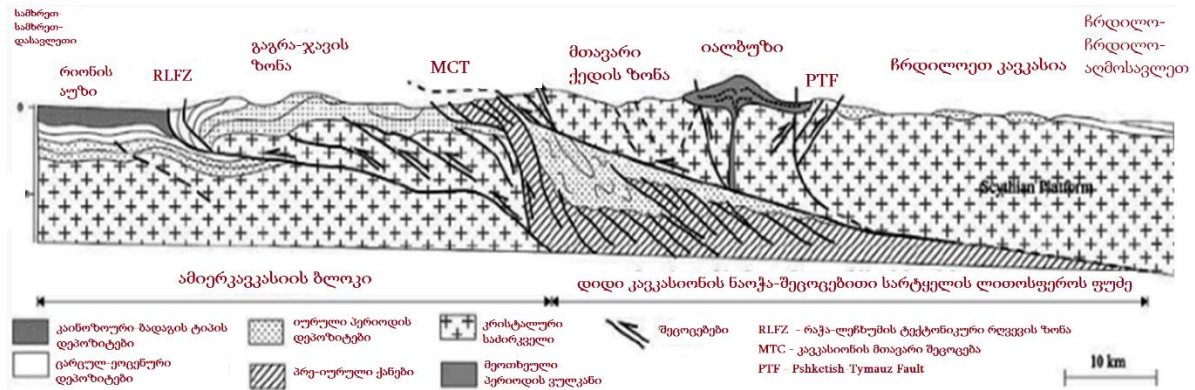


სურათი 1: ტექტონიკური ფირფიტის საზღვრების სქემატური განყოფილება, რომელიც მონაწილეობს კუნძულ-რკალის ფორმირებაში; ყურადღება მიაქცეით უკანა რკალის აუზს და განაწილების ცენტრს, სადაც თავდაპირველად დიდი კავკასიონის ვულკანურ-ნალექოვანი კლდეები იქნა წარმოშობილი.

1.2.2 შროექტის ტერიტორიის სტრუქტურული ევოლუცია

დიდ და მცირე კავკასიონს შორის მდებარე რიონის აუზი მიმდინარე ტექტონიკური ინვერსიის შესანიშნავი მაგალითია. რეგიონალური თვალსაზრისით, სტრუქტურულმა ინვერსიამ ტექტონიკური კუმშვის დროს კრისტალური ფუნდამენტი სამხრეთისკენ დაძვრა, შედეგად, ინდივიდუალურმა რღვევებმა გაფართოების სიღრმეში გაგრძელება შეაკავა და კუმშვა გამოიწვია, რაც მის ზედა მონაკვეთში ანტიკლინის ზრდასთან არის დაკავშირებული. რეგიონალურად ეს რივერსიული ძვრები წარმოდგენილია კავკასიონის

მთავარი შეცოცებისა და რაჭა-ლეჩხუმის ტექტონიკური რღვევის ზონაში. პროექტის ტერიტორია მდებარეობს ლიტერატურაში „გონის მასივად“ მოხსენიებულ, გაგრა-ჯავის ზონაში, სადაც შუა იურული პერიოდის კუნძულთარკალური წარმოშობის პორფირიტის სტრუქტურები სამხრეთით მიმართული ცარცული კირქვის მასივებითაა გადაფარული.



სურათი 2: რეგიონალური ტექტონიკის გამარტივებული სქემა, რომელშიც ნაჩვენებია დიდი კავკასიონისა და რიონის აუზის ფორმირებაში მონაწილე ძირითადი სტრუქტურები; მცირე კავკასიონი მდებარეობს რიონის აუზის სამხრეთ-სამხრეთ-დასავლეთით; ამონარიდი საცნობარო დოკუმენტიდან [5].

2. ზოგადი გეოლოგია

ნამახვანის კასკადის ზოგადი გეოლოგიური მდგომარეობის შესწავლა 1938 წლიდან დაიწყო და, როგორც დოკუმენტები აჩვენებს, საბჭოთა პერიოდში, 1976 წლამდე გაგრძელდა. პორფირიტული სერიების ფორმაციების ზოგადი გეოლოგიური მახასიათებლები, რომლებიც გვირახთან დამაკავშირებელი გადასატანი გზის მთავარ ქანს წარმოადგენს, დამუშავებულია საცნობარო დოკუმენტში [1&2]. აქედან გამომდინარე, მკითხველის კომფორტისთვის, ქვემოთ სქემა 3-ში გამოსახული ქვე-წყებების შესახებ მხოლოდ ზოგადი სახის ინფორმაცია არის წარმოდგენილი.

2.1 შუა იურული პორფირიტული სერიები

შუა იურული პერიოდის ბაიოსური ხანის ქანოვანი ფორმაციები რიონის ხეობის გასწვრივ, სოფელ გუმათსა და ტვიშს შორის, დაახლოებით 20 კილომეტრის მანძილზეა გავრცელებული. წინა კვლევებში ამ გეოლოგიურ ფორმაციებს „პორფირიტულ სერიებად“ მოიხსენიებდნენ. აგრეთვე, ზოგ შემთხვევაში, "ვულკანურ-სედიმენტურ წარმონაქმნებს" უწოდებენ. ბაიოსი თავის მხრივ, სამ ქვეტიპად არის წარმოდგენილი, მათ შორის შორის: ქვედა ბაიოსური (J2b1), შუა ბაიოსური (J2b2) და ზედა ბაიოსური (J2b3). ამ ქვეტიპების განლაგება, ქანების სტრატეგრაფიული ჭრილების სახით არის წამოდგენილი (სქემა 3).

ა: ქვედა ბაიოსური წყება (J2b1)

პროექტის ტერიტორიაზე ქვედა ბაიოსური წყების მხოლოდ უკიდურესად ზედა შრე გამოდის ზედაპირზე და ანტიკლინისა და სინკლინის სტრუქტურის მქონე ფუძის ქანს წარმოადგენს. ეს ერთეული რიონის კასკადის ქვედა დინების ზონაში - მაგალითად, ქვემო ნამახვანის ჰესის პროექტის შესასვლელი გვირაბის ზედაპირზე - არ გამოდის. ქანის ტიპური გამოსავალი შეიძლება ვნახოთ ლეხიდარის შენაკადსა და სოფელ ბენტოქულას შორის არსებულ ზონაში, ანტიკლინის სამხრეთ ფრთაზე. ზედაპირული საველე კვლევა აჩვენებს, რომ თავდაპირვლად ეს წყება ძალიან ტიპური „ფლიშის“ ფორმაციის შთაბეჭდილებას ტოვებს. ძირითადად შედგება ღია ნაცრისფერი ტუფის, არგილიტის, მიკრობრეჩიის, ტუფოგენური კვიშაქვისგან, ზოგ შემთხვევაში, არგილიტ-ლაბრადორიტის პორფირიტებით. განსაკუთრებით კარგად განვითარებული შრეებრიობის ზედაპირები გამორჩეული საშუალო ორიენტაციის მაჩვენებლებით - 200/25¹. ხასიათდება.

¹ აღნიშნავს დაქანების მიმართულებასა და დაქანების სიდიდეს

ბ: შუა ბაიოსური წყება (J2b2)

შუა ბაიოსურ წყებაში (J2b2) მონაწილე ფორმაციები დამატებით 6 ქვე-წყებად არის დაყოფილი, რომლებიც ბუნებრივი მახასიათებლებიდან და „კუნძულთარკალური ვულკანიზმის“ მოდალური შემადგენლობიდან გამომდინარე, ძირითადად ერთმანეთთან არის შერეული. ყველა ეს ქვე-წყება ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებით ქუთაისი-ალპანას გზაზე არსებულ განაჭრელ ქანებში გვხვდება. აქედან გამომდინარე, მშენებარე ინჟინერისთვის კარგად არის ცნობილი ამ ქანების მასივების ქცევა. ამ ექვს ქვე-წყებას შორის, მხოლოდ ორი, სახელდობრ, J2b2-5 და J2b2-6, გვხვდება გადასატანი გზის გასწვრივ და საზღვრების საძირკველთან.

PERIOD პერიოდი	FORMATION ფორმაცია	LITHOLOGY ლითოლოგია	DESCRIPTION აღწერა
QUATERNARY მეოთხეული			ალუვიონი
			მდინარეული ნალექები
			კოლუვიუმი
MIDDLE JURASSIC შუა იურული	UPPER BAJOCIAN (J2b3) ზედა ბაიოსური		ფერადი ტუფი, ქვიშაქვა- გაქვავებული თიხის მონაცვლეობა
	MIDDLE BAJOCIAN (J2b2) შუა ბაიოსური	J2b2-6	მასიური, ავგიტ- ლაბრადორიტის პორფირიტები
		J2b2-5	საშუალოდ ან წვრილად დამრეცხული, ტუფოგენური ქვიშაქვა, ადგილებში ზრექიით
		J2b2-4	სქლად ან საშუალოდ დამრეცხული, ტუფოგენური ქვიშაქვა ზრექიით
		J2b2-3	საშუალოდ ან წვრილად დამრეცხული, წვრილმარცვლოვანი ტუფოგენური ალევროლიტი, ადგილებში მიკროზრექიით
		J2b2-2	მასიური, ტუფოგენური ქვიშაქვა ზრექიით
		J2b2-1	საშუალოდ და წვრილად დამრეცხული, წვრილმარცვლოვანი ტუფური ქვიშაქვა, ადგილებში თიხაფიქალით
	LOWER BAJOCIAN (J2b1) ქვედა ბაიოსური		ტუფი, არგილიტი, მიკროზრექიტი, ტუფოგენური ქვიშაქვა, ადგილებში ავგიტ-ლაბრადორის პორფირიტებით

სურათი 3: პროექტის ტერიტორიის შუა იურული პერიოდის ქანების სტრატეგრაფიული ჭრილები

3. საინჟინრო გეოლოგია

ქანის მასივების საინჟინრო გეოლოგიურ ქცევას ძირითადად განაპირობებს (ა) ქანის მასივის მახასიათებლები და (ბ) გრუნტის წყლები. ეს ტერმინები მოკლედ არის განმარტებული ქვემოთ, ქანების მასივების ემპირიული კლასიფიკაციისთვის საჭირო სტრუქტურული საფუძვლის შექმნის მიზნით.

3.1 ქანის მასივის მახასიათებლები

გადასატანი გზის გვირაბის საინჟინრო გეოლოგიური კვლევები „ქანების მასივების მახასიათებლების“ კონცეფციას ეფუძნება. ეს არის ცნება, რომელიც განისაზღვრება, როგორც „ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მონაცემების შეგროვებისა და ანალიზის პროცესი, რომელიც ქანების მასივის გეომეტრიული და მექანიკური მახასიათებლების ინდიკატორებსა და აღწერით ცნებებს განსაზღვრავს“.

ქანის მასივი არის მატრიცა, რომელიც შედგება ქანის მასალისა და ქანის სტრუქტურის რღვევებისგან. ქანის მასალის თვისებები გაზომვას და/ან აღწერას ექვემდებარება ლითოლოგიური თვისებების აღწერის გზით, რაც ქანის ნიმუშების შეფასებით ან ლაბორატორიული ცდების საფუძველზე ხორციელდება. ქანის მასივის თვისებას დაუზიანებელი ქანების მასალების თვისებები და ასევე ქანის სტრუქტურაში განვითარებული რღვევები განსაზღვრავს. აქედან გამომდინარე, სწორედ ქანებში გაჩენილი ნაპრალები და სხვა რღვევები თამაშობს წამყვან როლს ქანების მასივების ქცევასა და თვისებებში. ამ კონტექსტში, ნაპრალოთა რაოდენობა, ორიენტაცია, ნაპრალოთა შორის დაშორება, აპერტურა, ზედაპირის უსწორმასწორობა და გამოფიტვისა და სახეცვლილების მდგომარეობა წარმოადგენს ქანის მასივის პარამეტრების ძირითად ნიშან-თვისებებს. აღნიშნული მახასიათებლები, ქვემოთ მოკლედ არის აღწერილი, ქანების მასების ემპირიული კლასიფიკაციის სტრუქტურული საფუძვლის შექმნის მიზნით.

3.1.1 ქანების მასალათა თვისებები

გეოტექნიკურ ინჟინერიაში, “დაურღვეველი ქანი” აღნიშნავს შტუფს ან ქანის სვეტს, რომელსაც რაიმე სახის რღვევა არ აღენიშნება. აქედან გამომდინარე, გეოტექნიკური ინჟინერიის კუთხით, შემდეგ ხარისხობრივ და რაოდენობრივ მახასიათებლებს ენიჭება პრიორიტეტი:

ა: ხარისხობრივი მახასიათებლები

ეს თვისებები ძირითადად მოიცავს ქანის ტიპს, პირველად ფორიანობასა და გამოფიტვის ხარისხს. თუმცა, ამათ შორის, ქანის ტიპი და გამოფიტვის ხარისხი განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს GSI ქანების კლასიფიკაციის სისტემაში. ამ კონტექსტში, ხაზი უნდა გაესვას, რომ დაუზიანებელი ქანის გამოფიტვის ხარისხი განისაზღვრება დარღვეული ზედაპირების მდგომარეობით; აქედან გამომდინარე, GSI-ს ცხრილების გამოყენებისას, ეს ხარისხობრივი მახასიათებელი შესაბამისობაში უნდა მოდიოდეს ქვემოთ ნახსენებ რაოდენობრივ მაჩვენებელთან - ქანის მასალის სიმტკიცის ზღვართან ერთდერძა კუმშვაზე.

ბ: რაოდენობრივი მახასიათებლები

ქანის მასალის პარამეტრებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე და დეფორმაციის მოდულები (Ed). თუმცა, როგორც ზემოთ არის ახსნილი, დაუზიანებელი ქანის სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე განისაზღვრება დარღვეული ზედაპირების მდგომარეობით; აქედან გამომდინარე, ეს პირდაპირ არის დაკავშირებული ქანის მასურ თვისებებთან.

3.1.2 ქანის მასური თვისებები

მასური თვისებების საერთო სპექტრში, არაერთგვაროვნებებს უპირატესი წილი უჭირავს და ქანის მასივების გეომეტრიული თვისებების მთავარ ნაწილს წარმოადგენს. ამ თვისებათა შორის, რაოდენობრივი მახასიათებლები ხარისხობრივთან შედარებით პრიორიტეტულია, როგორც ქვემოთ არის წარმოდგენილი.

ა: ხარისხობრივი მახასიათებლები

ამ სფეროს შეიძლება მივაკუთვნოთ „შემცველი ქანის“ აღწერილობა, როგორც ნაპრალის ანალიზის ნაწილი და „შემთხვევითი ნაპრალები“.

ბ: რაოდენობრივი თვისებები

ყველა ეს თვისება ეხება „ნატეხებს“ და სტრუქტურებს, რომლებიც მოცემულია ქვემოთ:

- გავრცობა და დახრილობა, განსაკუთრებით შრეებიოზის ზედაპირებისა და ნაპრალების. თუმცა, ასევე არ არის გამორიცხული სხვა რღვევები, როგორიცაა ნაპრალი და ნაწევის სიბრტყე.
- ნაპრალის ანალიზი: ინტერვალი, ორიენტაცია, განშრევა.

➤ ნაპრაღის სიმჭიდროვე

გაბატონებული გეოლოგიური პირობების შესაბამისად, ქანის მასალისა და ქანის მასური თვისებების აღწერისას გამოყენებულია “BS5930:1999, ISRM: 2014 და ქანების კლასიფიკაციის უნიფიცირებული სისტემა: 1984”.

3.2 გრუნტის წყლების პირობები

3.2.1 ჰიდროგეოლოგიური ტერმინები

გვირაბის ტრასის შემადგენელი ქანების ფორმაციების გრუნტის წყლების მდგომარეობა განხილული იქნება შემდეგი ჰიდროგეოლოგიური ტერმინების გამოყენებით: „აკვიფერი, აკვიტარდი, აკვიკლუდი და აკვიფუჯი“. ამ ეტაპზე კი, საჭიროებისამებრ, ქანების ფორმაციებთან მიმართებაში გამოვიყენებთ პირველადი და მეორადი შეღწევადობის ცნებებს. თუმცა, თავდაპირველად, საჭიროა, გავიხსენოთ ისეთი ცნებები, როგორებიცაა „ფორები და შეღწევადობა“, რომლებიც გადამწყვეტ როლს თამაშობს გრუნტის წყლების მოძრაობაში.

