

პროექტი:					
ნამახვანის ჰესის კასკადის პროექტი					
მფლობელი:					
					
გენერალური კონტრაქტორი:					
<p>სს ენმარ კონსტრაქშენის</p> <p>საქართველოს ფილიალი</p>					
კონსტრუქტორი/ქვემენარდე:					
					
კონტრაქტის ნომერი:					
GE308					
დოკუმენტის დასახელება:					
<p>გეოტექნიკური სამუშაო სტატია</p> <p>ნამახვანი-ალპანა სშემოვლით საგზაო გვირაბზე T-4</p> <p>(კმ 31+895 – კმ 31+955)</p>					
დოკუმენტის ნომერი:		GE308-203-DW-REP-GEO-00006			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	19/06/2019	გამოცემულია გამოყენებისთვის	Mustafa Akıncı	Bülent Uygur	Nejat Demirörs

სარჩევი

1. მეთოდოლოგია: კონცეპტუალური გონებრივი მოდელები	6
1.1 გეოლოგია და კონცეპტუალური გეოლოგიური მოდელების არსი	6
1.2 ევოლუციის გეოდინამიკური მოდელი	7
1.2.1 კუნძულთარკალური ვულკანიზმი	8
1.2.2 საპროექტო არეალის სტრუქტურული ევოლუცია	9
2. ზოგადი გეოლოგია	11
2.1 შუა იურული პორფირიტული სერიები	11
2.2 მეოთხეული ფორმაციები	12
2.3 სტრუქტურული გეოლოგია	12
3. საინჟინრო გეოლოგია	14
3.1 ქანების მასივის მახასიათებლები	14
3.1.1 ჭანების მასალების მახასიათებლები	14
3.1.2 ქანების მასური მახასიათებლები	15
3.2 გრუნტის წყლების პირობები	16
3.2.1 ჰიდროგეოლოგიური პარამეტრების პირობები	16
3.3 ქანების მასივების კლასიფიკაციის სისტემები	17
3.3.1. ზოგადი მიმოხილვა	17
3.3.2. RMR კლასიფიკაციის სისტემა (ბიენიავსკი 1989)	18
3.3.3. Q-კლასიფიკაციის სისტემა (RMQ) – (ნ. ბარტონი, რ. ლიენი და ჯ. ლუნდი 1974)	18
3.3.4. GSI კლასიფიკაციის სისტემა (ე. ჰოეკი, თ. გ. კარტერი, მ.ს. დიდრიში, 2013)	19
3.3.5. ზორელაცია RMR და Q მნიშვნელობებს შორის	20
3.4.6. NATM კლასიფიკაცია და პროცედურა პროექტირების დროს	21
3.4 გვირაბის საყრდენის ტიპების ემპირიული დაპროექტება	23
3.4.1 შესაყვანი მონაცემების მიწოდება	23
3.4.2 გვირაბის საყრდენის ემპირიული ტიპების ზოგადი განხილვა	24
3.4.3 ჭანების მასივის კლასიფიკაციები და საყრდენის შეთავაზებული ემპირიული ტიპები	25
3.4.4 ლვირაბის საყრდენის ემპირიულად დაპროექტებული ელემენტები	31
4. ზასკვნები	33
5. გამოყენებული მასალა	34

შანართები:

დანართი - 1: T-4 გვირაბის გეოლოგიური გეგმა და პროფილი

დანართი - 2: გვირაბის ჩვეულებრივი ტიპები, რომლებიც აღჭურვილია შესაბამისი საყრდენი ელემენტებით

დანართი - 3: RocLab შედეგები

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..... 9

სურათი 2: რეგიონული ტექტონიკის გამარტივებული ვერსია, რომელიც აჩვენებს მთავარ სტრუქტურებს, ჩართულს დიდი კავკასიონის და რიონის აუზის ფორმირებაში; მცირე კავკასიონი მდებარეობს რიონის აუზიდან სამხრეთ-სამხრეთ-დასავლეთისკენ; ამოღებულია მითითებული დოკუმენტიდან [3]. 10

სურათი 3: საპროექტო არეალის შუა იურული ქანების სვეტოვანი გეოლოგიური ჭრილი 13

სურათი 4: {ამოღებული მითითებული დოკუმენტიდან [12]}..... 22

სურათი 5: შუა იურული პერიოდის ქანების განზოგადებული GSI კლასიფიკაცია 30

სურათი 6: ექვივალენტური ზომა და ქანის ხარისხი და შესაბამისი საყრდენის ელემენტები 31

ზღვრის მიზანი:

ნამახვანის ჰესის კასკადის პროექტის წინასწარი პროექტირების ეტაპის (დონე 1) კონტექსტში (ზემო ნამახვანი 100 მვტ და ქვემო ნამახვანი 333 მვტ ქუთაისში, საქართველო), „გზის გადატანის“ საინჟინრო პროექტი (გზა რჩება ქვემო ნამახვანის ჰესის პროექტის რეზერვუარის არეალში) წარდგენილი იყო დამკვეთისთვის დასამტკიცებლად. მათ მიერ პროექტის შესწავლის შემდეგ, დამკვეთმა მოსთხოვა კონტრაქტორის ინჟინერს (CE) განეხილა „გვირაბის ალტერნატივა“ „ყუთის ფორმის“ ზოგიერთი გრუნტის ამონაჭერის (box cut) მაგივრად, რომლებიც დაპროექტებული იყო გადატანილი გზის გასწვრივ, რომ მოხდეს სეზონური უარყოფითი ზემოქმედების თავიდან აცილება მოძრაობის უსაფრთხოებაზე. ომ კონტექსტში, გვირაბი-4 (T-4) დაპროექტებულია გრუნტის ამოღების სიგანით 10.48 მ, ქვემო ნამახვანის ჰესის პროექტის მარჯვენა ნაპირზე, რეზერვუარის წყლის მაქსიმალური დონის ზემოთ (311.50 მ ზღვის დონიდან). ეს გეოტექნიკური ანგარიში შეეხება T-4 გვირაბს, რომელიც განსაზღვრულია საზომი ჯაჭვით

- გვირაბი-4: კმ 31+895 – კმ 31+955 (T-4)

ეს საინჟინრო-გეოლოგიური კონკრეტული ანგარიში ძირითადად ფოკუსირებულია გადატანილი გზის გვირაბის T-4 შემდეგ გეოტექნიკურ ასპექტებზე:

- „გვირაბი ძირითადად შედგება მასიური ანდეზიტური პორფირიტისგან (J2b2-6) და ტუფოგენური ქვიშაქვისგან (J2b2-5). ჭუმცა, არეალის ძლიერ ტექტონიზებული ხასიათის გამო დანაოჭების და ნორმალური რღვევების გამო (J2b2-1), ფლიშის მსგავსი ფორმაციები ასევე შეიძლება შეგვხვდეს გარკვეულ დონეებზე.
- ჭუმცა, კონტაქტური ურთიერთობა არ არის არ არის ცხადად დაკვირვებული გვირაბის მარშრუტის გასწვრივ, მასიური ანდეზიტური პორფირიტის ქანები (J2b2-6) და ტუფოგენური ქვიშაქვა ზედაპირზე გამოდის ქუთაისი-ალპანას გზაზე. ქანების ეს გაშიშვლება გათვალისწინებულია გვირაბის მარშრუტისთვის რიონის კასკადის საბჭოთა პერიოდის (1957 [1] და საქართველოს გეოლოგიური ინსტიტუტის, საქართველო, 2008, [2] გეოლოგიური რუკების დახმარებით.
- შიშის ზედაპირის ქვეშ კვლევა სვეტოვანი ბურღვის და კერნების ამოღების საშუალებით ვერ იქნება გამოყენებული წვდომის სირთულის და ეკოლოგიური გარემოებების გამო.
- „გვირაბის ზოგადი გეოლოგიური პირობების აღწერა, ძირითადად მითითებული დოკუმენტების [1&2] საფუძველზე, რეგიონული „კონცეპტუალური გეოტექნიკური

მოდელის“ შესაბამისი განხილვით, რომელიც შემუშავდა გზის გადატანის პროექტის ადრეულ ეტაპზე.

- ჭანების მასივების საინჟინრო მახასიათებლები ძირითადად ეფუძნება ჭანების გაშიშვლებების აღწერას, განსაკუთრებით შენაკადების არეალში, სადაც გვირაბის დონის მახასიათებლები უფრო განსხვავებულია, გამოფიტული ზონების ეროზიის გამო ზედაპირული წყლების მიერ.
- ყესაბამისად, საერთაშორისო დონეზე აღიარებულმა „ქანების მასივების ემპირიულმა კლასიფიკაციამ“ საბოლოო ჯამში მიგვიყვანა გვირაბების შესაბამისი პროექტების „საყრდენის ემპირიულ დაპროექტებამდე“.

1. მეთოდოლოგია: კონცეპტუალური გონებრივი მოდელები

1.1 გეოლოგია და კონცეპტუალური გეოლოგიური მოდელების არსი

ძირითადი ასპექტები, რომლებიც განასხვავებს გეოლოგიას სხვა მეცნიერებებისგან, არის „დროის და სივრცის“ კონცეფცია. ზმგვარად, „გეოლოგიური დროის“ უზარმაზარი მასშტაბის გაგება, რომელიც გამოხატულია მილიონობით წლებში, „ანთროპოლოგიურ (ადამიანურ) დროსთან“ შედარებით, აუცილებელია გეოდინამიკური პროცესების გასააზრებლად, რომლებიც მონაწილეობენ დედამიწის ევოლუციაში. ჰსგავსად ამისა, „სივრცე“, დაწყებული მიკროსკოპული მასშტაბიდან და დამთავრებული კოსმოსური მასშტაბით, ერთნაირად მნიშვნელოვანია კონტინენტური და საოკეანო ფილების მოძრაობის და საპროექტო არეალის მიმდინარე რეგიონული და ადგილობრივი პოზიციის ვიზუალიზაციისთვის ამ აქტიურ ფილებთან მიმართებაში. ამ ყველაფრიდან გამომდინარეობს, რომ წარმატებული გადაწყვეტები, ნებისმიერ შემთხვევაში, დამოკიდებულია გეოლოგიური პირობების ზუსტ განსაზღვრაზე, რაც მოიცავს: ა) საპროექტო არეალის გეოტექტონიკურ ურთიერთქმედებას; ბ) საინჟინრო გეოლოგიას და გ) ჰიდროგეოლოგიურ პირობებს. ზმ რთულ და შრომატევად სამუშაოში, ჩვენ შევეცდებით არსებული ამოცანის გადაწყვეტას კონკრეტულ საფუძველზე, უკუკავშირის მარყუჟის საშუალებით, რაც ქვემოთ არის მოცემული.

ა: თეორიული ასპექტები

ეს ასპექტები უკავშირდება ფილების ტექტონიკის თეორიის, საინჟინრო გეოლოგიის, და ჰიდროგეოლოგიის საბაზისო კონცეფციებს.

ბ: ექსპერიმენტული ასპექტები

გამოცდილება ძირითადად უკავშირდება ვიზუალურ გამოსახულებებს, ემპირიულ გამოცდილებას და მეცნიერულ და ტექნიკურ ინტუიციას.

