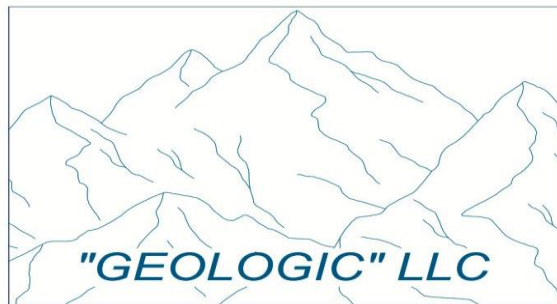


ხარაგაულის მუნიციპალიტეტში, სოფელ ხემაღალის
და სოფელ ღვერკის ტერიტორიაზე არსებული
მეწყრული ფერდობის კომპლექსური საინჟინრო-
გეოლოგიური კვლევები

ტექნიკური ანგარიში

პროექტის # LS-25_21



სექტემბერი 2025

ხარაგაულის მუნიციპალიტეტში, სოფელ ხემაღალის
და სოფელ ღვერკის ტერიტორიაზე არსებული
მეწყრული ფერდობის კომპლექსური საინჟინრო-
გეოლოგიური კვლევები

ტექნიკური ანგარიში

პროექტის # LS-25_21

შემსრულებლები:

ინჟინერ-გეოლოგი	მირზა მესხი
გეომორფოლოგი	დავით ბახსოლიანი

შპს „გეოლოჯიკ“-ის დირექტორი

დავით ბახსოლიანი

სექტემბერი 2025

სარჩევი

1	შესავალი	1
2	გამოყენებული ლიტერატურა.....	1
3	საკვლევი არეალი	2
4	შესრულებული სამუშაოები.....	3
4.1	ზოგადი	3
4.2	საკვლევი არეალის მორფოლოგიური ანალიზი დისტანციური ზონდირების მეთოდით.	3
4.1	კლდოვანი ქანების ნაპრალოვნების შეფასება	3
4.2	გეოფიზიკური კვლევები, ჭაბურღილების გაყვანა და გრუნტების ლაბორატორიული ტესტირება	3
4.3	საინჟინრო-გეოლოგიური აგეგმვა, რუკები და ჭრილები	4
5	რაიონის ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება.....	4
5.1	კლიმატი.....	4
5.2	ფიზიკურ-გეოგრაფიული და გეომორფოლოგიური პირობები	5
5.3	გეოლოგიური აგებულება	6
5.4	ტექტონიკა და სეისმურობა.....	7
5.5	ჰიდროგეოლოგია.....	8
6	საინჟინრო-პეტროლოგიური პირობები.....	9
6.1	ფერდობზე არსებული გრუნტების შედგენილობა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები	10
6.2	კლდოვანი ქანების საველე გეომექანიკური აღწერის (GSI, RMR) შედეგები	16
6.3	გეოფიზიკური კვლევის (ვერტიკალური ელექტრო ზონდირების) შედეგები	18
6.4	ფერდობის ჰიდროგეოლოგიური პირობები, გრუნტებისა და გრუნტის წყლის აგრესიულობის ხარისხი	19
7	მორფოლოგიური ანალიზი დისტანციური ზონდირების მეთოდით.	21
7.1	საველე აერო ფოტოგრამმეტრიული გადაღებები და მონაცემების მოპოვება...	21
7.2	მონაცემების დამუშავება და ანალიზი.....	22
8	ფერდობის გედინამიკური პირობები	23
8.1	მეწყრული სხეულის აღწერა და ფერდობის მდგრადობის შეფასება	23
8.2	მეწყრული მოვლენის შესაძლო გამომწვევი მიზეზები.....	30
8.3	მეწყრული მოვლენის უარყოფითი ზემოქმედების შეფასება არსებულ ინფრასტრუქტურასთან მიმართებაში და შემდგომი გართულებების თავიდან ასაცილებლად გასატარებელი შესაძლო ღონისძიებები	35

1 შესავალი

ქვემოთ მოყვანილ ანგარიშში მოცემულია ხარაგაულის მუნიციპალიტეტში, სოფელ ხემაღალის და სოფელ ღვერკის ტერიტორიაზე არსებული მეწყრული ფერდობის კომპლექსური საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის შედეგები. აღნიშნული კვლევები შესრულდა ხარაგაულის მუნიციპალიტეტის მერიასა და შპს „გეოლოჯიქ“-ს შორის 2025 წლის 24 ივლისს გაფორმებული ხელშეკრულების საფუძველზე. კვლევის შესაბამისი პროგრამის (დანართი N6) მიხედვით. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საკვლევი ტერიტორიის გეოდინამიკური პირობების შეფასება, რაც მოიცავდა **საველე** (საკვლევი ტერიტორიის აეროგადაღება დრონით, საინჟინრო-გეოლოგიური აგეგმვა, განსხვავებული გენეზისის და შედგენილობის მქონე გრუნტების განსაზღვრა, გაშიშვლებებში კლდოვანი მასივის გეომექანიკური აღწერები, მეწყრის გავრცელების ფარგლებისა დამოძაბობის მიმართულების განსაზღვრა, საძიებო ჭაბურღილების გაყვანა, ლაბორატორიული კვლევებისათვის გრუნტების, კლდოვანი ქანების და გრუნტის წყლის ნიმუშების აღება, გეოფიზიკური კვლევის ჩატარება ვერტიკალური ელექტრო ზონდირების (VES) მეთოდით), **ლაბორატორიული** (გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები განსაზღვრა და გრუნტის და გრუნტის წყლის ქიმიური ანალიზი) და **საოფისე** (საველე და ლაბორატორიული კვლევების შედეგად მიღებული ინფორმაციის დამუშავება და ანალიზი, ჭაბურღილების პასპორტების მომზადება, მეწყრული ფერდობის გრძივი და განივი საინჟინრო-გეოლოგიური ჭრილების აგება, კლდოვან ქანებზე ჩატარებული საველე გეომექანიკური აღწერების პროგრამული დამუშავება, გეოფიზიკური კვლევების მონაცემების დამუშავება, საინჟინრო-გეოლოგიური ანგარიშის მომზადება და სხვა) სამუშაოებს.

2 გამოყენებული ლიტერატურა

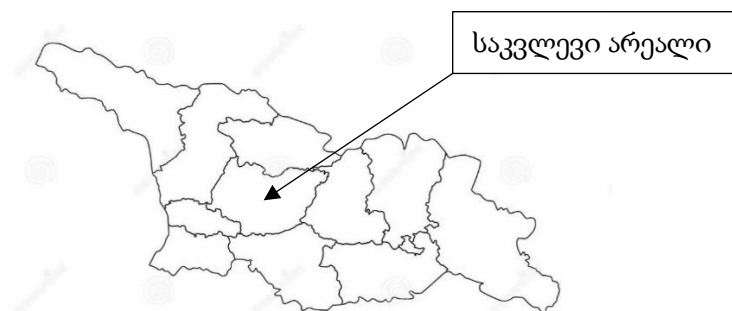
[1] ლ.მარუაშვილი (1969 - 1970). საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია

[2] სამშენებლო ნორმებისა და წესების - „სეისმომედეგი მშენებლობა“ (პნ 01.01-09)_დამტკიცების შესახებ, 2009 წ.

- [3] დაპროექტების ნორმებისა და წესების - „შენობების და ნაგებობების
ფუძეები (პნ 02.01-08)“ დამტკიცების შესახებ
- [4] დაპროექტების ნორმების - „სამშენებლო კლიმატოლოგია“ -
დამტკიცების შესახებ
- [5] ე.გამყრელიძე. საქართველოს ტერიტორიის ტექტონიკური
დანაწევრების რუკა.
- [6] საქართველოს გეომორფოლოგიური დარაიონების რუკა
- [7] სეისმური საშიშროების რუკა
- [8] გეოლოგიური რუკა ფურცელი K-38-63-ვ
- [9] სქემატური ტექტონიკური რუკა, მასშტაბი 1: 100 000
- [10] ბ.ზატუაშვილი. საქართველოს ჰიდროგეოლოგია
- [11] Geological Strength Index (GSI): A characterization tool for assessing
engineering properties for rock masses. Underground works under special
conditions. Taylor and Francis, Lisbon, 13-21, Hoek E – Marinos P – Marinos
V, 2007;
- [12] Practical rock engineering. Chapter 3. Rock Mass Classification

3 საკვლევი არეალი

საკვლევი არეალი მდებარეობს იმერეთის მხარეში, ხარაგაულის მუნიციპალიტეტში, ლაშის ადმინისტრაციული ერთეულის სოფელების ღვერკის და ხემაღალის ტერიტორიაზე.



ფიგურა 3-1: საკვლევი არეალის მდებარეობა

4 შესრულებული სამუშაოები

4.1 ზოგადი

კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე შპს “გეოლოჯიქ“-ის მიერ 2025 ივლისი-სექტემბრის პერიოდში ჩატარდა სხვადასხვა სახის საველე, ლაბორატორიული და საოფისე სამუშაოები, რომლის მოკლე აღწერა მოცემულია ქვემოთ:

4.2 საკვლევი არეალის მორფოლოგიური ანალიზი დისტანციური ზონდირების მეთოდით.

საველე კვლევების პროცესში, განხორციელდა ტერიტორიის აერო-ფოტოგრამეტრიული გადაღება უპილოტო საფრენით აპარატით (დრონი) და მონაცემთა სიზუსტისთვის მოხდა საკონტროლო წერტილების გაზომვა. მიღებული მონაცემები დამუშავდა პროგრამულად და მიღებული იქნა მაღალი სიზუსტის ციფრული რელიეფის მოდელი (DSM) და ციფრული სასიმაღლო მოდელი (DEM), ორთოფოტო და იზოხაზები. საკვლევი არეალის მორფოლოგიური ანალიზისათვის განხორციელდა დისტანციური ზონდირების მეთოდის გამოყენება, რა დროსაც დამუშავდა სხვადასხვა სახის ინფორმაცია (ორთოფოტო, სატელიტური, გეოლოგიური, გეომორფოლოგიური და ა.შ)

4.1 კლდოვანი ქანების ნაპრალოვნების შეფასება

საველე კვლევების პროცესში, ფერდობზე არსებულ გაშიშვლებებზე შესრულდა საველე გეომექანიკური გაზომვები და აღწერები, რის საფუძველზეც განისაზღვრა კლდოვანი ქანის მასივის რეიტინგი და გეოლოგიური სიმტკიცის ინდექსი, ასევე შეფასდა ქანის ნაპრალოვნება. საველე გეომექანიკური გაზომვებისთვის შეირჩა 5 ადგილი. მოპოვებული ინფორმაციის სტატისტიკური და პროგრამული დამუშავების შედეგები მოცემულია სპეციალურ ქვეთავში, ხოლო საველე გეომექანიკური გაზომვების ადგილები შესაბამისი აღნიშვნებით და ნუმერაციით ნაჩვენებია ჩვენს მიერ მომზადებულ საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკაზე.

4.2 გეოფიზიკური კვლევები, ჭაბურღილების გაყვანა და გრუნტების ლაბორატორიული ტესტირება

ფერდობის ზედაპირზე არსებული გრუნტების სიღრმეში გავრცელებისა და ფერდობის ამგებ არაკლდოვან გრუნტებსა და კლდოვან ქანებს შორის საზღვრების დადგენის მიზნით ჩატარდა გეოფიზიკური კვლევა ვერტიკალური ელექტრო

ზონდირების (VES) მეთოდით. გეოფიზიკური კვლევების შესასრულებლად ჯამში შეირჩა 20 ადგილი.

Урал-4320-1112-41-ის ბაზაზე დამონტაჟებული „УРБ 2А2“ ტიპის საბურღი მოწყობილობით ფერდობზე გაიბურღა ვერტიკალური ჭაბურღილები (სულ 8 ჭაბურღილი) თითოეული სიღრმით 25 მეტრი, დიამეტრით 127-108 მმ. ჭაბურღილიდან აღებული იქნა გრუნტის დარღვეული/დაურღვეველი სტრუქტურის ნიმუშები და გრუნტის და გრუნტის წყლის სინჯები.

გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების განსაზღვრისთვის და გრუნტის და გრუნტის წყლის ქიმიური ანალიზი ჩასატარებლად, აღებული ნიმუშების ლაბორატორიული გამოცდა განხორციელდა შპს „გეოლოჯიქ“-ის გრუნტების საგამოცდო ლაბორატორიაში, ხოლო გრუნტის და გრუნტის წყლის ქიმიური ანალიზი ჩატარებულია შპს „წყალი და გრუნტი“-ს საგამოცდო ლაბორატორიის მიერ.

4.3 საინჟინრო-გეოლოგიური აგეგმვა, რუკები და ჭრილები

საველე სამუშაოების პროცესში ჩატარდა საინჟინრო-გეოლოგიური აგეგმვა, რა დროსაც მოხდა საკვლევი არეალის გეოდინამიკური კუთხით შეფასება, განისაზღვრა სხვადასხვა გენეზისის და შედგენილობის გრუნტებს შორის საზღვრები და აღიწერა და დახასიათდა თითოეული ასეთი გრუნტი. ჩატარებული საველე და ლაბორატორიული კვლევებით მოპოვებული ინფორმაციის დამუშავებითა და ანალიზით მომზადა საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის ანგარიში, რომელსაც თან ერთვის ლაბორატორიული კვლევის შედეგები, ფოტოდოკუმენტაცია და გრაფიკული მასალა (საინჟინრო-გეოლოგიური რუკა და ჭრილები).

5 რაიონის ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება

5.1 კლიმატი

საქართველოს ტერიტორიის სამშენებლო კლიმატური დარაიონების რუკის მიხედვით საკვლევი ტერიტორია ხვდება III ბ ზონაში. საკვლევი ტერიტორიის მეტეოროლოგიური მონაცემები აღებულია სამშენებლო კლიმატოლოგიის

დოკუმენტიდან. აღნიშნული დოკუმენტის მიხედვით საკვლევ არეალთან უახლოესი მეტეოროლოგიური სადგური მდებარეობს ხარაგაულში. საკვლევ ტერიტორიაზე წლიური საშუალო ტემპერატურა არის 13.2°. აბსოლუტური მაქსიმუმი 40°, ხოლო აბსოლუტური მინიმუმი -22°.

ნალექები და თოვლის საფარი:

- წლიური საშუალო ნალექები: 1366 მმ;
- დღიური მაქსიმუმი ნალექები: 105 მმ;
- თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი: 38;

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა(%):

- წლის საშუალო: 73;

გრუნტის სეზონური გაყინვის ნორმატიული სიღრმე (სმ):

- თიხა და თიხნარი: 0 სმ;
- წვრილი და მტვრისებრი ქვიშა და ქვიშნარი: 0 სმ;
- მსხვილი და საშუალო სიმსხვილის ხრეშისებრი ქვიშა: 0 სმ;
- მსხვილნატეხოვანი ხრეში: 0 სმ;

5.2 ფიზიკურ-გეოგრაფიული და გეომორფოლოგიური პირობები

საქართველოს ტერიტორიის გეომორფოლოგიური დარაიონების რუკის მიხედვით საკვლევ ტერიტორია მოქცეულია მთათაშორისი ბარის ზონის, მთათაშორისი ბარის გორაკბორცვიანი რელიეფის ქვეზონაში.



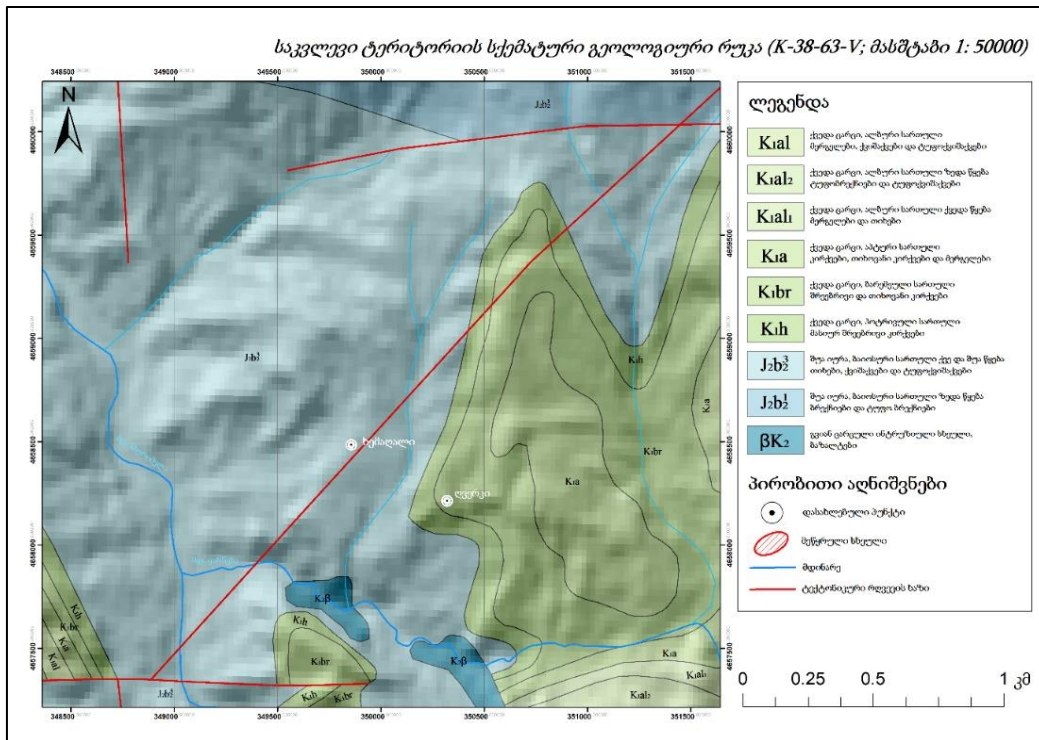
ფიგურა 5-1: საქართველოს გეომორფოლოგიური დარაიონების რუკა.

შესწავლილი ტერიტორია მოქცეულია მდინარე ჩხერიმელას წყალშემკრებ აუზში და წარმოადგენს, მისი მარჯვენა შენაკადის მდინარე ყარნებას ხეობის მარჯვენა, სამხრეთული ექსპოზიციის მქონე ფერდობს, რომლის დახრილობა სხვადასხვა ადგილში 100-დან 700-მდე იცვლება. ფერდობი ეროზიულ-დენუდაციური ტიპის რელიეფით გამოირჩევა, ზოგიერთ უბანზე ჩამოყალიბებულია ძლიერ ტალღოვანი და საფეხურისებრი რელიეფი. ფერდობის შუა და ზედა ნაწილი რელიეფის შედარებით რბილი ფორმებით არის წარმოდგენილი, ზედაპირის დახრილობა დაბალია და გორაკ-ბორცვიანი რელიეფი ჭარბობს. ფერდობის ძირი, (მდინარე ყარნებას კალაპოტის გასწვრივ) მკვეთრად განსხვავებულია ზედა უბნებისგან, აქ ზედაპირის დახრილობა მაღალია, ზოგან კლდოვანი ფლატეებით არის წარმოდგენილი. ფერდობზე განვითარებულია რამდენიმე ეროზიული ხევი, ზოგიერთ ასეთ ხევში წყალი მუდმივად არ მოედინება, თუმცა უხვი ატმოსფერული ნალექების მოსვლისას, ზედაპირული წყლების დროებითი ნაკადების ერთგვარ წყალშემკრებს წარმოადგენენ. ეროზიულ ხევთაგან უმეტესობა მცირე ზომისაა, მხოლოდ ერთი ხევი გამოირჩევა სიღრმული გავრცელებით, თითქმის შუაზე ყოფს შესწავლილ ფერდობს და მნიშვნელოვნად ცვლის ფერდობის რელიეფის ფორმას.

5.3 გეოლოგიური აგებულება

საქართველოს ტერიტორიის ტექტონიკური დანაწევრების სქემის მიხედვით გამოსაკვლევ ტერიტორია მოქცეულია ამიერკავკასიის მთათაშუა არეს ცენტრალური აზეგების ზონის ძირულის ქვეზონაში (ე. გამყრელიძე, 2004).

