



**გარემოს ეროვნული სააგენტო  
გეოლოგიის დეპარტამენტი**



**ქ. თბილისის ტერიტორიის  
საინჟინრო-გეოდინამიკური  
პრობები და გეოლოგიური  
საფრთხეების შეფასება**

საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო  
გარემოს ეროვნული სააგენტო  
გეოლოგიის დეპარტამენტი

ქ. თბილისის ტერიტორიის საინჟინრო-  
გეოდინამიკური პირობები და  
გეოლოგიური საფრთხეების შეფასება

თ ბ ი ლ ი ს ი  
2019

# შინაარსი

შესავალი.....	5
1. თბილისის ტერიტორიაზე საშიში გეოლოგიური პროცესების განვითარების მასშტაბები და საშიშროების რისკი.....	7
2. გეოლოგიური საფრთხეების კვლევის მეთოდოლოგიური მიმართულებები.....	12
3. ქ. თბილისის კლიმატური პირობები.....	14
4. ქ. თბილისის ტერიტორიის გეომორფოლოგიური პირობები .....	22
4.1 მდ. მტკვრის მარჯვენაპირეთის საშუალო და დაბალმთიანი ტექტომორფული მთა-ხეობათა რელიეფი .....	23
4.2 მდ. მტკვრის ხეობის აკუმულაციური ძირი .....	30
4.3. საგურამო-იალნოს დაბალი და საშუალომთიანი მთა-ხეობათა ინვერსიული მორფოსტრუქტურა. ....	32
4.4 თბილისის ქვაბულის მარცხენაპირეთის დაბალმთიანი პალეომტკვრით შექმნილი ტერასულ-საფეხურებიანი რელიეფი. ....	38
5. ქ. თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულება და საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები .....	41
6. ქ. თბილისის ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური პირობები .....	58
7. ქ. თბილისის ტექტონიკური თავისებურება და გეოლოგიური განვითარების პირობები ნეოტექტონიკის ეტაპზე .....	64
8. გეოლოგიური გარემოს ათვისების საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები და გეოდინამიკური მდგომარეობის შეფასების მეთოდოლოგიური საფუძვლები .....	76
9. ქ. თბილისის ტერიტორიის სივრცეში არსებული ქანების (გრუნტების) საინჟინრო-გეოლოგიური (გეოტექნიკური) თვისებების შეფასება და მათი სივრცობრივი გავრცელება .....	83
10. გეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების წარმოქმნა-განვითარების განმაპირობებელი მთავარი ფაქტორები და მათი შეფასების მეთოდოლოგია .....	115
10.1. რელიეფის ადგილი და როლი ტერიტორიის საინჟინრო-გეოდინამიკური პირობების შეფასების პროცესში .....	124
10.2 კლიმატურ-მეტეოროლოგიური ფაქტორების როლი ეგზოგეოდინამიკური პროცესების წარმოქმნა - რეაქტივაციაში .....	127
10.3 მიწისძვრების გავლენა მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების განვითარებაზე და მასშტაბებზე.....	132
10.4 ტექნოგენური წნეხი თბილისის გეოლოგიურ გარემოზე და გეოეკოლოგიური გართულებების მასშტაბები .....	134
11. ქ. თბილისში განვითარებული გეოლოგიური პროცესების საინჟინრო-გეოდინამიკური შეფასება .....	138
11.1 გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების კატეგორიები .....	146
11.2 მენყრული პროცესები.....	148
11.2.1 სანაპირო (ანუ ბაზისური) მენყრები .....	150
11.2.2 კლიმატოგენური (კონსიტენტური) მენყრები.....	153
11.2.3 ტექტოსეისმოგენური მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენები .....	156
11.2.4 სუფოზიური მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენები.....	166
11.2.5 ტექნო-ანთროპოგენური მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენები.....	169
11.3 გრავიტაციული კლდეზვავ-ქვათაცვენები.....	175