გ: მექანიკური ასპექტები

კლდოვან გრუნტში „მექანიკური ასპექტები“ ჩვეულებრივ მიუთითებს ზედაპირის ქვეშ კვლევის განხორციელებაზე, განსაკუთრებით, სვეტოვანი (კერნების ამოღებით) ბურღვის საშუალებით. ამ კონტექსტში, ჩვენი პირადი გამოცდილება ამტკიცებს, რომ როგორც ეროვნულ, ისე საერთაშორისო დონეზე, გეოლოგიური ინჟინრების და ინჟინერ-

კონსტრუქტორების უმეტესობა აფუძნებს თავიანთ მუშა მოდელს სვეტოვანი ბურღვის საფუძველზე. თუმცა, ჩვენი მიდგომა, „მოდელირების“ განსაზღვრებასთან დაკავშირებით, მდგომარეობს იმაში, რომ გამოვიყენოთ ზედაპირის ქვეშ ბურღვით მიღებული მონაცემები, ზოგადი ტენდენციის საპირისპიროდ, ჩვენი კონცეპტუალური გეოტექნიკური, საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური მოდელების დასადასტურებლად.

რა თქმა უნდა, ჩვენ მხარს ვუჭერთ კერნების ბურღვას და ნიმუშების ამოღებას, იმ პირობით, თუ ტერიტორია და ტოპოგრაფიული პირობები ხელს უწყობს ამგვარი კვლევის ჩატარებას. მაგრამ ეს არ ნიშნავს აუცილებლად იმას, რომ კერნებიდან მიღებული მონაცემების არარსებობა, რაც გამოწვეულია მძიმე პირობების და წვდომის სირთულით, დიდად აზარალებს პროექტს. ეს ძირითადად იმიტომ ხდება, რომ ჩვენ განვიხილავთ ამოღებულ ნიმუშებს გეოტექტონიკური, საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური მონაცემების „შემცირებულ პროდუქტად“, შესაბამისად, ჩვენ, ინჟინრებმა, ჯერ უნდა ვიცოდეთ, თუ რას ვამცირებთ.

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 კონტექსტში. დედამიწის ქერქის ეს განმეორებადი ტექტონიკური პროცესები ძალიან კომპლექსურია და უშუალო ექსპერიმენტებს არ ექვემდებარება. აქედან გამომდინარე, თუ დედამიწის კომპლექსურობის გაგება გვსურს, ის უნდა განვიხილოთ, როგორც „სისტემა“. სისტემა მოცემულ შემთხვევაში არის „ურთიერთდაკავშირებულ ნაწილთა კომბინაცია, რომლებიც ორგანიზებულად ურთიერთქმედებენ“. თუმცა, სისტემის ქცევის შესასწავლად დაგვჭირდება „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. ამ მიზნის მიღწევის ერთ-ერთი საშუალებაა „ტექტონიკური ფილების თეორიის“ გამოყენება, რომელიც სისტემის შესაბამისი ნაწილების ინტეგრაციის საშუალებას გვაძლევს. თავად ტექტონიკური ფილების თეორია „მაღალი დონის აბსტრაქტული აზროვნების“ გზით ჩამოყალიბდა. ამ თეორიის გამოყენება აუცილებლად მოითხოვს „ვიზუალურ გამოსახვას, ემპირიულ გამოცდილებას და მეცნიერულ ინტუიციას“.

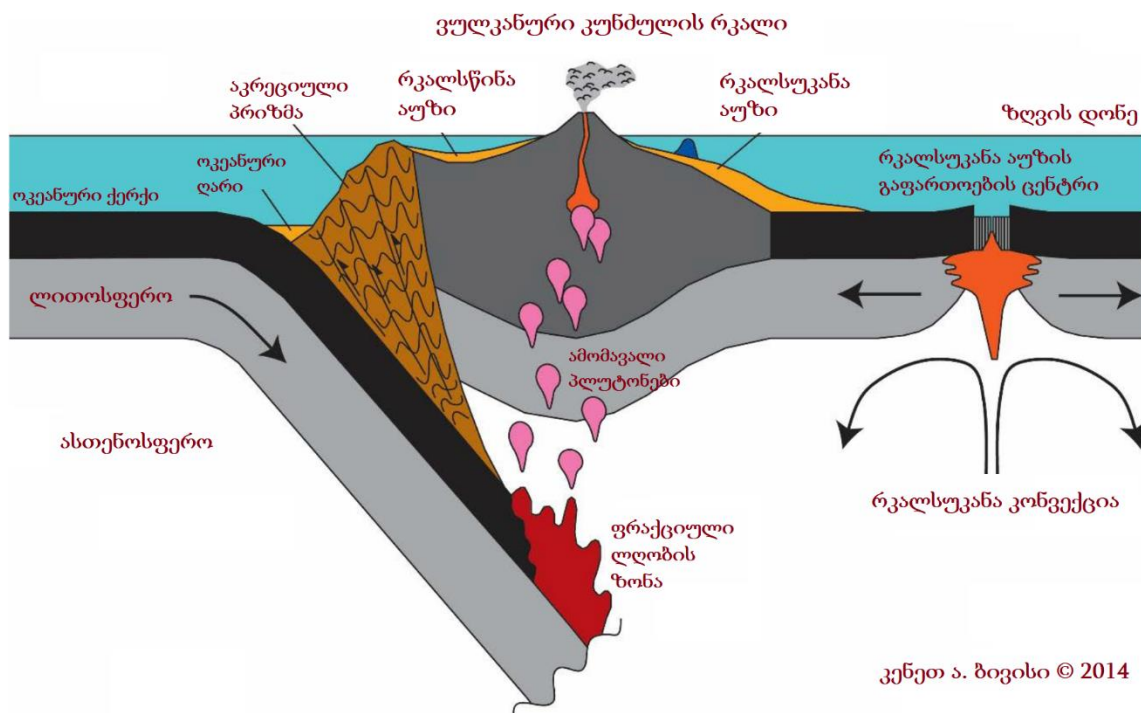
ქოგორც რეგიონალური, ისე გლობალური მნიშვნელობით, კავკასიონის სტრუქტურა და გეოლოგიური ისტორია დიდწილად განისაზღვრება მისი ჯერ კიდევ დაწვევის პროცესში მყოფ, ევრაზიისა და აფრიკა-არაბეთის ლითოსფერულ ფილებს შორის მდებარეობით, კონტინენტური შეჯახების ფართე ზონაში. ლვიან პროტეროზულ - ადრე კენოზურ პერიოდში, რეგიონი ტეთისის ოკეანეს და მისი ევრაზიისა და აფრიკა-არაბეთის საზღვრებს მიეკუთვნებოდა. სქ განვითარებული იყო „კუნძულთა რკალების, შიდაარკალური რიფტების, კუნძულთა რკალსუკანა აუზების“ სისტემა, რაც რეგიონის ევოლუციის კოლიზიამდელი ეტაპის მახასიათებლებია [4]. ექტონიკური ფილების თეორიის თვალსაზრისით, პროექტის ტერიტორია მდებარეობს ტრანსკავკასიურ მასივში, რომელიც პალეოზოლური-ადრეული კაინოზოური ერის „კუნძულოვანი რკალის“ ოროგენეზისია. 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. ლვირების 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, ლლობას 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, ამჟამადაც 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.

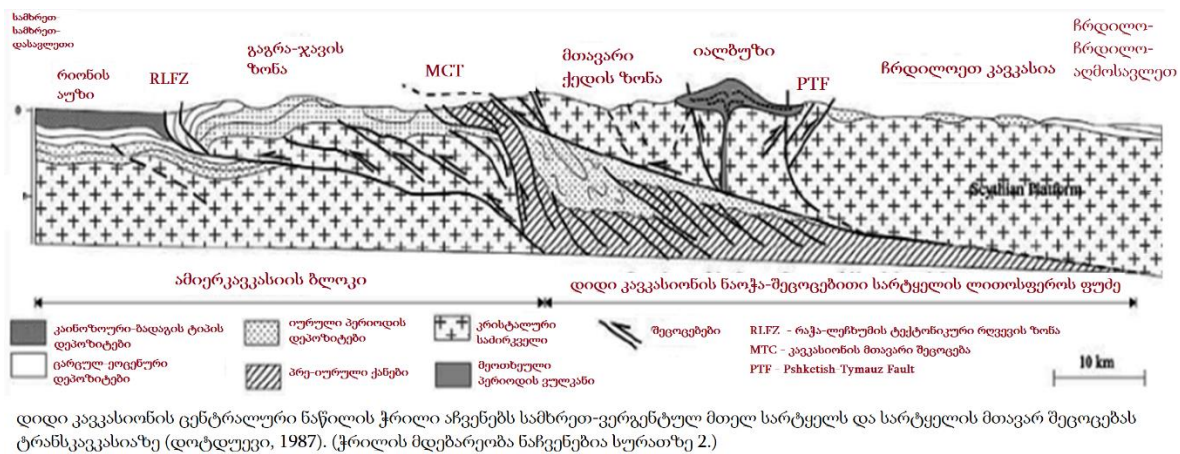
1.2.2 საპროექტო არეალის სტრუქტურული ევოლუცია

დიდ და მცირე კავკასიონს შორის მდებარე რიონის აუზი მიმდინარე ტექტონიკური ინვერსიის შესანიშნავი მაგალითია. რეგიონალური თვალსაზრისით, სტრუქტურულმა

ინვერსიამ ტექტონიკური კუმშვის დროს კრისტალური ფუნდამენტი სამხრეთისკენ დაძრვა, 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.

ამ სამხრეთ-ვერგენტული რეგიონული ტექტონიკური მოძრაობის მნიშვნელოვანი სტრუქტურული ასპექტები, გვირაბის გაყვანის თვალსაზრისით, შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოყალიბდეს:

- განსაკუთრებით, ნაოჭების განვითარება ანტიკლინების და სინკლინების თვალსაზრისით კუნძულთა რკალიდან წარმოშობილ შუა იურულ პორფირიტულ სერიაში რიონის მთელი ხეობის გასწვრივ.
- ადგილობრივი რღვევა, განსაკუთრებით, ცარცული ასაკის ქვიშაქვის მასებთან კონტაქტის ადგილის ახლოს, ტვიშის და დერჩის სოფლების სიახლოვეს.



სურათი 2: რეგიონული ტექტონიკის გამარტივებული ვერსია, რომელიც აჩვენებს მთავარ სტრუქტურებს, ჩართულს დიდი კავკასიონის და რიონის აუზის ფორმირებაში; მცირე კავკასიონი მდებარეობს რიონის აუზიდან სამხრეთ-სამხრეთ-დასავლეთისკენ; ამოღებულია მითითებული დოკუმენტიდან [3].

2. ზოგადი გეოლოგია

ნამახვანის კასკადის ზოგადი გეოლოგიური მდგომარეობის შესწავლა 1938 წლიდან დაიწყო და, როგორც დოკუმენტები აჩვენებს, საბჭოთა პერიოდში, 1976 წლამდე გაგრძელდა. ამ კვლევების მიხედვით, ნამახვანის კასკადი ძირითადად შედგება: (ა) შუა იურული პერიოდის პორფირიტული სერიებისგან; და (ბ) ცარცული პერიოდის კირქვისგან.

მოცემულ დოკუმენტებში, პორფირიტული სერიების ფორმაციების ზოგადი გეოლოგიური მახასიათებლები განხილულია 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 ასაკის ქანების ფორმაციები მდებარეობს რიონის ხეობის გასწვრივ გუმათის და ტვიშის სოფლებს შორის, დაახლოებით 20 კმ-ის მანძილზე. წინა კვლევებში, ეს გეოლოგიური ფორმაციები წარმოდგენილია, როგორც პორფირიტული სერია. მათ ასევე მოიხსენიებენ, როგორც ვულკანოგენურ-დანალექ ფორმაციებს ზოგიერთ შემთხვევაში.