„შეღწევადობა“ ეწოდება ქანების მასივის მიერ წყლის გატარების უნარს. ეს პარამეტრი დამოკიდებულია არა მარტო ფორიანობაზე, არამედ ფორების ზომებზე ან რღვევებზე და მათ ურთიერთკავშირზე. ამ თვალსაზრისით, საკითხის არსი მდგომარეობს „ფორების ურთიერთკავშირში“, რომელიც მოიცავს დაურღვეველი ქანის ფორებს და ქანის მასივის რღვევებს, დაწყებული შრეებრიობის სიბრტყითა და ნაპრალებით და დამთავრებული უთანაბრო ნაპრალებით, რომლებიც საბოლოოდ დიდი ზომის სტრუქტურებს მოიცავს, როგორებიცაა ნაოჭები და ნაწევები. ამ წინაპირობების საფუძველზე, ზემოთ ჩამოთვლილი ჰიდროლოგიური ტერმინები მოკლედ არის განმარტებული.

Aquifer/აკვიფერი: ფორიანი და გამტარი ფენა, რომელიც წყლის მნიშვნელოვანი რაოდენობას ატარებს (მაგ. ქვიშა / ხრეშოვანი დარღვეული ქანები).

Aquiclude/აკვიკლუდი: გაუმტარი ფენა, რომელსაც არ შეუძლია მნიშვნელოვანი რაოდენობით წყლის გატარება (მაგ., ჰერმეტიზაციის ალევროლიტურ-თიხიანი ქანები, კრისტალური დაურღვეველი ქანები).

Aquitard/აკვიტარდი: ფენა, რომელიც აკავებს, მაგრამ ხელს არ უშლის წყლის გასვლას მომიჯნავე აკვიფერიდან ან აკვიფერში.

ჩვენ მიერ განსახილველი საგზაო გვირაბების გრუნტის წყლების მდგომარეობა ამ ჰიდროგეოლოგიური პარამეტრების მიხედვით უნდა განისაზღვროს.

3.3 ადგილზე არსებულ ქანთა მასივების საინჟინრო მახასიათებლები

გასაყვანი გზის მარშრუტის კმ 29+470 - კმ 34+807 მონაკვეთის გეოტექნიკური მდგომარეობა, რომლებიც ტექტონკის, ქანების მასათა მახასიათებლებისა და გრუნტის წყლების მდგომარეობის თვალსაზრისიდან გამომდინარე განისაზღვრა, შემდეგია:

- გასაყვანი გზის მარშრუტი განლაგებულია სოფელ ბენტოქოულაზე გამავალი სინკლინის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში, გადაკვეთილია სხვადასხვაგვარი ნორამლური ნახსლეტებით. ქანების ფორმაციების მასური მახასიათებლები თვალსაჩინოდ იკვეთება როგორც გაკვეთლ ქანებზე, ისე არსებულ გზაზე გამავალ შენაკადებში.
- დაახლოებით პირველი 500მ მონაკვეთი შედგება ანდეზიტის პორფირიტებისგან, რომელსაც მოსდევს ფლიშის მსგავსი J2b1 ფორმაცია 31+800კმ-მდე მონაკვეთში. უბნის დარჩენილი ნაწილი ძირითადად გადის ანდეზიტის პორფირიტებზე, რომელსაც ხშირად ენაცვლება ტუფოგენური ქვიშაქვა.
- გარკვეულ უბნებზე ანდეზიტის პორფირიტებისა და ტუფური ქვიშაქვის შრეები ტექტონიკური ზემოქმედების შედეგად დანაოჭებული და დარღვეულია, რაც გადასატანი გზის გასწვრივ სიმტკიცის შესუსტების ზონებს ქმნის.
- თხელიდან საშუალო სისქის ფლიშის მსგავსი J2b1 ფორმაციის გამოსავალი ძირითადად შედგება ქვიშაქვის/ ალევროლიტის შრეებისგან, ზოგ ადგილებში კონგლომერატის ჩანართებით.
- საშუალოდან მძლავრად დაშრეებული ტუფური ქვიშაქვის შრეები ტიპურ გამოსავალს მთავარ შენაკადში იძლევა, სოფელ მექვენას მისადგომებამდე ტერიტორიაზე.
- უბნების უდიდეს ნაწილში ქანების ფორმაციები დაფარულია დილუვიური ნალექებით, რაც გამყინვარების პერიოდების პროდუქტია.

3.4 ქანების მასივების ემპირიული კლასიფიკაციის სისტემები

3.4.1 ზოგადი მოსაზრებები

ქანების მასივების კომპლექსურობა, რაც განპირობებულია: (ა) მათი ფორმირების რეჟიმით (ბ) შემდგომი ტექტონიკური აქტივობებით; გ) შესაბამისი წყვეტილობებით და (დ) გრუნტის წყლების მდგომარეობით, განაპირობებს "ქანების მასივების მახასიათებლებისადმი" განსხვავებული მიდგომების არსებობას. როგორც ზემოთ აღინიშნა, ქანების მასივების აღწერისთვის ძირითადად გამოიყენება "თვისობრივი და რაოდენობრივი" ასპექტები. ყველა ეს წინაპირობა ცხადყოფს, რომ ქანების მასივი არ არის „ლაბორატორიულად შექმნილი შერეული პროდუქტი“ მისი ცვალებადი საინჟინრო თვისებებიდან გამომდინარე, რომელსაც ძირითადად განსაზღვრავს ზემოთ მოყვანილი გეოტექნიკური ასპექტები. ზემოთქმულიდან გამომდინარე, აუცილებელი გახდა, შეგვემუშავებინა გარკვეული მეთოდები, რომლებიც გვირავს გამაგრებისა და ფერდობის ემპირიული პროექტებისთვის ქანთა მასივების ემპირიულ საინჟინრო ქცევას აღწერდა.

რამდენადაც სხვადასხვა ტიპის კლასიფიკაციების/მახასიათებლების სისტემები სხვადასხვა პარამეტრებზე ამახვილებს ყურადღებას, ხშირად რეკომენდირებულია, ქანთა კლასიფიკაციისას, სულ მცირე, ორი მეთოდი მაინც გამოვიყენოთ (ჰოუკი, 2000). ეს პირობა ასევე ვალიდურია ექსკავაციის შედეგად წარმოქმნილი ფერდობების ემპირიულ მონაცემებზე დაყრდნობით პროექტირების შემთხვევაში. ამრიგად, მოცემულ ანგარიშში, ჩვენი გეოტექნიკური კვლევები ორ კლასიფიკაციაზე დაყრდნობით განხორციელდება. კერძოდ: *ბინიავსკის ქანების მასივის რეიტინგი (RMR89)* და *გეოლოგიური სიმტკიცის ინდექსი (GSI)*, *ჰოუკი და სხვები. (1995)*. რაც შეეხება „ნორვეგიული გეოტექნიკური ინსტიტუტის ინდექსი (NGI), Q-სისტემა, ბარტონი და სხვები (1974)“, მკითხველის კომფორტისთვის, მხოლოდ კლასიფიკაციის პარამეტრები იქნება განხილული.

(i) ქანის ხარისხის მაჩვენებელი (RQD%)

(ii) წყვეტილობებს შორის დაშორებები

(iii) წყვეტილობების მდგომარეობა

(iv) გრუნტის წყლის პირობები

(v) რეიტინგის კორექტირება წყვეტილობების ორიენტაციისთვის

აღსანიშნავია, რომ თავდაპირველი კლასიფიკაციის პარამეტრები სამუშაოების პრაქტიკული მიმდინარეობისას სწორდება, განსაკუთრებით GSI კლასიფიკაციაზე გადაყვანის უზრუნველსაყოფად. თავდაპირველი კლასიფიკაციის პარამეტრები წარმოდგენილია მე-4 სქემაში ცხრილის სახით. ცხრილის ნაცრისფრად მონიშნულ ნაწილში სათაურით „გრუნტის წყალი და რეიტინგის კორექტირება წყვეტილობების ორიენტაციისთვის“ წარმოდგენილი პარამეტრები 1989 წელს იქნა განახლებული GSI კლასიფიკაციასთან შესაბამისობაში მოსაყვანად. ჩასწორების შედეგად, გაჩნდა “RMR₈₉ “. ეს საკითხი შემდგომ იქნება დეტალურად განხილული.

გეოტექნიკური კლასიფიკაციის სისტემა (ზინაევსკის მიხედვით, 1989)

ა. კლასიფიკაციის პარამეტრები და მათი რეიტინგები									
პარამეტრი			მნიშვნელობათა დიაპაზონი						
1	დაურღვეველი ქანის სიმტკიცე	სიმტკიცის ინდექსი წერტილოვანი დატვირთვისას	>10 Mpa	4-10 Mpa	2-4 Mpa	1-2 Mpa	აქ უზღოვრება დაბალი ერთეობიანი კომპრესიული ძალით ტესტირება		
		ერთეობიანი კომპრესიული ძალა	> 250 Mpa	100-250 Mpa	50-100 Mpa	25-50 Mpa	5-25 Mpa	1-5 Mpa	<1Mpa
	რეიტინგი		15	12	7	4	2	1	0
2	კერნის ხარისხი RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
	რეიტინგი		20	17	13	8	3		
3	მანძილი უთანაბრობებს შორის		>20	0.6-20	200-600მმ	60-200მმ	<60mm		
	რეიტინგი		20	15	10	8	5		
4	უთანაბრობების მდგომარეობა (იხილე ე)	ძალიან უხეში ზედაპირები	ოღწევა უხეში ზედაპირები	ოღწევა უხეში ზედაპირები	სხლეტის სარკვეები	რბილი შემცველი ქანი >5მმ			
		არა უწყვეტი	განვალკეება <1მმ	განვალკეება <1მმ	ან	სქელი			
		განშრეების გარეშე გამოუფიტავი შემცველი ქანი	ოღწევა გამოფიტული შემცველი ქანი	ძალზე გამოფიტული შემცველი ქანი	შემცველი ქანი < 5მმ სისქის	ან			
					ან	დაზოვება 1-5 მმ			
	რეიტინგი		30	25	20	10	უწყვეტი	უწყვეტი	
5	გრუნტის წყალი	10მ გვირგზის სიგრძე (l/m)	None	<10	0.1-25	25-125	>125		
		(საერთო წყალი) / (ძირითადი l)	0	<0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		საერთო მდგომარეობა	სრულად მშრალი	ნოტიო	სველი	მკონავე	გამდინარი		
		რეიტინგი	15	10	7	4	0		
ბ. წვეტილობების ორიენტაციის რეიტინგის კორექტირება (იხ გ)									
გაგრძელებისა და დახრილობის ორიენტაციები			ძალიან ხელსაყრელი	ხელსაყრელი	საშუალო	არახელსაყრელი	ძალიან ხელსაყრელი		
რეიტინგები	გვირაბები და შახტები		0	-2	-5	-10	-12		
	ფუნდამენტები		0	-2	-7	-15	-25		
	ფერდობები		0	-5	-25	-50			
გ. ქანების მასივის კლასები საერთო რეიტინგებიდან გამომდინარე									
რეიტინგი			100<---81	80<---61	60<---41	40<---21	<21		
კლასის ნომერი			I	II	III	iv	v		
აღწერა			ძალიან კარგი ქანი	კარგი ქანი	საშუალო ქანი	ცუდი ქანი	ძალიან ცუდი ქანი		
დ. ქანების მასივების მნიშვნელობა									
კლასის ნომერი			I	II	III	iv	v		
აწვეის საშუალო დრო			20 წელი. 15 მ მანძ.	1 წელი 10მ მანძ.	1 კვირა. 5მ მანძ.	10 სთ. 2.5მ მანძ.	30 წელი 1მ მანძ.		
ქანების მასივის შეკიდულობა (kP a)			>400	300-400	200-300	100-200	<100		
ქანების მასივის ხახუნის კუთხე (deg)			>45	35-45	25-35	15-25	<15		
ე. მითითებული წვეტილობის მდგომარეობის კლასიფიკაციისთვის									
წვეტილობის სიგრძე (მდგრადობა)			<10	1-3 მ	3-10მ	10-20 მ	>20მ		
რეიტინგი			6	4	2	1	0		
დადილობა (აბერატურა)			None	<0.18მ	0.1-1.0 მმ	1-5მმ	>5მმ		
რეიტინგი			6	5	4	1	0		
უსწორმასწორობა			ძალიან უსწორმასწორო	უსწორმასწორო	ოღწევა უსწორმასწორო	გლუვი	პრილა		
რეიტინგი			6	5	3	1	0		
შეცემა (შემცველი ქანი)			None	მკვრივი შემაკისხეელი <5მმ	მკვრივი შემაკისხეელი >5მმ	რბილი შემაკისხეელი <5მმ	რბილი შემაკისხეელი >5მმ		
რეიტინგი			6	4	2	2	0		
გამოფიტვა			გამოუფიტავი	ოღწევა გამოფიტული	საშუალოდ გამოფიტული	ძლიერ გამოფიტული	დაშლილი		
რეიტინგი			6	5	3	1	0		
ვ. წვეტილობის გაგრძელებისა და დახრილობის ორიენტაციის ეფექტი გვირაბების გაყვანაში									
გვირაბის ღრძის პერპენდიკულარული დარტყმა					გვირაბის ღრძის პარალელური დარტყმა				
დახრა Dip 45-90			დახრა Dip 20-25			Dip 45-90		Dip 20-45	
ძალიან ხელსაყრელი			ხელსაყრელი			ძალიან ხელსაყრელი		საშუალო	
საწინააღმდეგო დახრა Dip 45-90			საწინააღმდეგო დახრა Dip 20-25			Dip 0-20 დარტყმის მიუხედავად			
საშუალო			არახელსაყრელი			საშუალო			

სურათი 4: განზოგადებულია RMR კლასიფიკაციის პარამეტრებიდან. შენიშვნა: RMR₈ შესწორებული ვერსია მიღებულია გრუნტის წყლების რეიტინგით 15 (მშრალი), და ნაპრალის ორიენტაციის კორექტირებით 0 (ძალიან ხელსაყრელი).

ა ნორვეგიის გეოტექნიკური ინსტიტუტის ინდექსი (NGI), Q-სისტემა, ბარტონი და სხვ. (1974)

წაქტობრივად, Q კლასიფიკაცია თავდაპირველად შემუშავებულ იქნა „მასივების საინჟინრო კლასიფიკაცია გვირაბების პროექტირებისთვის“ ფარგლებში. სოუკმა და ბრაუნმა ეს კლასიფიკაცია მიუსადაგეს ექსკავაციის შედეგად წარმოქმნილი ფერდობების პროექტირებას, სიმტკიცის ძირითადი კავშირების მიახლოებით განტოლებებზე დაყრდნობით. ჟანების მასივების კლასიფიკაციის ძირითადი პარამეტრები ქვემოთ რის მოყვანილი.

$$Q = \left(\frac{RQD}{J_n} \right) \times \left(\frac{J_r}{J_a} \right) \times \left(\frac{J_w}{SRF} \right), \text{ სადა:}$$

RQD = ქანის ხარისხის მაჩვენებელი (%)

J_n = ნაპრალების ჯგუფის რაოდენობა

J_r = ნაპრალების უსწორობათა რაოდენობა

J_a = ნაპრალების ცვლის რაოდენობა

J_w = ნაპრალების შემცირების რაოდენობა

SRF = სიმტკიცის შემცირების რაოდენობა

სიმარტივისა და პრაქტიკულობისთვის, Q კლასიფიკაციის დეტალები არ იქნება განხილული; ამის სანაცვლოდ, Q მნიშვნელობები გამოთვლილი იქნება RMR89 და GSI კლასიფიკაციებიდან.

ბ ჰოუკის და სხვ. მიერ შემუშავებული გეოლოგიური სიმტკიცის ინდექსი (GSI), (1995).

1980 წლებში, ჰოუკი და ბრაუნი „ქანის სიმტკიცის პარამეტრების“ მისაღებად RMR კლასიფიკაციას იყენებდნენ. თუმცა, პროცესში აღმოაჩინეს, რომ RMR89 არ მოიცავდა ქანების ყველა ტიპს, 1980 წლებში, ჰოუკი და ბრაუნი „ქანის სიმტკიცის პარამეტრების“ მისაღებად RMR კლასიფიკაციას იყენებდნენ. თუმცა, პროცესში აღმოაჩინეს, რომ RMR89 არ მოიცავდა ქანების ყველა ტიპს, მაგალითად, შრეებრივ ან გახლეჩილ ქანებს და, შესაბამისად, ნაპრალოვანი ქანების მასივებისთვის საკუთარი გეოლოგიური სიმტკიცის ინდექსი (GSI) შეიმუშავეს. ემპირიული კლასიფიკაციის ეს სისტემა ქანთა მასივების ისეთ ხარისხობრივ მახასიათებლებს ეფუძნება, როგორცაა „სტრუქტურა“ და „უთანაბრობათა ზედაპირების მდგომარეობა“; ამგვარად, ის ქანების მასივის სტრუქტურის ვიზუალურ მხარეს ასახავს და უზრუნველყოფს სხვადასხვა გეოლოგიურ პირობებში ქანების მასივის

სიმტკიცის შემცირების შეფასების სისტემას. გამოყენებულია კლასიფიკაციის საბოლოო ვერსია (Hoek, E., Carter, T.G., Diedderichs, M.S., 2013).