აღნიშნული ზონა საკვლევ არეალის ფარგლებში აგებულებია ცარცული და იურული პერიოდის ნალექებით. ცარცული პერიოდის ნალექები წარმოდგენილია ალბური (K_{al} -მერგელები, ქვიშაქვები და ტუფოქვიშაქვები), აპტური (K_{ia} -კირქვები, თიხოვანი კირქვები და მერგელები), ბარემული (K_{ibr} -შრეებრივი და თიხოვანი კირქვები) და ჰოტრივული (K_{ih} -მასიურ შრეებრივი კირქვები) სართულით, ხოლო იურული პერიოდის ნალექები წარმოდგენილია ბაიოსური (J_{b} -თიხები, ქვიშაქვები, ტუფოქვიშაქვები, ტუფო-ბრექჩიები და ბრექჩიები) სართულით. საკვლევ არეალში ასევე ფიქსირდება გვიან ცარცული პერიოდის ინტრუზიული სხეულები, რომელიც ძირითადად წარმოდგენილია ბაზალტებით.



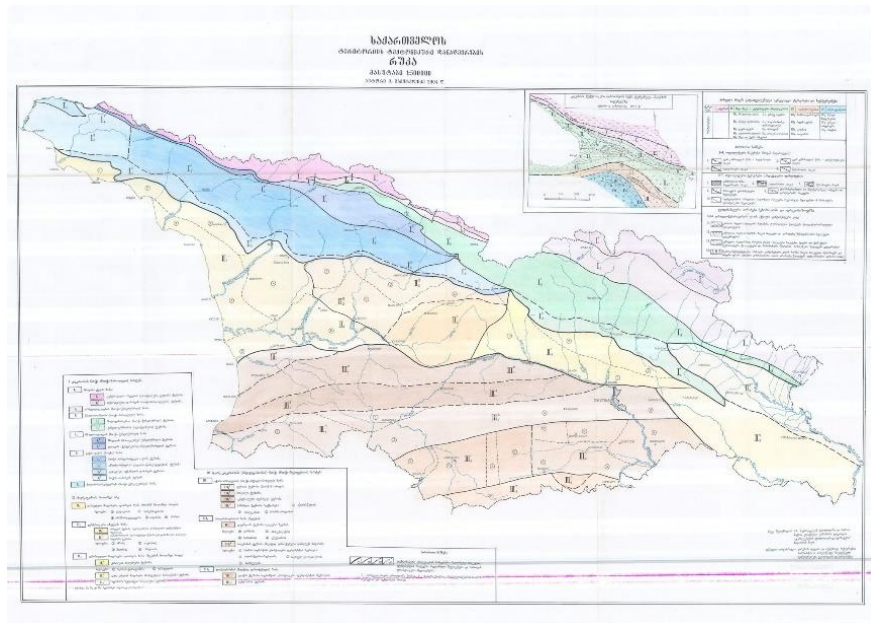
ფიგურა 5-2: ფრაგმენტი გეოლოგიური რუკიდან

კონკრეტულად კი სამიზნე არეალში იურული პერიოდის ნალექები წარმოდგენილია თიხების, ქვიშაქვების, ტუფოქვიშაქვების ხოლო ცარცული პერიოდის ნალექები წარმოდგენილია მერგელების და მერგელოვანი კირქვების შრეებითა და დასტებით. უბნის უმეტეს ფართობზე ძირითადი ქანები დაფარულია საფარი გრუნტებით, რომელთა შორის, გენეზისის მიხედვით, გამოიყოფა: ელუვიურ-დელუვიური (edQ_{IV}) და ცოლუვიურ-დელუვიური (cdQ_{IV}) გენეზისის მქონე გრუნტები.

5.4 ტექტონიკა და სეისმურობა

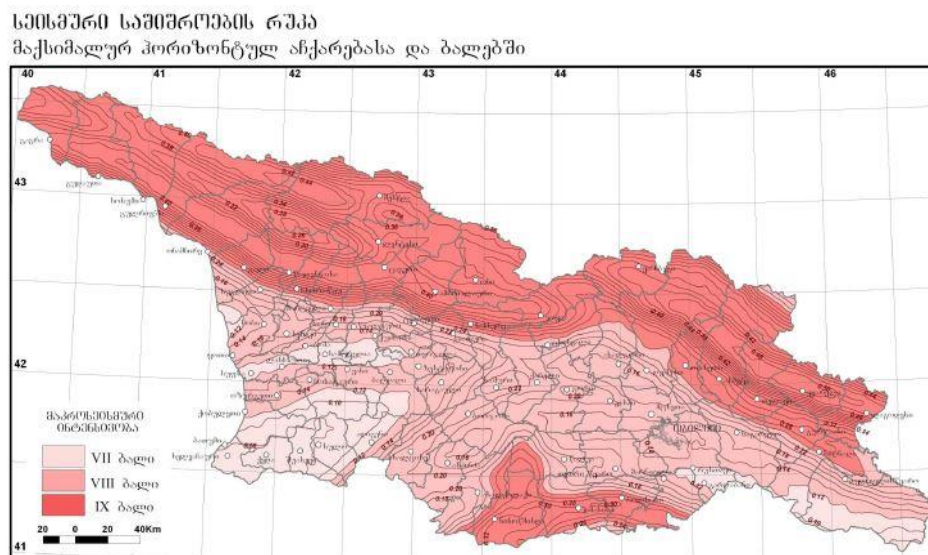
საქართველოს ტერიტორიის ტექტონიკური დანაწევრების სქემის მიხედვით გამოსაკვლავი ტერიტორია მოქცეულია ამიერკავკასიის მთათაშუა არეს ცენტრალური აზეგების ზონის ძირულის ქვეზონაში (ე. გამყრელიძე, 2004).

შესწავლილ ფერდობს ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთ მიმართულებით კვეთს რღვევის ხაზი, (წყარო - საბჭოთა პერიოდის სქემატური ტექტონიკური რუკა. მასშტაბი 1:100 000). გეოლოგიურ წარსულში მომხდარ ამ ტექტონიკურ გადაადგილებას შესაძლოა მნიშვნელოვანი გავლენაც მოეხდინა ტერიტორიაზე არსებული თანამედროვე რელიეფის ჩამოყალიბებაში.



ფიგურა 5-3: საქართველოს ტექტონიკური დანაწევრების რუკა

საქართველოს ტერიტორიის სეისმური დარაიონების კორექტირებული სქემის მიხედვით საკვლევი ტერიტორია MSK64 სკალის შესაბამისად მიეკუთვნება 8 ბალიანი სეისმური აქტივობის ზონას, (საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის ბრძანება №1-1/2284, 2009 წლის 7 ოქტომბერი, ქ. თბილისი. სამშენებლო ნორმების და წესების – “სეისმომდებელი მშენებლობა” (პნ 01.01-09) – დამტკიცების შესახებ



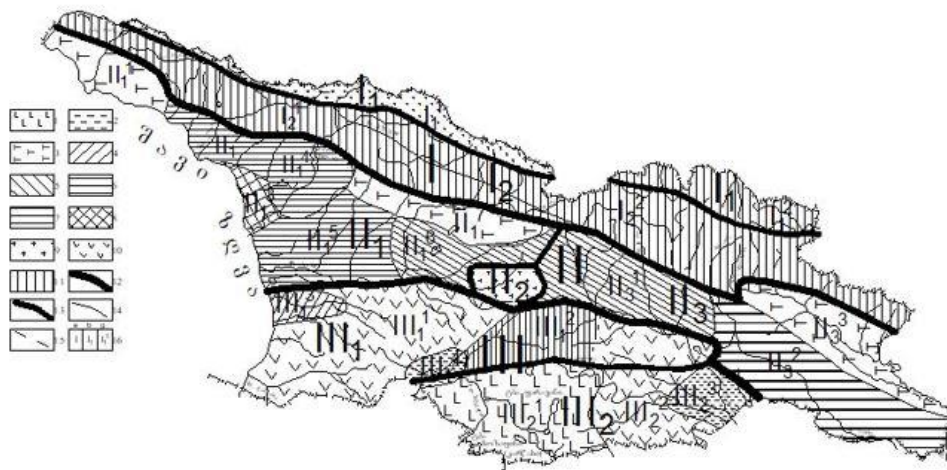
ფიგურა 5-4: სეისმური საშიშროების რუკა

5.5 ჰიდროგეოლოგია

საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების მიხედვით საკვლევი ტერიტორია მიეკუთვნება მცირე კავკასიონის ნაოჭა-ბელტური სისტემის

ჰიდროგეოლოგიური ოლქის აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის დასავლეთი დაძირვის მასივს.

ტერიტორიაზე ხშირია მდინარეთა ხეობების თანამედროვე ალუვიონის გრუნტის წყლები, რომლებიც ქიმიური შედგენილობით $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ -იანია. წყაროების დებიტები ჩვეულებრივ დაბალია, უმეტესად 0.5 ლ/წმ-ზე ნაკლები, საერთო მინერალიზაცია 0.2-0.4 გ/ლ. მასივის ფარგლებში გავრცელებულია გრუნტის წყლები, რომელიც დაკავშირებულია გამოფიტვის ზონის ნაპრალებთან და ფოროვან დელუვიურ-ელუვიურ და ალუვიურ წარმონაქმნებთან. აღსანიშნავია, რომ კურორტ ზვარეს ტერიტორიაზე არსებობს ნახშირმჟავა-ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდული მინერალური სამკურნალო სასმელი წყლები.



ფიგურა 5-5: ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების რუკა

6 საინჟინრო-პეტროლოგიური პირობები

მეწყრული ფერდობის კომპლექსური საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის ფარგლებში, ტერიტორიაზე არსებული ლითოლოგიური ქრილის დასადგენად, მეწყრის კონტურის გარე პერიმეტრზე გაიბურღა 8 ერთეული საძიებო ჭაბურღილი, თითოეული სიღრმით 25 მეტრი. დადგინდა განსხვავებული გენეზისის და ლითოლოგიური შედგენილობის მქონე ფენებს შორის საზღვრები. ჭაბურღილებიდან აღებულ ნიმუშებზე ჩატარდა ლაბორატორიული კვლევები. საველე და ლაბორატორიული კვლევების მონაცემების მიხედვით, ტერიტორიის ლითოლოგიურ აგებულებაში გამოიყოფა ერთმანეთისგან განსხვავებული გენეზისისა და ლითოლოგიური შედგენილობის მქონე 9 ფენა. საიდანაც 6 ფენა

არაკლდოვანი გრუნტების, ხოლო 3 ფენა კლდოვანი ქანების კლასს განეკუთვნება. უბნის აგებულებაში, შესწავლილ სიღრმემდე მონაწილეობენ მეოთხეული და იურული პერიოდის არაკლდოვანი კლასის გრუნტები, ასევე ცარცული და იურული პერიოდის კლდოვანი ქანები.

6.1 ფერდობზე არსებული გრუნტების შედგენილობა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები

ფერდობზე გავრცელებული ფენების შეფასება და საინჟინრო-გეოლოგიური კლასიფიკაცია განხორციელდა სახ. სტანდარტ 25100-82 შესაბამისად. მათი გავრცელების ფარგლები (საკვლევ არეალში) როგორც ზედპირზე, ასევე სიღრმეში გრაფიკულად ასახულია უბნის საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკაზე და ჭრილებზე (იხ. გრაფიკული ნაწილი, ნახაზი LS-01-დან LS-08-მდე).

ცხრილ 6-1-ში მოცემულია აღნიშნული ფენების აღწერა და გავრცელების სიღრმეები ჭაბურღილების მიხედვით.

ფენა#	ფენების დასახელება	ჭაბ-1	ჭაბ-2	ჭაბ-3	ჭაბ-4	ჭაბ-5	ჭაბ-6	ჭაბ-7	ჭაბ-8
არაკლდოვანი გრუნტები									
1	მეწერული სხეული: თიხა-თიხნარი, ხვინჭოვან-ლორღოვანი გრუნტი, კლდოვანი მასივიდან დაძრული ბლოკები - dI _{QIV} -მეწერული	-	-	-	-	-	-	-	-
2	კენჭნარი, მოყავისფრო ნაცრისფერი, ქვიშა-ქვიშნარის შემავსებლით, კაჭარის შემცველობით - aQ _{IV} -ალუვიონი	-	-	-	-	-	-	-	-
3	ლორღოვანი გრუნტი, მონაცრისფრო ყავისფერი, თიხნარის შემავსებლით, ლოდების შემცველობით - cdQ _{IV} - კოლუვიურ-დელუვიური	-	-	-	-	-	-	-	0.0-13.2
4	თიხნარი ღია ყავისფერი, მყარი, ხვინჭის და ლორღის შემცველობით - deQ _{IV} - დელუვიურ-ელუვიური	0.0-2.6	0.0-4.2	0.0-4.6	0.0-5.4	0.0-2.5	0.0-4.5	0.0-7.0	-
5	თიხა მერგელოვანი (კარბონატული), მოწითალო ყავისფერი შეფერილობის, მომწვანო-მოლურჯო ნაცრისფერი ლაქებით, მყარი. - J _{2b} ³	2.6-15.4	4.2-6.8	4.6-25.0	5.4-10.8	2.5-20.0	-	-	13.2-25.0

ფენა#	ფენების დასახელება	ჭაბ-1	ჭაბ-2	ჭაბ-3	ჭაბ-4	ჭაბ-5	ჭაბ-6	ჭაბ-7	ჭაბ-8
არაკლდოვანი გრუნტები									
6	თიხა მერგელოვანი (კარბონატული), მუქი მოშავო ნაცრისფერი, შრეებრივი, მკვრივი ქვიშის თხელი და ფურცლოვანი შუაშრეებით და ლინზებით, მყარი. – J _{2b2} ³	-	6.8-25.0		10.8-25.0	20.0-25.0	-	-	-
კლდოვანი ქანები									
7	კირქვები, საშუალოდ და სუსტად გამოფიტული, ღია მოთეთრო ნაცრისფერი, მცირე და საშუალო სიმტკიცის, ძლიერ ნაპრალოვანი. – K ₁ ქვედა ცარცი	-	-	-	-	-	4.5-25.0	7.0-25.0	-
8	ბაზალტი, მუქი ნაცრისფერი, სუსტად გამოფიტული, ნაპრალოვანი, მტკიცე. (ინტრუზიული სხეული)- K _{2b} ზედა ცარცი	15.4-20.0	-	-	-	-	-	-	-
9	ქვიშაქვები, საშუალოდ და სუსტად გამოფიტული, მოყავისფრო ნაცრისფერი, ნაპრალოვანი. – J _{2b2} ³	-	-	-	-	-	-	-	-
გრუნტის წყლის დონე ჭაბურღილში		12.6	5.3	10.6	5.3	6.7	14.0	-	3.95

ცხრილი 6-1. ფენების აღწერა და მათი გავრცელება ჭაბურღილებში

ცხრილში მოცემული გარკვეული ფენების შედგენილობა და თვისებები გამოკვლეულია ჭაბურღილიდან აღებული ნიმუშებით. ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგები მოცემულია დანართ 2-ში, ხოლო ფენების დახასიათება მოცემულია ქვემოთ.

ფენა 1 - თიხა-თიხნარები, ხვინჯოვან-ღორღოვანი გრუნტები, კლდოვანი მასივიდან დაძრული ბლოკები – dI_{QIV} ფენა წარმოადგენს მეწერული სხეულის ტანში არსებული გრუნტების ერთობლიობას. უშუალოდ მეწერულ სხეულზე, კვლევების მოცემულ ეტაპზე ჭაბურღილები არ (ვერ) გაბურღულა, რაც განპირობებულია მეწერის აქტიური დინამიკით გამოწვეული სირთულეებით, თუმცა მის გარე პერიმეტრზე გაბურღულმა ჭაბურღილებმა, საინჟინრო-გეოლოგიური აგეგმვის მონაცემებთან ერთად, მოგვცა მკაფიო სურათი ფერდობის საერთო ლითოლოგიურ-სტრატეგრაფიული აგებულების შესახებ, რის მიხედვითაც შესაძლებელი გახდა მსჯელობა (მოცემულია ქვემოთ შესაბამის ქვეთაშვი) უშუალოდ მეწერული სხეულის სტრუქტურაზეც. როგორც ფერდობის გრძივ და განივ ჭრილრზზეა ნაჩვენები მეწერული სხეული ძირითადად გადაადგილდება კარბონატული

(მერგელოვანი) ქრელი თიხებით (ფენა-5) წარმოდგენილ ფენაში, ანუ ცოცვის ზედაპირი ძირითადად ამ გრუნტებში გადის, თუმცა მეწყრის მასშტაბებიდან გამომდინარე ასევე დაძრულია სხვა ფენის გრუნტებიც და გარკვეულ ადგილებში კლდოვანი მასივებიც, რომლებიც ამ ფენის (ფენა-5-ის) ზემოთ არის განლაგებული. ეს ფენები ბუნებრივი განლაგებისგან განსხვავებით, დამკრის შედეგად სახეცვლილია, შეცვლილია მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების პარამეტრები, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ გარკვეული ცვლილებები აღნიშნული მოვლენის განვითარებამდეც უნდა ყოფილიყო ფერდობის ამ ნაწილის გრუნტებში, რაც ერთ-ერთ ხელისშემწეობი ფაქტორია მეწყრის განვითარების პროცესში, მითუმეტეს როცა ზემოთ ნახსენებ კარბონატულ თიხებს წყლის ზემოქმედებით მკვეთრად უქვეითდებათ ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მნიშვნელობები (წყალში სწრაფად დაშლადი თიხებია).

ფენა 2 - კენჭნარი, მოყავისფრო ნაცრისფერი, ქვიშა-ქვიშნარის შემავსებლით, კაქარის შემცველობით - aQ_{IV} - ფენა წარმოადგენს მდინარე ჩხერიმელას, მდინარე ყარნებასა და მათი შენაკადების მიერ წარმოქმნილ ალუვიურ ნალექებს, აღნიშნული ფენა ტერიტორიაზე გაბურღული საძიებო ჭაბურღილებით არ გადაკვეთილა, ამდენად მისი აღწერა ეფუძნება საველე ვიზუალურ შეფასებას.

ფენა-2-ის სიმკვრივეა $\rho=2.0$ გრ/სმ³. მისი გავრცელების საზღვრები გრაფიკულად მოცემულია ტერიტორიის საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკაზე (იხ. გრაფიკული ნაწილი, ნახაზი LS-01).

ფენა 3 - ღორღოვანი გრუნტი, მონაცრისფრო ყავისფერი, თიხნარის შემავსებლით, ლოდების შემცველობით - cdQ_{IV} . ფენა კოლუვიურ-დელუვიური გენეზისისაა, იგი გავრცელებულია ფერდობის ქვედა ნაწილში და გამოვლინდა მხოლოდ ერთ, #8 ჭაბურღილში, სადაც მისმა სისქემ 13.2 მეტრი შეადგინა. ფენა გამოკვლეულია ჭაბურღილიდან აღებული ნიმუშებით. ლაბორატორიული კვლევის შედეგები მოცემულია დანართ-2-ში. გრანულომეტრიული ანალიზის მიხედვით, ფენა - 3 წარმოადგენს ღორღოვან გრუნტს, მისი შემავსებელი მყარი კონსისტენციის თიხნარია. ფენა-3-ის სიმკვრივე $\rho=2.04$ გრ/სმ³. ფენა-3-ის გავრცელების საზღვრები გრაფიკულად მოცემულია ტერიტორიის საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკაზე (იხ. გრაფიკული ნაწილი, ნახაზი LS-01).

გრუნტი დამუშავების სიძნელის მიხედვით (სნ და წ. IV-5-82 კრებ. 1) განეკუთვნება 6-გ ჯგუფს.

ფენა 4 - თიხნარი ღია ყავისფერი, მყარი, ხვინჭის და ღორღის შემცველობით - deQ_{IV}. ფენა დელუვიურ-ელუვიური გენეზისისაა, იგი გავრცელებულია საკვლევი ფერდობის შედარებით ზედა ნაწილში და გამოვლინდა 7 საძიებო ჭაბურღილში (გარდა #8 ჭაბურღილისა). ჭაბურღილების მიხედვით ფენა 4-ის სისქე იცვლება 2.5 მ-დან 7.0 მ-მდე. ფენა გამოკვლეულია ჭაბურღილებიდან აღებული ნიმუშებით. ლაბორატორიული კვლევის შედეგები მოცემულია დანართ-2-ში. გრანულომეტრიული ანალიზისა და სხვა ლაბორატორიული კვლევების მიხედვით, ფენა - 4 წარმოადგენს მყარი კონსისტენციის თიხნაროვან გრუნტს. ფენა 4-ის სიმკვრივე $\rho=1.86$ გრ/სმ³.