ბაიოსური ასაკი დაყოფილია სამ ქვედანაყოფად: ქვედა ბაიოსური (J2b1), შუა ბაიოსური (J2b2) და ზედა ბაიოსური (J2b3). ამ ქვედანაყოფების მდებარეობა მათ მოკლე აღწერასთან ერთად ნაჩვენებია გამარტივებულ სვეტოვან ჭრილში (სურ. 3).

ა: ქვედა ბაიოსური წყება (J2b1)

ქვედა ბაიოსური წყების მხოლოდ ზედა ნაწილი გამოდის ზედაპირზე საპროექტო არეალში, შეადგენს რა ფუნდამენტის ქანს ანტიკლინური და სინკლინური სტრუქტურებით. ტიპური გაშიშვლებები ჩანს ლეხიდარის შენაკადსა და სოფელ ბენტკოულას შორის, ანტიკლინის სამხრეთ განშტოების ზედაპირზე. ზედაპირული საველე კვლევები აჩვენებს, რომ პირველ რიგში, ეს წყება ქმნის ძალიან ჩვეულებრივი „ფლიშის“ ფორმაციის შთაბეჭდილებას. ის ძირითადად შექმნილია ღია ნაცრისფერი ტუფებით, არგილიტებით, მიკრობრეჩიით, ტუფოგენური ქვიშაქვებით, ალაგ-ალაგ ავგიტ-ლაბრადორიტი პორფირიტებით.

ფორმაციები, რომლებიც მონაწილეობენ შუა ბაიოსურ წყებაში (J2b2), თავის მხრივ იყოფა 6 ქვეწყებად, რომლებიც ძირითადად ერთმანეთში არეულია ბუნებრივი მახასიათებლების

და კუნძულთა რკალის ვულკანიზმის გამო. ყველა ეს ქვეწყება გამოდის ზედაპირზე მიმყვანი გვირაბის განლაგების გასწვრივ და დაკვირვების საგანია ქუთაისი-ალპანას არსებული გზის ქანების ამოღებების მიმდევრობაში, რომელიც გარს ერტყმის მიმყვან გვირაბს ჩრდილო-დასავლეთიდან. შესაბამისად, კონტრაქტორის ინჟინერი კარგად იცნობს ამ ქანის მასივების საინჟინრო ყოფაქცევას. ამ ექვს ქვეწყებას შორის, მხოლოდ ორი, კერძოდ J2b2-5 და J2b2-6, როგორც დაკვირვება გვაჩვენებს, ქმნის T-4 გვირაბის საძირკვლის ქანებს.

ბ1: J2b2-5 ქვეწყება

ან ქვეწყების ტიპური გაშიშვლებები აშკარად ჩანს ქვემო ნამახვანის კაშხლის უშუალო სიახლოვეს აღმა და დაღმა მიმართულებით. ადგილზე კვლევების თანახმად, რომლებიც შესრულებულია შენაკადებში, სადაც გამოფიტულმა ფენებმა ეროზია განიცადეს, ფორმაცია შედგება ტუფოგენური ქვიშაქვებისგან, რომლებშიც ალაგ-ალაგ ჩართულია ფიქლები.

ბ2: J2b2-6 ქვეწყება

ეს გაშიშვლებები ავლენს ქანის მასალის და მასური მახასიათებლების საუკეთესო ნიმუშებს. ამის თანახმად, ფორმაცია ძირითადად შედგება ანდეზიტური პორფირიტებისგან, როგორც დადგინდა შლიფის ანალიზით და ზოგადად აქვს მასიური სტრუქტურა. ანდეზიტური პორფირიტები ალაგ-ალაგ აჩვენებენ განივ გადანაცვლებას მათი ფორმირების რეჟიმის გამო.

2.2 მეოთხეული ფორმაციები

საპროექტო არეალის ახალგაზრდა ფორმაციები ძირითადად წარმოდგენილია პროლუვიურ/დელუვიური და კოლივიურ/ალუვიური ნალექებით. ამ ნალექებს შორის, დელუვიურ დანალექებს დომინანტური მნიშვნელობა აქვთ. პროლუვიურ/დელუვიურ დანალექებს, რომლებიც ზედაპირზე გამოდიან გვირაბის განლაგების გარკვეულ ნაწილებში, მნიშვნელობა აქვთ ჰიდროგეოლოგიური თვალსაზრისით, რადგან ისინი მოქმედებენ, როგორც წყალშემცველი ფენა, რომელსაც წვლილი შეაქვს გვირაბის გადატვირთვაზე, იმ პირობით, თუ ეს ნალექები საკმაოდ სქელია.

2.3 სტრუქტურული გეოლოგია

როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, საპროექტო არეალი არის სუბდუქციასთან დაკავშირებულ კვლავ მიმდინარე ტექტონიკური აქტივობის შეკუმშვის ძაბვის ქვეშ, ამას ემატება სამხრეთ-ვერგენტული მოძრაობები დიდ კავკასიონში სტრუქტურული ინვერსიის გამო, რაც იწვევს

უკუ-შეცოცების ფორმირებას. ყველა ეს ტექტონიკური აქტივობა იწვევს ნაოჭების განვითარებას და ლოკალურ რღვევებს რიონის კასკადის გასწვრივ. ამ სტრუქტურებს შორის, განსაკუთრებით ნაოჭები, წარმოდგენილი ანტიკლინების და სინკლინების მიერ, თამაშობენ გადამწყვეტ როლს გრუნტის პირობებში და განსახილველი გვირაბების განლაგებების სტაბილურობაში. ეს თემა განვითარებული იქნება შესაბამის დროს ანგარიშში.

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)	J2b2-6	მასიური, ავგიტ- ლაბრადორიტის პორფირიტები
		J2b2-5	საშუალოდ ან წვრილად დამრეცხული, ტუფოგენური ქვიშაქვა, ადგილებში ბრექჩიით
		J2b2-4	სქლად ან საშუალოდ დამრეცხული, ტუფოგენური ქვიშაქვა ბრექჩიით
		J2b2-3	საშუალოდ ან წვრილად დამრეცხული, წვრიმარცვლოვანი ტუფოგენური ალევროლიტი, ადგილებში მიკრობრექჩიით
		J2b2-2	მასიური, ტუფოგენური ქვიშაქვა ბრექჩიით
		J2b2-1	საშუალოდ და წვრილად დამრეცხული, წვრიმარცვლოვანი ტუფური ქვიშაქვა, ადგილებში თიხაფიქალით
	LOWER BAJOCIAN (J2b1) ქვედა ბაიოსური		ტუფი, არგილიტი, მიკრობრექჩია, ტუფოგენური ქვიშაქვა, ადგილებში ავგიტ-ლაბრადორის პორფირიტებით

სურათი 3: საპროექტო არეალის შუა იურული ქანების სვეტოვანი გეოლოგიური ჭრილი

3. საინჟინრო გეოლოგია

ქანების მასივების საინჟინრო-გეოლოგიური ქცევა ძირითადად განპირობებულია: ა) ქანის მასივის მახასიათებლებით და ბ) გრუნტის წყლებით. ეს ტერმინები მოკლედ არის აღწერილი ქვემოთ, რომ დავადგინოთ ინფრასტრუქტურა ქანის მასივის ემპირიული კლასიფიკაციისთვის.

3.1 ქანების მასივის მახასიათებლები

„გადატანილი გზის გვირაბების“ საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევები ეფუძნება ქანების მასივის მახასიათებლების კონცეფციას, რომელიც განსაზღვრულია, როგორც „ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მონაცემების შეგროვების და ანალიზის პროცესი, რომელიც იძლევა მნიშვნელობებს და აღწერის ტერმინებს ქანების მასივის გეომეტრიული და მექანიკური მახასიათებლებისთვის“.

ქანების მასივი არის მატრიცა, რომელიც შედგება ქანების მასალისგან და ქანების წყვეტებისგან. ქანების მასალის მახასიათებლები გაზომვადია და/ან აღწერადია ლითოლოგიურ მახასიათებლებში, რომლებიც შეიძლება შეფასდეს ხელის ზომის ნიმუშებით ან ტესტირება ჩაუტარდეს ლაბორატორიაში. ქანების მასივის მახასიათებელს განსაზღვრავს დაუზიანებელი ქანების მასალის მახასიათებლები და წყვეტები, რომლებიც განვითარებულია ქანში.

შესაბამისად, ქანების ნაპრალები და სხვა წყვეტები წამყვან როლს თამაშობს ქანების მასივის ქცევაში და მახასიათებლებში. ამ თვალსაზრისით, ნაპრალების სისტემები, ორიენტაცია, დამორება, აპერტურა, ზედაპირის სიმქისე, და გამოფიტვის და მონაცვლეობის მდგომარეობა წარმოადგენს ქანების მასივის პარამეტრების ძირითად მახასიათებლებს. ქვემოთ ეს მახასიათებლები მოკლედ არის აღწერილი, რომ შევქმნათ ქანების მასივების ემპირიული კლასიფიკაციის ინფრასტრუქტურა.

3.1.1 ჭანების მასალების მახასიათებლები

„გეოტექნიკურ ინჟინერიაში, „დაუზიანებელი ქანი“ მიუთითებს ან ხელის ზომის ნიმუშზე ან კერნის ნიმუშზე, რომელსაც საერთოდ არ აქვს „წყვეტები“. შესაბამისად, საინჟინრო-გეოტექნიკური აზრით, პრიორიტეტულია შემდეგი ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მახასიათებლები:

ა: ხარისხობრივი მახასიათებლები

ეს თვისებები ძირითადად წარმოდგენილია ქანის ტიპით, პირველადი შეღწევადობით და გამოფიტვის ხარისხით. ამათ შორის ქანის ტიპი და გამოფიტვის მდგომარეობა იმსახურებს სპეციალურ ყურადღებას GSI ქანების კლასიფიკაციის სისტემაში. ამ კონტექსტში, ხაზი უნდა გავუსვათ, რომ დაუზიანებელი ქანის გამოფიტვის მდგომარეობა განისაზღვრება წყვეტის ზედაპირების მდგომარეობით; შესაბამისად, როდესაც ვიყენებთ GSI ცხრილებს, ეს ხარისხობრივი მახასიათებელი უნდა შეესაბამებოდეს ქანის მასალის ერთდერძა კუმშვის სიმტკიცის ზღვარის ქვემოთ ნახსენებ რაოდენობრივ მახასიათებელს.

ბ: რაოდენობრივი მახასიათებლები

ქანის მასალის ყველაზე მნიშვნელოვანი პარამეტრები არის სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას (კუმშვის მიმართ წინაღობა) და დეფორმაციის მოდული. მაგრამ, როგორც ზემოთ იყო განმარტებული, დაუზიანებელი ქანის სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას განისაზღვრება პირობებით წყვეტების ზედაპირებზე; ამგვარად, მას აქვს პირდაპირი კავშირი ქანის მასალის მახასიათებლებთან.