3.4.2 კორელაცია GSI, RMR და Q მნიშვნელობათა შორის

ჰოუკისა და ბრაუნის მიხედვით, (1997) კომპეტენტური ქანების მასივებისთვის ($GSI > 25$, $RMR > 23$), GSI მნიშვნელობა შეიძლება გამოითვალოს RMR-დან, როგორც:

$$GSI = RMR_{89} - 5$$

ამ კორელაციაში RMR_{89} ძირითადი RMR მნიშვნელობას წარმოადგენს (ბინიავსკის 1989 წლის ვერსია), სადაც გრუნტის წყლების რეიტინგი არის 15 (მშრალი), ხოლო ნაპრაღის ორიენტაციის კორექტირება 0 (ძალიან ხელსაყრელი). ამ კორელაციაში RMR_{89} ძირითადი RMR მნიშვნელობას წარმოადგენს (ბინიავსკის 1989 წლის ვერსია), სადაც გრუნტის წყლების რეიტინგი არის 15 (მშრალი), ხოლო ნაპრაღის ორიენტაციის კორექტირება 0 (ძალიან ხელსაყრელი).

დაბალი ხარისხის ქანების მასივებისთვის, GSI შეიძლება გამოითვალოს Q მნიშვნელობებიდან (ბარტონი და სხვ. 1974 წ.), შემდეგი თანაფარდობის გამოყენებით:

$$GSI = 9 \ln(Q') + 44 \text{ (სინგი და გეოლი, 1999) სადაც}$$

$Q' =$ გვირაბის გაყვანის ხარისხის მოდიფიცირებული ინდექსი

$$Q' = \left(\frac{RQD}{J_n} \right) \times \left(\frac{J_r}{J_a} \right)$$

თუმცა, ძალიან დაბალი ხარისხის ქანების მასივებისთვის ($RMR < 25$), GSI მნიშვნელობათა შორის კორელაცია სანდო უკვე არ არის, ამგვარად, RMR კლასიფიკაცია ამგვარი ქანების მასივების GSI მნიშვნელობათა განსაზღვრისას არ უნდა გამოვიყენოთ (ჰოუკი და ბრაუნი, 1997).

როგორც ჰოუკი და ბრაუნი გვთავაზობენ [4], RMR და GSI კლასიფიკაციებს შორის შემდეგი ურთიერთკავშირი უნდა გამოვიყენოთ ერთიდან მეორეზე გადაყვანისას.

1990-ის შემდგომი:

$$(ა) GSI = RMR_{89} - 5$$

(ბ) $RMR_{89} = 9 \ln(Q') + 44$ [გრუნტის წყლის რეიტინგი აღებულია (15) ხოლო უთანაბრობათა ორიენტაცია შემცირებულია (0)], სადაც:

$$Q'_{\text{მოდულირებული}} = \left(\frac{RQD}{J_n}\right) \times \left(\frac{J_r}{J_a}\right)$$

3.4.3 გათხრილი კლდის ფერდობების ემპირიული დიზაინი

ამჟამად RMR და Q კლასიფიკაციის სისტემები ქანების ექსკავაციის შედეგად წარმოქმნილი ფერდობების ემპირიული პროექტირებისთვის გამოიყენება. თუმცა, ამ კლასიფიკაციათა შორის, RMR89 კლასიფიკაცია დაურღვეველი ქანების მასივების სიმტკიცის ძირითადი კავშირების საფუძველზე განვითარდა, და, აქედან გამომდინარე, უფრო ფართედ გამოიყენება.

ა: მთავარი დამახულობების ურთიერთკავშირი დაურღვეველი ქანისა და დარღვეული ქანის მასივებისთვის

ე. ჰოუკმა და ე.ტ. ბრაუნმა შეიმუშავეს სიმტკიცის განმსაზღვრელი ძირითადი პარამეტრების ცხრილი დაურღვეველი ქანისთვის და დარღვეული ქანების მასივებისთვის, რომელიც გამიზნულია „ქანების რღვევის ემპირიულ კრიტერიუმებში“ გამოყენებისთვის როგორც მიწისქვეშა, ისე ღია გათხრების დროს (სქემა 7). მომდევნო წლებში ეს ცხრილი გამოიყენება ქანების მიწისზედა ჭრის ემპირიული პროექტირებისას, ძირითადი და ნაწევური ძაბვების განსაზღვრის მიზნით (სქემა 5).

ბ: RMR-ის განვითარება ფერდის ქანობებთან მიმართებით

როგორც სქემა 5-შია მოცემული, ფერდობის ცხრილის ძირითადი კომპონენტებია ქანის ხარისხი და ქანის ტიპი. მიუხედავად იმისა, რომ ხარისხის მაჩვენებელი მხოლოდ ერთ CSIR (RMR) საფუძველზეა შეფასებული, პრაქტიკაში ხარისხობრივ-რაოდენობრივი ინტერვალები ძალიან მნიშვნელოვანია და შემდეგნაირად გამოიყენება: (სქემა 5)

ძალიან მაღალი ხარისხის ქანი: $80 \leq RMR$

მაღალი ხარისხის ქანი: $60 \leq RMR < 80$

საშუალო ხარისხის ქანი: $40 \leq RMR < 60$

ცუდი ხარისხის ქანი: $20 \leq RMR < 40$

ძალიან ცუდი ხარისხის ქანი: $RMR < 20$

აღსანიშნავია, რომ ქანების მასივების თვისობრივი ასპექტები ვიზუალურ გამოსახავს მოითხოვს, რაც საუკეთესოდ არის გათვალისწინებული GSI ცხრილში. (სქემა 9)

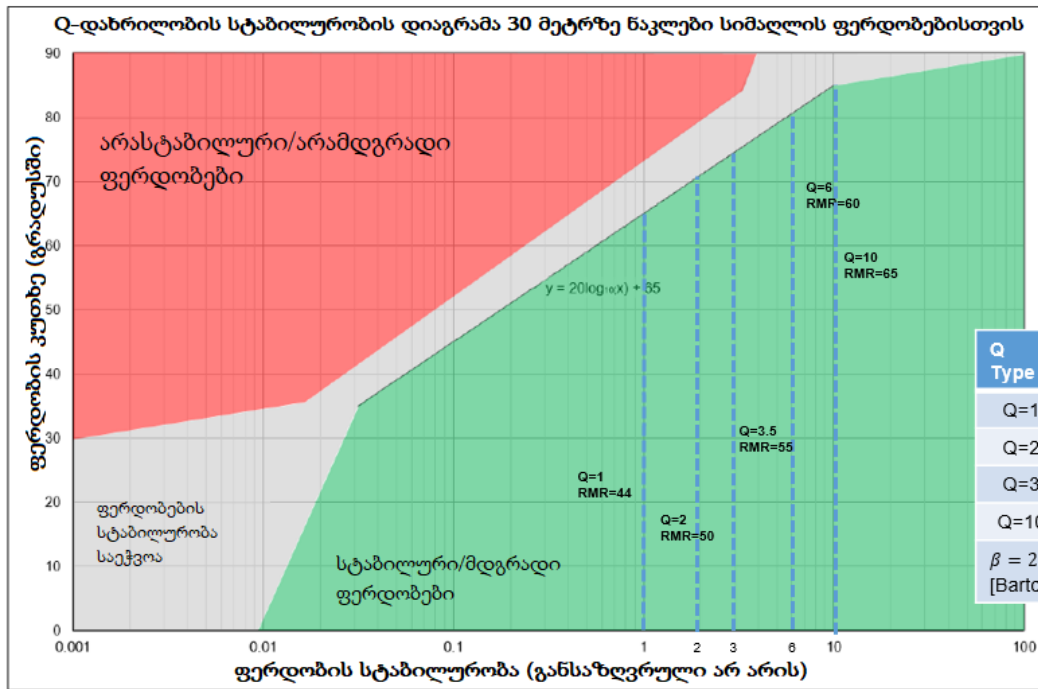
ქანის თვისება			კარბონატული ქანები კარგად განვითარებული კრისტალური კლივებით დოლომიტი, კირქვა და მარმარილო			ლითიფიცირებული თიხიანი ქანები არგილიტი, ალვეროლიტი (თიხაფიქალი და ასპიდური ფიქალი (ნორმალური და კლივებით))			ქვიშიანი ქანები მკვერივი კრისტალუბით და სუსტად განვითარებული კრისტალური კლივებით ქვიშაქვა და კვარციტები			წვრილმარცვლოვანი პოლიმეტრალური ვულკანური კრისტალური ქანები ანდეზიტი,დოლორიტი,დი აბაზი და რიოლითი			მსხვილმარცვლოვანი პოლიმეტრალური ვულკანური და მეტამორფული კრისტალური ქანები ამფიბოლიტი, გაბრო, გნეისი, გრანიტი, ნორიტი, კვარცული დიორიტი		
ფერდობის სიმაღლე																	
50	100	150	50	100	150	50	100	150	50	100	150	50	100	150			
დაურეველი ქანების ნიმუშები ლაპორატორიის ზომის ქანის ნიმუშები, სტრუქტურული დეფექტების გარეშე CSIR რეიტინგი +100 NGI რეიტინგი 500	არა	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05			
		კი	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05	1:05			
	არა	1:05	1:05	1:05	1:05	1:04	1:04	1:05	1:04	1:04	1:05	1:05	1:04	1:05	1:05	1:04	
		კი	1:05	1:04	1:04	1:05	1:04	1:03	1:04	1:04	1:03	1:05	1:05	1:04	1:05	1:05	1:04
	მაღალი ხარისხის ქანის მასივი მჭიდროდ შეკრული, დაშლილი ქანი, 1-3 მეტრით დამორეული გამოფიტული ნაპრალებით. CSIR რეიტინგი 85, NGI რეიტინგი 100	არა	1:05	1:04	1:04	1:04	1:03	1:03	1:04	1:03	1:03	1:05	1:04	1:04	1:05	1:05	1:04
			კი	1:04	1:04	1:03	1:04	1:03	1:02	1:04	1:03	1:03	1:04	1:04	1:03	1:04	1:04
მაღალი ხარისხის ქანის მასივი საღი და ოდნავ გამოფიტული ქანი, მკირევი დაშლილი, 1-დან 3 მეტრამდე დამორეული ნაპრალებით. CSIR რეიტინგი 65, NGI რეიტინგი 10	არა	1:04	1:03	1:03	1:03	1:02	1:02	1:04	1:03	1:02	1:04	1:03	1:03	1:04	1:03	1:03	
		კი	1:04	1:03	1:02	1:02	1:02	2:03	1:03	1:02	1:02	1:03	1:03	1:03	1:03	1:03	1:03
საშუალო ხარისხის ქანის მასივი რამდენიმე წყება ოდნავ გამოფიტული დაუშლი ქანი, დაშლილი, 0.3-დან 1 მეტრამდე დამორეული ნაპრალებით. CSIR რეიტინგი 44, NGI რეიტინგი 1.0	არა	1:03	1:03	1:02	1:02	2:03	3:04	1:03	1:02	1:02	1:03	1:03	1:02	1:03	1:03	1:02	
		კი	1:03	1:02	1:02	2:03	3:04	1:01	1:02	2:03	2:03	1:02	1:02	2:03	1:02	1:02	2:03
მაღიან დაბალი ხარისხის ქანის მასივი დიდი რაოდენობით მაღალი ხარისხით გამოფიტული ნაპრალები 5088-ზე მეტი დამორეული, ამოცხვებული ქანებით / ფიქი ქანი მოხრეუბით CSIR რეიტინგი 3, NGI რეიტინგი 0.1	არა	1:02	2:03	2:03	2:03	3:04	1:01	2:03	2:03	3:04	2:03	2:03	3:04	1:02	2:03	2:03	
		კი	2:03	3:04	1:01	3:04	1:01	1:01	2:03	3:04	1:01	2:03	3:04	3:04	2:03	3:04	3:04

სურათი 5: კლდის ფერდობის ქანის ხარისხისა და ქანის ტიპის ურთიერთკავშირი

გემპირიული ფერდობის დიზაინი Q-Slope გამოყენებით

სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში, ავსტრალიაში, ცენტრალურ ამერიკასა და ევროპაში ჩატარებული კვლევების შედეგად მოპოვებული მონაცემებზე დაყრდნობით, Q-დახრილობასა და მრავალწლოვან სტაბილურ ფერდობებს შორის მარტივი ურთიერთდამოკიდებულება იქნა გამოვლენილი. Q-დახრილობა ისეა პროექტირებული, რომ გვთავაზობს სტაბილურ ფერდობთა კუთხეებს, რომლებიც დამატებით ტექნიკურ მხარდაჭერას არ საჭიროებს. შაგალითისთვის, 40-45°, 60-65° და 80-85°, შესაბამისი, დაახლოებით 0.1, 1.0 10-ის ტოლი Q-დახრილობის მნიშვნელობებით. ჟაქტობრივად, როგორც RMR₈₉, ისე Q-დახრილობა ერთიდაიმავე ფერდის ქანობების გვამღევს; ამგვარად, სიმარტივისთვის, ამ კონკრეტულ პროექტში RMR₈₉ კლასიფიკაცია არის გამოყენებული. მე-6 სექციაში გამოყენებული ცალკეული Q მნიშვნელობები შეიძლება Q-ინტერვალებში $Q' = e^{(RMR-44)/9}$ ფორმულის დახმარებით გადავიყვანოთ.