ფენა 4-ის გრუნტის მექანიკური თვისებები მნიშვნელობები აღებულია გრუნტის შედგენილობის და ფიზიკური თვისებების გათვალისწინებით. რის მიხედვითაც:

- შინაგანი ხახუნის კუთხე $\phi=22^\circ$;
- შეჭიდულობა $c=0.22$ კგმ/სმ²;
- დეფორმაციის მოდული $E=140$ კგმ/სმ²;

ფენა 4-ის გავრცელების საზღვრები გრაფიკულად მოცემულია ტერიტორიის საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკაზე (იხ. გრაფიკული ნაწილი, ნახაზი LS-01).

გრუნტი დამუშავების სიძნელის მიხედვით (სნ და წ. IV-5-82 კრებ. 1) განეკუთვნება 33-გ ჯგუფს.

ფენა 5 - თიხა მერგელოვანი (კარბონატული), მოწითალო ყავისფერი შეფერილობის, მომწვანო-მოლურჯო ნაცრისფერი ლაქებით, მყარი. – J_{2b2}³. ფენა იურული ასაკის ბაიოსური წყების ნალექს წარმოადგენს, იგი საკვლევ ფერდობზე სხვადასხვა სიმძლავრის ფენის სახით არის წარმოდგენილი და გამოვლინდა 6 საძიებო ჭაბურღილში (გარდა #6 და #7 ჭაბურღილებისა). ჭაბურღილების მიხედვით ფენა-5-ის სისქე 2.6 მ-დან >20 მ-ზე მერყეობს. ფენა გამოკვლეულია ჭაბურღილებიდან აღებული ნიმუშებით. ლაბორატორიული კვლევის შედეგები მოცემულია დანართ-2-ში. გრანულომეტრიული ანალიზისა და სხვა ლაბორატორიული კვლევების მიხედვით, ფენა-5 წარმოადგენს მყარი კონსისტენციის თიხოვან გრუნტს. ფენა-5-ის სიმკვრივე $\rho=1.88$ გრ/სმ³.

ფენა-5-ის გრუნტის მექანიკური თვისებები მნიშვნელობები აღებულია გრუნტის შედგენილობის და ფიზიკური თვისებების გათვალისწინებით. რის მიხედვითაც:

- შინაგანი ხახუნის კუთხე $\phi=18^\circ$;
- შეჭიდულობა $c=0.47$ კგძ/სმ²;
- დეფორმაციის მოდული $E=180$ კგძ/სმ²;

ფენა-5-ის გრუნტი წყალში მოთავსებისას დაიშალა სწრაფად, თითქმის მყისიერად. გრუნტი დამუშავების სიძნელის მიხედვით (სნ და წ. IV-5-82 კრებ. 1) განეკუთვნება 8-დ ჯგუფს.

ფენა 6 - თიხა მერგელოვანი (კარბონატული), მუქი მოშავო ნაცრისფერი, შრეებრივი, მკვრივი ქვიშის თხელი და ფურცლოვანი შუაშრეებით და ლინზებით, მყარი. – J_{2b2}^3 . ფენა იურული ასაკის ბაიოსური წყების ნალექს წარმოადგენს, იგი საკვლევ ფერდობზე სხვადასხვა სიმძლავრის ფენის სახით არის წარმოდგენილი და გამოვლინდა 3 საძიებო ჭაბურღილში. ფენა-6 შედგენილობით თითქმის იდენტურია ფენა-5-ის, თუმცა ეს ფენები განსხვავდებიან ერთმანეთისგან შეფერილობით და ასევე, ფენა-6-ში მეტად გამოკვეთილია შრეებრიობა და შეინიშნება მკვრივი ქვიშის თხელი შუაშრეები. სავარაუდოდ ფენა-5 წარმოადგენს ფენა-6-ის სახეცვლილ ზონას. ფენა-6 გამოკვლეულია ჭაბურღილებიდან აღებული ნიმუშებით. ლაბორატორიული კვლევის შედეგები მოცემულია დანართ-2-ში. გრანულომეტრიული ანალიზისა და სხვა ლაბორატორიული კვლევების მიხედვით, ფენა-6 წარმოადგენს მყარი კონსისტენციის თიხოვან გრუნტს. ფენა-6-ის სიმკვრივე $\rho=1.90$ გრ/სმ³.

ფენა 6-ის გრუნტის მექანიკური თვისებები მნიშვნელობები აღებულია გრუნტის შედგენილობის და ფიზიკური თვისებების გათვალისწინებით. რის მიხედვითაც:

- შინაგანი ხახუნის კუთხე $\phi=19^\circ$;
- შეჭიდულობა $c=0.54$ კგძ/სმ²;
- დეფორმაციის მოდული $E=210$ კგძ/სმ²;

ფენა-6-ის გრუნტი წყალში მოთავსებისას დაიშალა სწრაფად.

გრუნტი დამუშავების სიძნელის მიხედვით (სნ და წ. IV-5-82 კრებ. 1) განეკუთვნება 8-დ ჯგუფს.

ფენა 7 - კირქვები, საშუალოდ და სუსტად გამოფიტული, ღია მოთეთრო ნაცრისფერი, მცირე და საშუალო სიმტკიცის, ძლიერ ნაპრალოვანი. – K_1 ქვედა ცარცი. ფენა ფრაგმენტულად შიშვლდება საკვლავი ფერდობის აღმოსავლეთ ნაწილში. იგი გამოვლინდა #6 და #7 ჭაბურღილებში. ფენა გამოკვლეულია ჭაბურღილებიდან აღებული ნიმუშებით. ლაბორატორიული კვლევის შედეგები მოცემულია დანართ-2-ში. ფენა-7-ის სიმკვრივე $\rho=2.27$ გრ/სმ³. სიმტკიცე ერთდერძა კუმშვაზე ბუნებრივ მდგომარეობაში $R_c=192$ კგ/სმ², სიმტკიცე ერთდერძა კუმშვაზე წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში $R_c=135$ კგ/სმ², რის მიხედვითაც ქანები კლასიფიცირდებიან როგორც მცირე სიმტკიცის კლდოვანი ქანი. დარბილების კოეფიციენტის მიხედვით კლდოვანი ქანები დარბილებადია რადგან $K_{sof}<0.75$ -ზე. ფენა-7-ის კლდოვანი ქანების დამუშავების კატეგორია ს.ნ და წ. IV-5-82-ის კრებული 1-ის მიხედვით განეკუთვნება 15-ბ პუნქტს. კრებული 3-ის მიხედვით 19-ბ პუნქტის VI ჯგუფს.

ფენა 8 - ბაზალტი, მუქი ნაცრისფერი, სუსტად გამოფიტული, ნაპრალოვანი, მტკიცე. - $K_2\beta$ ზედა ცარცი. ფენა წარმოადგენს ინტრუზიულ სხეულს. ფენა შიშვლდება საკვლავი ფერდობის ძირში, დაახლოებით შუა ნაწილში. იგი გამოვლინდა მხოლოდ ერთ, #1 ჭაბურღილში, 15.4 მ სიღრმეზე. ფენა გამოკვლეულია ჭაბურღილიდან აღებული ნიმუშებით. ლაბორატორიული კვლევის შედეგები მოცემულია დანართ-2-ში. ფენა-8-ის სიმკვრივე $\rho=2.86$ გრ/სმ³. სიმტკიცე ერთდერძა კუმშვაზე ბუნებრივ მდგომარეობაში $R_c=575$ კგ/სმ², სიმტკიცე ერთდერძა კუმშვაზე წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში $R_c=528$ კგ/სმ², რის მიხედვითაც ქანები კლასიფიცირდებიან როგორც მტკიცე კლდოვანი ქანი. დარბილების კოეფიციენტის მიხედვით კლდოვანი ქანები არა დარბილებადია რადგან $K_{sof}>0.75$ -ზე.

ფენა 8-ის კლდოვანი ქანების დამუშავების კატეგორია ს.ნ და წ. IV-5-82-ის კრებული 1-ის მიხედვით განეკუთვნება 19-ბ პუნქტს, ხოლო კრებული-3-ის მიხედვით 20-ბ პუნქტის VIII ჯგუფს.

ფენა 9 - ქვიშაქვები, საშუალოდ და სუსტად გამოფიტული, მოყავისფრო ნაცრისფერი, ნაპრალოვანი. – $J_2b_2^3$. ფენა წარმოადგენს შუა იურული ასაკის, ბაიოსური სართულის ზედა წყების ნალექებს. იგი წარმოდგენილია საკვლავი

ფერდობის დასავლეთ ნაწილში და ფრაგმენტულად შიშვლდება მის სამხრეთ-დასავლეთ პერიფერიაზე. ფენა 9 არ გამოვლენილა არცერთ საძიებო ჭაბურღილში. ფენის აღწერა ეფუძნება მის საველე-ვიზუალურ შეფასებას და ფონდურ-ლიტერატურულ მონაცემებს. ფენა 9-ის სიმკვრივე $\rho=2.3$ გრ/სმ³.

ფენა-9-ის კლდოვანი ქანების დამუშავების კატეგორია ს.ნ და წ. IV-5-82-ის კრებული 1-ის მიხედვით განეკუთვნება 28-ბ პუნქტს.

6.2 კლდოვანი ქანების საველე გეომექანიკური აღწერის (GSI, RMR) შედეგები

ტერიტორიაზე არსებულ გაშვვლებებზე გარკვეულ ადგილებში განხორციელდა კლდოვანი ქანების ნაპრალოვნების შეფასება სხვადასხვა მეთოდით.

ნაპრალოვნების შეფასება მოიცავს ტერიტორიაზე არსებულ იურული და ცარცული პერიოდის ნალექებს, ასევე სუბვულკანურ ინტრუზიულ სხეულს.

იურული პერიოდის ქვიშაქვებით წარმოდგენილ გაშვვლებებში ფიქსირდება ოთხი ძირითადი ნაპრალოთა სისტემა:

- პირველი ნაპრალოთა სისტემა (შრე) არის საშუალო დახრილობის, მიმართულია აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ, ხოლო ნაპრალის სიბრტყის ორიენტაცია არის სამხრეთული ($11-18^{\circ}/178-182$);
- მეორე ნაპრალოთა სისტემა (1) არის საშუალო დახრილობის, მიმართულია ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთისაკენ, ხოლო ნაპრალის სიბრტყის ორიენტაცია არის ჩრდილო-დასავლეთური ($42-45^{\circ}/320$);
- მესამე ნაპრალოთა სისტემა (2) არის მაღალი დახრილობის, მიმართულია ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ, ხოლო ნაპრალის სიბრტყის ორიენტაცია არის დასავლეთური ($77-82^{\circ}/265$);
- მეოთხე ნაპრალოთა სისტემა (3) არის მაღალი დახრილობის, მიმართულია აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ, ხოლო ნაპრალის სიბრტყის ორიენტაცია არის ჩრდილოეთური ($80-84^{\circ}/342$);

ცარცული პერიოდის კირქვებით წარმოდგენილ გაშვვლებებში ფიქსირდება სამი ძირითადი ნაპრალოთა სისტემა:

- პირველი ნაპრალოთა სისტემა (შრე) არის საშუალო დახრილობის, მიმართულება იცვლება ჩრდილო-აღმოსავლეთი სამხრეთ-დასავლეთიდან-დან ჩრდილო-დასავლეთი სამხრეთ-აღმოსავლეთამდე ხოლო ნაპრალის სიბრტყის ორიენტაცია იცვლება სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთურამდე (16-23°/176-208);
- მეორე ნაპრალოთა სისტემა (1) არის მაღალი დახრილობის, მიმართულია ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთისაკენ, ხოლო ნაპრალის სიბრტყის ორიენტაცია არის სამხრეთ-დასავლეთური (81-84° /148-116-127);
- მესამე ნაპრალოთა სისტემა (2) არის მაღალი დახრილობის, მიმართულია ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთისაკენ, ხოლო ნაპრალის სიბრტყის ორიენტაცია არის ჩრდილო-დასავლეთური (65-79° /306-314);

სუბვულკანურ ინტრუზიულ სხეულით (ბაზალტებით) წარმოდგენილ გაშშვლებებში ფიქსირდება სამი ძირითადი ნაპრალოთა სისტემა ფიქსირდება:

- პირველი ნაპრალოთა სისტემა (1) მაღალი დახრილობის, მიმართულია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ, ხოლო ნაპრალის სიბრტყის ორიენტაცია არის სამხრეთ-დასავლეთური (68°/257);
- მეორე ნაპრალოთა სისტემა (2) არის მაღალი დახრილობის, მიმართულია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ აღმოსავლეთისაკენ, ხოლო ნაპრალის სიბრტყის ორიენტაცია არის ჩრდილო-აღმოსავლეთური (81°/019);
- მესამე ნაპრალოთა სისტემა (3) არის საშუალო დახრილობის, მიმართულია ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთისაკენ, ხოლო ნაპრალის სიბრტყის ორიენტაცია არის ჩრდილო-დასავლეთური (22°/311);

ზემოთ აღწერილი ნაპრალების გარდა, კლდოვან ქანებში ასევე ფიქსირდება სხვა უფრო მცირე გავრცელების ნაპრალოთა სისტემებიც და ცალკეული ნაპრალები, რომელთა ორიენტაციაც ახლოს არის აღწერილ ნაპრალოთა სისტემებთან.

კლდოვან ქანებზე ჩატარებული გეომექანიკური აღწერების შედეგებიდან გამომდინარე, იურული პერიოდის ქვიშაქვებით წარმოდგენილ გაშშვლებებში კლდოვანი ქანის მასივის რეიტინგი (RMR) 44-დან 52-მდე იცვლება და მიღებული

მნიშვნელობის შესაბამისად (Bieniawski et al,1972 and modifications) კლდოვანი ქანები კლასიფიცირდება როგორ საშუალო (III) კლასის ქანები. ხოლო გეოლოგიური სიმტკიცის ინდექსი 40-დან 55 მდე მერყეობს და მიღებული მნიშვნელობების შესაბამისად (Hoek-E and Marinos P) კლდოვანი ქანები შეიძლება დახასიათდეს როგორც საშუალო და კარგი ქანი, სადაც ფიქსირდება 3-4 ძირითადი ნაპრალოთა სისტემა.

ცარცული პერიოდის კირქვებით წარმოდგენილ გაშშვლებებში, კლდოვანი ქანის მასივის რეიტინგი (RMR) 51-დან 54-მდე იცვლება და მიღებული მნიშვნელობის შესაბამისად (Bieniawski et al,1972 and modifications) კლდოვანი ქანები კლასიფიცირდება როგორ საშუალო (III) კლასის ქანები. ხოლო გეოლოგიური სიმტკიცის ინდექსი 47-დან 55-მდე მერყეობს და მიღებული მნიშვნელობების შესაბამისად (Hoek-E and Marinos P) კლდოვანი ქანები შეიძლება დახასიათდეს როგორც საშუალო და კარგი ქანი, სადაც ფიქსირდება 3-4 ძირითადი ნაპრალოთა სისტემა.

ინტრუზიულ სხეულით (ბაზალტებით) წარმოდგენილ გაშშვლებებში, კლდოვანი ქანის მასივის რეიტინგი არის 68 და მიღებული მნიშვნელობის შესაბამისად (Bieniawski et al,1972 and modifications) კლდოვანი ქანი კლასიფიცირდება როგორ კარგი (II) კლასის ქანი. ხოლო გეოლოგიური სიმტკიცის ინდექსი 64-დან 70 მდე მერყეობს და მიღებული მნიშვნელობების შესაბამისად (Hoek-E and Marinos P) კლდოვანი ქანი შეიძლება დახასიათდეს როგორც საშუალო და კარგი ქანი, სადაც ფიქსირდება 3 ძირითადი ნაპრალოთა სისტემა.

ჩატარებული გეომექანიკური აღწერების ადგილები შესაბამისი აღნიშვნითა და ნუმერაციით გრაფიკულად ასახულია ჩვენს მიერ მომზადებულ საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკებზე, ხოლო შედეგები დეტალურად მოცემულია დანართ N3-ში.

6.3 გეოფიზიკური კვლევის (ვერტიკალური ელექტრო ზონდირების) შედეგები

საველე კვლევების პროცესში, მეწერულ ფერდობზე შეირჩა ოცი ადგილი (ძირითადად მეწერის კონტურის შიგნით) გეოფიზიკური კვლევის (ვერტიკალური ელექტრო ზონდირების ცდების - VES) ჩასატარებლად, თითოეულ ადგილზე ჩაწვდომის სიღრმე შეადგენდა 50 მეტრს. ჩატარებული საველე ცდების შედეგად

მიღებული მონაცემების დამუშავებით განისაზღვრება ფერდობის ზედაპირზე არსებული გრუნტების გავრცელება სიღრმეში და დადგინდა საზღვარი ფერდობის ამგებ არაკლდოვან გრუნტებსა და კლდოვან ქანებს შორის. მიღებული შედეგების მიხედვით ფერდობზე არაკლდოვან გრუნტების სიმძლავრე (სისქე) 12 მეტრიდან 48 მეტრამდე იცვლება და ზოგიერთ უბანზე 50 მეტრსაც კი აღემატება.

კვლევის ჩატარების ადგილები, შესაბამისი აღნიშვნითა და ნუმერაციით ნაჩვენებია ჩვენს მიერ მომზადებულ საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკაზე და ასევე, დატანილია ფერდობის გრძივ და განივ საინჟინრო-გეოლოგიურ კრილებზე (იხილეთ გრაფიკული ნაწილი, ნახაზები LS-01-დან LS-08-მდე), შედეგები კი მოცემულია დანართ 4-ში.

6.4 ფერდობის ჰიდროგეოლოგიური პირობები, გრუნტებისა და გრუნტის წყლის აგრესიულობის ხარისხი

მეწყრული ფერდობზე გაყვანილი ჭაბურღილებიდან გრუნტის წყალი გამოვლინდა N 1, N 2, N 3, N 4, N 5, N 6 და N 8 ჭაბურღილში, ხოლო N 7 ჭაბურღილში გრუნტის წყალი არ გამოვლენილა. გრუნტის წყლის დამყარებული დონეები კი ჭაბურღილების მიხედვით შემდეგია: ჭაბურღილი N 1 – 12.6 მეტრი; ჭაბურღილი N 2 – 5.3 მეტრი; ჭაბურღილი N 3 – 10.6 მეტრი; ჭაბურღილი N 4 – 5.3 მეტრი; ჭაბურღილი N 5 – 6.7 მეტრი; ჭაბურღილი N 6 – 14.0 მეტრი; ჭაბურღილი N 8 – 3.95 მეტრი.

უნდა აღინიშნოს, რომ N 7 ჭაბურღილში გრუნტის წყლის არ არსებობა არ წარმოადგენს რაიმე ანომალიას, N 7 ჭაბურღილი მდებარეობს მეწყრის თავში, ჰიფსომეტრულად ყველაზე მაღლა, 475 მეტრის ნიშნულზე და აქ არსებული რელიეფური პირობებიდან გამომდინარე ლოგიკურიც არის რომ მასში გრუნტის წყალი არ გამოვლინდა.

ზოგადად, ფერდობზე არსებული გრუნტების წყალშემცველობას ძირითადად განაპირობებს ატმოსფერული ნალექების ინტენსივობა და შესაბამისად მათი ინფილტრაციის ხარისხი გრუნტებში. კლდოვან მასივში ნაპრალოური ცირკულაციის წყლები სავარაუდოდ სპორადული გავრცელებით ხასიათდებიან, ვინაიდან ფერდობის მორფოლოგიური აგებულება და ხეობის ძირში ფრონტალურად

არსებული კლდოვანი მასივის ქარაფოვანი გაშიშვლებები, მიწისქვესა წყლების განტვირთვის კარგ საშუალებას იძლევიან.

ფერდობზე მრავლად გვხვდება გრუნტის წყლის გამოსავლებიც (წყაროები), ყველა მათგანი დაფიქსირებულია ტერიტორიის საინჟინრო-გეოლოგიური აგეგმვის პროცესში და მისი ადგილმდებარეობა შესაბამისი აღნიშვნით ნაჩვენებია ჩვენს მიერ მომზადებულ რუკაზე (იხილეთ ნახაზი # LS-01).