3.1.2 ქანების მასური მახასიათებლები

მასური მახასიათებლების ზოგად სპექტრში, წყვეტებს დომინანტური ადგილი უკავიათ და შეადგენენ ქანების მასივების გეომეტრიული მახასიათებლების ძირითად ნაწილებს. ამ მახასიათებლებს შორის, რაოდენობრივ აღწერებს უპირატესობა აქვთ ხარისხობრივ აღწერებზე, როგორც ეს მოცემულია ქვემოთ.

ა: ხარისხობრივი მახასიათებლები

ამ სფეროს შეიძლება მივაკუთვნოთ „გვერდითი ქანის“ აღწერა, ნაპრალების ანალიზის ნაწილი და „შემთხვევითი ნაპრალები“.

ბ: რაოდენობრივი მახასიათებლები

ყველა ეს მახასიათებელი უკავშირდება „წყვეტებს“ და სტრუქტურებს, რომლებიც მოცემულია ქვემოთ:

- ცალკეული დაფენილი სიბრტყეების და ნაპრალების მიმართება და დაქანება, მაგრამ სხვა წყვეტები, როგორიც არის რღვევა და ძვრის სიბრტყეები, არ არის გამორიცხული
- ნაპრალების ანალიზი: დაშორება, ორიენტაცია, განცალკევება

➤ ნაპრაღის დამაბულობა.

ქანის მასალის და ქანების მასივის მახასიათებლების აღწერისას, “BS5930:1999, ISRM: 2014 და ქანების კლასიფიკაციის გაერთიანებული სისტემა“ იყო გამოყენებული, გავრცელებული გეოლოგიური პირობების მიხედვით

3.2 გრუნტის წყლების პირობები

3.2.1 ჰიდროგეოლოგიური პარამეტრების პირობები

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 შეღწევადი ფენა, რომელსაც შეუძლია გაატაროს წყლის მნიშვნელოვანი რაოდენობა (მაგ. ქვიშა/ხრეშად დაქუცმაცებული ქანები).

Aquiclude/აკვიკლუდი: შეუღწევადი ფენა, რომელსაც არ შეუძლია წყლის მნიშვნელოვანი რაოდენობის გატარება (მაგ. ჭვრილმარცვლოვანი ლამიანი ქანები, კრისტალური უნაპრალო ქანები).

Aquitard/აკვიტარდი: ფენა, რომელიც ანელებს, მაგრამ ბოლომდე არ აჩერებს წყლის დინებას მიმდებარე წყალშემცველი ფენიდან ან ფენისკენ.

„სანსახილველი საგზაო გვირაბების გრუნტის წყლების მდგომარეობის ინტერპრეტაცია დაფუძნებული იქნება ამ ჰიდროგეოლოგიურ პარამეტრებზე.

3.3 ქანების მასივების კლასიფიკაციის სისტემები

3.3.1. ზოგადი მიმოხილვა

ქანების მასის კომპლექსურობა (ა) მათი ფორმირების ტიპის (ბ) შემდგომი ტექტონიკური აქტივობების; (გ) არსებული წყვეტების და (დ) მიწისქვეშა პირობების გამო „ქანების მასივის დახასიათებისადმი“ განსხვავებული მიდგომები იქმნება. ჯოგორც წინა თავებში იყო აღნიშნული, ქანების მასივის დახასიათების საკვანძო ტერმინები არის ქანების მასივების „ხარისხობრივი და რაოდენობრივი“ ასპექტები. ყველა ამ მოხსენებადან ნათლად ჩანს, რომ ქანების მასივი არ არის „შერეული აგებულების ლაბორატორიული პროდუქტი“ მისი ხშირად ცვალებადი საინჟინრო თვისებების გამო, რომლებიც ძირითადად იმართება ზემოთხსენებული გეოტექნიკური ასპექტების მიერ. ზმ გაგებით, გარდაუვალი იყო გარკვეული საშუალების შექმნა ქანების მასივის ემპირიული საინჟინრო მახასიათებლების წარმოსადგენად მიწისქვეშა გათხრებისას ნაპოვნი საინჟინრო სტრუქტურებისთვის.

დიდი ხანია, საერთაშორისო დონეზე მიწისქვეშა გათხრების ემპირიულ საყრდენ გეგმაში გამოიყენება ქანების ძირითადად ორი რაოდენობრივი კლასიფიკაცია, კერძოდ: ბზარიანი ქანების მასივის გეომექანიკური კლასიფიკაცია (RMR-Bieniawski, 1989) და ქანების მასივის საინჟინრო კლასიფიკაცია გვირაბის საყრდენი გეგმისთვის (RMQ)-N. Barton, R. Lien, and J. Lunde).

გვირაბის გათხრის ახალ ავსტრიულ მეთოდში (NATM) „ხარისხობრივი ასპექტები“ და ისეთი გავლენის მომხდენი ფაქტორების შეფასება, როგორიცაა პირველადი ძაბვები და კინემატიკა, უფრო მნიშვნელოვანი ხდება, ვიდრე „რაოდენობრივი ასპექტები“, შესაბამისად მშენებლობისას საჭიროებს „საზომი ხელსაწყოების უწყვეტ გამოყენებას“. ამ გაგებით NATM არ არის „ემპირიული საყრდენი გეგმის კლასიფიკაცია“, არამედ გვირაბის გათხრის „დააპროექტე, როგორც მართავ“ მეთოდი [12].

შეორე მხრივ, GSI კლასიფიკაციაში ქანების მასივის „წყვეტების სტრუქტურა და პირობები“ იძლევა გრაფიკულ გამოსახულებებს, რაც მოითხოვს ვიზუალურ გამოსახულებებს ქანების მასივის რიცხვობრივი კლასიფიკაციების საფუძველზე. ჭაგრამ GSI კლასიფიკაციის გადაწყვეტი გეოტექნიკური ასპექტი არის ის, რომ ის არასდროს ყოფილა გამიზნული, როგორც RMR და Q სისტემების ჩამნაცვლებელი, რადგან მას არ გააჩნია ქანების მასივის გაძლიერების ან საყრდენი გეგმის შესაძლებლობა. GSI გამოიყენება ჰოეკ-ბრაუნის მეთოდში მიწისქვეშა ან ზედაპირული გათხრების რიცხვობრივი ანალიზისთვის საჭირო

პარამეტრების შეფასებისთვის ქანებში. უამოყენებადი ხდებდა კლასიფიკაციის საბოლოო ვერსია [13].

ყველა გვირაბის ემპირიულ საყრდენ გეგმაში გამოყენებული უნდა იყოს RMR და Q კლასიფიკაციები, ხოლო GSI-ის გამოყენება ხდება ქანების მასის ძალის პარამეტრების მოპოვებისას, როცა საჭიროა. ზმგვარად, RMR და Q მოკლედ იქნება აღწერილი და RMR&Q-GSI კავშირი დაწვრილებით განიხილება. შუორე მხრივ, NATM მეთოდი გამოყენებული უნდა იყოს ინტენსიურად, როცა „დაპროექტების პერიოდის პროცედურა“ დეტალურად არის აღწერილი.

3.3.2. RMR კლასიფიკაციის სისტემა (ბიენიავსკი 1989)

RMR კლასიფიკაცია, როგორც ცნობილია, შემუშავებულია ძირითადად სამთო შტოლნებისთვის; შესაბამისად, რეკომენდაციები საყრდენთან დაკავშირებით შეზღუდულია მიწისქვეშა ექსკავაციისთვის 10 მ სიგანით. ლოეკ-ბრაუნის მეთოდის შემუშავებამდე, ეს კლასიფიკაცია გამოყენებული იყო ქანის სიმტკიცის პარამეტრების მისაღებად შეჭიდულობის (c) და ხახუნის შიდა კუთხის (Ø) თვალსაზრისით, რომლებიც მოცემულია შემდეგი კავშირის საშუალებით:

$$c = 5 \text{ RMR (kPa); } \phi = 0.5 \text{ RMR} + 5 (^{\circ})$$

შეფორმაციის მოდულისთვის E_d , შემდეგი მაგალითი არის კორელაცია RocLab-ის შედეგების მონაცემებთან:

$$E_d = 10^{(RMR-10)/40} \text{ (სერაფიმი და პერირა, 1983; RMR < 60)}$$

RMR კლასიფიკაციის სისტემა ასევე იძლევა საყრდენის გარეშე მდგრადი დგომის დროს, რაც ემპირიულად გვეხმარება ავწონოთ მაქსიმალურად გრძელი მალი ხელმისაწვდომ დროსთან ერთად საყრდენებისთვის. შაგრამ თავის დროზე, ამ სფეროს და სოციალური მოთხოვნების განვითარებასთან ერთად, RMR კლასიფიკაცია არ პასუხობდა მოთხოვნებს დიდი ზომის მალეების მქონე მიწისქვეშა ექსკავაციებისთვის.

3.3.3. Q-კლასიფიკაციის სისტემა (RMQ) – (ნ. ბარტონი, რ. ლიენი და ჯ. ლუნდი 1974)

Q-კლასიფიკაციის ყველაზე მიმზიდველი ასპექტი არის ის, რომ მას შეუძლია საყრდენის უზრუნველყოფა დიდი სიგრძის მალეების მქონე მიწისქვეშა ექსკავაციებისთვის. ღუმცა Q-კლასიფიკაცია ძლიერია საყრდენის რეკომენდაციების მოცემაში მანძილების დიდ

დიაპაზონში, ის სუსტია საყრდენის გარეშე მდგრადი დგომის დროის პროგნოზირებაში ექსკავაციისთვის, რომელსაც არ აქვს საყრდენი.

სოეკ-ბრაუნის მეთოდის შემუშავებამდე, ეს კლასიფიკაცია გამოყენებული იყო ქანის სიმტკიცის პარამეტრების მისაღებად შეჭიდულობის (c) და ხახუნის შიდა კუთხის (\emptyset) თვალსაზრისით, რომლებიც მოცემულია შემდეგი კავშირის საშუალებით:

$$c = \left(\frac{RQD}{J_n} \right) \times \left(\frac{UCS}{100} \right) \times \left(\frac{1}{SRF} \right)$$

$$\emptyset = \tan^{-1} \left(\frac{J_r}{J_a} \times J_w \right)$$

3.3.4. GSI კლასიფიკაციის სისტემა (ე. ჰოეკი, თ. გ. კარტერი, მ.ს. დიდრიში, 2013)

1980-იან წლებში, ჰოეკმა და ბრაუნმა გამოიყენეს RMR კლასიფიკაცია ქანის სიმტკიცის პარამეტრების მისაღებად. თუმცა, ამ პროცესში, მათ აღმოაჩინეს, რომ RMR კლასიფიკაცია არ ფარავს ქანის ყველა ტიპს, მაგალითად, ფენოვან ან დამრულ ქანებს და შესაბამისად, მათ შეიმუშავეს მათი საკუთარი გეოლოგიური სიმტკიცის ინდექსი (GSI) ქანების ნაპრალებიანი მასივისთვის. ეს ემპირიული კლასიფიკაციის სისტემა ეფუძნება წყვეტების სტრუქტურის და ზედაპირის პირობებს. კლასიფიკაციის ბოლო ვერსია მოცემულია გამოყენებისთვის (ჰოეკი, კარტერი, დიდერიხსი, 2013). GSI კლასიფიკაცია ეფუძნება ქანების მასივის სტრუქტურაზე ვიზუალურ ანაბეჭდს და იძლევა სისტემას ქანების მასივის სიმტკიცის შესუსტების შესაფასებლად სხვადასხვა გეოლოგიურ პირობებში.