**ემპირიული ფერდობის ნახაზი მაგარი და რბილი ქანებისთვის Q-დახრილობის
ნივ ბარტონი და ასოცირებული, ოსლო, ნორვეგია**



სურათი 6: ფერდობის ემპირიული პროექტირება Q-დახრილობის გამოყენებით

ცხრილი 12 - ქანებისა და ნაპრალოვანი ქანური მასივების სიმტკიცის განმსაზღვრელი მიახლოებითი განტოლებები და მორის მრუდი	კარბონატული ქანები კარგად განვითარებული კრისტალური კლივებით დოლომიტი, კირქვა და მარმარილო	ლითიფიცირებული თიხიანი ქანები არგილიტი, ალევროლიტი (თიხაფიქალი და ასპიდური ფიქალი (ნორმალური და კლივებით))	ქვიზიანი ქანები მკვერივი კრისტალურობით და სუსტად განვითარებული კრისტალური კლივებით ქვიშაქვა და კვარციტები	წვრილმარცვლოვანი პოლიმინერალური ფულკანური კრისტალური ქანები ანდეზიტი, დიორიტი, აბაზი და რიოლიტი	მსხვილმარცვლოვანი პოლიმინერალური ფულკანური კრისტალური ქანები ამფიბოლიტი, გაბრო, გნეისი, გრანიტი, ნორიტი, კვარცული დიორიტი
ძაღრღვევლი ქანების ნიმუშები ლაბორატორიის ზომის ქანის ნიმუშები, სტრუქტურული დამოუკიდებელი გარემო CSIR რეიტინგი +100 NGI რეიტინგი 500	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{7\sigma_{2n} + 1.0}$ $\tau_n = 0.816(\sigma_n + 0.140)^{0.68}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{10\sigma_{2n} + 1.0}$ $\tau_n = 0.918(\sigma_n + 0.99)^{0.677}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{15\sigma_{2n} + 1.0}$ $\tau_n = 1.044(\sigma_n + 0.67)^{0.692}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{17\sigma_{2n} + 1.0}$ $\tau_n = 0.086(\sigma_n + 0.059)^{0.696}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{25\sigma_{2n} + 1.0}$ $\tau_n = 1.220(\sigma_n + 0.040)^{0.705}$
მაღალან მაღალი ხარისხის ქანის მასივი მჭიდროდ შეკუმშული, დაუმუშავი ქანი, 1-3 მეტრით დამორებული გამოვლითი ნაპრალებით. CSIR რეიტინგი 85, NGI რეიტინგი 100	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{3.5\sigma_{2n} + 0.1}$ $\tau_n = 0.651(\sigma_n + 0.028)^{0.679}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{5\sigma_{2n} + 0.1}$ $\tau_n = 0.739(\sigma_n + 0.020)^{0.692}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{7.5\sigma_{2n} + 0.1}$ $\tau_n = 0.848(\sigma_n + 0.013)^{0.702}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{8.5\sigma_{2n} + 0.1}$ $\tau_n = 0.883(\sigma_n + 0.012)^{0.705}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{12.5\sigma_{2n} + 0.1}$ $\tau_n = 0.998(\sigma_n + 0.008)^{0.712}$
მაღალი ხარისხის ქანის მასივი სალი და ოდნავ გამოვლითი ქანი, მცირედით დამოვლილი, 1-დან 3 მეტრამდე დამორებული ნაპრალებით. CSIR რეიტინგი 65, NGI რეიტინგი 10	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.7\sigma_{2n} + 0.004}$ $\tau_n = 0.369(\sigma_n + 0.006)^{0.669}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{1.0\sigma_{2n} + 0.004}$ $\tau_n = 0.427(\sigma_n + 0.004)^{0.683}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{1.5\sigma_{2n} + 0.004}$ $\tau_n = 0.501(\sigma_n + 0.003)^{0.695}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{1.7\sigma_{2n} + 0.004}$ $\tau_n = 0.525(\sigma_n + 0.002)^{0.698}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{2.5\sigma_{2n} + 0.004}$ $\tau_n = 0.603(\sigma_n + 0.002)^{0.707}$
საშუალო ხარისხის ქანის მასივი რამდენიმე წევრად ოდნავ გამოვლითი დაუმუშავი ქანი, დამოვლილი, 0.3-დან 1 მეტრამდე დამორებული ნაპრალებით. CSIR რეიტინგი 44, NGI რეიტინგი 1.0	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.14\sigma_{2n} + 0.0001}$ $\tau_n = 0.198(\sigma_n + 0.0007)^{0.682}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.20\sigma_{2n} + 0.0001}$ $\tau_n = 0.234(\sigma_n + 0.0005)^{0.675}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.30\sigma_{2n} + 0.0001}$ $\tau_n = 0.280(\sigma_n + 0.0003)^{0.688}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.34\sigma_{2n} + 0.0001}$ $\tau_n = 0.295(\sigma_n + 0.0003)^{0.691}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.350\sigma_{2n} + 0.0001}$ $\tau_n = 0.346(\sigma_n + 0.0002)^{0.700}$
დაბალი ხარისხის ქანის მასივი დიდი რაოდენობით მაღალი ხარისხით გამოვლითი ნაპრალები 30-მმ დან 500მმ-მდე დამორებული, ამოვსებული ქანებით / სუფთა ფუჭი ქანი CSIR რეიტინგი 23, NGI რეიტინგი 0.1	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.04\sigma_{2n} + 0.00001}$ $\tau_n = 0.115(\sigma_n + 0.0002)^{0.645}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.05\sigma_{2n} + 0.00001}$ $\tau_n = 0.129(\sigma_n + 0.0002)^{0.695}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.08\sigma_{2n} + 0.00001}$ $\tau_n = 0.162(\sigma_n + 0.0001)^{0.672}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.09\sigma_{2n} + 0.00001}$ $\tau_n = 0.172(\sigma_n + 0.0001)^{0.676}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.13\sigma_{2n} + 0.00001}$ $\tau_n = 0.203(\sigma_n + 0.0001)^{0.686}$
მაღალან დაბალი ხარისხის ქანის მასივი დიდი რაოდენობით მაღალი ხარისხით გამოვლითი ნაპრალები 50მმ-ზე მცირე დამორებული, ამოვსებული ქანებით / ფუჭი ქანი მინარევეებით CSIR რეიტინგი 3, NGI რეიტინგი 0.1	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.007\sigma_{2n} + 0}$ $\tau_n = 0.042(\sigma_n)^{0.534}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.010\sigma_{2n} + 0}$ $\tau_n = 0.050(\sigma_n)^{0.539}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.015\sigma_{2n} + 0}$ $\tau_n = 0.061(\sigma_n)^{0.546}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.017\sigma_{2n} + 0}$ $\tau_n = 0.065(\sigma_n)^{0.548}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{2n} + \sqrt{0.025\sigma_{2n} + 0}$ $\tau_n = 0.078(\sigma_n)^{0.556}$

სურათი 7: ქანებისა და ნაპრალოვანი ქანის მასივების სიმტკიცის განმსაზღვრელი მიახლოებითი განტოლებები კლდოვანი ფერდობის დაპროექტებაში (ჰოუკი და ბრაუნი, 1980)

3.5 ემპირიულად გათხრილი ფერდობის ნახაზი

3.5.1 საიტის კვლევა

ა. მიწის ზედაპირის კვლევები

ქოგორც ზემოთ აღინიშნა, რთული რელიეფი და უხვი მცენარეული საფარი არ იძლევა ასაღები გზის მთელი მონაკვეთის გაყოლებაზე, ნაბიჯ-ნაბიჯ, კვლევების ჩატარების შესაძლებლობას. წმ მხრივ, არსებული ქუთაისი-ალპანას გზის კლდოვანი ფერდობები ქანების მდგომარეობასთან დაკავშირებულ ძალზე მნიშვნელოვან გეოტექნიკურ მონაცემებს გვთავაზობს. წარდა ამისა, არსებულ გზაზე ზედა მაღლობიდან მომდინარე შენაკადები, რომლებიც არსებულ გზას კვეთს. ქშირ შემთხვევაში შიშველ ქანებზე მიედინება.

ბ. მიწისქვეშა კვლევები

ადგილზე შემოწმდა დაგეგმილი ჭაბურღილების გრუნტისა და მისადგომობის პირობები და შემდეგი დასკვნები იქნა გამოტანილი:

- ქანის პირობები ძალიან თვალნათლივ ჩანს ქუთაისი-ალპანას გზაზე გამოსავლებში (სქემა-8)
- სოფელ ბენტქოულას გზა J2b1 ფორმაციების ქანის მასივის მახასიათებლებს ავლენს, სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულებით გადახრილი სინკლინის ფრთაზე კარგად განვითარებული შრეებიანი ზედაპირებით.



სურათი 8: ანდეზიტური პორფირიტების ტიპური გამოსავლები უკანა ფონზე, არსებული გზის გაყოლებაზე

3.5.2 წმობრილი კლდის ფერდობის პროექტი

ქუთაისი-ალპანას გზაზე წარმოებულ საველე დაკვირვებებზე დაყრდნობით, რომლებიც, საერთო სურათის შესაქმნელად, დანართებში [1&2] წარმოდგენილ გეოლოგიურ რუკებთან შეჯერებით განხორციელდა, მოხდა იმ ქანთა ფორმაციების ინტერპრეტაცია, რომლებიც სავარაუდოდ შეგვხდება პროექტის მიმდინარეობისას. შესაბამისად, გადასატანი გზის გასწვრივ გაჭრილი კლდის ფერდის ქანობები შეფასებულ იქნა შემდეგი ასპექტების გათვალისწინებით: (ა) ქანის ხარისხი GSI და RMR კლასიფიკაციების სისტემების მიხედვით და (ბ) განსაკუთრებით შრეებრიობის ზედაპირების ორიენტაცია სტრუქტურული გეოლოგიის ჭრილში. ქვემოთ მოკლედ არის აღწერილი შედარებით მაღალი კლდოვანი ფერდობების ეს გეოტექნიკური ინტერპრეტაცია, რომლის შედეგადაც ფერდის ქანობებია მიღებული.

(i) კმ 29+465 - კმ 29+800; კმ 30+330 - კმ 31+070

ქანის ტიპი (J1b1): საშუალოდ დაშრევებული, ძირითადად ფლიშის მსგავსი ქვიშაქვის შრეებისგან შემდგარი; ფერდობის პროექტირებისთვის ტიპური გამოსავალი გვხდება სოფელ ბენტქოულაში არსებული გზის კლდის ფერდობებზე;

ყრუეებრიობის ზედაპირების ორიენტაცია: ანტიკლინის სამხრეთ-დასავლეთ ფრთაზე განლაგებული, დინების მიმართულებით $230/25^2$ ორიენტაციით გადახრილი, დაახლოებით გზის პროფილის მიმართულებით; ხელსაყრელია სტაბილურობისთვის.

GSI=50-60→; RMR=55-65: (საშუალო და კარგი ხარისხის ქანი)

გაჭრილი კლდის ფერდის ქანობი $\rightarrow 1:3$ (H.V) \rightarrow ($H_{max}=36.83\text{მ}$)

(ii) კმ 31+070-კმ 30+910

ქანის ტიპი (J2b2-5) & (J2b2-6): საშუალოდ დაშრევებული ტუფური ქვიშაქვა, შერეული ადგილებში დილუვიური მასალით გადაფარულ ანდეზიტურ პორფირიტებთან; ზოგიერთი ადგილზე ტექტონიკური აქტივობის ზემოქმედება.

ყრუეებრიობის ზედაპირების ორიენტაცია: ანტიკლინის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფრთაზე განლაგებული, დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით $230/25^3$ ორიენტაციით

² აღნიშნავს დაქანების მიმართულებასა და დაქანების სიდიდეს.

³ აღნიშნავს დაქანების მიმართულებასა და დაქანების სიდიდეს.

გადახრილი, დაახლოებით გზის პროფილის მიმართულებით; ხელსაყრელია სტაბილურობისთვის.

GSI=50-60→; RMR=55-65: (კარგი ხარისხის ქანი)

გაჭრილი კლდის ფერდის ქანობი →1:3 (H.V) → ($H_{\max}=30.64\text{მ}$)

(iii) კმ 30+910 - კმ 35+200

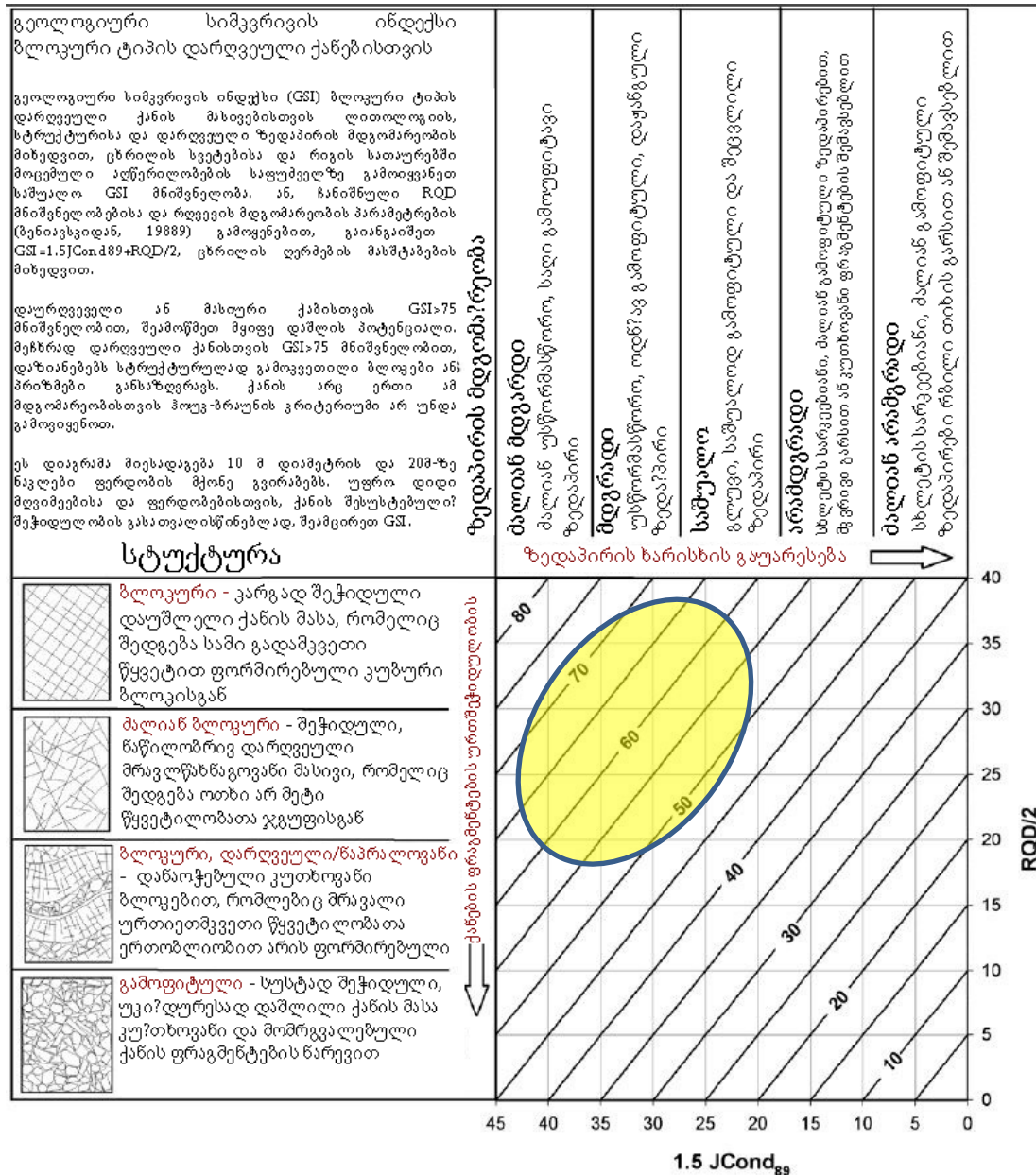
ქანის ტიპი (J2b2-5) & (J2b2-6): საშუალოდ დაშრევებული ტუფური ქვიშაქვა, ადგილებში ანდეზიტურ პორფირტებთან შერეული.

ყრეგბრიობის ზედაპირების ორიენტაცია: ანტიკლინის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფრთაზე განლაგებული, დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით 40/45⁴ ორიენტაციით გადახრილი, დაახლოებით გზის პროფილის მიმართულებით; ხელსაყრელია სტაბილურობისთვის.

GSI=70-75→; RMR=75-80: (კარგი ხარისხის ქანი)

გაჭრილი კლდის ფერდის ქანობი →1:4 (H.V) → ($H_{\max}=30.64\text{მ}$)

⁴ აღნიშნავს დაქანების მიმართულებასა და დაქანების სიდიდეს.



რღვევის მდგომარეობის კლასიფიკაციის ცხრილი

რღვევის სიგრძის (მედეგობის) კოეფიციენტი	<1მ	1-დან 3მ	3-დან 10მ	10-დან 20მ	20მ-ზე მეტი
გაყოფის (პერტურა) კოეფიციენტი	None	<0.1 მმ	0.1 - 1.0 მმ	1-5მმ	5მმ-ზე მეტი
ხორცოვანობის კოეფიციენტი	მალიან ხორცოვანი	ხორცოვანი	ოდნავ ხორცოვანი	გლუვი	სლიპინა
შევეების (მარღვის თიხა) კოეფიციენტი	None	მყარი შემავსებელი <5მმ	მყარი შემავსებელი >5მმ	რბილი შემავსებელი <5მმ	რბილი შემავსებელი >5მმ
გამოფიტვის კოეფიციენტი	გამოფიტვა	ოდნავ გამოფიტული	საშუალოდ გამოფიტული	მალიან გამოფიტული	დაშლილი
	6	5	3	1	0

სურათი 9: GSI დიაგრამაზე გამოსახული გადასატანი გზის გაჭირილი კლდის ფერდობის შემადგენელი ფორმაციების ქანის მასივის ხარისხის საშუალო მაჩვენებელი

ამოთხრილი ფერდობი				
მონაკვეთი		ჩამოჭრილი ფერდობი (H/V)	მარცხ. ფერდობი	მარჯვენა ფერდობი
დაწყება	დასრულება		მაქს. სიმაღლე (მ)	
29+465	29+800	1/3	36,83	-
29+800	30+330	1/2	36,51	-
30+330	30+910	1/3	30,64	9,38
30+910	31+070	1/3	14,08	7,34
31+070	31+845	1/2	13,57	6,14
31+845	31+895	1/3	14,73	21,39
31+895	31+955	გვირაბი-4		
31+955	32+850	1/2	22,66	17,26
32+850	33+167	1/3	20,99	8,32
33+167	33+345	1/2	35,1	11,46
33+345	33+514	1/4	33,49	15,97
33+514	33+600	გვირაბი-5		
33+600	34+270	1/2	32,32	15,09
34+270	35+200	1/1	17,37	1,62

ნაპირების ინტერვალები			
ინტერვალის კმ		მარცხენა ყრილი MaxH (m)	მარჯვენა ყრილი MaxH (m)
31+060	31+140	-	19,33
31+810	31+850	2,79	18,14
31+970	32+050	18,96	30,8
32+460	32+520	16,65	54,66
33+250	33+350	17,24	31,77
33+910	34+200	15,83	26,75

სურათი 10: გასაჭრელი კლდის ფერდობისა და ყრილების კრიტიკული ინტერვალები

3.5.3 წახრილი კლდის ფერდობის ანალიზი

კლდის გათხრის შედეგად წარმოქმნილ ფერდობებში, წყვეტილობების გასწვრივ (მაგ: შრეებრიობის ზედაპირები და ნაპრალები) შემდეგი სახის რღვევები შეიძლება წარმოიშვას:

- სიბრტყითი რღვევა
- ჩამოშლა
- სოლისებრი რღვევა

პროექტის ტერიტორია მდებარეობს დაახლოებით N-S მიმართული კომპრესიულ ტექტონიკურ ზონაში, რამაც ანტიკლინებითა და სინკლინებით გამოხატული ნაოჭა სერიების ფორმირება გამოიწვია. პროექტით გათვალისწინებული ყველა მაღალი

კლდეების ჭრილი ნამახვანის ანტიკლინის ჩრდილოეთ ფრთაზე რჩება, სადაც შრეებრიობის ზედაპირები ან ძირითად ნაპრალთა რიგები გზის პროფილის თითქმის პარალელურად არის გადახრილი. სტრუქტურის ეს თავისებურება გვაძლევს საფუძველს ვივარაუდოთ, რომ „სიბრტყითი რღვევები, ჩამოშლები და სოლისებრი რღვევები“ შეიძლება მხოლოდ მცირე ადგილობრივი არასტაბილურობების სახით წარმოიშვას, რისი მოგვარებაც გამაგრებებით იქნება შესაძლებელი.