ჭაბურღილიდან აღებული გრუნტის ნიმუშების საერთო მინერალიზაციის $M=0.14/0.30$ გ/ლ ტოლია. ქიმიური შედგენილობით ერთმანეთისგან განსხვავდებიან. ჭაბურღილ N1-დან აღებული ნიმუშის გამონატუტის ქიმიური შედგენილობა სულფატურ-ჰიდროკარბონატულ-კარბონატულ-ქლორიდული ნატრიუმიან-კალციუმიან-მაგნიუმიან ტიპს წარმოადგენს, ხოლო ჭაბურღილი N4 და N8-დან აღებულ გრუნტის ნიმუშებში კი დომინანტი ანიონი ჰიდროკარბონატია. კათიონურ შედგენილობაში ნატრიუმის იონი წარმოადგენს წამყვან იონს. წყალბადიონების კონცენტრაციის მაჩვენებლით რეაქცია ნეიტრალურია ($pH = 7.55/7.61$). საანალიზო გრუნტები „სუსტ“ და „საშუალო“ აგრესიულობას ავლენენ პორტლანდცემენტის მარკის ბეტონის მიმართ წყალშედწევადობის შესაბამისად. ხოლო შლაკოპორტლანდცემენტის და სულფატმედეგი მარკის ბეტონის მიმართ არ ხასიათდებიან აგრესიულობით (იხ. აგრესიულობის ცხრილები). აგრეთვე, ქლორიდების შემცველობის თვალსაზრისითაც „არა“ და „სუსტი“ აგრესიულობით ხასიათდებიან (კვლევის შედეგები ვრცლად მოცემულია დანართ 2-ში).

ჭაბურღილიდან აღებული გრუნტის წყლის სინჯების ლაბორატორიული ანალიზის შედეგების მიხედვით, გრუნტის წყალი საერთო მინერალიზაციის სიდიდით $M=0.91/1.02$ გ/ლ - სინჯები მტკნარი წყლების ($M<1$ გ/ლ) კატეგორიას მიეკუთვნებიან.

ქიმიური შედგენილობით იდენტურია და ჰიდროკარბონატულ-სულფატური ნატრიუმიან-მაგნიუმიან-კალციუმიან ტიპს წარმოადგენს. წყალბად-იონების კონცენტრაციის მაჩვენებლით რეაქცია ნეიტრალურია ($pH=6.81/6.92$). წყლის სინჯები სულფატების შემცველობის მხრივ პორტლანდცემენტის, წიდაპორტლანდცემენტის და სულფატმედეგი მარკის ბეტონის მიმართ აგრესიულობას არ ავლენენ. რკინა-ბეტონის კონსტრუქციის არმატურაზე

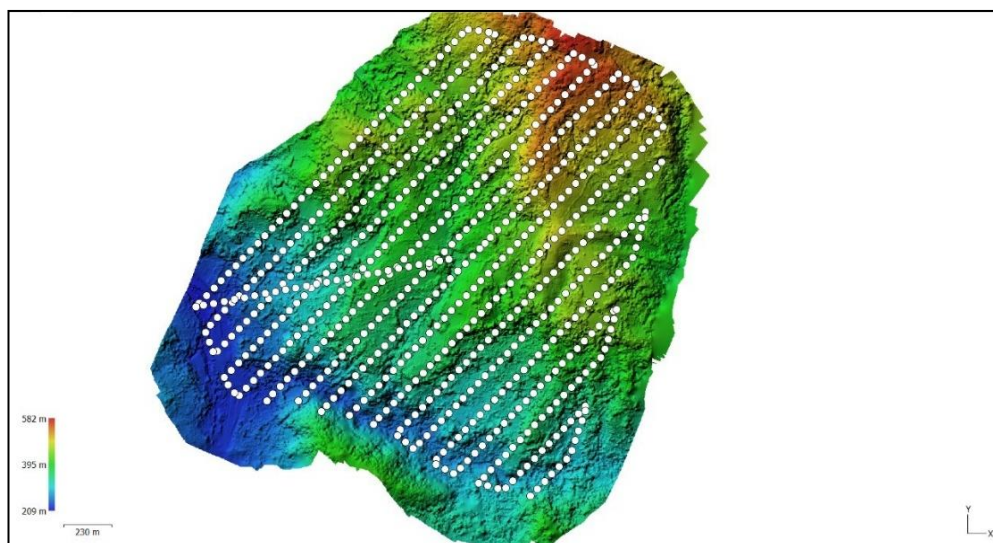
გაანალიზებული წყლის ზემოქმედება მუდმივად წყალში დასველების პირობებში ფასდება როგორც “არა”, ხოლო პერიოდული დასველებით – “სუსტი”. იმავე გარემოს აგრესიული სინჯების აგრესიული ზემოქმედების ხარისხი ნახშირბადიან ფოლადზე, გრუნტის წყლის დონის დაბლა სამშენებლო ნორმების და წესების ინსტრუქციის მიხედვით ფასდება როგორც “საშუალო” (კვლევის შედეგები ვრცლად მოცემულია დანართ 2-ში).

7 მორფოლოგიური ანალიზი დისტანციური ზონდირების მეთოდით.

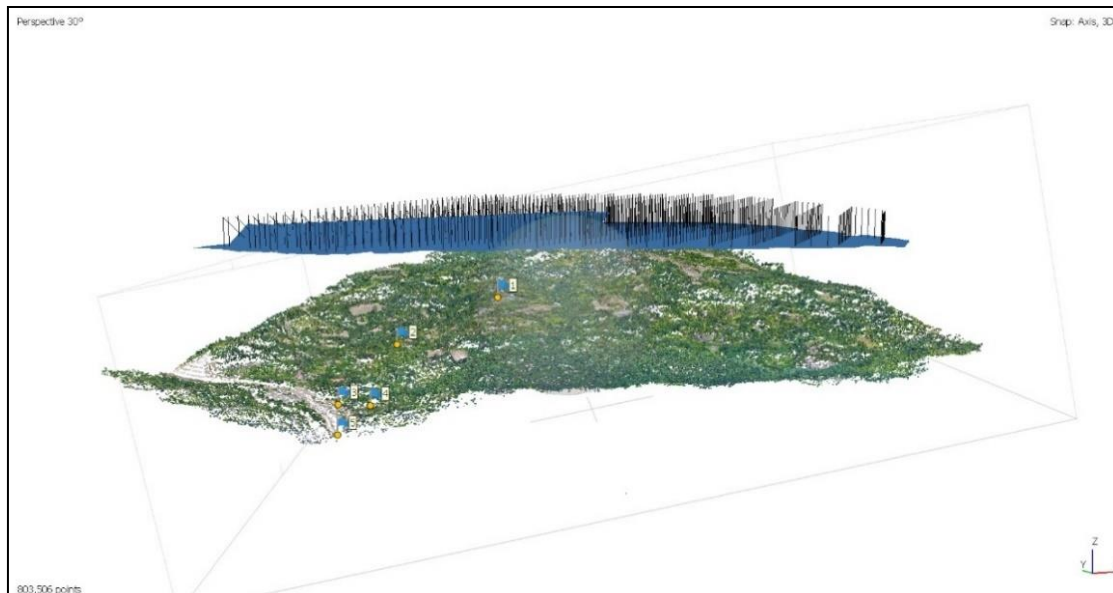
7.1 საველე აერო ფოტოგრამმეტრიული გადაღებები და მონაცემების მოპოვება

კვლევის ფარგლებში, ტერიტორიის აერო-ფოტოგრამმეტრიული გადაღება განხორციელდა DJI Matrice 4 T უპილოტო საფრენ აპარატით (დრონი). გადაღების პროცესი განხორციელდა წინასწარ განსაზღვრული ფრენის მარშრუტის მიხედვით (ფიგურა -), რელიეფის ზედაპირიდან საშუალოდ 250 მეტრის სიმაღლეზე დაახლოებით ოთხი საათის განმავლობაში, რის შედეგადაც მოხდა 810 ერთეული ფოტოს გადაღება და მიღებული იქნა მჭიდრო წერტილების ღრუბელი (საერთო ჯამში დაახლოებით 35 მილიონი წერტილი).

მონაცემთა სიზუსტისთვის, საკონტროლო წერტილების გაზომვისთვის გამოყენებული იქნა DGPS Alpha-GEO, Matrix II სერიის მოწყობილობა, რომელიც ინტეგრირებული იყო GeoCORS-ის სისტემასთან.



ფიგურა 7-1. დრონის ფრენის მარშრუტზე აერო ფოტოების გადაღების წერტილები



ფიგურა 7-2. წერტილების ღრუბელი გვერდხედში (YZ პრექციაში).

აერო-ფოტო გადაღების არეალი	დაახლოებით 300 ჰა
ფრენის პერიოდი	დაახლოებით 4 სთ
ფრენის სიმაღლე	250 მ.
გვერდითი გადაფარვა	75 %
პირითი გადაფარვა	65 %
გადაღებული ფოტოების რაოდენობა	81 ერთეული
საკონტროლო წერტილების რაოდენობა	20 წერტილი

ცხრილი 7-3. აეროფოტოგადაღების მონაცემები

7.2 მონაცემების დამუშავება და ანალიზი

აერო-ფოტოგრამეტრიული გადაღებით მიღებული წერტილოვანი ღრუბლის პროგრამული დამუშავება განხორციელდა პროგრამა Agisoft Metashape Professional-ის გამოყენებით. დამუშავების პროცესში შესრულდა მონაცემების გაფილტვრა, გეორეფერენსირება, წერტილოვანი ღრუბლის კლასიფიკაცია და მიღებული შედეგების საფუძველზე გენერირდა მაღალი სიზუსტის ციფრული რელიეფის მოდელი (DSM) და ციფრული სასიმაღლო მოდელი (DEM).

ციფრული სასიმაღლო მოდელის (DEM) საფუძველზე გამოითვალა ძირითადი რელიეფური პარამეტრები, მათ შორის: ფერდობის დახრილობა (Slope), ექსპოზიცია (Aspect), ჩრდილოვანება (Hillshade) და იზოხაზები (Contours).

აეროგადაღებით მიღებული ფოტოების პროგრამული დამუშავების შედეგად ასევე შეიქმნა მაღალი გარჩევადობის ორთოფოტო (რეზოლუცია-12 სმ), რომელიც

გამოყენებული იქნა როგორც საბაზისო ინფორმაცია. ორთოფოტოზე მოხდა სხვადასხვა ფენების (შენობა-ნაგებები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები, მეწყრის კონტური და ა.შ) გაერთიანება. კვლევის პროცესში ორთოფოტომ მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა მეწყრის საზღვრის, ნაპრალების და სხვა მორფოლოგიური ელემენტების იდენტიფიკაციის პროცესში.



ფიგურა 7-4. საკვლევი ტერიტორიის ორთომოზაიკა

8 ფერდობის გეოდინამიკური პირობები

8.1 მეწერული სხეულის აღწერა და ფერდობის მდგრადობის შეფასება

წინამდებარე კვლევის ფარგლებში ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური აგეგმვის პროცესში დადგინდა საზღვრები ფერდობის ზედაპირზე არსებული, განსხვავებული გენეზისის და ლითოლოგიური შედგენილობის მქონე გრუნტებს შორის, დაზუსტდა წარმოქმნილი მეწერული მოვლენის გარცელების საზღვრები, გადაადგილების მიმართულება და შეფასდა ფერდობზე არსებული ზოგადი გეოდინამიკური ვითარება.

ტერიტორია მოქცეულია მდინარე ჩხერიმელას წყალშემკრებ აუზში და წარმოადგენს, მისი მარჯვენა შენაკადის მდინარე ყარნებას ხეობის მარჯვენა, სამხრეთული ექსპოზიციის მქონე ფერდობს, რომლის დახრილობა სხვადასხვა ადგილში 10°-დან 70°-მდე იცვლება. ფერდობი ეროზიულ-დენუდაციური ტიპის რელიეფით გამოირჩევა, ზოგიერთ უბანზე ჩამოყალიბებულია ძლიერ ტალღოვანი და საფეხურისებრი რელიეფი. ფერდობის შუა და ზედა ნაწილი რელიეფის

შედარებით რბილი ფორმებით არის წარმოდგენილი, ზედაპირის დახრილობა დაბალია და გორაკ-ბორცვიანი რელიეფი ჭარბობს. ფერდობის ძირი, (მდინარე ყარნებას კალაპოტის გასწვრივ) მკვეთრად განსხვავებულია ზედა უბნებისგან. აქ ზედაპირის დახრილობა მაღალია, ზოგან კლდოვანი ფლატეებით არის წარმოდგენილი. ფერდობზე განვითარებულია რამდენიმე ეროზიული ხევი, ზოგიერთ ასეთ ხევში წყალი მუდმივად არ მოედინება, თუმცა უხვი ატმოსფერული ნალექების მოსვლისას, ზედაპირული წყლების დროებითი ნაკადების ერთგვარ წყალშემკრებს წარმოადგენენ. ეროზიულ ხევთაგან უმეტესობა მცირე ზომისაა, მხოლოდ ერთი ხევი გამოირჩევა სიღრმული გავრცელებით, თითქმის შუაზე ყოფს შესწავლილ ფერდობს და მნიშვნელოვნად ცვლის ფერდობის რელიეფის ფორმას. მოცემული ფერდობი დატვირთულია ურბანული თვალსაზრისით - გაშენებულია ორი სოფელი (ხემაღალი და ღვერკი), სადაც მდებარეობს რამდენიმე ათეული საცხოვრებელი სახლი დამხმარე ნაგებობებით, ბოსტნებით, ნაკვეთებით, ვენახებით და ხილის ბაღებით, აშენებული და მოწყობილია ეკლესიები, სასაფლაოები, სკოლა და სხვა დანიშნულების ნაგებობები, მისასვლელი და შიდა საუბნო საავტომობილო გზები, ელექტროგადამცემი ხაზები და სხვა ინფრასტრუქტურა. გარდა ამისა ცალკე აღსანიშნავია, რომ ამავე ფერდობის ძირში, მდინარე ჩხერიმელას ხეობაში გადის სარკინიგზო მაგისტრალი.

ტერიტორიის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობს იურული და ცარცული პერიოდის ზღვიური დანალექი ქანები, ფიქსირდება ასევე სუბვულკანური ინტრუზიული სხეულების მცირე გამოსავლები. კონკრეტულად კი ფერდობის ამგები იურული პერიოდის ნალექები წარმოდგენილია თიხების, ქვიშაქვების, ტუფოქვიშაქვების ხოლო ცარცული პერიოდის ნალექები წარმოდგენილია მერგელების და მერგელოვანი კირქვების შრეებითა და დასტებით. უბნის უმეტეს ფართობზე ძირითადი ქანები დაფარულია საფარი გრუნტებით, რომელთა შორის, გენეზისის მიხედვით, გამოიყოფა: ელუვიურ-დელუვიური (edQ_{IV}) და კოლუვიურ-დელუვიური (cdQ_{IV}) გენეზისის მქონე გრუნტები.

შესწავლილი ფერდობი რთულია ტექტონიკური თვალსაზრისით, რაც გამოიხატება იმაში, რომ ტერიტორიას ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთ მიმართულებით კვეთს რღვევის ხაზი, (წყარო - საბჭოთა პერიოდის სქემატური

ტექტონიკური რუკა. მასშტაბი 1:100 000). გეოლოგიურ წარსულში მომხდარ ამ ტექტონიკურ გადაადგილებას შესაძლოა მნიშვნელოვანი გავლენაც მოეხდინა ტერიტორიაზე არსებული თანამედროვე რელიეფის ჩამოყალიბებაში.

ფერდობის ამგები ქანების შრეთა წოლის ელემენტები - დაქანების აზიმუტი და დახრის კუთხე $160-182^{\circ}/13-26^{\circ}$ ფარგლებში იცვლება და მთლიანობაში თანხვედრაშია ფერდობების ექსპოზიციასა და მისი ზედაპირის დახრილობასთან.

აღნიშნულ ფერდობზე განვითარებულია მძლავრი მეწერული მოვლენა (დამკვეთისგან მიღებული ინფორმაციის მიხედვით მეწერი 2025 წლის ივნისის თვეში განვითარდა). აქტიური მეწერული ზონა ცირკისებრია, იგი იწყება ფერდობის ზედა ნაწილში, გრძელდება ფერდობის ძირის მიმართულებით, მოიცავს სოფელ ხემაღალისა და სოფელ ღვერკის ტერიტორიის დასახლებულ და დაუსახლებელ უბნებს (68.45 ჰექტარს) და სრულდება მდინარე ყარნებას კალაპოტის სიახლოვეს. მეწერი აქტიური მეწერებისთვის დამახასიათებელი ნიშან-თვისებით ხასიათდება, წარმოქმნილია მოწყვეტის, ხლეჩვის და გაჭიმვის ღია ნაპრალები და მკვეთრი საფეხურისებრი ფორმები. მეწერის სიგანე 240 მეტრიდან 1 070 მეტრამდე იცვლება და საშუალოდ 680 მეტრს შეადგენს. მეწერული სხეულის სიგრძე მთავარი საფეხურის წარბადან მეწერის ძირამდე 1 100 მეტრს შეადგენს, მეწერული სხეულის სისქე (სიმძლავრე) სხვადასხვა უბანზე 3 მეტრიდან 50 მეტრამდე იცვლება და საშუალოდ 43 მეტრია. მთავარი მეწერული საფეხურის სიმაღლე 1.5 მეტრიდან 25.0 მეტრამდე მერყეობს. მეწერის შიგნით განვითარებული მოწყვეტის და ხლეჩის ნაპრალები როგორც გრძივი ასევე განივი მიმართულებისაა და ძირითადად გავრცელებულია მეწერული სხეულის შუა და ზედა ნაწილში. აღნიშნული ნაპრალები ზედაპირულ ნაწილში ღიაა და მათი ღიობის სიგანე 0.3 მეტრიდან 16.0 მეტრამდე იცვლება. დეფორმაციები დაიკვირვება, როგორც გრუნტში, ასევე კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი ქანების მასივში.

მეწერის მთავარი მოწყვეტის საფეხურის წარბა წარმოქმნილია ზღვის დონიდან 470 მეტრის სიმაღლეზე, ხოლო მეწერის ძირი ზღვის დონიდან 300 მეტრის სიმაღლეზე ფიქსირდება. ესეიგი მეწერული სხეულის თავისა და ძირის ნიშნულებს შორის სხვაობა 170 მეტრია. ამის გამო (და არა მარტო) მეწერს შემდგომი გადაადგილებისთვის მაღალი ენერგეტიკული პოტენციალი გააჩნია. მეწერული

სხეულის შემდგომი გადაადგილება კი ფერდობის სხვადასხვა ნაწილში აუცილებლად წარმოქმნის ახალ მეწერულ ნაპრალებსა და საფეხურებს.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ მეწყერი სრულდება მდინარე ყარნებას კალაპოტის სიახლოვეს, მეწყრის ძირი კი ზღვის დონიდან 300 მეტრის სიმაღლეზე ფიქსირდება, მაშინ როდესაც მდინარე ყარნებას კალაპოტის ნიშნული ამ ნაწილში 240-260 მეტრის ფარგლებშია ანუ მეწყერი სრულდება ფერდობზევე, მდინარის კალაპოტიდან 40-60 მეტრის სიმაღლეზე და არა მდინარის კალაპოტში. მიუხედავად ამისა გადაადგილებული მეწყრული მასა მდინარის კალაპოტამდე მაინც აღწევს და თანდათან ავსებს ხეობის ფსკერს. ასე იმიტომ ხდება, რომ ხეობის ფსკერიდან 40-60 მეტრის სიმაღლეზე მდებარეობს ის სიბრტყე რომელზეც ძირითადი მეწყრული მასა გადაადგილდება, აქ სრულდება ერთიანი მეწყრული სხეულის თანმიმდევრული გადაადგილება (სრიალი), შემდგომ კი დაახლოებით 40-60 მეტრის სიმაღლიდან, ფერდობის ძირში არსებულ ფლატეზე ქაოსურად მოგორავს ფერდობის ზედა ნაწილიდან გადაადგილებული მეწყრული მასა სხვადასხვა ზომის ბლოკების, ლოდების და ღორღის სახით (ზოგიერთ უბანზე გრუნტიც, დენად მდგომარეობაში), ივსება ხეობის ფსკერი და თანდათან ხდება მდინარის შეგუბება. დღეის მდგომარეობით მდინარის კალაპოტი ერთ მონაკვეთში უკვე არის დაახლოებით 5 მეტრის სიმაღლეზე შევსებული და მდინარე შეგუბებულია. ეს პროცესი გრძელდება და მეწყრისა და ხეობის მორფოლოგიის გათვალისწინებით საბოლოოდ მდინარე ყარნებას ხეობის დაახლოებით 70-80 მეტრის სიმაღლეზე ამოვსების პოტენციალი არსებობს. მიუხედავად იმისა, რომ ხეობაში წყლის შეტბორვა უკვე წარმოქმნილია, დღეის მდგომარეობით მდინარე მთლიანად ჩაკეტილი არ არის და შეტბორილი ადგილიდან ქვემოთ გარკვეული რაოდენობის წყალი, (ბუნებრივ ხარჯთან შედარებით შემცირებული, ამღვრეული, მოწითალო შეფერილობის) კალაპოტში კვლავ მოედინება.