სერიოზული გაუმჯობესება ამ კლასიფიკაციაში უკავშირდება დარღვევის კოეფიციენტს (D), პრევენციის ღონისძიებას აფეთქების წინააღმდეგ. ქანების ემპირიული კლასიფიკაციის სისტემების მიმოხილვა აჩვენებს, რომ აფეთქების მნიშვნელობა მხოლოდ არც ისე დიდი ხნის წინ იქნა აღიარებული; ამგვარად, ეს საკითხი მოითხოვს რამდენიმე სიტყვას ქანის დარღვევის შესახებ, რაც პირდაპირ ზემოქმედებს ქანების მასივის დეფორმაციის მოდულზე. პირველ რიგში, მყისიერი უზარმაზარი ენერგია, რომელიც არის აფეთქებაში, ძალიან დამანგრეველია, თუ არ იქნა გაკონტროლებული „ფრთხილი აფეთქების“ საშუალებით, რომელსაც ეწოდება „მდორე აფეთქება“ გვირაბების გაყვანის საქმეში. დაყოვნებული მოქმედების დეტონატორების საკმარისი რაოდენობის გამოყენების და აფეთქების საჭირო თანმიმდევრობის გარეშე - როგორც ეს ხდება ჩვეულებრივი აფეთქების დროს - დამანგრეველი ზემოქმედება ქანების მასივზე იმდენად დიდია, რომ პირველი

კლასის (TYPE-I) საყრდენი შეიძლება გადაიქცეს მესამე კლასის (TYPE-III) ან კიდევ უფრო დაბალი დონის საყრდენად.

გარდა აფეთქების გვერდითი მოვლენების გათვალისწინებისა, GSI კლასიფიკაციას პრიორიტეტი აქვს RMR და Q კლასიფიკაციებზე შემდეგთან დაკავშირებით:

- ის აგებულია მუდმივად განვითარებად RMR და Q კლასიფიკაციებზე, ამგვარად, აუმჯობესებს თავის თავს, რომ ჰქონდეს პრიორიტეტი ორ სხვა კლასიფიკაციის სისტემაზე;
- კლასიფიკაციის სისტემა ჩართულია RocLab პროგრამაში, რაც იძლევა ქანის სიმტკიცის პარამეტრებზე მიყენებული დატვირთვების ვიზუალური დანახვის შესაძლებლობას.

3.3.5. ზორელაცია RMR და Q მნიშვნელობებს შორის

ჰოეკის და ბრაუნის მიხედვით (1997), ქანების კომპეტენტური მასივებისთვის $GSI > 25$, $RMR > 23$), GSI-ის მნიშვნელობა შეიძლება შეფასდეს RMR მნიშვნელობიდან, როგორც

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

ამ კორელაციაში, RMR_{89} არის საბაზისო RMR მნიშვნელობა (ბენიავსკის 1989 წ. ვერსია), რომელსაც გრუნტის წყლების რეიტინგი დაყენებული აქვს 15-ზე (მშრალი) და კორექტირება ნაპრაღის ორიენტაციაზე დაყენებულია 0-ზე (ძალიან ხელსაყრელი). ქანების მასივის ძალიან ცუდი ხარისხისთვის ($RMR < 25$), კორელაცია GSI-თან უკვე აღარ არის საიმედო, ამიტომ RMR კლასიფიკაცია არ უნდა იყოს გამოყენებული GSI მნიშვნელობების შესაფასებლად ამგვარი ქანების მასივებისთვის (ჰოეკი და ბრაუნი, 1997) [13].

ცუდი ხარისხის ქანების მასივებისთვის, GSI შეიძლება შეფასდეს Q მნიშვნელობებიდან (ბარტონი და სხვ. 1974), შემდეგი ტოლობის გამოყენებით: სადაც

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

Q' = გვირაბის გაყვანის ხარისხის მოდიფიცირებული ინდექსი

$$Q' = \left(\frac{RQD}{J_n} \right) \times \left(\frac{J_r}{J_a} \right) \quad [14].$$

3.4.6. NATM კლასიფიკაცია და პროცედურა პროექტირების დროს

საბაზისო პროცედურის შეჯამება პირდაპირ ციტირებულია მითითებული დოკუმენტიდან [12], რომელიც შედგება 5 ზოგადი ნაბიჯისგან, რომ შემუშავებული იყოს ქვემოთ მოცემული გეოტექნიკური პროექტი.

ნაბიჯი 1 - ქანების მასივის ტიპის (RMT) განსაზღვრა

პირველი ნაბიჯი იწყება ძირითადი გეოლოგიური არქიტექტურის აღწერით და გრუნტის თითოეული ტიპის შესაბამისი საკვანძო პარამეტრების გეოტექნიკური განსაზღვრით გრძელდება. საკვანძო პარამეტრები და განაწილებები განისაზღვრება „არსებული ინფორმაციიდან და/ან პროექტირებითა და გეოლოგიური განხილვით შეფასდება“. მნიშვნელობები მუდამ განახლდება ინფორმაციის შესაბამისად. ქანების ტიპი მათი საკვანძო პარამეტრების შესაბამისად განისაზღვრება. ქანის ტიპების რაოდენობა დამოკიდებულია საპროექტო გეოლოგიურ პირობებზე და პროექტირების სტადიაზე. ფიზიკური და ჰიდრავლიკური პარამეტრები თითოეული ქანის ტიპისთვის დგინდება [12].

ნაბიჯი 2 - ქანების მასივის ქცევის ტიპების განსაზღვრა (BT):

მეორე ნაბიჯი ქანების პოტენციური ქცევის ტიპის შეფასებას მოიცავს. ამისათვის განიხილება თითოეული ქანის ტიპი და ადგილობრივი გავლენის ფაქტორები, მათ შორის, ექსკავაციის მიმართებაში წყვეტების ორიენტაცია, გრუნტის წყლების პირობები, დაჭიმულობა და ა.შ. (ფედერი, 1978; ჰოეკი, 1999). ამ პროცესის შედეგია საპროექტო ქცევის ტიპების დადგენა. ქანის ქცევა მთელი განივი კვეთისთვის ფასდება; არ განიხილება მოდიფიკაციები, მათ შორის, ექსკავაციის მეთოდი, მიმდევრობა და საყრდენი ან სხვა დამატებითი ზომები. 11 ზოგადი კატეგორია მოცემულია 1-ელ ცხრილში. ერთ-ერთ ზოგად კატეგორიაში ერთზე მეტი ქცევის ტიპის დადგენა ქვეტიპების შემოღებას გულისხმობს [12].

ნაბიჯი 3 - ექსკავაციისა და საყრდენის განსაზღვრა

საპროექტო ქცევის ტიპების საფუძველზე ფასდება ექსკავაციისა და საყრდენების ზომები და განისაზღვრება შესაბამისი მეთოდები. სისტემის ქცევა (სც) არის ქანის ქცევისა და ექსკავაციისა და საყრდენების სქემის ურთიერთქმედების შედეგი. სისტემის შეფასებული ქცევა დადგენილ მოთხოვნებს უნდა შევადაროთ. თუ სისტემის ქცევა მოთხოვნებს არ შეესაბამება, ექსკავაციისა და საყრდენების სქემა უნდა ვცვალოთ, სანამ შესაბამისობას არ მივაღწევთ [12].

ნაბიჯი 4 - გეოტექნიკური მოხსენება - საბაზისო სამშენებლო გეგმა

1 – 3 ნაბიჯებიდან გამომდინარე ორიენტაცია იყოფა „ჰომოგენურ“ ნაწილებად, რომლებშიც ექსკავაციისა და საყრდენების ერთნაირი მოთხოვნები ვრცელდება. საბაზისო სამშენებლო გეგმა უთითებს თითოეული რეგიონის ექსკავაციისა და საყრდენების მეთოდს და ადგილზე შესაძლო ცვლილებების ზღვრებსა და კრიტერიუმებს აჩვენებს. გეგმა გეოტექნიკურ პროექტს აჯამებს. ის უნდა შეიცავდეს ინფორმაციას გეოლოგიურ პირობებზე, შესაბამის გეოტექნიკურ თვისებებზე, შეზღუდვებზე (მაგ., გარშემო დასახლებები, აფეთქებით გამოწვეული ვიბრაციები და სხვ.), ასევე, გაფრთხილების კრიტერიუმებსა და მაკორექტირებელ ზომებს.

ნაბიჯი 5 - ექსკავაციის კლასების განსაზღვრა

პროექტირების პროცესის ბოლო ეტაპზე, გეოტექნიკური პროექტი უნდა გარდაიქმნას ხარჯთაღრიცხვად და განხორციელების დროის შეფასებად სატენდერო პროცესისთვის. ექსკავაციის კლასები განისაზღვრება ექსკავაციის და საყრდენის ღონისძიებების შეფასების საფუძველზე.

ამ კონკრეტული ანგარიშის შესაბამის ეტაპზე, NATM-ის ძლიერი მხარეები გამოყენებული იქნება ქანების მასივის ქცევის ტიპების გამოკვლევით სურათზე 4 (სქემა 1 ამოღებულია მითითებული დოკუმენტიდან [12]), გვირაბის განლაგებასთან ერთად

ცხრ. 1 ქანის ქცევის ტიპების ზოგადი კატეგორიები

ქცევი ტიპი
1 - სტაბილური
2 - წყვეტით კონტროლირებადი ბლოკების ჩამოშლა
3 - მცირე ძაბვით გამოწვეული ჩამოშლა
4 - ღრმა ძაბვით გამოწვეული ჩამოშლა
5 - ქანის გახეთქვა
6 - ღუნვით ჩამოშლა
7 - გრძივი ჩამოშლა
8 - გასუფთავება
9 - გასწორება
10 - შეშუპება
11 - ხშირად ცვალებადი ქცევა

სურათი 4: [ამოღებული მითითებული დოკუმენტიდან [12]]

3.4 გვირაბის საყრდენის ტიპების ემპირიული დაპროექტება

3.4.1 შესაყვანი მონაცემების მიწოდება

ყველა შრომატევადი სამუშაო კონცეპტუალური მოდელის დასადგენად, გეოდინამიკური ევოლუციიდან საინჟინრო გეოლოგიამდე და ჰიდროგეოლოგიამდე, მიმართულია საყრდენის ემპირიული ტიპების გააზრებული პროგნოზირებისკენ T-2 გვირაბის თითოეული კონკრეტული მონაკვეთისთვის, ქანების მასივის ემპირიული კლასიფიკაციის სისტემის საშუალებით. ამ კონტექსტში, ძირითადად გამოყენებულია ოთხივე ემპირიული მოდელის, კერძოდ: Q, RMR, GSI და NATM-ის ძლიერი ასპექტები და შესაბამისად, შემდეგი გეოტექნიკური პროცედურები იქნა გამოყენებული შესაყვანი მონაცემების მიწოდებისთვის.