სიბრტყითი რღვევისა და ჩამოშლისთვის კინემატიკური ანალიზი ცალ-ცალკე განხორციელდა. რამდენადაც შერჩეულ განივი კვეთებში წყვეტები ძირითადად შრეებრიობის ზედაპირების სახით გვხდება, სოლისებრი რღვევის ჩამოყალიბების ალბათობა არ არსებობს, თუ არ ჩავთვლით უმნიშვნელო მცირე ადგილობრივ რღვევებს.

განხორციელდა ორი, 37მ და 36მ ინტერვალზე განლაგებული კრიტიკული კლდის ფერდობის ანალიზი. კინემატიკური ანალიზისთვის, ხახუნის 35°-იანი კუთხის სიდიდე იქნა შერჩეული. პრაქტიკული დაკვირვებებით, სიბრტყითი რღვევები წარმოიქმნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ფერდობის გადახრის მიმართულებასა და ფერდობის პირის გადახრის მიმართულებას შორის კუთხე კონკრეტულ დიაპაზონშია მოქცეული. როგორც წესი, ემპირიულ გამოცდილებაზე დაყრდნობით, გამოიყენება 20-30 გრადუსს შორის მნიშვნელობები (გუდმანი 1980, ჰადსონი და ჰარისონი 1997).

საწყისი მონაცემები:

შრეებრიობის ზედაპირების ორიენტაცია:

ნალექის ფენების ორიენტაცია:			
კმ	მაქსიმალური სიმაღლე	დახრილობის ზომა	დახრილობის მიმართულება
29+540	37	25	180
29+940	36	30	165

გათხრილი ფერდობის ორიენტაცია:

გათხრილი ფერდობის ორიენტაცია:			
კმ	მაქსიმალური სიმაღლე	ფერდობის ზომა	ფერდობის მიმართულება
29+540	37	75	70
29+940	36	70	76

ხახუნის კუთხე (φ):

$$\varphi = 0.5 \times RMR + 5; (\varphi = 35^\circ)$$

შეჭიდულობა (c):

$$c = 5 \times RMR (kPa); (c = 300 kPa)$$

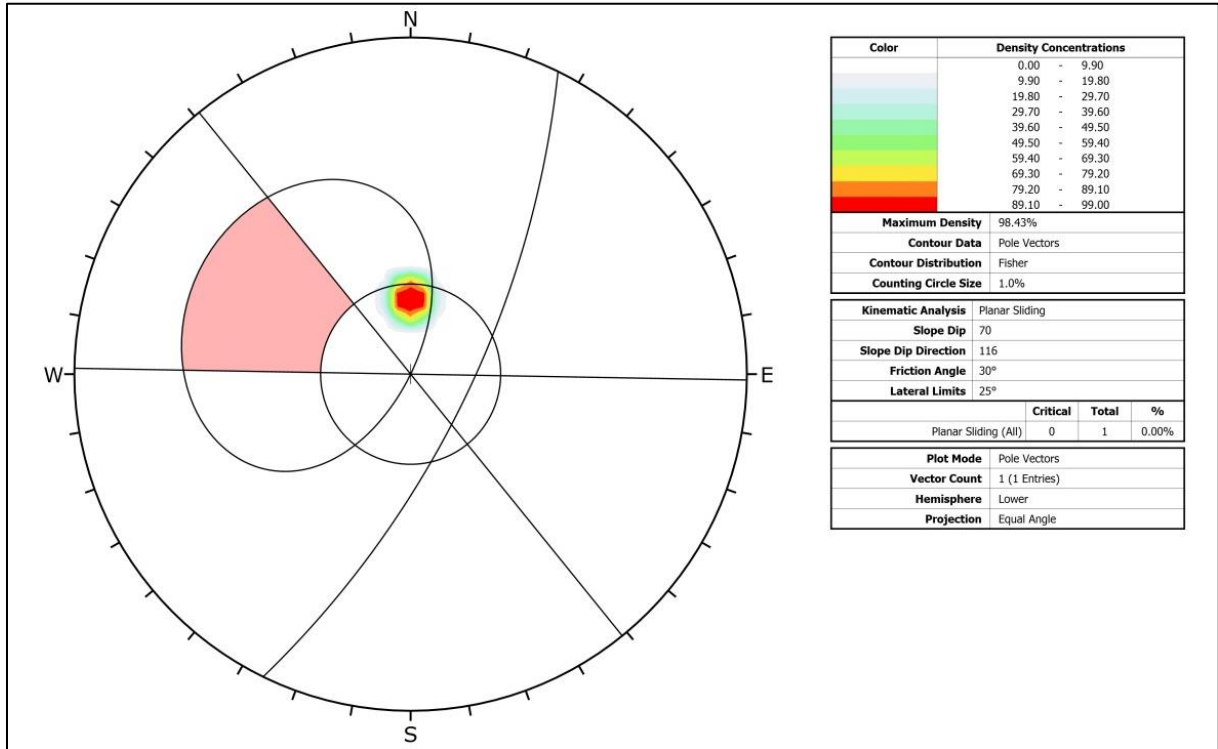
სიბრტყითი რღვევის ანალიზი

$$1) \Psi_f > \psi_p > \Phi \quad (\text{Eq. 1})$$

$$2) \alpha_p = \alpha_f \pm 25^\circ \quad (\text{Eq. 2})$$

ψ_f = ფერდობის კუთხე; ψ_p = შეუსაბამობის დახრილობის კუთხე; Φ = ხახუნის კუთხე; α_p = შეუსაბამობის დახრილობის მიმართულება; α_f = ფერდობის დახრილობის მიმართულება

ამ პირობების გათვალისწინებით, ფერდზე მოცემული შრეებრიობის ზედაპირების ორიენტაციისა და გამოკვეთილი ფერდის ქანობების პირობებში, არც ერთ კრიტიკულ კლდის ფერდზე სიბრტყითი რღვევა არ არის მოსალოდნელი.

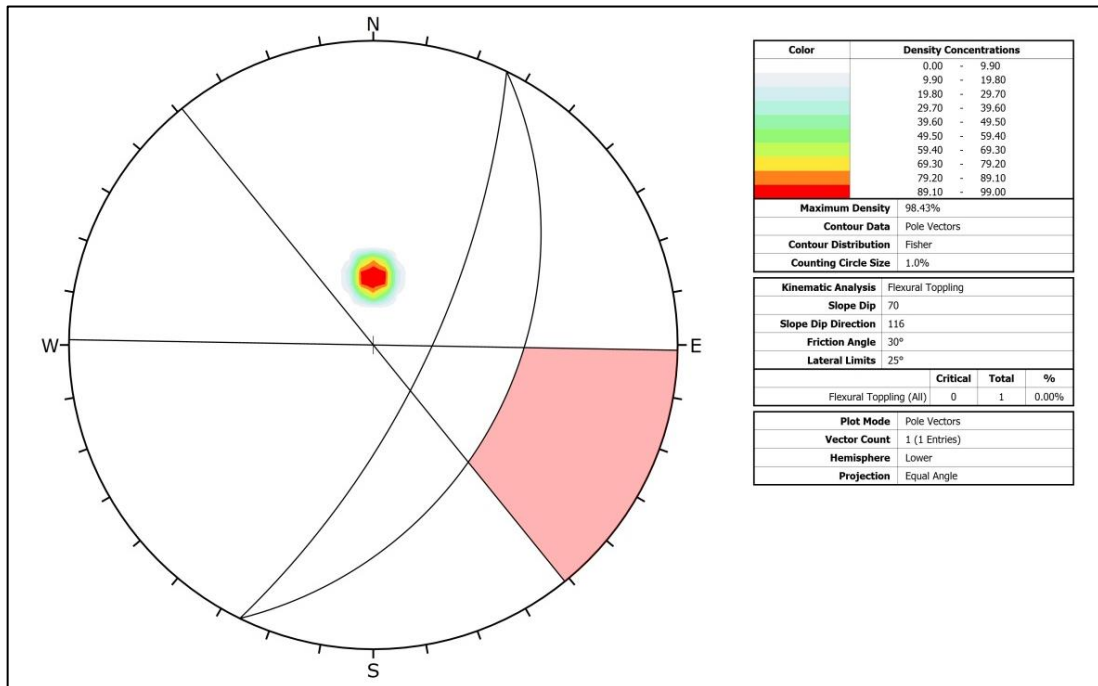



ფერი	სიმკვრივის კონცენტრაცია		
	0.00	-	9.90
	9.90	-	19.80
	19.80	-	29.70
	29.70	-	39.60
	39.60	-	49.50
	49.50	-	59.40
	59.40	-	69.30
	69.30	-	79.20
	79.20	-	89.10
	89.10	-	99.00
მაქს. სიმკვრივე		98.43%	
კონტურის მონაცემები		პოლუსური ვექტორები	
კონტურის განაწილება		ფიშერი	
თვლის წრის ზომა		1.0%	
კინემატიკური ანალიზი		სიბრტყითი ჩამოშლა	
ფერდობის ვარდნა		70	
ფერდობის ვარდნის მიმართულება		116	
ხახუნის კუთხე		30°	
ლატერალური ზღვრები		25°	
		კრიტიკული	სრული
პლანარული სრიალი (სულ)		0	1
		%	
		0.00%	
გრადიენტის რეჟიმი		პოლუსური ვექტორები	
ვექტორის რაოდ.		1 (1 მნიშვნელობა)	
ნახევარსფერო		ქვედა	
პროექცია		ტოლი კუთხე	

სურათი 11: კმ 29+540 მარცხენა ფერდობის სიბრტყითი რღვევის ანალიზი

ვარდნის ხარვეზის ანალიზი

ჩამოშლითი რღვევის კინემატიკურმა ანალიზმა გამოავლინა, რომ არც ერთ იმ კრიტიკულ ფერდობზე, რომელიც გამოკვეთილი ფერდის ქანობითა და განშრეების ორიენტაციით ხასიათდება, ჩამოშლითი ტიპის რღვევა მოსალოდნელი არ არის.



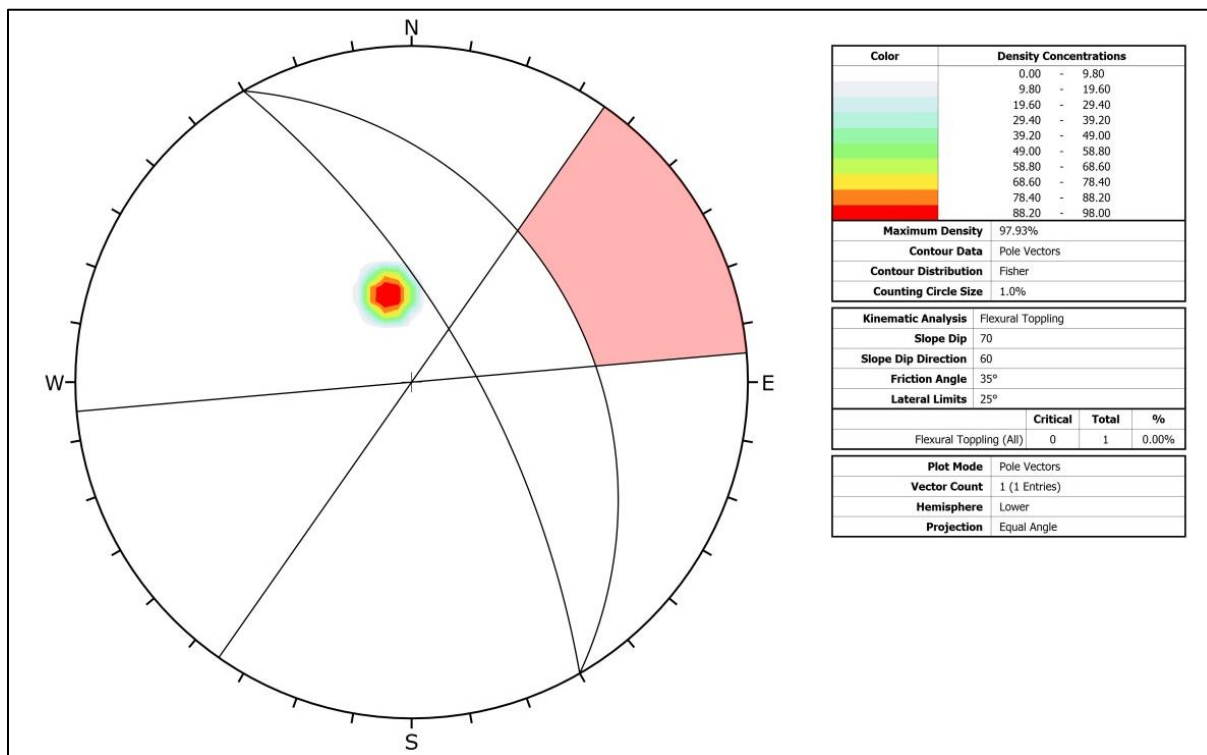
ფერი	სიმკვრივის კონცენტრაცია	
	0.00	- 9.90
	9.90	- 19.80
	19.80	- 29.70
	29.70	- 39.60
	39.60	- 49.50
	49.50	- 59.40
	59.40	- 69.30
	69.30	- 79.20
	79.20	- 89.10
89.10	- 99.00	
მაქს. სიმკვრივე		98.78%
კონტურის მონაცემები		პოლუსური ვექტორები
კონტურის განაწილება		ფიშერი
თვლის წრის ზომა		1.0%

კინემატიკური ანალიზი	ფლექსულოური ჩამოშლა
ფერდობის გარდნა	70
ფერდობის გარდნის მიმართულება	116
ხახუნის კუთხე	30 ⁰
ლატერალური ზღვრები	25 ⁰

	კრიტიკული	სრული	%
პლანარული სრიალი (სულ)	0	1	0.00%

გრაფიკის რეჟიმი	პოლუსური ვექტორები
ვექტორის რაოდ.	1 (1 მნიშვნელობა)
ნახევარსფერო	ქვედა
პროექცია	ტოლი კუთხე

სურათი 13: კმ 29+540 მარცხენა ფერდობის ჩამოშლითი რღვევის ანალიზი



ფერი	სიმკვრივის კონცენტრაცია		
	0.00	-	9.80
	9.80	-	19.60
	19.60	-	29.40
	29.40	-	39.20
	39.20	-	49.00
	49.00	-	58.80
	58.80	-	68.60
	68.60	-	78.40
	78.40	-	88.20
	88.20	-	98.00
მაქს. სიმკვრივე	97.93%		
კონტურის მონაცემები	პოლუსური ვექტორები		
კონტურის განაწილება	ფიშერი		
თვლის წრის ზომა	1.0%		
კინემატიკური ანალიზი	ფლექსურული ჩამოშლა		
ფერდობის ვარდნა	70		
ფერდობის ვარდნის მიმართულება	60		
ხახუნის კუთხე	35°		
ლატერალური ზღვრები	25°		
	კრიტიკული	სრული	%
პლანარული სრიალი (სულ)	0	1	0.00%
გრაფიკის რეჟიმი	პოლუსური ვექტორები		
ვექტორის რაოდ.	1 (1 მნიშვნელობა)		
ნახევარსფერო	ქვედა		
პროექცია	ტოლი კუთხეები		

სურათი 14: კმ 29+940 კმ მარცხენა ფერდობის ჩამოშლითი რღვევის ანალიზი

3.5.4 ფერდობთა დაცვის პროექტი (საჭიროების შემთხვევაში, გეოლოგიური პირობების შესაბამისად)

როგორც მიწისქვეშა, ის ღია გათხრებისას, ტორკეტბეტონის, შტანგების და ფოლადის ბადის ან ფოლადის ბოჭკოს კომბინაციები დიდი წამატებით გამოიყენება. ღია გათხრებისას, ნახსენები კომბინაციის შემდეგი სახით გამოყენებაა ყველაზე ეფექტური:

- შტანგები (გამაგრებული ან გამაგრების გარეშე) ($s=1.5\text{მ}$) განსაზღვრული დაშორებებითა და ($L=4.0\text{მ}$) სიგრძეებით, ექვემდებარება გადახედვას გეოლოგიური პირობების მიხედვით.
- ტორკეტბეტონის ორი ფენა ($7.5\text{სმ}+5.0\text{სმ}$) სისქის, არმირებული ფოლადის ბადით/ან ფოლადის ბოჭკოთი, ექვემდებარება გადახედვას გეოლოგიური პირობების მიხედვით.