ფერდობზე განვითარებული მეწყერი სტრუქტურის მიხედვით კონსეკვენტურია, რაც დამახასიათებელია იმ მეწყრებისთვის რომელიც დანალექ, შრეებრივ მასივში წარმოიქმნება ხოლმე, რა დროსაც მეწყრული სხეულის სრიალის (ცოცვის) ზედაპირი შრეებრიობის გამყოფი ზედაპირის და მისი პარალელური ნაპრალების თანხვედნილია და გადაადგილება ხდება შრეთა სიბრტყის გასწვრივ,

ამდროულად მეწერის გადაადგილების მიმართულება თითქმის იმეორებს შრეთა დაქანების მიმართულებას.

სწორედ ასეთ მეწერულ მოვლანას წარმოადგენს ხარაგაულის მუნიციპალიტეტში, სოფელ ხემაღალის და სოფელ ღვერკის ტერიტორიაზე განვითარებული გეოლოგიური მოვლენა - მეწყერი. იმიტომ, რომ ამ შემთხვევაში ფერდობის (სადაც მეწყერი განვითარდა) ამგები ქანების შრეთა დაქანების აზიმუტი 167-208°-ის ფარგლებში იცვლება ანუ სამხრეთულია, სამხრეთულია ფერდობის ექსპოზიცია და შესაბამისად სამხრეთულია მეწერის გადაადგილების მიმართულებაც. ფერდობის (სადაც მეწყერი განვითარდა) ამგები ქანების შრეთა დახრის კუთხე 15-32°-ის ფარგლებში იცვლება და მთლიანობაში თანხვედრაშია ფერდობის ზედაპირის დახრილობასთან. ამავე დროს, იმ სიბრტყის დახრილობა რომელზეც მეწყერი გადაადგილდება ასევე ემთხვევა ფერდობის საერთო დახრილობასა და შრეთა დახრის კუთხეს.

მეწერების საერთაშორისო კლასიფიკაციის მიხედვით, ზემოთ აღწერილი მეწერული მოვლენა ცოცვის ზედაპირის განლაგების სიღრმის მიხედვით კლასიფიცირდება როგორც „ძალიან ღრმა“, ხოლო მოცულობის მიხედვით „ძალიან მძლავრი - ექსტრემულურად დიდი“ (მეწერული სხეულის მოცულობა 29 797 551.5 მ³, ხოლო ცოცვის ზედაპირის განლაგების საშუალო სიღრმე 43 მეტრია).

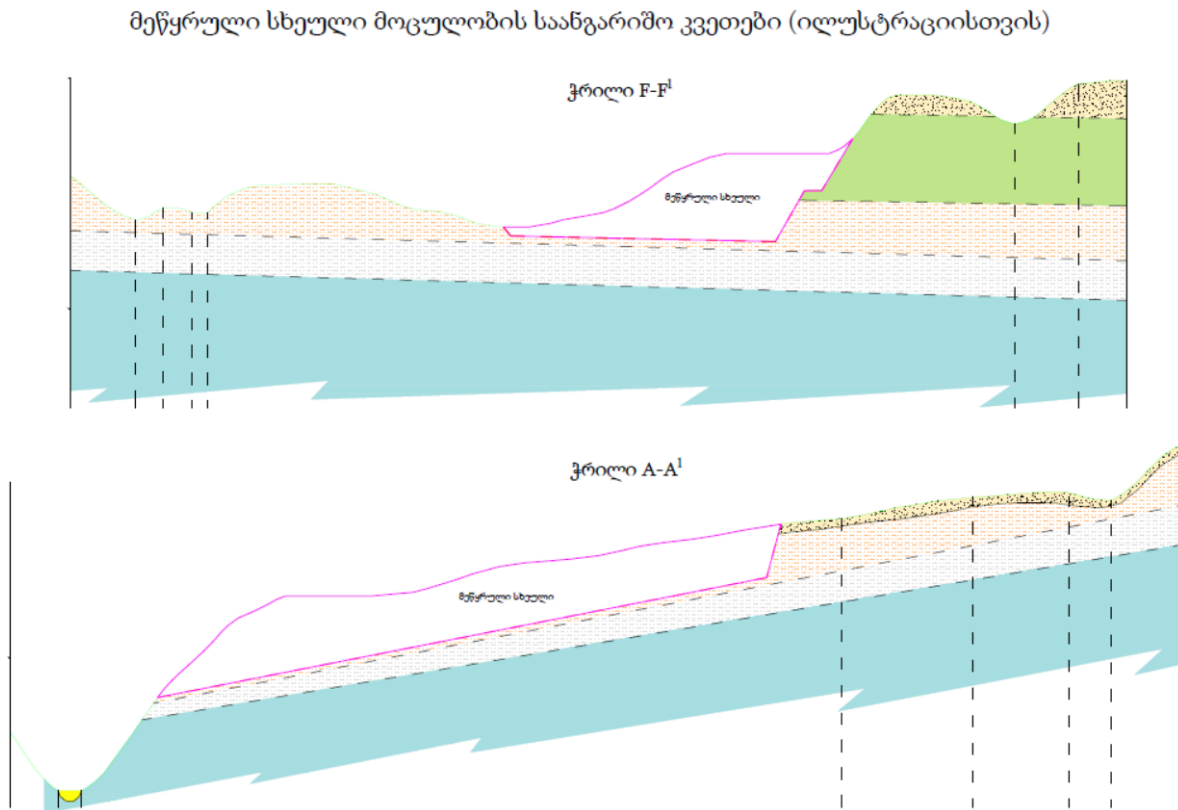
მეწერული სხეულის მოცულობა ფერდობის გრძივ ჭრილებში						
	საანგარიშო მონაკვეთები	მანძილი კვთებს შორის	ფართობი კვთზე 1	ფართობი კვთზე 2	კვთის საშუალო ფართობი	მოცულობა (მ ³)
1	მეწერის მარჯვენა კიდე -- ჭრილი A-A ¹	183.00	0.00	40998.00	20499.00	3751317.00
2	ჭრილი A-A ¹ -- ჭრილი B-B ¹	306.00	40998.00	45158.00	43078.00	13181868.00
3	ჭრილი B-B ¹ -- ჭრილი C-C ¹	285.00	45158.00	27659.00	36408.50	10376422.50
4	ჭრილი C-C ¹ -- მეწერის მარცხენა კიდე	76.00	27659.00	0.00	13829.50	1051042.00
	სულ					28,360,649.50

მეწერული სხეულის მოცულობა ფერდობის განივ ჭრილებში						
	საანგარიშო მონაკვეთები	მანძილი კვთებს შორის	ფართობი კვთზე 1	ფართობი კვთზე 2	კვთის საშუალო ფართობი	მოცულობა (მ ³)
1	მეწერის ბირი -- ჭრილი D-D ¹	138.00	0.00	54223.00	27111.50	3741387.00
2	ჭრილი D-D ¹ -- ჭრილი E-E ¹	295.00	54223.00	40503.00	47363.00	13972085.00
3	ჭრილი E-E ¹ -- ჭრილი F-F ¹	335.00	40503.00	18922.00	29712.50	9953687.50
4	ჭრილი F-F ¹ -- ჭრილი G-G ²	225.00	18922.00	11889.00	15405.50	3466237.50
5	ჭრილი G-G ² -- მეწერის თავი	17.00	11889.00	0.00	5944.50	101056.50
	სულ					31,234,453.50

მეწერული სხეულის საშუალო მოცულობა ფერდობის გრძივი და განივი ჭრილების მიხედვით

29,797,551.50

ცხრილი 8-1. მეწერული სხეულის მოცულობის საანგარიშო მონაცემები



ფიგურა 8-2. მეწერული სხეულის მოცულობის საანგარიშო კვეთები

კვლევების პროცესში, 4 აგვისტოდან 15 აგვისტომდე პერიოდში, მეწერის სხვადასხვა ნაწილში მოვაწყეთ დროებითი დაკვირვების წერტილები, სადაც ყოველდღიურად მიმდინარეობდა დაკვირვებები და საკონტროლო გაზომვები. ასევე, კვლევების პერიოდში განხორციელდა ტერიტორიის აეროფოტოგადაღებები რამდენიმე დღიანი ინტერვალებით. საკონტროლო აზომვებით მიღებული მონაცემები მოყვანილია ქვემოთ, ცხრილში. აეროფოტოგადაღებებით მიღებული ფოტოები კი მოცემულია დანართში

თარიღი	დრო (სთ)	მანძილი უძრავ და მოძრავ პუნქტებს შორის		
		დ.წ. 1	დ.წ. 2	დ.წ. 3
04.08.2025	09:30	0.8 მ	1.2 მ	1.4 მ
04.08.2025	18:00	0.83 მ	1.22 მ	1.47 მ
05.08.2025	10:00	0.89 მ	1.26 მ	1.51 მ
05.08.2025	19:00	0.94 მ	1.36 მ	1.56 მ
06.08.2025	09:00	0.98 მ	1.40 მ	1.59 მ
06.08.2025	18:00	1.10 მ	1.49 მ	1.62 მ

07.08.2025	10:00	1.18 მ	1.51 მ	1.67 მ
07.08.2025	19:00	1.22 მ	1.53 მ	1.73 მ
08.08.2025	10:00	1.26 მ	1.62 მ	1.80 მ
08.08.2025	19:00	1.31 მ	1.64 მ	1.89 მ
09.08.2025	10:00	1.33 მ	1.67 მ	1.91 მ
09.08.2025	19:00	1.38 მ	1.68 მ	1.92 მ
10.08.2025	10:00	1.45 მ	1.79 მ	1.97 მ
10.08.2025	19:00	1.48 მ	1.86 მ	1.99 მ
11.08.2025	10:00	1.50 მ	1.88 მ	2.04 მ
11.08.2025	19:00	1.51 მ	1.91 მ	2.05 მ
12.08.2025	10:00	1.56 მ	1.93 მ	2.07 მ
12.08.2025	19:00	1.58 მ	2.02 მ	2.12 მ
13.08.2025	10:00	1.63 მ	2.08 მ	2.16 მ
13.08.2025	18:00	1.65 მ	2.14 მ	2.21 მ
14.08.2025	10:00	1.70 მ	2.18 მ	2.27 მ
14.08.2025	18:00	1.77 მ	2.26 მ	2.32 მ

ცხრილი 8-3. დაკვირვების წერტილებზე ჩატარებული საკონტროლო გაზომვების მონაცემები

დაკვირვებების, საკონტროლო გაზომვების და აეროფოტოგადაღებების საფუძველზე მიღებული მონაცემების გაანალიზებით აღმოჩნდა, რომ ფერდობზე არსებული მეწყერი აქტიურ დინამიკაშია. განაზომი მონაცემების მიხედვითაც ნათლად ჩანს, რომ 10 დღიან პერიოდში **დ.წ. 1-ზე** გადაადგილება 0.9 მეტრია ($1.77 - 0.8 = 0.9$), **დ.წ. 2-ზე** - 1.06 მეტრი ($2.26 - 1.2 = 1.06$), ხოლო **დ.წ. 3-ზე** გადაადგილება 0.92 მეტრს შეადგენს ($2.32 - 1.4 = 0.92$). ამავე მონაცემებიდან გამომდინარე დაკვირვების პერიოდში მეწყრული სხეული საშუალოდ 0.96 მეტრით გადაადგილდა ფერდობის ძირის მიმართულებით. გადაადგილების საშუალო სიჩქარე კი დღე-ღამის განმავლობაში 0.096 მეტრი ანუ 9.6 სმ-ია. ამავს ადასტურებს აეროფოტოგადაღებებით მიღებული ფოტოების ურთიერთშედარებაც.

დღეისათვის არსებული მდგომარეობით ფერდობზე განვითარებული მეწყერი წარმოადგენს აქტიურ მეწყრულ სხეულს, რომელიც კვლავ ინარჩუნებს აქტიური მეწყრისთვის დამახასიათებელ საერთო დინამიკას. მეწყრული დაგადგილებების შედეგად შეცვლილია არსებული რელიეფის ფორმა, დარღვეულია ფერდობის მდგრადობა (ფერდობი არამდგრადია), რაც მოცემულ ვითარებაში შეუქცევად

ხასიათს ატარებს და ფერდობის ბუნებრივი სტაბილიზაცია ახლო მომავალში მოსალოდნელი არ არის.

გამოკვლეულ ფერდობზე, ზემოთაღწერილი მეწერული მოვლენის (ახალი მეწყრის) გარდა ასევე, ფიქსირდება ძველი მეწერული (პალეომეწყრული) უბნები, რომელთა კონტურები რელიეფში ცხადად იკითხება. ჩვენი მოსაზრებით შესწავლილი ფერდობის აღმოსავლეთ უბანში მდებარე ძველ მეწყერს (პალეომეწყერს) გეოლოგიურ წარსულში ჩაკეტილიც კი ქონდა მდინარე ყარნებას ხეობა. ამ მოსაზრებას ადასტურებს ამ ძველი მეწყრის (პალეომეწყრის) ძირში, მდინარის კალაპოტში არსებული კირქვის უზარმაზარი ბლოკებისა და ლოდების და ამ ადგილიდან მდინარის დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით, ფერდობებზე ტბიური ნალექების არსებობა. ძველ მეწყერულ (პალეომეწყერულ) უბნებზე დღეისათვის არსებული ფერდობის უმეტესი ნაწილი გრავიტაციულ წონასწორობაშია და მას ვერ ვუწოდებთ ერთიან, აქტიურ მეწყერულ სხეულს, მაგრამ ის მოცემულობა, რომ ფერდობზე ძველი მეწყრული (პალეომეწყრული) უბნებიც არსებობს, ამ ფერდობის გეოდინამიკური პირობების სირთულეზე მეტყველებს და აჩვენებს ფერდობის მიდრეკილებას მეწყრული მოვლენების წარმოქმნისაკენ.

ფერდობზე არსებული მეწყრული მოვლენების გავრცელების საზღვრები და გეომეტრიული პარამეტრები, რაფიკულად ნაჩვენებია ჩვენს მიერ მომზადებულ საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკაზე და ჭრილებზე (იხილეთ გრაფიკული ნაწილი, ნახაზები LS-01-დან LS-08-მდე).

8.2 მეწყრული მოვლენის შესაძლო გამომწვევი მიზეზები

ჩატარებული კვლევების შედეგების გაანალიზების საფუძველზე, შეგვიძლია ვიმსჯელოთ ხარაგაულის მუნიციპალიტეტში, სოფელ ხემაღალის და სოფელ ღვერკის ტერიტორიაზე განვითარებული გეოლოგიური მოვლენის - მეწყრის გამომწვევ მიზეზებთან დაკავშირებით.

მოცემულ შემთხვევაში მეწყრული მოვლენის გამომწვევი მიზეზის განსაზღვრისთვის, თავდაპირველად ყურადღება უნდა მიექცეს იმ ფაქტორებს, რომლებიც მეწყრის წარმოქმნისთვის ხელსაყრელ გარემოს ქმნიან. ზოგადად, მეწყრული მოვლენის წარმოქმნელი ფაქტორები შეიძლება იყოს როგორც ბუნებრივი ასევე, ხელოვნური ან/და ორივე ერთდორულად.

ბუნებრივი ფაქტორებით მეწერული მოვლენის წარმოქმნა დაკავშირებულია ფერდობზე არსებული ძვრის საწინააღმდეგო ძალების ბუნებრივ შესუსტებასთან გრავიტაციულ ძალებთან მიმართებით. აღნიშნულის განმაპირობებელი ბუნებრივი ფაქტორები შემდეგია:

კლიმატური ფაქტორები; მიწისქვეშა ბიძგები (მიწისძვრა); ფერდობის დახრილობის ბუნებრივი ზრდა; ფერდობის ამგები ქანების და გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ბუნებრივი გაუარესება; ზედაპირული წყლის ნაკადების და მდინარეების მიერ ფერდობებზე გამოწვეული ეროზიები; მიწისქვეშა წყლების ზემოქმედება (სუფოზია, კარსტი) და სხვა; მეწერული მოვლენების განვითარებისთვის ხელსაყრელ პირობას ქმნის ფერდობის ამგები ქანების შრის წოლის ელემენტების (დაქანების აზიმუტი, დახრის კუთხე) თანხვედრა ფერდობის ექსპოციციასა და მისი ზედაპირის დახრილობასთან; შრეთა დანაოჭების გართულებული სტრუქტურების (ტექტონიკური რღვევა, მიკრო ნაოჭები, გადაღუნვები) არსებობა, რის გამოც ქანებში მნიშვნელოვნად არის დარღვეული სტრუქტურული კავშირი; ფერდობის ლითოლოგიური აგებულება, როდესაც ფერდობის ამგებ მასივში გვხვდება სუსტი ქანებიც (მაგ: თიხები, მერგელები), რომელთა სიმტკიცის მაჩვენებლები განსაკუთრებით ქვეითდება წყალთან ურთიერთქმედებისას და ასე შემდეგ.

ხელოვნური ფაქტორები კი შესაძლებელია იყოს ფერდობის ძირისა თუ სხვადასხვა ნაწილების დამუშავება/ექსკავაცია; მექანიკური ზემოქმედებით გამოწვეული ბიძგები (გრუნტების ექსკავაცია სანგრევი ჩაქუჩებით, აფეთქებით); ფერდობზე დინამიური და სტატიკური დატვირთვების გაზრდა და სხვა.

ჩამოთვლილი ფაქტორებიდან რამდენიმე მათგანის არსებობაც კი ხელსაყრელ გარემოს ქმნის მეწერული მოვლენის განვითარებისთვის. ამ შემთხვევაში კი გამოკვლეულ ფერდობზე, ზემოთ ჩამოთვლილი ბუნებრივი ფაქტორებიდან თითქმის ყველა ფაქტორი ფიქსირდება.

რაც შეეხება ხელოვნურ ფაქტორებს და მათ შესაძლო როლს მეწერული მოვლენის განვითარებაში, აქ შეგვიძლია ვიმსჯელოთ შემდეგ გარემოებებზე:

არსებული სიტუაციის მიხედვით მეწერული ფერდობის დასავლეთ ნაწილში განხორციელებულია ფერდობის ძირის ექსკავაცია. ამ მონაკვეთში გადის

სარკინიგზო მაგისტრალი და ფერდობის ძირის ექსკავაციაც ამ სარკინიგზო მაგისტრალის მოდერნიზაციის პროექტის ფარგლებში განხორციელებულ სამუშაოებს უკავშირდება. ჩამოჭრილი ფერდობის სიმაღლე დაახლოებით 15 მეტრია, სიგრძე კი დაახლოებით 150 მეტრი. ძირითადად ექსკავირებულია კლდოვანი გრუნტები სხვადასხვა ხარისხის გამოფიტვის ზონებში. მცირე ნაწილში კი ექსკავაცია განხორციელებულია პალეომეწყერული ფერდობის ძირში, ამ ნაწილში ფერდობის ძირის მოხსნისთანავე წარმოიქმნა შედარებით მცირე ზომის მეწყერული მოვლენა. დღეისათვის კი ფერდობის მდგრადობის შენარჩუნებისთვის საჭირო ღონიძიება გატარებულია და ფერდობის ექსკავირებულ ნაწილში გრუნტების დეფორმაციის ნიშნები არ ფიქსირდება.