- „საყრდენის ემპირიული ტიპების“ ინტერვალები ეფუძნება RMR და Q კლასიფიკაციის სისტემების კომბინაციას, ძირითადად იმიტომ, რომ RMR-ის გამოყენება ადვილია სავსე პირობებში, ხოლო Q კლასიფიკაცია იძლევა საყრდენის შესახებ ემპირიულ რეკომენდაციებს გვირაბის მალეების ფართო დიაპაზონისთვის.
- GSI ცხრილის საბოლოო ვერსია არის გამოყენებული თითოეული კონკრეტული საყრდენის ტიპის საშუალო ინტერვალისთვის (სურ. 5).
- NATM გამოყენებულია ქანების მასივის ტიპის და ქანების მასივის ქცევის ტიპებისთვის, რომ შეფასდეს სტაბილურობის პირობები მშენებლობის ეტაპზე.
- GSI ცხრილის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი, მაგრამ, როგორც წესი, შეუმჩნეველი ასპექტი არის ის, რომ ის ასევე მოიცავს ქანის მასალის „დაუზიანებელი ქანის სიმტკიცეს“, „წყვეტების რაოდენობრივი აღწერის შეთავაზებული მეთოდების“ არაპირდაპირ მტკიცებულებასთან ერთად, სადაც გამოფიტვა წარმოადგენს წყვეტებს „ქანის მასალის“ გამოფიტვასთან დაკავშირებით. GSI ცხრილში ეს ასპექტი განსაზღვრულია ქანის მასალის „ზედაპირულ პირობებში“, რომელიც ჩვენ გამოვიყენეთ ქანის მასალის „ადგილზე ქანის სიმტკიცის“ განსაზღვრისთვის. გარდა ამისა, ქანის მასალის (დაუზიანებელი ქანის) სიმტკიცის ზღვარი ერთდერძა კუმშვაზე ცალკე იყო დადგენილი ადგილზე, ქანების კლასიფიკაციის ერთიანი სისტემის პროცედურების გამოყენებით მსგავსი ქანების გაშიშვლებაზე, არსებულ გზაზე და შემდეგ ამ მნიშვნელობის პროექტირებით გვირაბის დონეზე, ემპირიული გამოცდილების საფუძველზე.

- გარდაქმნა Q , GSI და RMR კლასიფიკაციებს შორის მოწოდებულია შემდეგი ფორმულების საშუალებით:

$$(ა) RMR_{89} = GSI + 5$$

$$(ბ) RMR_{89} = 9 \ln (Q') + 44 \text{ რაც გარდაქმნით გვაძლევს}$$

$$(გ) Q' = e^{(RMR-44)/9}$$

- გეოტექნიკური სამუშაოების გამაგრების ემპირიული ტიპების ინტერვალების განსაზღვრისას ყველა გათვლა ეფუძნება ვარაუდს, რომ ღია და მიწისქვეშა გათხრები ხორციელდება „კონტურული ბურღვის და რბილი აფეთქების“ ტექნოლოგიების გამოყენებით; შესაბამისად, RocLab პროგრამაში ქანის მასივის დაშლის კოეფიციენტი $D=0.2$ -ია გამოყენებული.

3.4.2 გვირაბის საყრდენის ემპირიული ტიპების ზოგადი განხილვა

შემდეგი მიმდევრობა იქნება დაცული გვირაბის საყრდენის ტიპების ემპირიული პროექტირების დროს, NATM, RMR , GSI და Q -ის საფუძველზე, რაც მოსალოდნელია შეგვხვდეს მიმდევარი გვირაბის ყველა კონკრეტული მონაკვეთის გასწვრივ:

- ქანების მასივის ტიპები (RMT) [$NATM$]
- ქანების მასივის ქცევის ტიპები (BT) [$NATM$]
- საყრდენის ტიპის პარამეტრების განსაზღვრა [RMR , GSI , Q]
- RocLab-ში გატარება მხოლოდ GSI მნიშვნელობებით და ქანის მასივის და მასალის შესაბამისი პარამეტრებით

კიდევ ერთხელ უნდა აღინიშნოს, რომ გვირაბის მარშრუტის გეოტექნიკური მონაცემების შეგროვების პროცესი მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

- პირველ რიგში, T-4 გვირაბის გეოტექნიკური სამუშაოების ყველა ასპექტი დაფუძნებულია საპროექტო არეალის კონცეპტუალურ გეოტექტონიკურ სამუშაო მოდელზე, რომელიც შექმნილია გლობალურ და რეგიონულ გეოდინამიკასთან დაკავშირებით.
- მონაცემები თითოეული კონკრეტული ქანის ხარისხთან დაკავშირებით ძირითადად ეფუძნება ზედაპირზე დაკვირვებებს, რომლებიც შესრულებულია არსებულ ქუთაისი-ალპანას გზაზე და გზაზე, რომელიც მიდის უფრო მაღლა განლაგებული სოფლებისკენ. ტყის საფარი ფარავს ტუფოგენური ქვიშაქვის ($J2b2-5$)

და ანდეზიტური პორფირიტის (J2b2-6) ქანების გამიშვლებებს; ამგვარად, გეოლოგიური ჭრილები წარმოადგენს ორი ფორმაციის მონაცვლეობას.

ყველა გეოტექნიკური შეფასება გაკეთებულია იმის საფუძველზე, რომ ა) გამოყენებული იქნება „მდორე აფეთქების“ ტექნიკა პერიფერიულ შურვებში, მაშინ როცა ბ) ვიბრაციის სიჩქარე კონტროლის ქვეშ იქნება ერთმანეთის მიმდევრობით მოწყობილი „დაყოვნებული მოქმედების“ დეტონატორების საკმარისი რაოდენობის საშუალებით საწარმოო შურვებში.

3.4.3 ჭანების მასივის კლასიფიკაციები და საყრდენის შეთავაზებული ემპირიული ტიპები

გვირაბების ინჟინერიაში, პორტალების მონაკვეთები ითვლება პროექტის ყველაზე კრიტიკულად მნიშვნელოვან ნაწილად. ეს ძირითადად არის გეოტექნიკური მიზეზების გამო, რადგან გვირაბის ორივე პორტალი წარმოადგენს გვირაბის ყველაზე სუსტ ნაწილს გამოფიტვის და სხვა ატმოსფერული აგენტების უარყოფითი მოქმედების გამო. ამგვარად, გვირაბის პორტალის მონაკვეთი მოითხოვს დიდ სიფრთხილეს როგორც პორტალისთვის დიაგრუნტის ამოღების მომზადების, ასევე მიწისქვეშა ნაწილის თვალსაზრისით.

ა) პორტალისთვის სათავისის მომზადება

პორტალის სათავისის გეოტექნიკური პროექტი და აშენება ემყარება ემპირიულ გამოცდილებას უსაფრთხოების მოსაზრებების გამო, პროექტის ეკონომიკური საზღვრების ფარგლებში. ზოგადად, პორტალის სათავისის დაქანება აღებულია 1:5 (H.V), როგორც ქანის პირობები იძლევა მშენებლობის საშუალებას. ქანების მხრივ ცუდი პირობებში დაქანება უნდა იყოს მინიმუმ 1:3 (H.V) ჩვეულებრივი სამშენებლო მოსაზრებების გამო. სხვა შემთხვევაში, დაპროექტების სპეციალური ალტერნატივები, მათ შორის ბეტონის სტრუქტურები, იქნება არსებითი, რაც არ არის მიზანშეწონილი მოკლე გვირაბებისთვის. ამ კონკრეტულ პროექტში, სათავისის დაქანება აღებულია 1:5 (H.V), საყრდენის შემდეგი ღონისძიებების გამოყენებით:

- ჩაცემენტებული, $\varnothing=26$, დაუძაბავი სისტემური დამაგრება ჭანჭიკებით $L=6.0$ და $s=1.5 \times 1.5$ მ
- ტორკრეტ-ბეტონის ორი ფენა (7.5მ+5.0მ) ფოლადის ბადით ან არმირებული ფოლადის ბოჭკოებით 54 მმ
- თუ საჭიროა, შეიძლება აშენდეს საყრდენი კედლებიც

- გამოყენებული უნდა იყოს აფეთქების ფრთხილი ტექნიკა, სადაც საჭიროა ღია გრუნტის ექსკავაცია

ბ) მიწისქვეშა ექსკავაცია საყრდენის ემპირიული დაპროექტებისთვის

ბ1) პორტალის მონაკვეთები

ზემოთ ნახსენები გეოტექნიკური და ტოპოგრაფიული მოსაზრებები გამოიხატება ასე:

$$RMR_p = 9 \ln (Q' \div 2) + 44$$

გვირაბების პორტალური ნაწილების ფორმულის საფუძველზე:

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

ამ თვალსაზრისით, გვირაბის ზემოთ გადატვირთვის სისქის ზოგადი ტენდენცია მოითხოვს სამჯერ მეტ სიდიდეს, ვიდრე გვირაბის სიმაღლეა ან კიდევ უფრო მეტს, ქანის მდგომარეობიდან გამომდინარე. ამ კონტექსტში, დაახლოებით 60 მ სიგრძის T-4 გვირაბის საყრდენის პროექტის ემპირიული კვლევა მოითხოვს პორტალის მონაკვეთებისთვის ტიპი V (TYPE-V) საყრდენის ღონისძიებების მინიჭებას უსაფრთხოების მოსაზრებებით, რასაც მოსდევს ტიპი IV (TYPE-IV) საყრდენის ტიპი. ყოველი შემთხვევისთვის, ტიპი III საყრდენის ტიპი ასევე შეიძლება დაემატოს იმ შემთხვევისთვის, თუ ქანების მდგომარეობა უკეთესი აღმოჩნდება, ვიდრე სავსე კვლევები აჩვენებს.

ქანის კლასიფიკაციის სისტემებიდან მხოლოდ “Q/-კლასიფიკაცია” განიხილავს გეოტექნიკურ ხარვეზებს და უსაფრთხოების ზომებს ზემოთ მოცემული ფორმულით; ამგვარად, ქანის მასივების კლასიფიკაცია დაფუძნებული იქნება მოდიფიცირებულ

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

. ფორმულაზე. შესაბამისად, პორტალს შემდეგი პარამეტრები განესაზღვრა:

$$RQD = 40 \sim 60 (\%) \text{ (ქვედა და ზედა ზღვრები)}$$

$$2 \times J_n = 2 \times 9 = 18$$

$$J_r = 1.0$$

$$J_a = 3.0 \sim 2.0 \text{ (ქვედა და ზედა ზღვრები)}$$

როდესაც ეს მნიშვნელობები ჩაისმება მოდიფიცირებულ

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

, ში, შედეგად მიიღება: $Q' = -0.74 - 1.39$. როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, პორტალის სექციის შემთხვევაში Q' -ის RMR გარდაქმნა შემდეგია:

$RMR_{89} = 9 \ln (Q' \div 2) + 44$, მიუხედავად იმისა, რომ ბინიავსკის ეს $RMR_{89} = 42 - 48$. სურათზე 6, ეს Q მნიშვნელობები რჩება ძალიან ცუდი ხარისხის ქანის ზედა ზღვარის ზედა დიაპაზონში და ცუდი ხარისხის ქანის ქვედა ზღვართან. მოდიფიცირებული Q /მნიშვნელობების ჩასმით ფორმულაში $RMR_{89} = 9 \ln (Q' \div 2) + 44$, მიუხედავად იმისა, რომ ბინიავსკის ეს $RMR_{89} = 35 - 41$.

ეს RMR მნიშვნელობები ხვდება საყრდენის განზოგადოებული ტიპის ზღვრებში, რომელთა საყრდენი ღონისძიებები წარმოდგენილი იქნება თავის დროზე ამ ანგარიშში.