უნდა აღინიშნოს, რომ მაქსიმალურად ეფექტური გამოყენებისთვის, გათვალისწინებული უნდა იყოს ფერდობებზე ატმოსფერული პირობების ზეგავლენა. ამ თვალსაზრისით ტორკეტბეტონის და ფოლადის ბადის ან ბოჭკოს გამოყენება უნდა მოხდეს: (ა) კლდის ყველა ზედაპირზე, ასევე ტერასებზე და ასევე (ბ) უნდა გაგრძელდეს მოწინავე შტოლნის უკან, რომელიც თხრილის თავში აიგება. ქვემოთ მოცემულია გამაგრების ამგვარი საშუალებების ამსახველი, ძალიან მაღალი გათხრების მაგალითების ფოტოები.

3.5.5 კონტურული ბურღვის დამუშავების ტექნიკა

ქანების მდგომარეობა ცხადყოფს, რომ ჩვენ მიერ განხილულ შემთხვევებში კლდეების გაჭრისთვის უმრავლეს შემთხვევაში „აფეთქების“ გამოყენება იქნება საჭირო. საერთაშორისოდ აღიარებული ფაქტია, რომ „კონტურული“ აფეთქების მეთოდი კლდის ფერდობების გაჭრისას შეუცვლელია რათა უზურნველყოფილ იქნას:

- მინიმალური რღვევები კლდის მასივში
- ქანების ზედაპირის სიგლუვე გრუნტის ზედმეტად მოცილების გარეშე
- გამაგრებების ნაკლები მოთხოვნილება

უნდა აღინიშნოს, რომ ერთიდაიმავე ქანის მასივზე, ქანის მასივის დეფორმაციის მოდული (E_m) განსხვავებული იქნება თანაფარდობით $1:2.5$ იმის მიხედვით, გამოვიყენებთ კონტროლირებად აფეთქების მეთოდს ($D=0.1$) თუ ძალიან დაბალი ხარისხის აფეთქებას ($D=0.8$). ამის მსგავსად, ქანის მასივის სიმკვრივის პარამეტრებიც (c და ϕ) მნიშვნელოვანი ხარისხით განსხვავდება გამოყენებული აფეთქების მეთოდის შესაბამისად.

3.6. სტრუქტურების საძირკვლების მდგომარეობები

3.6.1 სანაპიროები

კრიტიკული ყრილების შესახებ მოკლე ინფორმაცია მოცემულია სქემა 10-ში; ქვემოთ მოყვანილია $h \geq 20m$, შედარებით მაღალი ყრილების ფუნდამენტის პირობები.

კმ 31+970 – კმ 32+050 (h=30.8მ)

ყრილი მდებარეობს სოფლის გზაზე, სადაც გაჭრილ ფერდობებზე, შენაკადების სანაპიროებზე კირქვის მასები 3-4 მ სისქის დილუვიუმის ფენით არის გადაფარული. საძირკვლის დონეზე ფენის სისქე სავარაუდოდ 1-2მ-ია, შენაკადის ეროზიული ზემოქმედების გამო. კირქვის არსებობა ტერიტორიაზე გასაკვირი არ არის მისი მაღალი ტექტონიკური ბუნებიდან გამომდინარე.

კმ 32+460– კმ 32+520 (h=54.66მ)

აქაც, გეოლოგიური პირობები ცხადყოფს, რომ ნაყარის ფუნდამენტი ტუფოგენური ქვიშაქვისგან შედგება, ადგილებში ანდეზიტური პორფირიტების ჩანართებით, რასაც 2-3მ სისქის დილუვიუმის შრე აკრავს ნაყარის ფერდობებზე. სავსე დაკვირვებების მიხედვით, დილუვიუმის საფარის სისქე შენაკადის კალაპოტის მიმართულებით იკლებს.

კმ 33+250 – კმ 33+350 (h=31.77მ)

ყრილი მდებარეობს შენაკადზე, სადაც ქანის პირობები ძალიან თვალნათლივ იკვეთება ხეობაში. შენაკადი მძლავრი და მასიური ტუფოგენური ქვიშაქვისგან ნაგები შიშველი ქანის ფორმაციაზე მიედინება და შემადგენლებზე 1-2მ სისქის დილუვიუმის შრით არის დაფარული.

კმ 33+910 – კმ 34+200 (h=26.75მ)

გზის გადამკვეთი შენაკადის ორივე ნაპირზე არსებული გეოლოგიური უბანი შედგება 2-3მ-ის დილუვიუმისგან, რომელსაც ქვეშე ტუფოგენური ქვიშაქვის ფენაა მოქცეული.

3.6.2 ხიდები

გადასატანი გზის ამ უბანში დერჩის ხიდია აგებული; ხიდის კილომეტრაჟი შემდეგია:

- დერჩის ხიდი: კმ 1+048 – კმ 1+264

ქვემოთ მოკლედ არის აღწერილი ხიდის ფუნდამენტის გრუნტის პირობები.

დერჩის ხიდი: კმ 1+048 – კმ 1+264

ეს ხიდი უზრუნველყოფს ქვემო ნამახვანის კასკადის რეზერვუარის წყლის მაქსიმალური დონის მაღლა არსებულ მდინარე რიონის მარცხენა სანაპიროს ხეობაში მდებარე სოფელ დერჩთან კავშირს. ფუნდამენტის გრუნტის შესასწავლად ტერიტორიაზე სამი ჭაბურღილი გაიბურღა. მოკლე აღწერილობა შემდეგია:

BH-VSK-8R: (42.00მ): (მარჯვენა სანაპირო)

0.00-32.00მ: ალუვიონის, კოლუვიუმის, დილუვიუმის ნარევი კაჭარის ზომის ნატეხი ქვის ფრაგმენტებით, რომელთა უმრავლესობა ანდეზიტური პორფირიტისა და მსხვილმარცვლოვანი ბრექჩიის წარმოშობისაა.

30.00-42.00მ: ანდეზიტური პორფირიტები; მაღალი ხარისხის ქანი.

BH-VSK-9R: (40.00მ): (მარჯვენა სანაპირო)

0.00-18.50მ: ალუვიონის, კოლუვიუმის, დილუვიუმის ნარევი კაჭარის ზომის ნატეხი ქვის ფრაგმენტებით, რომელთა უმრავლესობა ანდეზიტური პორფირიტისა და მსხვილმარცვლოვანი ბრექჩიის წარმოშობისაა.

18.50-33.00მ: ტერასული ნალექები და ალუვიონი.

33.00-40.00მ: ცარცული კირქვა, რომელიც დაფარულია ტექტონიკური კონტაქტის მქონე იურული ქანების წყებით. მაღალი ხარისხის ქანი.

BH-VSK-10R: (40.00მ): (მარცხენა სანაპირო)

0.00-15.50მ: დილუვიუმი კაჭარის ზომის ნატეხი ქვის ფრაგმენტებით, რომელთა უმრავლესობა ანდეზიტური პორფირიტისა და მსხვილმარცვლოვანი ბრექჩიის წარმოშობისაა.

15.50-40.00მ: ანდეზიტური პორფირიტი; მაღალი ხარისხის ქანი.

ხიდის ტერიტორიის გეოლოგიური ჭრილი დანართ 2-შია მოცემული, კერნის აღწერილობებითა და კერნის ფერადი ფოტოებით.

3.6.3 მეწყერები

როგორც ჩანს, ტერმინი „მეწყერი“ დამაბნეველია, რის გამოც, ხშირად საზოგადოებაში და დროდადრო სამეცნიერო წრეებშიც შეიძლება გაუგებრობა გამოიწვიოს. აქედან გამომდინარე, თავიდანვე გთავაზობთ რამდენიმე ძირითადი კონცეფციას, რომ ნათელი მოვფინოთ შექმნილი ვითარებას.

ზოგადი კონცეპტუალური დებულებები:

სამეცნიერო ენაზე, რომელიც პრაქტიკულ და თეორიულ ასპექტებს მოიცავს, ტერმინში „მეწყერი“ მოიაზრება „ მოხდა თუ არა მიწის გადაადგილება, ან სავარაუდოდ მოხდება თუ არა გადაადგილება მომავალში“. აქედან გამომდინარე, „მეწყერის“ პრაქტიკაში გამოყენებადი მნიშვნელობა „მიწის“ გადაადგილების დროზე დამოკიდებულ ალბათობებამდე შეიძლება დავიყვანოთ. შესაბამისად, სამშენებლო ტერიტორიის გეოტექნიკური კვლევებში, ძირითადად მეწყერის პრობლემის ამ ასპექტზეა გამახვილებული ყურადღება და დასახული მიზანი შემდეგი პროცესების განხორციელებით მიიღწევა: (ა) მეწყერის გამოვლენა (სტატუსი) და (ბ) მეწყერის ტიპის იდენტიფიცირება:

ა) მიმდინარე მდგომარეობით, რაიმე სახის გადაადგილება არ გამოვლენილა; დამეწყერის ალბათობა არ არსებობს (ბუნებრივი გრუნტი-სტაბილური)

ბ) გადაადგილება უკვე მოხდა: ეს შემთხვევა ორ მდგომარეობას უკავშირდება:

- (i) ამჟამად მიმდინარე დამეწყერა (აქტიური მეწყერი)
- (ii) დამეწყერა მოხდა წარსულში და მიმდინარე მდგომარეობით სტაბილიზირებულია; თუმცა, შესაძლოა გააქტიურდეს კონსტრუქციის აგების შემდგომ (არააქტიური მეწყერი)

გ) გადაადგილება სავარაუდოდ მოხდება მომავალში (პოტენციური მეწყერი)

ამ კონტექსტში, მეწყერის გამოვლენა და იდენტიფიცირება რთული ამოცანაა ძირითადად მეწყერის წარმომქმნელი მრავალფეროვანი ფიზიკური და გარემო ფაქტორების ურთიერთქმედების გამო, რომელთაგანაც რამოდენიმე მნიშვნელოვანს გამოვყოფთ:

- (i) სტრუქტურული გეოლოგია
- (ii) ქანისა და გრუნტის ტიპები

(iii) ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების პირობები

(iv) ტოპოგრაფია

ყველა ეს ფაქტორი ძალზე ვარიაციულია ადგილიდან ადგილზე, შედეგად მეწყერის გადაადგილების სიჩქარეებში და ტიპებშიც მნიშვნელოვან განსხვავებებს გვამღევს, რომლებიც ამ ფაქტორების კომბინაციების შედეგად განისაზღვრება. იმის გამო, რომ მეწყერის წარმოქმნის პროცესში მრავალი ფაქტორია ჩართული, მათი გამოვლენისა (სტატუსი) და იდენტიფიცირებისთვის (კლასიფიცირება) აუცილებელია როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული მეთოდების გამოყენება. ეს მიდგომა გამოყენებული უნდა იქნას გადასატანი გზის კონკრეტულ ინტერვალზე არსებული მეწყერების გეოტექნიკური შეფასების დროს, რომელთა „იდენტიფიცირება“ პროექტირების საბაზისო ეტაპზე განხორციელდა.

შესაბამისად, განხილულია (ა) ქვემო ნამახვანის ჰესის პროექტის რეზერვუარის წყლისა და (ბ) გადასატანი გზის საექსკავაციო სამუშაოების ზეგავლენები:

გზის მე-4 მონაკვეთის მეწყერები

„საბაზისო პროექტის მეწყერული უბნებიდან“ სამი, სახელდობრ, N12d, N13 და N14 გასაყვანი გზის მე-4 მონაკვეთის ინტერვალში მდებარეობს და შემდეგი კილომეტრაჟით განისაზღვრება: 29+470 კმ - 34+807კმ, რომელიც ქვემო ნამახვანის ჰესის რეზერვუარის მაქსიმალური დონის ფარგლებში რჩება.

ქვემოთ მოცემულია ამ უბნების გეოტექნიკური შეფასება, მათი „გამოვლენის (სტატუსი) და იდენტიფიცირების (ტიპი)“ კუთხით, საბაზისო პროექტისა და დონე-I ეტაპის შესაბამისად.

პროექტის მიმდინარეობის პირველ დონეზე ეს მეწყერები საფუძვლიანად იქნა შესწავლილი შემდეგი საშუალებებით: (ა) გეოფიზიკური კვლევები, (ბ) კერნული ჭაბურღილები და (გ) გრუნტის შესწავლა. აღნიშნული კვლევების საფუძველზე მიღებული დასკვნები, ზედა უბნებიდან ქვედა უბნებამდე რიგითობით, მოკლედ არის განხილული:

ა: N12d მეწყერი

ა-1: პროექტირების საბაზისო ეტაპის კვლევები [17]

გამოვლენა (სტატუსი): აქტიური

იდენტიფიცირება (ტიპი): ნატეხებიანი მეწყერი

რეზერვუარის წყლის ზემოქმედება: დიახ

ა-2: დონე-I ეტაპის კვლევები

ა-2-1: ტერიტორიის მოკვლევები

ა-2-1: ზედაპირის მოკვლევები

მეწყერის ეს ზონა სოფელ მექვენას სტაბულორიბასთან დაკავშირებული საკითხის ფარგლებში იქნა შესწავლილი და შესაბამისი გეოტექნიკური ინტერპრეტაციების დეტალები საცნობარო დოკუმენტში [18] არის თავმოყრილი. შესაბამისად აქ მხოლოდ დასკვნაა წარმოდგენილი.

საველე კვლევები ადასტურებს, რომ სოფელი მექვენა ცარცოვანი კირქვისგან შემდგარი მაღლობებიდან მომდინარე ორი ნაკადულის ჩამონატან და დანალექ დილუვიურ მასალებზე მდებარეობს. იგივე წარმოშობის თიხოვანი მასალისგან შედგება სხვადასხვა ზომის კირქვის ფრაგმენტების მატრიცა, რომელთა საერთო სახელწოდებაა „დილუვიური“. მიუხედავად იმისა, რომ ეს მასალა სოფელ მექვენაში გამდინარე მდინარე რიონის მარცხენა სანაპიროზე დალექილი მასალის მსგავსია, ისინი სხვადასხვა წარმოშობისაა. პირველი მთლიანად ნალექდაგროვების შედეგად არის წარმოქმნილი, ხოლო მეორე მასალა ნაწილობრივ გამყინვარების პერიოდში წყალდიდობით გამოწვეულმა ძველმა მეწყერმა ჩამოიტანა.



სურათი 15: მდინარე რიონის მარჯვენა სანაპიროს საერთო ხედი, გადაღებული მარცხენა სანაპიროდან, სოფელ მექვენას ტერიტორია. აღსანიშნავია გონის მასივიდან ნაკადულით ჩამოტანილი „დილუვიური“ მასალისგან შემდგარი დაახლოებით 55მ სიმაღლის ციცაბო ფერდობის კიდის უშუალო სიახლოვეს განლაგებული სახლები.

ა-2-1-ბ: ზედაპირულ კვლევები

ჯამში გაიბურღა ორი ჭაბურღილი, სახელდობრ BH-LNK-22 და BH-LNK-22R (დანართი 7), აქედან პირველი - სკოლის ბაღში, ხოლო მეორე - ახლომდებარე სახლის ტერიტორიაზე, არსებულ ქუთაისი-ალპანას გზაზე, მდინარე რიონის მარჯვენა სანაპიროს ფერდობის მახლობლად. ქვემოთ მოცემულია ჭაბურღილის მასალის მოკლე აღწერილობა დამატებითი ინფორმაციის თანხლებით.



სურათი 16: სოფელ მექვანას ხედი და არსებული და დაპროექტებული გზების თანხვედრილი მდებარეობები

BH-LNK-22R: [სიღრმე=45.00მ; ალტიტუდა (დაახლოებით)=348.00მ; გრუნტის წყლების დონე (გწდ)= 30.00მ]

0.00-42.00მ: ჩამონაშალი ნაწილაკების ზომები მერყეობს ბლოკურიდან საშუალო და მსხვილმარცვლოვან კენჭნარამდე

შენიშვნა-1: შეესაბამება გამყინვარების ხანასთან დაკავშირებულ „დილუვიურს“.