უნდა აღინიშნოს, რომ ფერდობზე ახლა წარმოქმნილი მეწყერული მოვლენა არ მოიცავს ფერდობის ექსკავირებულ ნაწილს, მეწყერული სხეულის ძირი ფერდობის ექსკავირებული ნაწილიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით, დაახლოებით 200 მეტრის მოშორებით მდებარეობს, მეწყრის ძირის ჰიფსომეტრული ნიშნული კი დაახლოებით 10 მეტრით მაღლაა ექსკავირებული ფერდობის თავის ჰიფსომეტრულ ნიშნულზე. ასევე, უნდა აღინიშნოს, რომ ჩამოჭრილი ფერდობის ზედაპირი დასავლეთური ექსპოზიციისაა, მეწყერული ფერდობის ექსპოზიცია კი სამხრეთულია, რომელცაა ემთხვევა მეწყრის გადაადგილების მიმართულებაც.

აღნიშნული გარემოებები ფაქტობრივად გამორიცხავს სარკინიგზო ჭრილის მოწყობით გამოწვეული რელიეფის ცვლილების უარყოფით როლს საკვლევ მეწყერთან მიმართებაში.

ჭრილები მრავლად ფიქსირდება ფერდობის სხვადასხვა ნაწილში, რომელიც საავტომობილო გზების ვაკისის მოწყობის თუ რეაბილიტაციის პროცესშია წარმოქმნილი. ეს ჭრილები სხვადასხვა დროს არის მოწყობილი და ზოგიერთ უბანზე კლდოვანი ქანების, ზოგიერთ უბანზე კი გრუნტების ექსკავაციაა განხორციელებული. ასეთი ჭრილების მოწყობა მათი ზომისა და სიმაღლის გათვალისწინებით მნიშვნელოვან უარყოფით ზეგავლენას ვერ მოახდენდა ფერდობის საერთო მდგრადობაზე.

ყურადღებას იქცევს ფერდობზე (ქვედა ნაწილში) არსებული ერთერთი საავტომობილო გზის გასწვრივ მოწყობილი ჭრილი ვინაიდან, ამ გზის ღერძი და

მეწყრის ძირის კონტური თითქმის მთელ სიგრძეზე ემთხვევა ერთმანეთს გეგმაში. ასეთი გარემოება ზოგადად ახდენს ხოლმე უარყოფით ზეგავლენა ფერდობის საერთო მდგრადობაზე იმ თვალსაზრისით, რომ ექსკავაციის დროს ხდება ფერდობის ამგები ქანების შრის ან შრეთა დასტის ჩაჭრა. ამ კონკრეტულ შემთხვევაში კი, ზემოთაღნიშნული გზის ღერძის გასწვრივ ფერდობის ამგები ქანების შრეები და დასტები მდინარე ყარნებას გეოლოგიური მოქმედების (ეროზიის) შედეგად არის ჩაჭრილი გეოლოგიურ წარსულში და მრავალი საუკუნის განმავლობაში ფერდობი ამ პირობებში იმყოფებოდა. ამასთანავე, ადგილობრივებთან საუბრის დროს მიღებული ინცორმაციის თანახმად, ფერდობზე აღნიშნული გზა რამდენიმე ათეული წლის წინ გაიჭრა. აღნიშნული გარემოებები კი გამორიცხავს ამ გზის ჭრილის მოწყობით გამოწვეული რელიეფის ცვლილების უარყოფით როლს საკვლევ მეწყერთან მიმართებაში.

კიდევ ერთი ხელოვნური ფაქტორი, რომელიც ამავე ფერდობების ძირის ჩამოჭრას უკავშირდება შესაძლოა იყოს გრუნტების ექსკავაციის მეთოდი. იმ შემთხვევაში თუ ექსკავაცია განხორციელებულია სანგრევი ჩაქუჩების გამოყენებით ან აფეთქების მეთოდით - ძლიერი მუხტების გამოყენებით, თეორიულად დასაშვებია, რომ მექანიკური ზემოქმედებით წარმოქმნილ ბიძგებსა და ვიბრაციებს უარყოფითი ზეგავლენა მოეხდინა ფერდობის საერთო მდგრადობაზე.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ჩვენთვის უცნობია კონკრეტულად რა პერიოდში და რა მეთოდებით განხორციელდა ჭრილების მოწყობა (გრუნტების ექსკავაცია). ამიტომ, მეწყრის წარმოქმნასთან მათ დაკავშირებას უტყუარად ვერ შევძლებთ. ისინი თეორიული დაშვების დონეზე უნდა იყოს განხილული შესაძლო ხელოვნურ ფაქტორებად და არა მეწყრული მოვლენის გამომწვევ ძირითად მიზეზად.

სარკინიგზო მაგისტრალის მოდერნიზაციის პროექტის ფარგლებში ასევე, გაყვანილია სარკინიგზო გვირაბები რომლებიც საკვლევ ფერდობიდან საკმაოდ დიდი მანძილით არის დაშორებული. ფერდობის ჩრდილო-დასავლეთით არსებული გვირაბი დაახლოებით 1.8 კილომეტრის მოშორებით, ხოლო სამხრეთით არსებული გვირაბი დაახლოებით 2.6 კილომეტრის მოშორებით მდებარეობს. ამასთანავე, გვირაბსა და საკვლევ ფერდობს შორის ორივე შემთხვევაში რელიეფში ღრმად ჩაჭრილი ბუნებრივი ხევაებია ჩამოყალიბებული,

რითაც ბუნებრივად არის ჩაჭრილი (ჩახერხილი) ტერიტორიის ამგები ქანები. ამ გარემოებისა და დიდი მანძილის გამო გვირაბის გაყვანის დროს აფეთქების მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში, მექანიკური ზემოქმედებით წარმოქმნილი ბიძგების გავრცელება საკვლევ ფერდობამდე ვერ მოხდებოდა. შესაბამისად საკვლევ ფერდობთან მიმართებაში უარყოფით გავლენას ვერ მოადხენდა.

ამრიგად, ჩატარებული კომპლექსული კვლევის შედეგად მიღებული ინფორმაციის გაანალიზების საფუძველზე ცხადია, რომ ხარაგაულის მუნიციპალიტეტში, სოფელ ხემაღალის და სოფელ ღვერკის ტერიტორიაზე განვითარებული მეწერული მოვლენის წარმოქმნა უკავშირდება გრავიტაციულად დაძაბულ ფერდობზე მისი ამგები გრუნტების წონასწორობის დარღვევას. ფერდობი დიდი ხნის განმავლობაში იმყოფებოდა ზღვრულ გაწონასწორებულ (მყიფე წონასწორობის) მდგომარეობაში და მიდრეკილი იყო მეწერული მოვლენის განვითარებისკენ

საბოლოოდ კი მეწერული მოვლენის წარმოქმნა ძირითადად ბუნებრივმა ფაქტორებმა განაპირობა. ეს ფაქტორები შემდეგია: ფერდობის ამგები ქანების შრის წოლის ელემენტების (დაქანების აზიმუტი, დახრის კუთხე) თანხვედრა, ფერდობის ექსპოზიციასა და მისი ზედაპირის დახრილობასთან; მორფოლოგიური ფაქტორები (ფერდობის მაღალი ბუნებრივი დახრილობა); ლითოლოგიური ფაქტორი, (ფერდობის ამგებ მასივში გვხვდება დაახლოებით 40 მეტრის სიმძლავრის (სისქის) თიხოვანი გრუნტებით წარმოდგენილი ფენა, რომლის სიმტკიცის მაჩვენებლები განსაკუთრებით ქვეითდება წყალთან ურთიერთქმედებისას, ანუ თიხები წყალში სწრაფად დაშლადია); ჰიდროგეოლოგიური ფაქტორი (ფერდობზე გაყვანილი 8 ჭაბურღილიდან 7 ჭაბურღილში გრუნტის წყალი გამოვლინდა 3.95 - 14.0 მეტრის სიღრმემდე, გრუნტის წყლის გამოსავლები მრავლად ფიქსირდება ფერდობის სხვადასხვა ნაწილში); ტექტონიკური ფაქტორი (მეწერულ ფერდობს კვეთს ტექტონიკური რღვევის ხაზი, რის გამოც ფერდობის ამგები გრუნტებში მნიშვნელოვნად იქნება დარღვეული სტრუქტურული კავშირი); ამასთანავე მოვლენის მომზადებაში მნიშვნელოვანი როლი გააჩნია ზედაპირული ატმოსფერული ნალექის ინფილტრაციის პროცესს ფერდობის ამგებ გრუნტებში.

8.3 მეწერული მოვლენის უარყოფითი ზემოქმედების შეფასება არსებულ ინფრასტრუქტურასთან მიმართებაში და შემდგომი გართულებების თავიდან ასაცილებლად გასატარებელი შესაძლო ღონისძიებები

როგორც ზემოთაც აღვნიშნეთ, ფერდობი რომელზეც განვითარებულია მეწერული მოვლენა დატვირთულია ურბანული თვალსაზრისით - ფერდობზე გაშენებულია ორი სოფელი (ხემაღალი და ღვერკი), სადაც მდებარეობს რამდენიმე ათეული საცხოვრებელი სახლი დამხმარე ნაგებობებით, საკარმიდამო და სასოფლო სამეურნეო ნაკვეთებით - ბოსტნებით, ვენახებით და ხილის ბაღებით, აშენებული და მოწყობილია ეკლესიები, სასაფლაოები, საკოლა და სხვა დანიშნულების ნაგებობები, მისასვლელი და შიდა საუბნო საავტომობილო გზები, ელექტროგადამცემი ხაზები და სხვა ინფრასტრუქტურა. გარდა ამისა ცალკე აღსანიშნავია, რომ ამავე ფერდობის ძირში, მდინარე ჩხერიმელას ხეობაში გადის სარკინიგზო მაგისტრალი.

დღეის მდგომარეობით მეწერული სხეულის კონტურში მოქცეული ინფრასტრუქტურის უმეტესი ნაწილი დაზიანებულია (დეფორმირებულია).

დანგრეული და დაშლილია საავტომობილო გზები, ზოგიერთ უბანზე დეფორმირებულია (გადახრილია, გადაყირავებულია) არსებული რკინაბეტონის საყრდენი კედლები და აღნიშნულ გზებზე ავტომობილით გადაადგილება ფიზიკურად შეუძლებელია;

დაზიანებულია (გადახრილია, წაქცეულია) ელექტროგადამცემი ხაზის საყრდენი ანძები.

მეწერული სხეულის კონტურში მოქცეულია 121 შენობა, მათგან ზოგიერთი საცხოვრებელი სახლი თუ სხვა შენობა მთლიანად არის დანგრეული, დიდი ნაწილი კი ძლიერ დეფორმირებულია, მათ კონსტრუქციულ ელემენტებში ფიქსირდება სხვადასხვა მიმართულების ბზარები, ზოგიერთ შენობას გარეგნული დაზიანება არ აღვნიშნავთ, თუმცა რამდენიმე მეტრით მთლიანად არის გადაადგილებული გეგმაში (ასეთი სახლები ჩვენს მიერ მომზადებულ შესაბამის რუკაზე აღნიშნულია წითელი ფერით. იხილეთ ნახაზი LS-12).

მეწყრული სხეულის კონტურში მოქცეული სასოფლო-სამეურნეო ნაკვეთებზე, ვენახებსა და ხილის ბაღებში მრავლად ფიქსირდება მეწყრული საფეხურები და ნაპრალები, მეწყრული გადაადგილებების შედეგად ზოგიერთ უბანზე დარღვეულია ხე-მცენარეების ფესვთა სისტემის მთლიანობა და მიმდინარეობს მათი ხმობის პროცესი;

ვინაიდან მეწყერი ფასდება როგორც აქტიური, დინამიკაში მყოფი მოვლენა, რომლის ხელოვნური შეკავება ან ბუნებრივი სტაბილიზაცია დროის გარკვეულ მონაკვეთში რთულად წარმოსადგენია, ცხადია, რომ საშუალო თუ გრძელვადიან პერიოდში მეწყრული სხეულის კონტურში მოქცეული ინფრასტრუქტურის ნგრევა (განადგურება) შეუქცევადი ხასიათის იქნება. ამიტომ, ამ პირობებში აღნიშნულ ტერიტორიაზე გადაადგილებაც კი სიცოცხლისთვის საფრთხის შემცველია, მისი საცხოვრებელი დანიშნულებით გამოყენება კი კატეგორიულადაა დაუშვებელი.

ფერდობზე მიმდინარე გეოდინამიკური მოვლენები საფრთხეს წარმოადგენს, ასევე მეწყრული სხეულის კონტურს გარეთ არსებული ინფრასტრუქტურისთვის. რისკები განასკუთრებით მაღალია იმ ობიექტებისთვის, რომელიც მოწყვეტის კიდეებთან ახლოს და ფერდობის ქვედა ნაწილში (მეწყრის გადაადგილების მიმართულებით) მდებარეობენ.

მოწყვეტის კიდეებთან ახლოს ჩვენი შეფასებით 86 შენობა მდებარეობს რომელთა საცხოვრებელი დანიშნულებით გამოყენება ამ ეტაპისთვის მიზანშეწონილი არ არის (ასეთი შენობები ჩვენს მიერ მომზადებულ შესაბამის რუკაზე აღნიშნულია ნარინჯისფერი ფერით. იხილეთ ნახაზი LS-12).

ფერდობზე არსებობს შენობები, რომლებიც მეწყრის მოწყვეტის კიდეებიდან მოშორებით მდებარეობენ. ამ ტეპზე მათი დაზიანებისა და ნგრევის რისკი მნიშვნელოვნად დაბალია. მათი საცხოვრებელი დანიშნულებით გამოყენება ამ თვალსაზრისით დასაშვებია, მაგრამ გრძელვადიან პერიოდში მეწყრის უკუსვლითი გავრცელების უნარის გათვალისწინებით შესაძლოა მეწყრული დეფორმაციები აღნიშნულ სახლებსაც (შენობებსაც) მიუახლოვდეს (ასეთი სახლები ჩვენს მიერ მომზადებულ შესაბამის რუკაზე აღნიშნულია ყვითელი ფერით. იხილეთ ნახაზი LS-12).

ჩვენს მიერ მომზადებულ შესაბამის რუკაზე (ნახაზი LS-12) სხვადასხვა ფერით აღნიშნული შენობებიდან ყველა მათგანი არ წარმოადგენს საცხოვრებელ სახლს. საცხოვრებელი სახლების აღრიცხვა, მათში მცხოვრები ოჯახების იდენტიფიცირება, კონკრეტული მოსახლის სახელის, გვარისა და პირადი ნომრის დადგენა სცილდება საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის ამოცანას და შესაბამისად ჩვენს კომპეტენციას. ჩვენი მოსაზრებით, აღნიშნული სამუშაო განსახლების პროცესთან ერთად უნდა განახორციელონ შესაბამისმა უწყებებმა.

ცალკე აღსანიშნავია ფერდობის ქვედა ნაწილში მეწყრის გადაადგილების მიმართულებით მდებარე სკოლის შენობა და მისი ექსპლუატაციის საკითხი. სკოლა მდებარეობს მეწყრის ძირის ამჟამინდელი კონტურიდან 130 მეტრის მოშორებით და მისი განთავსების ადგილის ნიშნულსა და მეწყრის ძირის ნიშნულებს შორის სხვაობა 8-10 მეტრს შეადგენს ანუ სკოლის შენობა 8-10 მეტრით დაბლა მდებარეობს ვიდრე ამ ეტაპისთვის მეწყრის ძირი ფიქსირდება. ამ დროისთვის სკოლის შენობის კონსტრუქციულ ელემენტებზე არ აღინიშნება მეწყრული გადაადგილების შედეგად წარმოქმნილი დეფორმაციები, ვინაიდან მეწყრული გადაადგილებები არ მოიცავს სკოლის ტერიტორიას. ეს (სკოლის) ტერიტორია წარმოადგენს ფერდობის ძირს, აგებულია კლდოვანი ქანებით და ერთგვარი „კონტრფორსის“ როლსაც კი ასრულებს. თუმცა, მეწყრული სხეულის გადაადგილების მიმართულების გათვალისწინებით, საშუალო თუ გრძელვადიან პერიოდში მოსალოდნელია, რომ ფერდობის ზედა ნაწილიდან გადაადგილებული გრუნტი მიუახლოვდება/დაფარავს სკოლის ტერიტორიას. აქედან გამომდინარე ამ ეტაპისთვის, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, რომ შეწყდეს სკოლის ფუნქციონირება. ამასთანავე, აუცილებლად მიგვაჩნია განხილული იყოს სარკინიგზო მაგისტრალის უსაფრთხოების საკითხი. მიუხედავად იმისა, რომ მეწყრული მოვლენა თავისი გავრცელების საზღვრებით უშუალო შემხებლობაში არ არის სარკინიგზო მაგისტრალის დერეფანთან, მისთვის გარკვეულ საფრთხეს მაინც წარმოადგენს და ეს აიხსნება შემდეგნაირად:

როგორც ზემოთაც აღვნიშნეთ, გადაადგილებული მეწყრული მასა თანდათან ავსებს მდინარე ყარნებას ხეობის ფსკერს და თანდათან ხდება მდინარის შეგუბება. დღეის მდომარეობით მდინარის კალაპოტი ერთ მონაკვეთში უკვე არის

დაახლოებით 5 მეტრის სიმაღლეზე შევსებული და მდინარე შეგუბებულია. ეს პროცესი გრძელდება და მეწყრისა და ხეობის მორფოლოგიის გათვალისწინებით საბოლოოდ მდინარე ყარნებას ხეობის დაახლოებით 70-80 მეტრის სიმაღლეზე ამოვსების პოტენციალი არსებობს. მდინარე ყარნება კი მისი ჩაკეტვის ადგილიდან დაახლოებით 400 მეტრის შემდეგ კვეთს სარკინიგზო მაგისტრალს და უერთდება მდინარე ჩხერიმელას.

მიუხედავად იმისა, რომ ხეობაში წყლის შეტბორვა უკვე წარმოქმნილია, დღეის მდგომარეობით მდინარე მთლიანად ჩაკეტილი არ არის და შეტბორილი ადგილიდან ქვემოთ გარკვეული რაოდენობის წყალი, (ბუნებრივ ხარჯთან შედარებით შემცირებული, ამღვრეული, მოწითალო შეფერილობის) კალაპტში კვლავ მოედინება. მაგრამ, მეწყრის გადაადგილებესთან ერთად ხეობის ფსკერის ამოვსების პროცესი გრძელდება და შემდგომში მნიშვნელოვანი მოცულობის ღვარცოფული ნაკადების წარმოქმნის რისკი არსებობს (განსაკუთრებით მდინარე ყარნებას წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების პერიოდში). ასეთ შემთხვევაში კი საფრთხის ქვეშ დგება სარკინიგზო მაგისტრალი. ასევე, მდინარე ყარნებასა და ჩხერიმელას ხეობების შესაბამის მონაკვეთში მდებარე ინფრასტრუქტურა (სახლები, საავტომობილო გზები, ხიდები და სხვა).

რაც შეეხება რეკომენდაციებს შემდგომში გასატარებელ შესაძლო ღონისძიებებთან დაკავშირებით, პირველ რიგში უნდა ითქვას, რომ არსებული ფაქტობრივი მდგომარეობის - მოძრავი მეწერული სხეულის მასშტაბის (მოცულობა დაახლოებით 30 მილიონი კუბური მეტრი, ხოლო საშუალო სიღრმე 43 მეტრი) გათვალისწინებით, მწელად წარმოსადგენია ისეთი ეფექტური საინჟინრო ღონისძიების გატარება, რომელიც უზრუნველყოფს მეწყრის შეჩერებას, ფერდობის სტაბილიზირებას და უსაფრთხოს გახდის მეწერულ ფერდობზე მდებარე სოფლებში ცხოვრებას, გადაადგილებას თუ სხვა საქმიანობას. ან თუ წარმოვიდგენთ ასეთი ღონისძიების განსახორციელებლად საჭირო რესურსებს, იგი არარენტაბელურად უნდა ჩაითვალოს მისი მაღალი ეკონომიკური პარამეტრებიდან გამომდინარე.