ტიპი-V: $30 < GSI \leq 40 \rightarrow 35 < RMR_{89} \leq 45$ ($0.40 \leq Q < 1.00$) [ამოსაღები ზედაპირის სრულ ფართობზე ექსკავაცია და/ან საფეხურებიანი ექსკავაცია ზედა შტოლნის საშუალებით]

A: ქანების მასივის ტიპები:

- ანდეზიტური პორფირიტის და ტუფოგენური ქვიშაქვის მონაცვლეობა
- შედარებით სუსტი ქანი არის ტუფოგენური ქვიშაქვა (J2b2-5) საშუალო მანძილით დაშორებული შენაწევრების სიბრტყეებით
- საშუალოდ გამოფიტული; საშუალოდ ძლიერი (25-50 მპა)

B: ქანების მასივის ქცევის ტიპები:

- ძვრის ჩამოშლა დაბალი შემკუმშავი ძაბვის პირობებში

C: გრუნტის წყლების პირობები:

- შენაწევრების სიბრტყეებში მნიშვნელოვანი შემოდინება და ალაგ-ალაგ გამორეცხვა
- მნიშვნელოვანი წნევა შენაწევრების ადგილებში
- საჭიროა მუდმივი დრენაჟის ღონისძიებები

D: შესაყვანი მონაცემები (RocLab-თვის):

- გამოყენებული იქნება $30 < GSI \leq 40$ -ის საშუალო
- გამოყენებული იქნება ერთდერძა შეკუმშვაზე სიმტკიცის ზღვარი ($U_{cs}=25-50$ მპა)

ბ2) გვირაბის მონაკვეთები

გვირაბის მონაკვეთების საყრდენების ემპირიული დაპროექტება ჩვეულებრივ იწყება პორტალის საყრდენის კლასის განსაზღვრიდან (ტიპი V), რასაც მიჰყვება რუკაზე დატანებადი გონივრული მანძილის განსაზღვრა, რომელიც აღებულია 30 მ-ის ტოლად ამ კონკრეტულ შემთხვევაში (ტიპი IV). შემდეგ საყრდენის შემდეგი ტიპები უნდა მიჰყვნენ თავის წინათ სტრუქტურირებულ განზოგადოებულ შინაარსს. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, გარდა ადგილის დამახასიათებელი გეოტექნიკური ინფორმაციისა, დანარჩენი ნაწილი უბრალოდ კოპირების საკითხია.

ტიპი-IV: $40 < GSI \leq 50 \rightarrow 45 < RMR_{89} \leq 55 \rightarrow (1.12 \leq Q < 3.40)$ [ამოსაღები ზედაპირის სრულ ფართობზე ექსკავაცია და/ან საფეხურებიანი ექსკავაცია ზედა შტოლნის საშუალებით]

A: ქანების მასივების ტიპები

- ანდეზიტური პორფირიტი (J2b2-6) ფართოდ დამორებული ან მასიური შენაწევრების სიბრტყეებით
- ტუფოგენური ქვიშაქვა (J2b2-5), საშუალო დამორებით განლაგებული კარგად განვითარებული დაფენების სიბრტყეებით, პორფირიტების მონაცვლეობით
- მცირედ ან ზომიერად გამოფიტული, ზომიერად ძლიერი (25-50 მპა)

B: ქანების მასივის ქცევის ტიპები

- ძვრის ჩამოშლა დაბალი შემკუმშავი ძაბვის პირობებში

C: გრუნტის წყლების პირობები

- მნიშვნელოვანი წნევა შენაწევრების ადგილებში
- საჭიროა ადგილობრივი დრენაჟის ღონისძიებები

D: შესაყვანი მონაცემები (For RocLab)

- გამოყენებული იქნება $40 < GSI \leq 50$ -ის საშუალო
- გამოყენებული იქნება ერთდერძა შეკუმშვაზე სიმტკიცის ზღვარი ($U_{cs}=25-50$ მპა)

ტიპი-III: $50 < GSI \leq 60 \rightarrow 55 < RMR_{89} \leq 65$ ($4.00 \leq Q < 10.00$) [ამოსაღები ზედაპირის სრულ ფართობზე ექსკავაცია]

A: ქანების მასივების ტიპები

- ანდეზიტური პორფირიტი (J2b2-6) ფართოდ დამორებული ან მასიური შენაწევრების სიბრტყეებით

- ტუფოგენური ქვიშაქვა (J2b2-5), საშუალო დამორებით განლაგებული კარგად განვითარებული დაფენების სიბრტყეებით, პორფირიტების მონაცვლეობით
- ხელუხლებელი ან ნაკლებად გამოფიტული, ძლიერი (50-100 მპა)

B: ქანების მასივის ქცევის ტიპები (ყველა ტიპის ქანების მასივისთვის)

- წყვეტით შემოფარგლული ბლოკის ჩამოშლა ადგილობრივი რღვევის და ძვრის გამო

C: გრუნტის წყლების პირობები

- წყლის ადგილობრივი გაჟონვა შენაწევრების სიბრტყეებიდან
- შეიძლება საჭირო იყოს ადგილობრივი დრენაჟის ღონისძიებები

D: შესაყვანი მონაცემები (For RocLab)

- გამოყენებული იქნება $50 < GSI \leq 60$ -ის საშუალო
- გამოყენებული იქნება ერთდერძა შეკუმშვაზე სიმტკიცის ქვედა ზღვარი ($U_{cs}=50-100$ მპა)

<p>ბლოკური გაერთიანებული ქანების გეოლოგიური გამაგრება</p> <p>ამ ცხრილში, ქანის სტრუქტურისა და ზედაპირის აღწერიდან, შესაბამისი სვეტი/რიგი აირჩიეთ. კონტურებიდან GSI-ს საშუალო მნიშვნელობა შეაფასეთ, დიდი სიზუსტე აუცილებელი არ არის. 36-42 დიაპაზონი უფრო რეალურია, ვიდრე მტკიცება, რ?ომ GSI = 38. ასევე? ე, მნიშვნელოვანია გვესმოდეს, რ?ომ ჰოიკ-ბრაუნის კრიტერიუმში მხოლოდ იმ ქანების მასებს უნდა მი?ესადაგოს, სადაც ცალკეული ბლოკების ან ნაწილების ზომა მცირეა?, ვიდრე ექსკავაციის ზომა. როდესაც ცალკეული ბლოკის ზომა ექსკავაციის ზომაზე დაახლ. ერთი მეოთხედით მეტია, ჩამოშლა სტრუქტურულად კონტროლირებადი იქნება და ჰოიკ-ბრაუნის კრიტერიუმში არ გამოიყენება.</p> <p>სტრუქტურა</p> <p>დაუზიანებელი ან მასიური დაუზიანებელი ქანის ნიმუში ან მასიური ადგილზე არსებული ქანი, რამოდენიმე შორიმორ განლაგებული წყვეტით</p> <p>ბლოკური - კარგად შეჭიდული დაუშლელი ქანის მასა, რომელიც შედგება სამი გადამკვეთი წყვეტით ფორმირებული კუბური ბლოკებისგან</p> <p>ძალიან ბლოკური - შეჭიდული, ნაწილობრივ დარღვეული მრავალწახნაგოვანი მასივი, რომელიც შედგება ოთხი ან მეტი წყვეტილობათა ჯგუფისგან</p> <p>ბლოკური, დარღვეული/ნაპრალოვანი - დანაოჭებული კუთხოვანი ბლოკებით, რომლებიც მრავალი ურთიერთმკვეთი წყვეტილობათა ერთობლიობით არის ფორმირებული</p> <p>გამოფიტული - სუსტად შეჭიდული, უკიდურესად დაშლილი ქანის მასა კუთხოვანი და მომრგვალებული ქანის ფრაგმენტების ნარევით</p> <p>ჩამოშლილი/ლამინირებული - ჩაკეილი და ტექტონურად ჩამოჭრილი. მცირე ბლოკურობა ფიქალურობის გამო, რომელიც სხვა წყვეტებზე ჭარბობს</p>	<p>ზედაპირის მდგომარეობა</p> <p>ძალიან მდგომარე ძალიან უსწორმასწორო, საღი გამოფიტული ზედაპირი</p> <p>მდგრადი უსწორმასწორო, ოდნავ გამოფიტული, დაჟანგული ზედაპირი</p> <p>საშუალო გლუვი, საშუალოდ გამოფიტული და შედარებით ზედაპირი</p> <p>არამდგრადი სხლეტის სარკვეზიანი, ძალიან გამოფიტული ზედაპირებით, მცირე გარსით ან კუთხოვანი ფრაგმენტების შემცველი</p> <p>ძალიან არამდგრადი სხლეტის სარკვეზიანი, ძალიან გამოფიტული ზედაპირები რბილი თიხის გარსით ან შეხვედრით</p>
<p>ქანების ურთიერთმკვეთობის ფრაგმენტების</p> <p>დაუზიანებელი ან მასიური</p> <p>ბლოკური - კარგად შეჭიდული</p> <p>ძალიან ბლოკური - შეჭიდული, ნაწილობრივ დარღვეული</p> <p>ბლოკური, დარღვეული/ნაპრალოვანი - დანაოჭებული კუთხოვანი ბლოკებით, რომლებიც მრავალი ურთიერთმკვეთი წყვეტილობათა ერთობლიობით არის ფორმირებული</p> <p>გამოფიტული - სუსტად შეჭიდული, უკიდურესად დაშლილი ქანის მასა კუთხოვანი და მომრგვალებული ქანის ფრაგმენტების ნარევით</p> <p>ჩამოშლილი/ლამინირებული - ჩაკეილი და ტექტონურად ჩამოჭრილი. მცირე ბლოკურობა ფიქალურობის გამო, რომელიც სხვა წყვეტებზე ჭარბობს</p>	<p>ზედაპირის ხარისხის გაურესება</p>  <p>N/A N/A</p> <p>N/A N/A</p> <p>10</p>

ლეგენდა

ტიპი I: პორფირიტი და მასიური ტუფური ქვიშაქვა

ტიპი II: პორფირიტი, ტუფური ქვიშაქვა, ტუფური ალევრიტი + ბრეშია და მასიური ტუფური ქვიშაქვა

ტიპი III: პორფირიტი, ტუფური ქვიშაქვა, ტუფური ქვიშაქვა + ბრეშია, ტუფური ალევრიტი + ბრეშია, მასიური ტუფური ქვიშაქვა და ტუფური ალევრიტი + ფიქალი

ტიპი IV: პორფირიტი, ტუფური ქვიშაქვა, ტუფური ქვისქვა + ბრეშია, ტუფური ალევრიტი + ბრეშია, მასიური ტუფური ქვიშაქვა და ტუფური ალევრიტი + ფიქალი

ტიპი V: პორფირიტი, ტუფური ქვიშაქვა, ტუფური ალევრიტი + ბრეშია, მასიური ტუფური ქვიშაქვა და ტუფური ალევრიტი + ფიქალი

ტიპი VI: არ გამოიყენება გაერთიანებული ქანის მასებისთვის (ახასიათებს შემუშავებულ და მოძრავ მიწას/გრუნტს)

სურათი 5: შუა იურული პერიოდის ქანების განზოგადებული GSI კლასიფიკაცია

3.4.4 ჯირახის საყრდენის ემპირიულად დაპროექტებული ელემენტები

ქვემოთ მოცემულია საყრდენის ტიპების ელემენტები, რომლებიც მოსალოდნელია შეგვხვდეს T-4 გზის გვირაბის გასწვრივ, გვირაბის პროექტის არსებითი ელემენტი, როგორც ტექნიკური, ასევე ეკონომიკური თვალსაზრისით. ამ საყრდენი ელემენტების დეტალები ნაჩვენებია APP-2-ზე, მაშინ როცა RocLab-ის შედეგები ნაჩვენებია APP-3-ზე.