42.00-45.00მ: ქვიშაქვა-კირქვის მონაცვლეობა

შენიშვნა-2: შეიძლება განისაზღვროს როგორც დილუვიუმისა და იურული ვულკანოგენურ-დანალექი ქანების შარავანდედი (კონტაქტის ზონა).

გრუნტის წყლების დონე (გწდ): 30.00მ

შენიშვნა-3: იმის გათვალისწინებით, რომ ჭაბურღილის ალტიტუდა დაახლოებით 348მ-ია, ხოლო მდინარის დონე - 280მ, გწდ რჩება 38მ-ით ზემოთ, რაც ნიშნავს, რომ „დილუვიური“ გრუნტის მატრიცა წყალგაუმტარია გარკვეულ დონემდე.

BH-LNK-22: [სიღრმე=38.00m; ალტიტუდა (დაახლოებით)=337.00მ; გწდ=30.00მ]

0.00-38.00მ: ჩამონაშალი ნაწილაკების ზომები მერყეობს ბლოკურიდან საშუალო და მსხვილმარცვლოვან კენჭნარამდე.

შენიშვნა-1: შეესაბამება გამყინვარების ხანასთან დაკავშირებულ „დილუვიურს“.

გრუნტის წყლების დონე (გწდ): 30.00მ

შენიშვნა-3: იმის გათვალისწინებით, რომ ჭაბურღილის ალტიტუდა დაახლოებით 337მ-ია, ხოლო მდინარის დონე - 280მ, გწდ რჩება 23მ-ით ზემოთ, რაც ნიშნავს, რომ „დილუვიური“ გრუნტის მატრიცა წყალგაუმტარია გარკვეულ დონემდე.

ა-3: მარჯვენა სანაპიროს სტაბილურობის ამჟამინდელი მდგომარეობა

მარჯვენა სანაპიროს მიმდინარე მორფოგრაფია, გომის მასივის უმაღლესი წერტილებიდან მდინარე რიონის ხეობამდე, ადასტურებს, რომ სოფელ მექვანასა და მიმდებარე ტერიტორიაზე გრუნტი „დილუვიური“ ნალექებისგან შედგება. ეს მასალა ხეობებში ორი ნაკადულს ჩამოაქვს. გეოლოგიური ისტორიის განმავლობაში კირქვისა და თიხაშერეული კენჭნარის ზომის ნაწილაკებისგან შემდგარი დილუვიური მასალა გადამფარავი შრის სიმძიმის ქვეშ შემჭიდროვდა.

მექვანას ტერიტორიის სტაბილურობის ყველაზე სახასიათო მაგალითი სქემა-15-ზეა ნაჩვენები, სადაც ციცაბო დილუვიური ფერდობის ძირი მხოლოდ ნაწილობრივ არის დაშლილი ეროზიის ზეგავლენის ქვეშ. შეგახსენებთ, რომ ანთროპოლოგიურ წარსულში, 20 000 წლის წინ, მდ. რიონის დონე მისი ამჟამინდელ დონეზე ბევრად მაღლა მდებარეობდა და ბოლო გამყინვარების პერიოდის შემდეგ მაღალი სიჩქარით მოედინებოდა. მისი ამჟამინდელი მდგომარეობის შესაფასებლად, წარმოდგენილია სატელიტიდან გადაღებული სურათი (სურათი 16). ყველა ზემოაღნიშნული მონაცემი შემდეგი დასკვნის გაკეთების საშუალების გვაძლევს:

გამოვლენა (სტატუსი): არააქტიური მეწყერი

სოფელ მექვანასა და მისი მიმდებარე ტერიტორია წარმოადგენს არა „აქტიურ მეწყერულ ზონას“, არამედ ნალექდაგროვების უბანს, რომელიც დიდწილად პერიოდული გამყინვარების პერიოდების შემდეგ გომის მთის მასივიდან ჩამონატანი მასალით შეიქმნა.

იდენტიფიცირება (სტაბილური ბუნებრივი გრუნტი)

გადასატან გზას და კლდეს შორის მანძილი:

გადასატანი გზა არსებულ ქუთაისი-ალპანას გზას ემთხვევა და სოფელ მექვენაზე გადის. აღნიშნული გზა უსაფრთხოდ ფუნქციონირებს სავარაუდოდ 70-80 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში. მისი დაშორება კლდიდან სულ მცირე, 40 მ-ია (სურ. 15 და 16).

ბ: N13 მეწყერი

ბ-1: პროექტირების საბაზისო ეტაპის კვლევები [17]

გამოვლენა (სტატუსი): არააქტიური

იდენტიფიცირება (ტიპი): ბრუნვითი მეწყერი

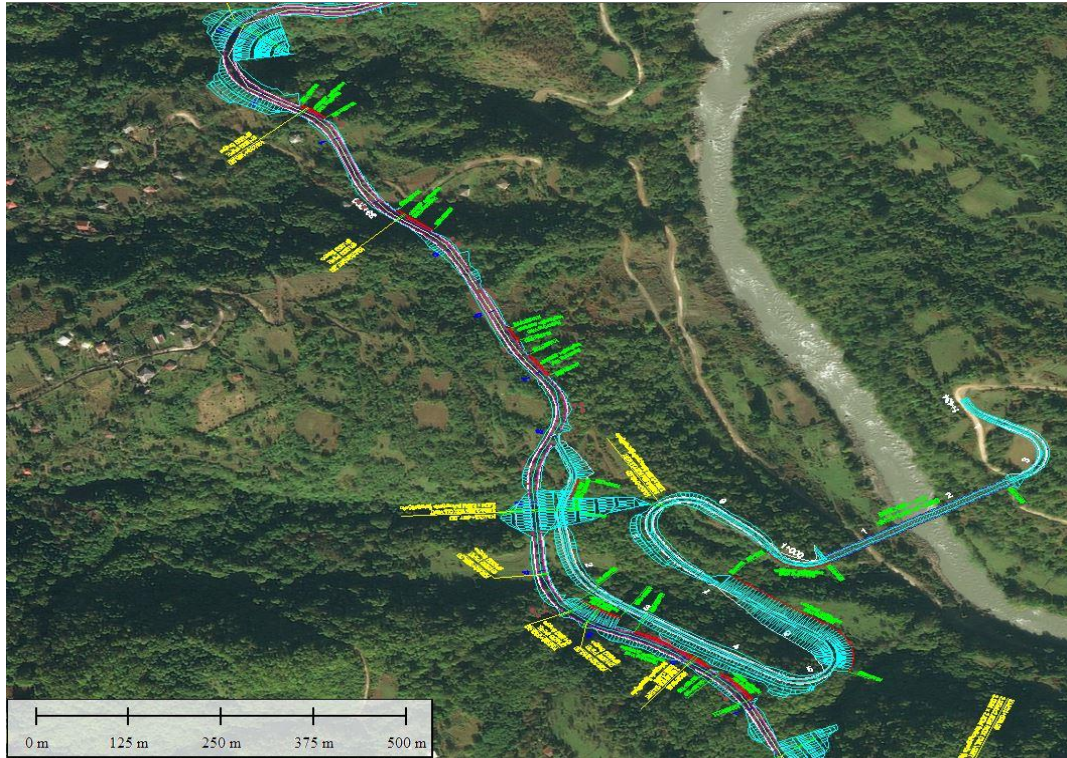
რეზერვუარის წყლის ზემოქმედება: დიახ

ბ-2: დონე-I ეტაპის კვლევები

ბ-2-1: ტერიტორიის მოკვლევები

ბ-2-1-ა: ზედაპირის მოკვლევები

ფაქტობრივად, მეწყერები ამ ტექტონიკურ ზონაში ყველგან გვხვდება. ზონის მთლიანობა დარღვეულია ორი მთავარი ნასხლეტით, რომლებიც მდინარე რიონში იკვეთებიან და ზემოთ, სოფელ ბენტჟოულას მარჯვენა კიდეზე და სოფელ დერჩის მარცხენა კიდეზე იყრებიან. აქედან გამომდინარე, N13 მეწყერის ამჟამინდელი მდგომარეობის განსაზღვრა საკმაოდ რთულია, დილუვიური გრუნტის გეოლოგიურ დროისა და ისტორიის გათვალისწინების გარეშე. ამ კონტექსტში, N13 მეწყერი და მის ზემოთ განლაგებული სოფელი ამ მიდგომის ტიპური მაგალითია, სადაც გაჭრილ გზებზე ზედაპირული ნიშნები ახლახან ჩამოწოლილი დილუვიური მასალის შემადგენლობის მეწყერის შთაბეჭდილებას ტოვებს.



სურათი 17: N13 მეწყერის ზედხედი; აღსანიშნავია სტაბილიზირებული ძველი მეწყერული ზონა. სადაც არსებული ქუთაისი-ალპანას გზა გადის

ძირითადად ეს გზის დასაწყისში ფხვიერი ნაყარით არის განპირობებული, რომელიც თითქოს ეს ესაა უნდა ჩამოცოცდეს. თუმცა, როცა სოფლის გზის გაყოლებით ქანის მთავარ მასივში შევდივართ, პირობები მყისიერად უკეთესობისკენ იცვლება სტაბილურობის თვალსაზრისით (სქემა 17). საველე კვლევები თვალნათლივ აჩვენებს, რომ არსებული გზის ქვემოთ, მდინარის დონეზე, უბნის ზოგიერთი ზონა გამყარებულია მასიური ანდეზიტის პორფირიტებით.

ბ-2-2: სტაბილურობის ამჟამინდელი მდგომარეობა მარჯვენა სანაპიროზე

არსებული ქუთაისი-ალპანას გზა მდებარეობს ეგრეთწოდებულ არააქტიური მეწყერის ძირში. ჩვენ მიერ ჩატარებული ტერიტორიული მოკვლევებით გამოვლინდა, რომ მეწყერის ძირის გასწვრივ გაყვანილი გზის კვეთებში სერიოზული სახის არასტაბილურობები არ აღინიშნება და ეს გზა სავარაუდოდ 70-80 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში იმყოფება უსაფრთხო ექსპლუატაციაში. ეს გვაძლევს საფუძველს დავადგინოთ, რომ ტექტონიკური მიზეზებით განპირობებული მეწყერმა სტაბილურობას დიდი ხნის წინ მიაღწია. მეტიც, სოფლისკენ აღმავალი გზაზე ჩატარებული დაკვირვებების დროს არასტაბილურობის რაიმე ნიშანი არ გამოვლენილა.



სურათი 18: სოფელ ბენთოქულასთან დამაკავშირებელი გზა დილუვიურ მასალაშია გაკვეთილი: აღსანიშნავია გზის ზაქანის აშკარა სტაბილურობა უკანა ხედზე.

მისი ამჟამინდელი მდგომარეობის შესაფასებლად, წარმოდგენილია სატელიტიდან გადაღებული სურათი (სურათი 16). ყველა ზემოაღნიშნული მონაცემი შემდეგი დასკვნის გაკეთების საშუალების გვაძლევს:

გამოვლენა: (სტაბილიზირებული, ძველი მეწყერი)

N 13 მეწყერი წარმოქმნილია ტექტონიკური ზეგავლენით. მეწყერმა მიაღწია სტაბილიზაციას გეოლოგიურ დროში, გამოიარა რა მრავალი გამყინვარების პერიოდი, რომლის დროსაც მაღალი სიჩქარით ჩამომდინარმა წყლებმა რიონის ხევის როგორც ჰორიზონტალური, ისე ვერტიკალური ეროზია გამოიწვია. ამგვარად, შედარებით დამდგარი რეზერვუარის პირობებში, მისი სტაბილურობის დარღვევა ნაკლებსავარაუდოა.

იდენტიფიცირება: (ტექტონიკური ზეგავლენა გეოლოგიურ დროში, ამჟამად სტაბილური)

გადასატან გზასა და მეწყერს შორის მანძილი:

გაჭრილი ფერდობებისა და მიწის ექსპროპრიაციის გათვალისწინებით, გადასატანი გზა სახნავი მიწებისგან მოშორებით მდებარეობს, სტაბილიზირებული ძველი მეწყრული ზონების მახლობლად. გადაწყვეტილება განპირობებულია იმ ფაქტით, რომ არსებული ქუთაისი-ალპანას გზა მდებარეობს ეგრეთწოდებული არააქტიური მეწყრის ძირში და წარმატებით ფუნქციონირებს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, რაიმე სახის

სერიოზული არასტაბილურობების გარეშე. რეზერვუარში წყლის მაქსიმალური დონე თითქმის ემთხვევა არსებული გზის დონეს; ამგვარად, მას არ აქვს უარყოფითი ზემოქმედება მეწყერზე.

შემდგომი პრევენციული ღონისძიებები:

N 13 მეწყერი წარმოქმნილია ტექტონიკური ზეგავლენით. მეწყერმა მიაღწია სტაბილიზაციას გეოლოგიურ დროში.

ფერდობის შემდგომი არასტაბილურობის თავიდან აცილების მიზნით, შესაძლებელია არასტაბილური გრუნტის თხემის მოცილება ქანურ ფორმაციამდე და რეზერვუარის მხარეს გაბიონით გადაფარვა. ამას გარდა, ზედა უბნებიდან მომდინარე წყლების ზემოქმედების უბნებში მოხვედრის თავიდან აცილების მიზნით, საჭირო იქნება შესაბამისი სადრენაჟო ღონისძიებების გატარება (სურათი 20).

იმ შემთხვევაში, თუ შემდგომი ანალიზისა და ტერიტორიის გასუფთავების შემდეგ ჩატარებული კვლევების შედეგად გამოვლინდა, რომ ადგილობრივი არასტაბილურობა ზემოთ აღწერილი ღონისძიებებით ვერ გამოსწორდება და იმ შემთხვევაში, თუ რეზერვუარის წყლის შევსებასთან დაკავშირებით მის სტაბილურობა სერიოზული ეჭვებს გამოიწვევს, მდებარეობა შეიძლება გადატანილ იქნეს ზემოთ.

გ: N14 მეწყერი

გ-1: პროექტირების საბაზისო ეტაპის კვლევები [17]

<i>გამოვლენა (სტატუსი):</i>	<i>არააქტიური</i>
<i>იდენტიფიცირება (ტიპი):</i>	<i>ნატეხებიანი მეწყერი</i>
<i>რეზერვუარის წყლის ზემოქმედება:</i>	<i>დიახ</i>

გ-2: დონე-I ეტაპის კვლევები

გ-2-1: ტერიტორიის მოკვლევები

ეგრეთწოდებული მეწყერის ძირის უბანი არსებულ გზამდე ვრცელდება, რაც მის საველე მოკვლევით სამუშაოებს აადვილებს (სურ. 18). ზედა უბნების გამოკვლევისთვის, სოფელ ბენტოქულასთან დამაკავშირებელი გზაზე არსებული გამოსავლები, რომლებიც ბუნდოვნად ჩანს მე-18 სურათზე, ძალზე გვეხმარება ქანის ტიპების გაცნობაში.

გ-2-1-ა: ზედაპირული მოკვლევები

სურათი-19-იდან თვალნათლივ იკვეთება, რომ ჩვენთვის საინტერესო ტერიტორია არ წარმოადგენს „აქტიური ნატეხებიანი მეწყერს“, არამედ არსებული გზის გაჭრილი ფერდის არასტაბილურობაა.