მეწყრის ფართობის შემდგომი გაზრდისა და მისი უკუსვლითი გავრცელების უნარის შეზღუდვისთვის კი შესაძლოა გარკვეულ უბნებზე (ლოკალურად)

გატარდეს რიგი დამცავი თუ შემარბილებელი ღონისძიებები. ასეთ ღონისძიებებად შესაძლოა განხილული იყოს სხვადასხვა სახის „კონტროლური“ დანიშნულების საყრდენი კედლები; მასივების დამაგრება შესაბამისი მავთულბადების, ლითონის ბაგირებისა და ანკერების გამოყენებით; მიწისქვეშა წყლების მოშორება დრენაჟების მოწყობით; ზედაპირული წყლის ნაკადების თავმოყრა და არიდება არხების საშუალებით და სხვა. კონკრეტული ღონისძიების მიზანშეწონილობა კი უნდა განისაზღვროს შესაბამისი საპროექტო და სახარჯთაღრიცხვო გაანგარიშებების საფუძველზე.

შემდგომი გართულებების თავიდან ასაცილებლად ეფექტურ და დაუყოვნებლივ გასატარებელ ღონისძიებებად მიგვაჩნია შემდეგი სახის ღონისძიებები:

- მეწერული სხეულის გავრცელებისა და ზეგავლენის არეალში არსებულ სახლებში მცხოვრები მოქალაქეების გადაყვანა უნდა მოხდეს უსაფრთხო საცხოვრებელ გარემოში (ასეთი ზონები (შენობები) ჩვენს მიერ შესაბამის რუკაზე აღნიშნულია წითელი და ნარინჯისფერი ფერით. იხილეთ ნახაზი LS-12);
- სოფლებში მიმავალი (მისასვლელი) საავტომობილო გზები უსაფრთხო მონაკვეთებზე უნდა ჩაიკეტოს შესაბამისი ბარიერით (შესაძლოა ე.წ. „შლაგბაუმით“) და გაკონტროლდეს, რათა შეწყდეს (აიკრძალოს) მეწერულ ფერდობზე არსებულ საავტომობილო გზებზე ყველა სახის სატრანსპორტო საშუალების მოძრაობა;
- უნდა აიკრძალოს ქვეითად მოსიარულე ადამიანების გადაადგილება მეწერულ ფერდობზე და ფერდობის ძირში არსებულ ხეობაში;
- უნდა შეწყდეს ფერდობზე არსებული სკოლის ფუნქციონირება;
- ვინაიდან მეწყერი და მასთან დაკავშირებული გარემოებები სარკინიგზო მაგისტრალისთვის გარკვეულ საფრთხეს წარმოადგენს, ამ გარემოებებზე უნდა ეცნობოს „საქართველოს რკინიგზა“-ს და შესაბამის უწყებებს, ვინაიდან საჭიროების შემთხვევაში ოპერატიულად და კოორდინირებულად განხორციელდეს შესაბამისი მოქმედებები;

- უნდა განხორციელდეს პერიოდული დაკვირვება (მონიტორინგი) მდინარე ყარნებას კალაპოტში წყლის მოდინებაზე, მისი მეწყრისგან ჩაკეტვის ადგილის ქვემოთ (მაგალითად მდინარე ჩხერიმელას შესართავთან), რადგან კალაპოტში წყლის დაშრობის შემთხვევაში, გაიზრდება ღვარცოფული ნაკადების ახლო მომავალში წარმოქმნის ალბათობა;
- ამ ეტაპისთვის მიწანშეწონილად არ მიგვაჩნია მდინარე ყარნებას ჩაკეტილი მონაკვეთის გაწმენდა ტექნიკის გამოყენებით, რადგან აღნიშნული სამუშაოს შესრულება მოცემულ სიტუაციაში უსაფრთხო ვერ იქნება.
- პერიოდული შესწავლა (მონიტორინგი) უნდა განხორციელდეს ასევე, ფერდობის შუა და ზედა ნაწილში მეწყრის მოწყვეტის კიდეებიდან (მეწყრის კონტურიდან) მოშორებით მდებარე სახლებთან (შენობებთან) მიმართებაში. ვინაიდან მეწყრის უკუსვლითი გავრცელების უნარის გათვალისწინებით საშუალო და გრძელვადიან პერიოდში შესაძლოა მეწერული დეფორმაციები აღნიშნულ სახლებსაც (შენობებსაც) მიუახლოვდეს (ასეთი შენობები ჩვენს მიერ მომზადებულ შესაბამის რუკაზე აღნიშნულია ყვითელი ფერით. იხილეთ ნახაზი LS-12).
- შესაძლოა განხილული იყოს „ადრეული შეტყობინებისა სისტემისა“ და „განგაშის სისტემის“ მოწყობის საკითხიც. თუმცა, ამ კონკრეტულ შემთხვევაში, ასეთი სისტემების მოწყობა ჩვენი შეფასებით არ ითვლება მიზანშეწონილად, რადგან მეწყრის გავრცელების ადგილიდან დასაცავ ობიექტებამდე მანძილი ძალზე მცირე - მაქსიმუმ 200 მეტრია.

9 დასკვნები და რეკომენდაციები

- საქართველოს ტერიტორიის სამშენებლო კლიმატური დარაიონების რუკის მიხედვით საკვლევი ტერიტორია მოქცეულია IIIბ ზონაში, სადაც წლიური საშუალო ტემპერატურა არის 13.2°. აბსოლუტური მაქსიმუმი 40°, ხოლო აბსოლუტური მინიმუმი - 22°.

- საქართველოს ტერიტორიის გეომორფოლოგიური დარაიონების რუკის მიხედვით საკვლევი ტერიტორია მოქცეულია მთათაშორისი ბარის გორაკბორცვიანი რელიეფის ქვეზონაში.
- ტერიტორიის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობენ ცარცული და იურული პერიოდის ნალექები. კონკრეტულად კი სამიზნე არეალში იურული პერიოდის ნალექები წარმოდგენილია თიხების, ქვიშაქვების და ტუფოქვიშაქვების, ხოლო ცარცული პერიოდის ნალექები წარმოდგენილია მერგელების და მერგელოვანი კირქვების შრეებითა და დასტებით. საკვლევ არეალში, ასევე ფიქსირდება გვიან ცარცული პერიოდის ინტრუზიული სხეულები, რომელიც ძირითადად წარმოდგენილია ბაზალტებით. უბნის უმეტეს ფართობზე ძირითადი ქანები დაფარულია საფარი გრუნტებით, რომელთა შორის, გენეზისის მიხედვით, გამოიყოფა: ელუვიურ-დელუვიური (edQ_{IV}) და ცოლუვიურ-დელუვიური (cdQ_{IV}) გენეზისის მქონე გრუნტები.
- საქართველოს ტერიტორიის ტექტონიკური დანაწევრების სქემის მიხედვით გამოსაკვლევი ტერიტორია მოქცეულია ამიერკავკასიის მთათაშუა არეს ცენტრალური აზეგების ზონის ძირულის ქვეზონაში (ე. გამყრელიძე, 2004). შესწავლილ ფერდობს ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთ მიმართულებით კვეთს რღვევის ხაზი, (წყარო - საბჭოთა პერიოდის სქემატური ტექტონიკური რუკა. მასშტაბი 1:100 000). გეოლოგიურ წარსულში მომხდარ ამ ტექტონიკურ გადაადგილებას შესაძლოა მნიშვნელოვანი გავლენაც მოეხდინა ტერიტორიაზე არსებული თანამედროვე რელიეფის ჩამოყალიბებაში.
- საქართველოს ტერიტორიის სეისმური დარაიონების კორექტირებული სქემის მიხედვით კი ტერიტორია MSK64 სკალის შესაბამისად მიეკუთვნება 8 ბალიანი სეისმური აქტივობის ზონას.
- საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების მიხედვით საკვლევი ტერიტორია მიეკუთვნება მცირე კავკასიონის ნაოჭა-ბელტური სისტემის

ჰიდროგეოლოგიური ოლქის აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის დასავლეთი დაძირვის მასივს.

- ჩატარებული საველე და ლაბორატორიული კვლევების მონაცემების მიხედვით, ტერიტორიის ლითოლოგიურ აგებულებაში გამოიყოფა ერთმანეთისგან განსხვავებული გენეზისისა და ლითოლოგიური შედგენილობის მქონე 9 ფენა. საიდანაც 6 ფენა არაკლდოვანი გრუნტების, ხოლო 3 ფენა კლდოვანი ქანების კლასს განეკუთვნება.

ფენა 1 არის თიხა-თიხნარები, ხვინჭოვან-ღორღოვანი გრუნტები, კლდოვანი მასივიდან დაძრული ბლოკები - dI_{QIV} . ფენა წარმოადგენს მეწყრული სხეულის ტანში არსებული გრუნტების ერთობლიობას (მეწყრულ სხეულს).

ფენა 2 არის კენჭნარი, მოყავისფრო ნაცრისფერი, ქვიშა-ქვიშნარის შემავსებლით, კაჭარის შემცველობით - aQ_{IV} . ფენა წარმოადგენს მდინარე ჩხერიმელას, მდინარე ყარნებასა და მათი შენაკადების მიერ წარმოქმნილ ალუვიურ ნალექებს.

ფენა 3 არის ღორღოვანი გრუნტი, მონაცრისფრო ყავისფერი, თიხნარის შემავსებლით, ლოდების შემცველობით - cdQ_{IV} . ფენა კოლუვიურ-დელუვიური გენეზისის გრუნტია.

ფენა 4 არის თიხნარი ღია ყავისფერი, მყარი, ხვინჭის და ღორღის შემცველობით - deQ_{IV} . ფენა დელუვიურ-ელუვიური გენეზისისაა.

ფენა 5 არის თიხა მერგელოვანი (კარბონატული), მოწითალო ყავისფერი შეფერილობის, მომწვანო-მოლურჯო ნაცრისფერი ლაქებით, მყარი - $J_2b_2^3$. ფენა იურული ასაკის ბაიოსური წყების ნალექს წარმოადგენს.

ფენა 6 არის თიხა მერგელოვანი (კარბონატული), მუქი მოშავო ნაცრისფერი, შრეებრივი, მკვრივი ქვიშის თხელი და ფურცლოვანი შუაშრეებით და ლინზებით, მყარი - $J_2b_2^3$. ფენა იურული ასაკის ბაიოსური წყების ნალექს წარმოადგენს.

ფენა 7 არის კირქვები, საშუალოდ და სუსტად გამოფიტული, ღია მოთეთრო ნაცრისფერი, მცირე და საშუალო სიმტკიცის, ძლიერ ნაპრალოვანი - K_1 (ქვედა ცარცი).

ფენა 8 არის ბაზალტი, მუქი ნაცრისფერი, სუსტად გამოფიტული, ნაპრალოვანი, მტკიცე - K_2 (ზედა ცარცი). ფენა წარმოადგენს ინტრუზიულ სხეულს.

ფენა 9 არის ქვიშაქვები, საშუალოდ და სუსტად გამოფიტული, მოყავისფრო ნაცრისფერი, ნაპრალოვანი - J_2b^3 . ფენა წარმოადგენს შუა იურული ასაკის, ბაიოსური სართულის ზედა წყების ნალექებს.

ფენების ფიზიკური და მექანიკური თვისებების მახასიათებლები მოცემულია წინამდებარე ანგარიშის 6.1 ქვეთავში და ლაბორატორიული კვლევების ჯამურ ცხრილში. მათი გავრცელების ფარგლები (საკვლევ არეალში) კი როგორც ზედპირზე, ასევე სიღრმეში გრაფიკულად ასახულია ფერდობის საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკაზე და ჭრილებზე (იხ. გრაფიკული ნაწილი, ნახაზი LS-01-დან LS-08-მდე).

- კლდოვან ქანებზე ჩატარებული გეომექანიკური აღწერების შედეგებიდან გამომდინარე, იურული პერიოდის ქვიშაქვებით წარმოდგენილ გაშშვლებებში კლდოვანი ქანის მასივის რეიტინგი (RMR) 44-დან 52-მდე იცვლება და მიღებული მნიშვნელობის შესაბამისად (Bieniawski et al, 1972 and modifications) კლდოვანი ქანები კლასიფიცირდება როგორც საშუალო (III) კლასის ქანები. ხოლო გეოლოგიური სიმტკიცის ინდექსი 40-დან 55 მდე მერყეობს და მიღებული მნიშვნელობების შესაბამისად (Hoek-E and Marinos P) კლდოვანი ქანები შეიძლება დახასიათდეს როგორც საშუალო და კარგი ქანი, სადაც ფიქსირდება 3-4 ძირითადი ნაპრალოთა სისტემა.

ცარცული პერიოდის კირქვებით წარმოდგენილ გაშშვლებებში, კლდოვანი ქანის მასივის რეიტინგი (RMR) 51-დან 54-მდე იცვლება და მიღებული მნიშვნელობის შესაბამისად (Bieniawski et al, 1972 and modifications) კლდოვანი ქანები კლასიფიცირდება როგორც საშუალო (III) კლასის ქანები. ხოლო გეოლოგიური სიმტკიცის ინდექსი 47-დან 55-მდე მერყეობს და მიღებული მნიშვნელობების შესაბამისად (Hoek-E and Marinos P) კლდოვანი ქანები შეიძლება დახასიათდეს როგორც საშუალო და კარგი ქანი, სადაც ფიქსირდება 3-4 ძირითადი ნაპრალოთა სისტემა.

ინტრუზიულ სხეულით (ბაზალტებით) წარმოდგენილ გაშვლებებში, კლდოვანი ქანის მასივის რეიტინგი არის 68 და მიღებული მნიშვნელობის შესაბამისად (Bieniawski et al, 1972 and modifications) კლდოვანი ქანი კლასიფიცირდება როგორც კარგი (II) კლასის ქანი. ხოლო გეოლოგიური სიმტკიცის ინდექსი 64-დან 70 მდე მერყეობს და მიღებული მნიშვნელობების შესაბამისად (Hoek-E and Marinos P) კლდოვანი ქანი შეიძლება დახასიათდეს როგორც საშუალო და კარგი ქანი, სადაც ფიქსირდება 3 ძირითადი ნაპრალოთა სისტემა.

ჩატარებული გეომექანიკური აღწერების ადგილები შესაბამისი აღნიშვნითა და ნუმერაციით გრაფიკულად ასახულია ჩვენს მიერ მომზადებულ საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკებზე, ხოლო შედეგები დეტალურად მოცემულია დანართ N3-ში.

- საველე კვლევების პროცესში, მეწყრულ ფერდობზე ჩატარებული გეოფიზიკური კვლევის (ვერტიკალური ელექტრო ზონდირების ცდების - VES) შედეგად მიღებული მონაცემების მიხედვით, ფერდობზე არაკლდოვანი გრუნტების სიმძლავრე (სისქე) 12 მეტრიდან 48 მეტრამდე იცვლება და ზოგიერთ უბანზე 50 მეტრსაც კი აღემატება. კვლევის ჩატარების ადგილები, შესაბამისი აღნიშვნითა და ნუმერაციით ნაჩვენებია ჩვენს მიერ მომზადებულ საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკაზე და ასევე, დატანილია ფერდობის გრძივ და განივ საინჟინრო-გეოლოგიურ ჭრილებზე (იხილეთ გრაფიკული ნაწილი, ნახაზები LS-01-დან LS-08-მდე), შედეგები კი მოცემულია დანართ 4-ში.
- მეწყრული ფერდობზე გაყვანილი ჭაბურღილებში გრუნტის წყლის დამყარებული დონეები შემდეგია: ჭაბურღილი N 1 – 12.6 მეტრი; ჭაბურღილი N 2 – 5.3 მეტრი; ჭაბურღილი N 3 – 10.6 მეტრი; ჭაბურღილი N 4 – 5.3 მეტრი; ჭაბურღილი N 5 – 6.7 მეტრი; ჭაბურღილი N 6 – 14.0 მეტრი; ჭაბურღილი N 8 – 3.95 მეტრი. N 7 ჭაბურღილში გრუნტის წყალი არ გამოვლენილა. ზოგადად, ფერდობზე არსებული გრუნტების წყალშემცველობას ძირითადად განაპირობებს ატმოსფერული ნალექების ინტენსივობა და შესაბამისად მათი ინფილტრაციის ხარისხი გრუნტებში. კლდოვან მასივში ნაპრალოთა ცირკულაციის წყლები სავარაუდოდ

სპორადული გავრცელებით ხასიათდებიან, ვინაიდან ფერდობის მორფოლოგიური აგებულება და ხეობის ძირში ფრონტალურად არსებული კლდოვანი მასივის ქარაფოვანი გაშიშვლებები, მიწისქვეშა წყლების განტვირთვის კარგ საშუალებას იძლევიან. ფერდობზე მრავლად გვხვდება გრუნტის წყლის გამოსავლებიც (წყაროები), ყველა მათგანი დაფიქსირებულია ტერიტორიის საინჟინრო-გეოლოგიური აგეგმვის პროცესში და მისი ადგილმდებარეობა შესაბამისი აღნიშვნით ნაჩვენებია ჩვენს მიერ მომზადებულ რუკაზე (იხილეთ ნახაზი # LS-01).

- ჭაბურღილიდან აღებული გრუნტის ნიმუშების საერთო მინერალიზაციის $M=0.14/0.30$ გ/ლ ტოლია. ქიმიური შედგენილობით ერთმანეთისგან განსხვავდებიან. ჭაბურღილ N1-დან აღებული ნიმუშის გამონატუტის ქიმიური შედგენილობა სულფატურ-ჰიდროკარბონატულ-კარბონატულ-ქლორიდული ნატრიუმიან-კალციუმიან-მაგნიუმიან ტიპს წარმოადგენს, ხოლო ჭაბურღილი N4 და N8-დან აღებულ გრუნტის ნიმუშებში კი დომინანტი ანიონი ჰიდროკარბონატია. კათიონურ შედგენილობაში ნატრიუმის იონი წარმოადგენს წამყვან იონს. წყალბადიონების კონცენტრაციის მაჩვენებლით რეაქცია ნეიტრალურია ($pH = 7.55/7.61$). საანალიზო გრუნტები „სუსტ“ და „საშუალო“ აგრესიულობას ავლენენ პორტლანდცემენტის მარკის ბეტონის მიმართ წყალშეღწევადობის შესაბამისად. ხოლო შლაკოპორტლანდცემენტის და სულფატმედეგი მარკის ბეტონის მიმართ არ ხასიათდებიან აგრესიულობით (იხ. აგრესიულობის ცხრილები). აგრეთვე, ქლორიდების შემცველობის თვალსაზრისითაც „არა“ და „სუსტი“ აგრესიულობით ხასიათდებიან (კვლევის შედეგები ვრცლად მოცემულია დანართ 2-ში).
- ჭაბურღილიდან აღებული გრუნტის წყლის სინჯების ლაბორატორიული ანალიზის შედეგების მიხედვით, გრუნტის წყალი საერთო მინერალიზაციის სიდიდით $M=0.91/1.02$ გ/ლ - სინჯები მტკნარი წყლების ($M<1$ გ/ლ) კატეგორიას მიეკუთვნებიან. ქიმიური შედგენილობით იდენტურია და ჰიდროკარბონატულ-სულფატური ნატრიუმიან-მაგნიუმიან-კალციუმიან ტიპს წარმოადგენს. წყალბად-იონების კონცენტრაციის მაჩვენებლით

რეაქცია ნეიტრალურია ($\text{pH}=6.81/6.92$). წყლის სინჯები სულფატების შემცველობის მხრივ პორტლანდცემენტის, წიდაპორტლანდცემენტის და სულფატმედეგი მარკის ბეტონის მიმართ აგრესიულობას არ ავლენენ. რკინა-ბეტონის კონსტრუქციის არმატურაზე გაანალიზებული წყლის ზემოქმედება მუდმივად წყალში დასველების პირობებში ფასდება როგორც “არა”, ხოლო პერიოდული დასველებით – “სუსტი”. იმავე გარემოს აგრესიული სინჯების აგრესიული ზემოქმედების ხარისხი ნახშირბადიან ფოლადზე, გრუნტის წყლის დონის დაბლა სამშენებლო ნორმების და წესების ინსტრუქციის მიხედვით ფასდება როგორც “საშუალო” (კვლევის შედეგები ვრცლად მოცემულია დანართ 2-ში).