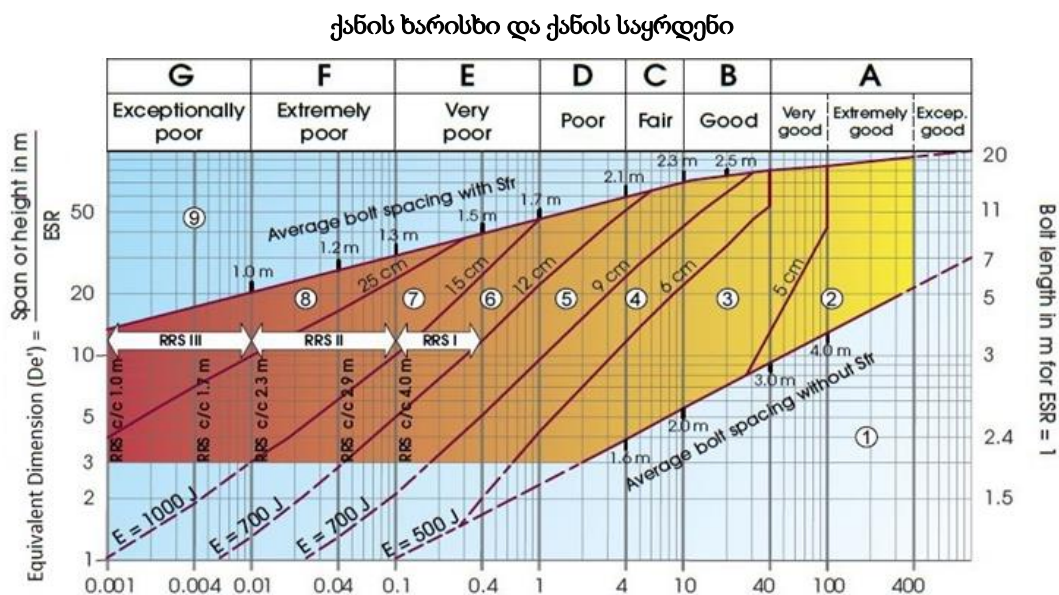
ტიპი-III: $50 \leq \text{GSI} < 60 \rightarrow 55 \leq \text{RMR} < 65 \rightarrow$ [ამოსაღები ზედაპირის სრულ ფართობზე ექსკავაცია)

ჭერი: (დრენაჟის ხვრელები: $\varnothing=60$ მმ #3 L=2@3 თუ საჭიროა)

- ტორკრეტ-ბეტონის ორი ფენა 5.0+5.0 სმ ფოლადის ბადით (1xQ131) ან ფოლადის ბოჭკოებით
- s=1.5x1.5 მ (a), L=4.0 მ, $\varnothing=26$, ჩაცემენტებული, დაუძაბავი სისტემური დამაგრება ჭანჭიკებით

კედელი:

- ტორკრეტ-ბეტონის ორი ფენა (5.0+2.5 სმ) ფოლადის ბადით (1xQ131) or ან ფოლადის ბოჭკოებით
- s=2.0x2.0 მ, L=4.0 მ, $\varnothing=26$, grouted, დაუძაბავი სისტემური დამაგრება ჭანჭიკებით.



$$\text{ქანის ხარისხი } Q = \left(\frac{RQD}{J_n} \right) \times \left(\frac{J_r}{J_a} \right) \times \left(\frac{J_w}{SRF} \right)$$

სურათი 6: ექვივალენტური ზომა და ქანის ხარისხი და შესაბამის საყრდენის ელემენტები

ტიპი-IV: $30 \leq GSI < 40 \rightarrow 35 \leq RMR < 45 \rightarrow$ (ამოსაღები ზედაპირის სრულ ფართობზე ექსკავაცია და/ან საფეხურებიანი ექსკავაცია ზედა შტოლნის საშუალებით)

ჭერი + კედელი: (დრენაჟის ხვრელები ჭერში: $\varnothing=60\text{mm}$ #3 L=2@3 თუ საჭიროა)

- ტორკრეტ-ბეტონის სამი ფენა (7.5+7.5+5.0cm) ფოლადის ბადის 2 ფენით (2xQ189) ან ფოლადის ბოჭკოებით
- s=1.0x1.5 მ (a) (a=წინსწრების მანძილი) L=4.0m; $\varnothing=26$, ჩაცემენტებული, დაუძაბავი სისტემური დამაგრება ჭანჭიკებით.
- s=1.5m, INP=100 ფოლადის რკალი ან ცხურა წამწე P115-30-36 (თუ საჭიროა)
- ტორკრეტ-ბეტონის მიფრქვევა 50 მ-ით სათავისის შიგნით.

ტიპი-V: $40 \leq GSI < 50 \rightarrow 35 \leq RMR < 45 \rightarrow$ (ამოსაღები ზედაპირის სრულ ფართობზე ექსკავაცია და/ან საფეხურებიანი ექსკავაცია ზედა შტოლნის საშუალებით)

ჭერი + კედელი: (დრენაჟის ხვრელები ჭერში: $\varnothing=60\text{mm}$ #3 L=2@3 ან #5 L=5@3, თუ საჭიროა)

- ტორკრეტ-ბეტონის სამი ფენა (7.5+7.5+5.0cm) ფოლადის ბადის 2 ფენით (2xQ189) ან ფოლადის ბოჭკოებით
- s=1.0x1.5 მ (a) (a=წინსწრების მანძილი) L=4.0m; $\varnothing=26$, ჩაცემენტებული, დაუძაბავი სისტემური დამაგრება ჭანჭიკებით.
- s=1.5m, INP=100 ფოლადის რკალი ან ცხურა წამწე P115-30-36 (თუ საჭიროა)
- სრულად ჩაცემენტებული IBO ჭანჭიკები $\varnothing=32$ მმ ან სარჭოები ჭერში (c/c 30cm)
- ტორკრეტ-ბეტონის მიფრქვევა 50 მ-ით სათავისის შიგნით.

4. ზასკვნები

რელიეფის მძიმე პირობები და ხშირი მცენარეულობა ქმნის სერიოზულ სირთულეებს გვირაბის მთელი მარშრუტის გასწვრივ გეოტექნიკური მონაცემების პირდაპირი შეგროვებისთვის. შესაბამისად, საჭირო გეოტექნიკური მონაცემების მნიშვნელოვანი ნაწილი შეგროვებულია არაპირდაპირი გზით, ზედაპირული გეოტექნიკური კვლევების შემდეგი მეთოდების საშუალებით:

- განსაკუთრებით 1:50 000 და 1:25 000 მასშტაბის რიონის კასკადის გეოლოგიური რუკები, მოცემული მითითებულ დოკუმენტებში [1&2] ძალიან სასარგებლო აღმოჩნდა საპროექტო არეალის ზოგადი გეოლოგიის და ტექტონიკის გასაგებად კონცეპტუალური გეოტექტონიკური სამუშაო მოდელის თვალსაზრისით.
- T-4 გვირაბის მარშრუტი მდებარეობს სინკლინის ჩრდილოეთ განშტოებაზე, რომელიც მდებარეობს სოფელ ბენტკოულას ჩრდილოეთით. სინამდვილეში, ადგილობრივი სინკლინი ურთიერთქმედებს ნახსენებ ანტიკლინთან, რაც გეოლოგიურ პირობებს ართულებს.
- საველე დაკვირვებები აჩვენებს, რომ T-4 გვირაბის მარშრუტის დაღმა ნაწილი შექმნილია (J2b2-5) და (J2b2-6) ფორმაციებით, რომლებიც ძირითადად შედგება მასიური ანდეზიტური პორფირიტისგან ტუფოგენური ქვიშაქვის მონაცვლეობით. თუმცა, სავარაუდოა, რომ ფლიშის მსგავსი ფორმაცია შეგხვდება გვირაბის გასწვრივ, ტექტონიკური აქტივობების სირთულის გამო.
- T-4 არის შედარებით მოკლე გვირაბი, სიგრძით $L=60$ მ; პორტალის მონაკვეთები მოიცავს მის მნიშვნელოვან ნაწილს; საყრდენის ორი ემპირიული ტიპი, კერძოდ ტიპი IV და ტიპი V, როგორც ჩანს, აკმაყოფილებს გეოტექნიკურ პირობებს. მაგრამ საბოლოო გადაწყვეტილება მიღებული იქნება მშენებლობის დროს.
- Pre-splitting (წინასწარ ხვრელების წარმოქმნა) და Smooth blasting (მდორე აფეთქება) ტექნიკა უნდა იყოს გამოყენებული ღია ექსკავაციის და მიწისქვეშა ექსკავაციის დროს.

5. გამოყენებული მასალა

შემდეგი დოკუმენტები ფართოდ გამოიყენება საპროექტო არეალის კონცეპტუალური გეოტექნიკური სამუშაო მოდელის აგებაში და გვირაბის საყრდენის ტიპების ემპირიულ პროექტირებაში, შესაბამისი საყრდენი ელემენტებით.

[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] 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.

[4] კავკასიონის გეოლოგია: მიმოხილვა, შოთა ადამია, გურამ ზაქარიძე, თამარ ჩხოტუა, ნინო სადრაძე, ნინო წერეთელი, ალექსანდრე ჭაბუკიანი და ალექსანდრე გვენეტაძე, აპრილი 2011.

[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 Pietrangelì Consulting Engineers.

[7] შპს გეოინჟინერია. საქართველოს ნამახვანის ჰესის საინჟინრო კვლევა, პროექტირება, მშენებლობა, გეოტექნიკური ანალიზი; ტექნიკური ანგარიში, თბილისი, საქართველო 2014.

[8] ნამახვანის ჰესის კასკადის პროექტი, დონე-I პროექტის გეოლოგიური ანგარიში GE308-200-DW-REP-GEO-00003, ENKA/Temelsu, 01/07/2018.

[9] ბრიტანული სტანდარტი, BS 5930: 1999.

[10] ქანის მასების საინჟინრო კლასიფიკაცია გვირაბის გამაგრების პროექტირებისთვის, ნ. ბარტონი, რ.ლინი, ჯ.ლუნდე, 1974.

[11] ქანის მასივის რეიტინგის (RMR) სისტემა (გეომექანიკური კლასიფიკაცია) საინჟინრო პრაქტიკაში, ბინიავსკი. ზ.ტ., 1989.

[12] რთული ქანის მასივების პირობებში გვირაბის პროექტირებისა და მშენებლობის უახლესი მიღწევები, ა. გორკი, უ.შუბერტი, გ.რიდმიულერი, 3G Gruppe Geotechnik Graz ZT Ges.m.b.H. goricki@3-g.at ²), გრაცის ტექნოლოგიის უნივერსიტეტი, schubert@tugraz.at

[13] დარღვეული ბლოკური ქანის მასივის გეოლოგიური სიმკვრივის ინდექსი (GSI), (ჰოუკი, ე., კარტერი, ტ.ჯ., დიდერიქსი, მ.ს., 2013)

[14] ქანის მასივის კლასიფიკაციის სისტემები, საიდ მუნთაზირ აბასი, პაშავარის უნივერსიტეტი; იანვარი 2017.

[15] RocLab 1.0, 2007, Rocscience Inc.