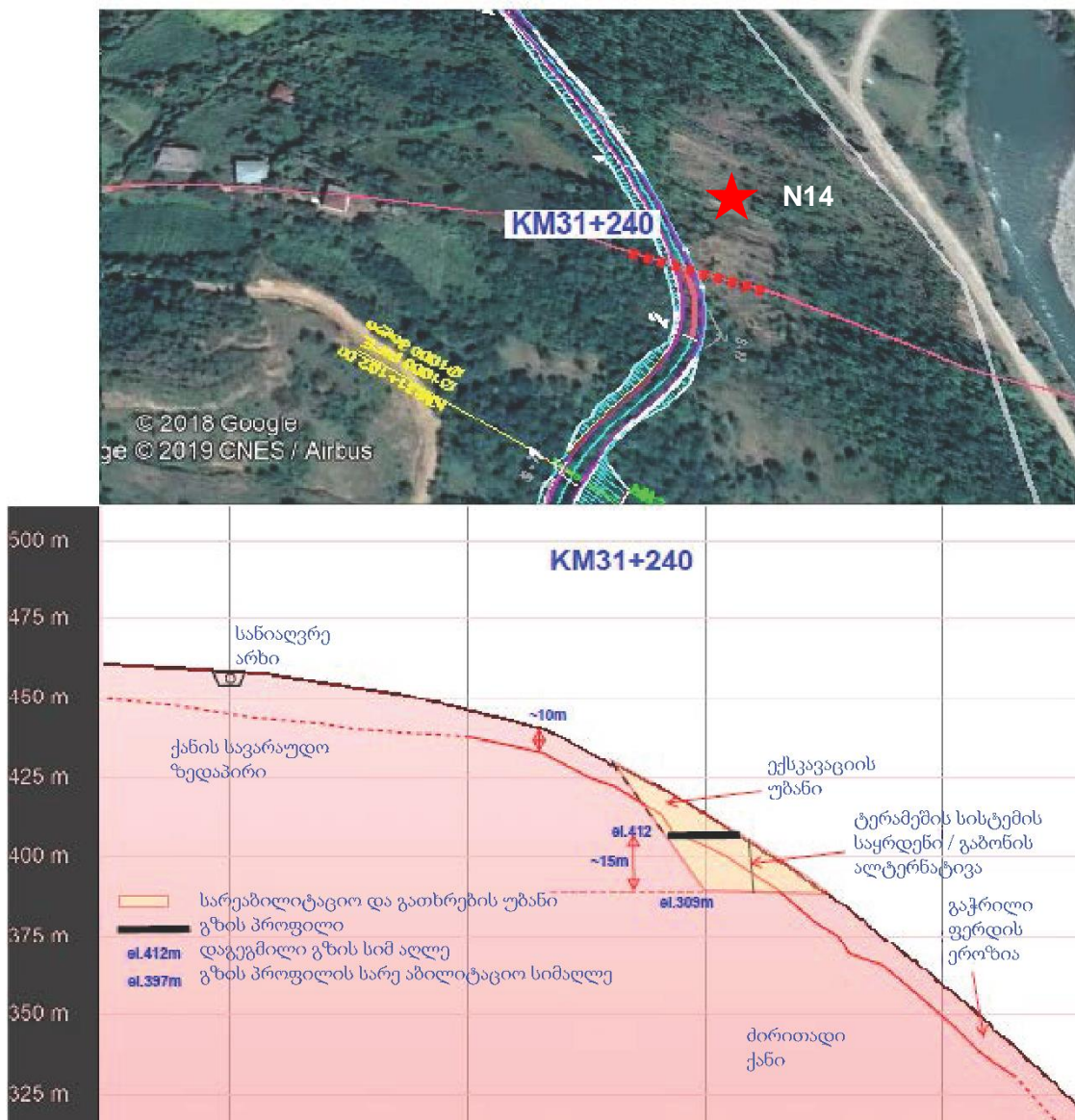
სურათი 19: N14 მეწყერის სატელიტური სურათი მდინარე რიონის მარცხენა ნაპირიდან. აღსანიშნავია, რომ ტერიტორიას, რომელსაც მინიჭებული აქვს „აქტიური ნატეხებიანი მეწყერის“ სტატუსი, წარმოადგენს მხოლოდ და მხოლოდ არსებული გზის კვეთის ეროზიულ თვისებას; ზედა უბნებზე მოსჩანს სოფელი ბენტქოულა.

გ-2-2: სტაბილურობის ამჟამინდელი მდგომარეობა მარჯვენა სანაპიროზე

გადასატანი გზა მდებარეობს არსებული გზის ეროზირებული განაკვეთი ფერდის საზღვრის ოდნავ ზემოთ. როგორც ზემოთ აღინიშნა, ჩვენთვის საინტერესო ტერიტორია არის არა აქტიური მეწყერი, არამედ გაჭრილი ფერდის არასტაბილურობა. ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ მისი მომიჯნავე მიწის ნაკვეთები სტაბილურია და აღნიშნულ

ნაკვეთებზე ხანგრძლივი დროის განმავლობაში სახლების არსებობა ამტკიცებს, რომ ზედაპირის არასტაბილურობა დამახასიათებელია მხოლოდ გაჭრილი ფერდისთვის.

ფერდობის შემდგომი არასტაბილურობის თავიდან აცილების მიზნით, შესაძლებელია არასტაბილური გრუნტის თხემის მოცილება ქანურ ფორმაციამდე და რეზერვუარის მხარეს გაბიონით გადაფარვა. ამას გარდა, ზედა უბნებიდან მომდინარი წყლების ზემოქმედების უბნებში მოხვედრის თავიდან აცილების მიზნით, საჭირო იქნება შესაბამისი სადრენაჟო ღონისძიებების გატარება (სურათი 20).



სურათი 20: ფერდობის სტაბილურობის უზრუნველსაყოფი პრევენციული ღონისძიებები და N14 გაჭრილი ფერდის ეროზიის უბანზე გზის მშენებლობის მეთოდი

იმ შემთხვევაში, თუ შემდგომი ანალიზისა და ტერიტორიის გასუფთავების შემდეგ ჩატარებული კვლევების შედეგად გამოვლინდა, რომ ადგილობრივი არასტაბილურობა ზემოთ აღწერილი ღონისძიებებით ვერ გამოსწორდება, შესაძლებელია გზის მარშრუტის ეროზიული ზონიდან 15-20 მეტრის მოშორებით გადაწევა. თუმცა, გვესმის რა, რომ ადგილობრივი არასტაბილური ზონის მომიჯნავე მიწის ნაკვეთების შესყიდვა არ წარმოადგენს სასურველ ვარიანტს, განსახლების ვარიანტის განხილვამდე, რეკომენდირებულია შემამსუბუქებელი ღონისძიებების ბოლომდე ამოწურვა.

გამოვლენა: (არააქტიური მეწყერი)

იდენტიფიცირება: არსებული გზის გაჭრილი ფერდობის ეროზიული თვისება

გადასატანი გზასა და მეწყერს შორის მანძილი: კლდის მიჯნაზე

შემდგომი პრევენციული ღონისძიებები: უნდა მოხდეს გზის მარშრუტის გადაწევა კლდის მოშორებით, ზემოთ



სურათი 21: N14 მეწყერის საერთო ხედი მის ძირთან; აღსანიშნავია უკვე ჩამოცურებული ზედაპირი, რომელიც ქანის ორ გამოსავალს შორის, ორივე მხარეს მდებარეობს

4. დასკვნები და რეკომენდაციები

4.1 დასკვნები

რუსული პერიოდის განმავლობაში მნიშვნელოვანი ძალისხმევის შედეგად მომზადებული გეოლოგიური რუკების გათვალისწინებით, ასევე პროექტის მოცემულ ეტაპზე შემუშავებული კონცეპტუალური გეოტექტონიკური მოდელის საფუძველზე (ა) გათხრების შედეგად წარმოქმნილი ფერდობებისა და (ბ) 20მ-ის ტოლი ან უფრო მაღალი ნაყარების ფუნდამენტის პირობებთან დაკავშირებით შემდეგი დასკვნები იქნა გამოტანილი:

- პროექტის ტერიტორია მდებარეობს დედამიწის ერთ-ერთ ყველაზე აქტიურ ტექტონიკურ ზონაში, სადაც N-S მიმართულების შეკუმშვა ჯერ კიდევ მიმდინარეობს.
- პროექტის ტერიტორიაზე, N-S შეკუმშვა გამოიხატება ანტიკლინებისა და სინკლინების რიგებით. ამგვარად, ტერიტორია იმყოფება როგორც კომპრესიული, ისე მჭიმავი დაძაბულობების ზემოქმედების ქვეშ, რაც დიდი ალბათობით ზოგ ადგილებში სუსტი ზონების გამომწვევი იქნება.
- პროექტის ტერიტორია შედგება იურული პერიოდის ვულკანოგენურ-დანალექი ქანებისგან, რომელიც ოკეანესა და ოკეანური ფილებს შორის საზღვართან დაკავშირებული კუნძულთარკალური ვულკანიზმის წარმოშობისაა.
- ამ ინტერვალში გასათხრელი ქანების ფერდობის უდიდესი ნაწილი შედგება ტუფოგენური ქვიშაქვისგან, ხოლო მცირე ნაწილი - ანდეზიტური პორფირიტებისგან. ამას გარდა, გადასატანი გზის მარშრუტზე აღმოჩენილ იქნა ფლიშის მსგავსი ფორმაციები. თუ გამოვრიცხავთ დანაოჭების შესაძლო უარყოფითი ზემოქმედებას ანტიკლინთან და სინკლინთან მიმართებით, და ასევე რღვევების წარმოქმნას, ქანის ტიპებს ფერდობის პროექტირებისთვის ხელსაყრელი მასური მახასიათებლები აქვს.
- კლდეების ფერდობთა ემპირიული პროექტი ეფუძნება RMR₉₉ and Q-კლასიფიკაციების სისტემებს, ხოლო GSI სისტემა გამოყენებულია ქანების ფორმაციების ზოგადი ვიზუალური გამოსახვისთვის.
- პროექტირებისას გამოყენებულ იქნა „ქანების რღვევის კრიტერიუმზე“ (ე.პოლუკი & ე.ტ. ბრაუნი, 1980) დაფუძნებული თხრილის ფერდის ქანობების ცხრილი.

- თვითოეული თხრილის ფერდობებისთვის განხორციელებულ იქნა კინემატიკური ანალიზი.
- თხრილის ფერდობის პროექტირების წარმატებისთვის გამოყენებული უნდა იქნეს „კონტურული აფეთქების მეთოდი“; წინააღმდეგ შემთხვევაში, ქანის მასივი შეიძლება მნიშვნელოვანწილად დაზიანდეს და გამყარების სერიოზული ღონისძიებები დასჭირდეს.
- იმ ფაქტის გათვალისწინებით, რომ ქანის მასივი კომპრესიული ტექტონიკის გამო არაერთგვაროვანია, კლდის ფერდობების ზოგიერთი მონაკვეთს შეიძლება დასჭირდეს გამაგრებები, ფოლადის ბადით და/ან ფოლადის ბოჭკოთი არმირებული ტორკეტბეტონისა და შტანგების გამოყენებით.
- მიუხედავად იმისა, რომ განისაზღვრა, რომ ნაყარების ფუნდამენტის გრუნტი წარმოადგენს ქანს, რომელიც სავარაუდოდ გადაფარულია კოლუვიური ნალექების თხელი ფენით, ეს საკითხი უნდა შემოწმდეს მშენებლობის მიმდინარეობისას და საჭიროების შემთხვევაში, შესაბამისი ცვლილებები იქნეს შეტანილი.

4.2 რეკომენდაციები

პროექტის მშენებლობის ეტაპზე, რეკომენდირებულია ყურადღების გამახვილება შემდეგ გეოტექნიკურ საკითხებზე:

- მაღალი კლდის ფერდობებთან სიახლოვეს, პრაქტიკულად საგზაო ნაწილზე არაღრმა გათხრები მოგვცემს ფერდის ქანობების კუთხით ქანის ხარისხის შესახებ თავდაპირველ სურათს. რეკომენდირებულია გათხრების ამ ეტაპს მოყვეს ასაგები მაღალი ფერდობის მონაცემების შესაბამისი გადასინჯვა.
- გადასატანი გზის მარშრუტი წინასწარი განზრახვის გარეშე გადის ეგრეთწოდებული N14 მეწყერის მიჯნაზე, რომელიც ფაქტობრივად არსებული გზის გაჭრილ ფერდზე განვითარებულ ეროზიულ თვისებას წარმოადგენს. აღნიშნული გზის მონაკვეთი პროექტირების შემდგომ ეტაპზე გადატანილ უნდა იქნას კლდიდან მოშორებით, ზემოთ.
- ყრილების ფუნდამენტები მშენებლობის წარმოების პროცესში უნდა გადაისინჯოს გაბატონებული გეოლოგიური პირობების შესაბამისად.
- კონტურული აფეთქების მეთოდის გამოყენება აუცილებელია გაჭრილი კლდის ფერდობების სტაბილურობის უზრუნველსაყოფად.

თითოეული გაჭრილი კლდის პირის გეოლოგიურ რუკაზე მონიშვნა აუცილებლად უნდა დასრულდეს შემდგომი საფეხურის დამუშავების დაწყებამდე, რათა მოხდეს გასამაგრებელი სამუშაოების ჩატარების აუცილებლობის მყისიერი შეფასება და შესაბამისი ზომების მიღება.

5. შიითითებები

ანგარიშის მომზადების პროცესში, დიდწილად შემდეგ მასალა იქნა გამოყენებული:

- [1] რიონის კასკადის გეოლოგიური რუკა ნახ. N4001-3-13 თარიღი 1957 (მასშტაბი 1:2500).
- [2] ნამახვანის ჰესების კასკადის გეოლოგიური რუკა, მასშტაბი: 50 000, ალექსანდრე ჯანელიძის გეოლოგიის ინსტიტუტი, დ. ზაქარაია, ი. შველიძე, 2008.
- [3] კავკასიონის გეოლოგია: მიმოხილვა, შოთა ადამია, გურამ ზაქარიაძე, თამარ ჩხოტუა, ნინო სადრაძე, ნინო წერეთელი, ალექსანდრე ჭაბუკიანი და ალექსანდრე გვენეტაძე, აპრილი 2011.
- [4] სტრუქტურული გეოლოგიის ჟურნალი, აქტიური ტექტონიკური ინვერსია, სუფთა სხლეტის დანაოჭება და ზურგის შეცოცება რიონის აუზში, საქართველო, მ. ნოდია და სხვ., გეოფიზიკის ინსტიტუტი, მ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 2017.
- [5] პროექტი: ნამახვანის ჰესების კასკადის გეოლოგიური ანალიზი; ანგარიში No: 3; ანგარიშის სათაური: გეოლოგიური, გეოფიზიკური და გეოტექნიკური კვლევები; სათაური: საბოლოო ანგარიში, E.C Hydroprojekt International Limited (თარიღის გარეშე).
- [6] ფაზა 2A – პროექტის მთავარი გეოლოგიური ანგარიში, ივლისი, 2015, SP Studio Pietrangeli Consulting Engineers.
- [7] შპს გეოინჟინერია. საქართველოს ნამახვანის ჰესის საინჟინრო კვლევა, პროექტირება, მშენებლობა, გეოტექნიკური ანალიზი; ტექნიკური ანგარიში, თბილისი, საქართველო 2014.
- [8] ბრიტანული სტანდარტი, BS 5930: 1999.
- [9] ქანის მასების საინჟინრო კლასიფიკაცია გვირაბის გამაგრების პროექტირებისთვის, ნ. ბარტონი, რ.ლინი, ჯ.ლუნდე, 1974.
- [10] ქანის მასივის რეიტინგი (RMR), სისტემა (გეომექანიკური კლასიფიკაცია) საინჟინრო პრაქტიკაში, ბინიაესკი. ზ.ტ., 1989.
- [11] დარღვეული ბლოკური ქანის მასივის გეოლოგიური სიმკვრივის ინდექსი (GSI), (ჰოუკი, ე., კარტერი, ტ.ჯ., დიდერიქსი, მ.ს., 2013)
- [12] [2] ქანის მასივის კლასიფიკაციის სისტემები, საიდ მუნთაზირ აბასი, (TU Bergakademien გეოტექნიკური ინსტიტუტი და პაშვარის უნივერსიტეტის გეოლოგიის განვითარების ეროვნული ცენტრი, 01 ნოემბერი 2017).
- [13] აფეთქების შვედური მეთოდი, რენე გუსტაფსონი, გოტენბერგი, შვედეთი, სექტემბერი, 1973.
- [14] გუდმანი რ.ე. 1980. ქანების მექანიკის შესავალი (თავი 8), ტორონტო: ჯონ უაილი, გვ.254-287.

[15] ჰადსონი ჯ.ა. და ჰარისონი ჯ.პ. 1997. ქანების საინჟინრო მექანიკა - საფუძვლების შესავალი, პერგამონ პრესი.

[16] მეწყერები, შეფასებაზე დაფუძნებული INSAR ანალიზი და პროექტირების რეკომენდაციები, Clean Energy/ Stucky -ის ანგარიში, 2017 წლის ნოემბერი

[17] ქვემო ნამახვანის კასკადის კონცეპტუალური გეგმა, ქვემო ნამახვანის რეზერვუარის მეწყერების რუკა, განლაგება, Clean Energy Group Georgia LCC CEGG, Stuck N 5532-0116, 08.08.2018

[18] მეწყერები ქვემო ნამახვანის ჰესის პროექტის რეზერვუარში, თეორიული ასპექტები და პრაქტიკული დასკვნები, ENKA/Temelsu, 23.09.2019

6. შანართები

დანართი - 1: T-4 გვირაბის ანგარიში და ნახაზები

დანართი - 2: T-5 გვირაბის ანგარიში და ნახაზები

დანართი - 3: გზის გატანის გეგმა გეოლოგიის ჩათვლით

დანართი - 4: თხრილი ფერდობის ტიპური გამაგრება

დანართი - 5: კრიტიკული განივი ჭრები

დანართი - 6: დერჩის ხიდის განივი ჭრილი

დანართი - 7: ჭაბურღილის დიაგრამები და სურათები