- გამოკვეთულ ფერდობზე განვითარებულია მძლავრი მეწერული მოვლენა, იგი იწყება ფერდობის ზედა ნაწილში, გრძელდება ფერდობის ძირის მიმართულებით, მოიცავს სოფელ ხემაღალისა და სოფელ ღვერკის ტერიტორიის დასახლებულ და დაუსახლებელ უბნებს (68.45 ჰექტარს) და სრულდება მდინარე ყარნებას კალაპოტის სიახლოვეს (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.1 ქვეთავში).
- მეწერი აქტიური მეწერებისთვის დამახასიათებელი ნიშან-თვისებით ხასიათდება, წარმოქმნილია მოწყვეტის, ხლეჩვის და გაჭიმვის ღია ნაპრალები და მკვეთრი საფეხურისებრი ფორმები. მეწერის სიგანე 240 მეტრიდან 1070 მეტრამდე იცვლება და საშუალოდ 680 მეტრს შეადგენს. მეწერული სხეულის სიგრძე მთავარი საფეხურის წარბადან მეწერის ძირამდე 1100 მეტრია, მეწერული სხეულის სისქე (სიმძლავრე) სხვადასხვა უბანზე 3 მეტრიდან 50 მეტრამდე იცვლება და საშუალოდ 43 მეტრია (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.1 ქვეთავში).
- მეწერის მთავარი მოწყვეტის საფეხურის წარბა წარმოქმნილია ზღვის დონიდან 470 მეტრის სიმაღლეზე, ხოლო მეწერის ძირი ზღვის დონიდან 300 მეტრის სიმაღლეზე ფიქსირდება. ესეიგი მეწერული სხეულის თავისა და ძირის ნიშნულებს შორის სხვაობა 170 მეტრია. ამის გამო (და არა მარტო) მეწერს შემდგომი გადაადგილებისთვის მაღალი ენერგეტიკული პოტენციალი გააჩნია.

- მეწყრის ძირი ზღვის დონიდან 300 მეტრის ნიშნულზე ფიქსირდება, მაშინ როდესაც მდინარე ყარნებას კალაპტის ნიშნული ამ ნაწილში 240-260 მეტრის ფარგლებშია ანუ მეწყერი სრულდება ფერდობზევე, მდინარის კალაპოტიდან 40-60 მეტრის სიმაღლეზე და არა მდინარის კალაპოტში. მიუხედავად ამისა გადაადგილებული მეწყრული მასა მდინარის კალაპოტამდე მაინც აღწევს და თანდათან ავსებს ხეობის ფსკერს (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.1 ქვეთავში).
- ფერდობზე განვითარებული მეწყერი სტრუქტურის მიხედვით კონსეკვენტურია, რაც დამახასიათებელია იმ მეწყრებისთვის რომელიც დანალექ, შრეებრივ მასივში წარმოიქმნება ხოლმე, რა დროსაც მეწყრული სხეულის სრიალის (ცოცვის) ზედაპირი შრეებრიობის გამყოფი ზედაპირის და მისი პარალელური ნაპრალების თანხვედნილია და გადაადგილება ხდება შრეთა სიბრტყის გასწვრივ, ამვდროულად მეწყრის გადაადგილების მიმართულება თითქმის იმეორებს შრეთა დაქანების მიმართულებას (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.1 ქვეთავში).
- მეწყრების საერთაშორისო კლასიფიკაციის მიხედვით, ფერდობზე განვითარებული მეწყრული მოვლენა ცოცვის ზედაპირის სიღრმის მიხედვით კლასიფიცირდება როგორც „ძალიან ღრმა“, (ცოცვის ზედაპირის საშუალო სიღრმე 43 მეტრია), ხოლო მოცულობის მიხედვით კლასიფიცირდება როგორც „ძალიან მძლავრი - ექსტრემელურად დიდი“ (მეწყრული სხეულის მოცულობა 29 797 551.5 მ³). (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.1 ქვეთავში).
- კვლევის პროცესში წარმოებული დაკვირვებების, საკონტროლო გაზომვების და აეროფოტოგადაღებების საფუძველზე მიებული მონაცემების გაანალიზებით დადგინდა, რომ ფერდობზე არსებული მეწყერი აქტიურ დინამიკაშია. 10 დღიან პერიოდში მეწყრული სხეული საშუალოდ 0.96 მეტრით გადაადგილდა ფერდობის ძირის მიმართულებით. გადაადგილების საშუალო სიჩქარე კი დღე-ღამის განმავლობაში 0.096 მეტრი ანუ 9.6 სმ-ია (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.1 ქვეთავში).

- დღეისათვის არსებული მდგომარეობით ფერდობზე განვითარებული მეწყერი კვლავ ინარჩუნებს აქტიური მეწყრისთვის დამახასიათებელ საერთო დინამიკად, რაც მოცემულ ვითარებაში შეუქცევად ხასიათს ატარებს და ფერდობის ბუნებრივი სტაბილიზაცია ახლო მომავალში მოსალოდნელი არ არის (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.1 ქვეთავში).
- ფერდობზე, ზემოდაღნიშნული მეწყრული მოვლენის (ახალი მეწყრის) გარდა ასევე, ფიქსირდება ძველი მეწყრული (პალეომეწყრული) უბნები, რომელთა კონტურები რელიეფში ცხადად იკითხება. ძველ მეწყრულ (პალეომეწყრულ) უბნებზე დღეისათვის არსებული ფერდობის უმეტესი ნაწილი გრავიტაციულ წონასწორობაშია და მას ვერ ვუწოდებთ ერთიან, აქტიურ მეწყრულ სხეულს, მაგრამ ის მოცემულობა, რომ ფერდობზე ძველი მეწყრული (პალეომეწყრული) უბნებიც არსებობს, ამ ფერდობის გეოდინამიკური პირობების სირთულეზე მეტყველებს და აჩვენებს ფერდობის მიდრეკილებას მეწყრული მოვლენების წარმოქმნისაკენ (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.1 ქვეთავში).
- ფერდობზე არსებული მეწყრული მოვლენების გავრცელების საზღვრები და გეომეტრიული პარამეტრები, რაფიკულად ნაჩვენებია ჩვენს მიერ მომზადებულ საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკაზე და ჭრილებზე (იხილეთ გრაფიკული ნაწილი, ნახაზები LS-01-დან LS-08-მდე).
- ხარაგაულის მუნიციპალიტეტში, სოფელ ხემაღალის და სოფელ ღვერკის ტერიტორიაზე განვითარებული მეწყრული მოვლენის წარმოქმნა უკავშირდება გრავიტაციულად დამაბულ ფერდობზე მისი ამგები გრუნტების წონასწორობის დარღვევას. ფერდობი დიდი ხნის განმავლობაში ზღვრულ გაწონასწორებულ (მყიფე წონასწორობის) მდგომარეობაში იმყოფებოდა და მიდრეკილი იყო მეწყრული მოვლენის განვითარებისკენ. საბოლოოდ კი მეწყრული მოვლენის წარმოქმნა ძირითადად ბუნებრივმა ფაქტორებმა განაპირობა. ეს ფაქტორები შემდეგია: ფერდობის ამგები ქანების შრის წოლის ელემენტების (დაქანების აზიმუტი, დახრის კუთხე) თანხვედრა, ფერდობის ექსპოზიციასა და მისი ზედაპირის დახრილობასთან; მორფოლოგიური ფაქტორები (ფერდობის მაღალი ბუნებრივი დახრილობა);

ლითოლოგიური ფაქტორი, (ფერდობის ამგებ მასივში გვხვდება დაახლოებით 40 მეტრის სიმძლავრის (სისქის) თიხოვანი გრუნტებით წარმოდგენილი ფენა, რომლის სიმტკიცის მაჩვენებლები განსაკუთრებით ქვეითდება წყალთან ურთიერთქმედებისას, ანუ არსებული თიხები წყალში სწრაფად დაშლადია); ჰიდროგეოლოგიური ფაქტორი (ფერდობზე გაყვანილი 8 ჭაბურღილიდან 7 ჭაბურღილში გრუნტის წყალი გამოვლინდა 3.95 - 14.0 მეტრის სიღრმემდე, გრუნტის წყლის გამოსავლები მრავლად ფიქსირდება ფერდობის სხვადასხვა ნაწილში); ტექტონიკური ფაქტორი (მეწერულ ფერდობს კვეთს ტექტონიკური რღვევის ხაზი, რის გამოც ფერდობის ამგები გრუნტებში მნიშვნელოვნად იქნება დარღვეული სტრუქტურული კავშირი); ამასთანავე მოვლენის მომზადებაში მნიშვნელოვანი როლი გააჩნია ზედაპირული ატმოსფერული ნალექის ინფილტრაციის პროცესს ფერდობის ამგებ გრუნტებში (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.2 ქვეთავში).

- რაც შეეხება შესაძლო ხელოვნურ ფაქტორებს, ასეთი ფაქტორები აღწერილი და გაანალიზებული გვაქვს წინამდებარე ანგარიშის 8.2 ქვეთავში. ისინი არსებული ფაქტორივი მდგომარეობის გათვალისწინებით თეორიული დაშვების დონეზე უნდა იყოს განხილული მეწერული მოვლენის წარმომქმნელ შესაძლო ხელოვნურ ფაქტორებად და არა მეწერული მოვლენის გამომწვევ ძირითად მიზეზად (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.2 ქვეთავში).
- დღეის მდგომარეობით მეწერული სხეულის კონტურში მოქცეული შენობა-ნაგებობების უმეტესი ნაწილი დაზიანებულია (დეფორმირებულია) ან მთლიანად დანგრეულია. დაშლილია საავტომობილო გზები, ზოგიერთ უბანზე დეფორმირებულია (გადახრილია, გადაყირავებულია) არსებული რკინაბეტონის საყრდენი კედლები და აღნიშნულ გზებზე ავტომობილით გადაადგილება ფიზიკურად შეუძლებელია; დაზიანებულია (გადახრილია, წაქცეულია) ელექტროგადამცემი ხაზის საყრდენი ანძები (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.3 ქვეთავში).

- მეწყერი ფასდება როგორც აქტიური, დინამიკაში მყოფი მოვლენა, რომლის ხელოვნური შეკავება ან ბუნებრივი სტაბილიზაცია დროის გარკვეულ მონაკვეთში რთულად წარმოსადგენია. ცხადია, რომ საშუალო თუ გრძელვადიან პერიოდში მეწყრული სხეულის კონტურში მოქცეული ინფრასტრუქტურის ნგრევა (განადგურება) შეუქცევადი ხასიათის იქნება. ამიტომ, ამ პირობებში აღნიშნულ ტეროტორიაზე გადაადგილებაც კი სიცოცხლისთვის საფრთხის შემცველია, მისი საცხოვრებელი დანიშნულებით გამოყენება კი კატეგორიულადაა დაუშვებელი (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.3 ქვეთავში).
- ფერდობზე მიმდინარე გეოდინამიკური მოვლენები საფრთხეს წარმოადგენს, ასევე მეწყრული სხეულის კონტურს გარეთ არსებული ინფრასტრუქტურისთვის. რისკები განასკუთრებით მაღალია იმ ობიექტებისთვის, რომელიც მოწყვეტის კიდეებთან ახლოს და ფერდობის ქვედა ნაწილში (მეწყრის გადაადგილების მიმართულებით) მდებარეობენ (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.3 ქვეთავში).
- ფერდობზე არსებობს შენობები, რომლებიც მეწყრის მოწყვეტის კიდეებიდან მოშორებით მდებარეობენ. ამ ტეპზე მათი დაზიანებისა და ნგრევის რისკი მნიშვნელოვნად დაბალია. მათი საცხოვრებელი დანიშნულებით გამოყენება ამ თვალსაზრისით დასაშვებია, მაგრამ გრძელვადიან პერიოდში მეწყრის უკუსვლითი გავრცელების უნარის გათვალისწინებით შესაძლოა მეწყრული დეფორმაციები აღნიშნულ შენობებსაც მიუახლოვდეს (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.3 ქვეთავში).
- ცალკე აღსანიშნავია ფერდობის ქვედა ნაწილში მეწყრის გადაადგილების მიმართულებით მდებარე სკოლის შენობა და მისი ექსპლუატაციის საკითხი. ეს (სკოლის) ტერიტორია წარმოადგენს ფერდობის ძირს, აგებულია კლდოვანი ქანებით და ერთგვარი „კონტროლის“ როლსაც კი ასრულებს. თუმცა, მეწყრული სხეულის გადაადგილების მიმართულების გათვალისწინებით, საშუალო თუ გრძელვადიან პერიოდში მოსალოდნელია, რომ ფერდობის ზედა ნაწილიდან გადაადგილებული გრუნტი მიუახლოვდება/დაფარავს სკოლის ტერიტორიას. აქედან გამომდინარე ამ

ეტაპისთვის, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, რომ შეწყდეს სკოლის ფუნქციონირება (ვრცლად მოცემულია წენამდებარე ანგარიშის 8.3 ქვეთავში).

- ამასთანავე, აუცილებლად მიგვაჩნია განხილული იყოს სარკინიგზო მაგისტრალის უსაფრთხოების საკითხი. მიუხედავად იმისა, რომ ხეობაში წყლის შეტბორვა უკვე წარმოქმნილია, დღეის მდგომარეობით მდინარე მთლიანად ჩაკეტილი არ არის და შეტბორილი ადგილიდან ქვემოთ გარკვეული რაოდენობის წყალი, (ბუნებრივ ხარჯთან შედარებით შემცირებული, ამღვრეული, მოწითალო შეფერილობის) კალაპტში კვლავ მოედინება. მაგრამ, მეწყრის გადაადგილებესთან ერთად ხეობის ფსკერის ამოვსების პროცესი გრძელდება და შემდგომში მნიშვნელოვანი მოცულობის ღვარცოფული ნაკადების წარმოქმნის რისკი არსებობს (განსაკუთრებით მდინარე ყარნებას წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების პერიოდში). ასეთ შემთხვევაში კი საფრთხის ქვეშ დგება სარკინიგზო მაგისტრალი. ასევე, მდინარე ყარნებასა და ჩხერიმელას ხეობების შესაბამის მონაკვეთში მდებარე ინფრასტრუქტურა (სახლები, საავტომობილო გზები, ხიდები და სხვა).
- რაც შეეხება რეკომენდაციებს შემდგომში გასატარებელ შესაძლო ღონისძიებებთან დაკავშირებით, პირველ რიგში უნდა ითქვას, რომ არსებული ფაქტობრივი მდგომარეობის - მოძრავი მეწერული სხეულის მასშტაბის (მოცულობა დაახლოებით 30 მილიონი კუბური მეტრი, ხოლო საშუალო სიღრმე 43 მეტრი) გათვალისწინებით, ძნელად წარმოსადგენია ისეთი ეფექტური საინჟინრო ღონისძიების გატარება, რომელიც უზრუნველყოფს მეწყრის შეჩერებას, ფერდობის სტაბილიზირებას და უსაფრთხოს გახდის მეწერულ ფერდობზე მდებარე სოფლებში ცხოვრებას, გადაადგილებას თუ სხვა საქმიანობას. ან თუ წარმოვიდგენთ ასეთი ღონისძიების განსახორციელებლად საჭირო რესურსებს, იგი არარენტაბელურად უნდა ჩაითვალოს მისი მაღალი ეკონომიკური პარამეტრებიდან გამომდინარე.
- მეწყრის ფართობის შემდგომი გაზრდისა და მისი უკუსვლითი გავრცელების უნარის შეზღუდვისთვის კი შესაძლოა გარკვეულ უბნებზე (ლოკალურად)

გატარდეს რიგი დამცავი თუ შემარბილებელი ღონისძიებები. ასეთ ღონისძიებებად შესაძლოა განხილული იყოს სხვადასხვა სახის „კონტროლსული“ დანიშნულების საყრდენი კედლები; მასივების დამაგრება შესაბამისი მავთულბადებების, ლითონის ბაგირებისა და ანკერების გამოყენებით; მიწისქვეშა წყლების მოშორება დრენაჟების მოწყობით; ზედაპირული წყლის ნაკადების თავმოყრა და არიდება არხების საშუალებით და სხვა. კონკრეტული ღონისძიების მიზანშეწონილობა კი უნდა განისაზღვროს შესაბამისი საპროექტო და სახარჯთაღრიცხვო გაანგარიშებების საფუძველზე.

- შემდგომი გართულებების თავიდან ასაცილებლად ეფექტურ და დაუყოვნებლივ გასატარებელ ღონისძიებებად კი შემდეგი სახის ღონისძიებები მიგვაჩნია:
 - მეწერული სხეულის გავრცელებისა და ზეგავლენის არეალში არსებულ სახლებში მცხოვრები მოქალაქეების გადაყვანა უნდა მოხდეს უსაფრთხო საცხოვრებელ გარემოში (ასეთი შენობები ჩვენს მიერ შესაბამის რუკაზე აღნიშნულია წითელი და ნარინჯისფერი ფერით. იხილეთ ნახაზი LS-12);
 - სოფლებში მიმავალი (მისასვლელი) საავტომობილო გზები უსაფრთხო მონაკვეთებზე უნდა ჩაიკეტოს შესაბამისი ბარიერით (შესაძლოა ე.წ. „შლაგბაუმით“) და გაკონტროლდეს, რათა შეწყდეს (აიკრძალოს) მეწერულ ფერდობზე არსებულ საავტომობილო გზებზე ყველა სახის სატრანსპორტო საშუალების მოძრაობა;
 - უნდა აიკრძალოს ქვეითად მოსიარულე ადამიანების გადაადგილება მეწერულ ფერდობზე და ფერდობის ძირში არსებულ ხეობაში;
 - უნდა შეწყდეს ფერდობზე არსებული სკოლის ფუნქციონირება;
 - ვინაიდან მეწყერი და მასთან დაკავშირებული გარემოებები სარკინიგზო მაგისტრალისთვის გარკვეულ საფრთხეს წარმოადგენს, ამ გარემოებებზე უნდა ეცნობოს „საქართველოს რკინიგზა“-ს და შესაბამის უწყებებს, რათა საჭიროების შემთხვევაში ოპერატიულად და კოორდინირებულად წარიმართოს შესაბამისი მოქმედებები;

- უნდა განხორციელდეს პერიოდული დაკვირვება (მონიტორინგი) მდინარე ყარნებას კალაპოტში წყლის მოდინებაზე, მისი მეწყრისგან ჩაკეტვის ადგილის ქვემოთ (მაგალითად მდინარე ჩხერიმელას შესართავთან), რადგან კალაპოტში წყლის დაშრობის შემთხვევაში, გაიზრდება ღვარცოფული ნაკადების ახლო მომავალში წარმოქმნის ალბათობა;
- ამ ეტაპისთვის მიწანშეწონილად არ მიგვაჩნია მდინარე ყარნებას ჩაკეტილი მონაკვეთის გაწმენდა ტექნიკის გამოყენებით, რადგან აღნიშნული სამუშაოს შესრულება მოცემულ სიტუაციაში უსაფრთხო ვერ იქნება.
- პერიოდული შესწავლა (მონიტორინგი) უნდა განხორციელდეს ასევე, ფერდობის შუა და ზედა ნაწილში მეწყრის მოწყვეტის კიდეებიდან (მეწყრის კონტურიდან) მოშორებით მდებარე სახლებთან (შენობებთან) მიმართებაში. ვინაიდან მეწყრის უკუსვლითი გავრცელების უნარის გათვალისწინებით საშუალო და გრძელვადიან პერიოდში შესაძლოა მეწერული დეფორმაციები აღნიშნულ სახლებსაც (შენობებსაც) მიუახლოვდეს (ასეთი შენობები ჩვენს მიერ მომზადებულ შესაბამის რუკაზე აღნიშნულია ყვითელი ფერით. იხილეთ ნახაზი LS-12).
- შესაძლოა განხილული იყოს „ადრეული შეტყობინების სისტემისა“ თუ „განგაშის სისტემის“ მოწყობის საკითხიც. თუმცა, ამ კონკრეტულ შემთხვევაში, ასეთი სისტემების მოწყობა ჩვენი შეფასებით არ არის მიზანშეწონილი, რადგან მეწყრის გავრცელების ადგილიდან დასაცავ ობიექტებამდე მანძილი ძალზე მცირე - მაქსიმუმ 200 მეტრია.