11.4 ღვარცოფები.....	186
11.5 ეროზიული პროცესები .....	240
12. თბილისის ტერიტორიაზე გეოლოგიური პროცესების საშიშროების რისკის ზონაში მოქცეული ობიექტები და გასატარებელი დამცავი ღონისძიებები .....	201
13. განსახორციელებელი საადაპტაციო ღონისძიებები .....	221
13.1. მენყერსანინალმდეგო ღონისძიებები .....	221
13.2 ღვარცოფსანინალმდეგო ღონისძიებები .....	222
13.3 ეროზიის სანინალმდეგო ღონისძიებები .....	223
დასკვნები და რეკომენდაციები .....	225
გამოყენებული ლიტერატურა .....	228

**ტექსტური დანართები:**

- გეოლოგიური პროცესების კატალოგები
- მენყრების კადასტრები
- ღვარცოფების კადასტრები
- კლდეზვავ-ქვათაცვენის კადასტრები

**გრაფიკული დანართები:**

- ქ. თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიური რუკა
- ქ. თბილისის ტერიტორიის ფერდობების დახრილობის რუკა
- ქ. თბილისის ტერიტორიის ფერდობების ექსპოზიციის რუკა
- ქ. თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების რუკა

# შესავალი

ბოლო 20 წლის მანძილზე საქართველოში და მათ შორის ქ. თბილისში, კლიმატის გლობალური ცვლილების საერთო ფონზე და სხვა ბუნებრივი თუ ანთროპოგენური მიზეზებით მნიშვნელოვნად გააქტიურდა ბუნებრივი საფრთხეები. ამის ნათელი დადასტურებაა ქ. თბილისში 2002 წლის მინისძვრით, 2012 წელს კრწანისის ხევში და 2015 წელს მდ. ვერეს აუზში განვითარებული კატასტროფული ბუნებრივი სტიქიების შემდეგ შექმნილი უკიდურესად მძიმე გეოდინამიკური მდგომარეობა და გეოეკოლოგიური გართულებები.

სამწუხაროდ ბოლო პერიოდებში ქ. თბილისის ტერიტორიაზე ამ ტიპის ბუნებრივი საფრთხეების შეფასება-მართვის საკითხებს ნაკლები ყურადღება ექცეოდა, ამიტომ საქართველოს მთავრობამ (საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის მინისტრის 2016 წლის 2 დეკემბრის, №ი-937 ბრძანება) მიიღო გადაწყვეტილება ამ მიმართულებით კვლევების განხორციელებისა.

აქედან გამომდინარე სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტოს დამტკიცებული სამოქმედო პროგრამის და საშუალოვადიანი სამოქმედო გეგმის შესაბამისად პროგრამის - „გეოლოგიური მონიტორინგი და სახელმწიფო გეოლოგიური რუკების შედგენის“ ფარგლებში დაევალა თბილისის ტერიტორიაზე წინამდებარე გეოლოგიური ანგარიშის გეოლოგიური საფრთხეების (მენყერი, ღვარცოფი და სხვა) ზონირების რუკის (მასშტაბი 1:25 000) შედგენა და გეოლოგიური მონიტორინგის წარმოება.

## პროექტის ფარგლებში განხორციელებული აქტივობები:

- ⊖ ისტორიული მონაცემების დამუშავება;
- ⊖ საველე გეოლოგიური კვლევები;
- ⊖ საველე პირობებში იდენტიფიცირებული ყველა სახის გეოლოგიური პროცესი (მენყერი, ღვარცოფი, კლდეზვავ-ქვათაცვენა და სხვა);
- ⊖ გეოლოგიური საფრთხეების მონაცემთა ბაზის შექმნა (GIS);
- ⊖ გეოლოგიური საფრთხეების კატალოგი/კადასტრის შედგენა;
- ⊖ გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების რუკის შედგენა, სადაც ასახული იქნება ყველა სახის გეოლოგიური პროცესი, მოცემული იქნება ის უბნები, სადაც უნდა გატარდეს სათანადო დამცავი ღონისძიებები;
- ⊖ სხვადასხვა თემატური რუკების (გეოლოგია, ფერდობების ექსპოზიცია, ფერდობების დახრილობა, როგორც რელიეფის ენერგეტიკული პოტენციალის დადგენის საფუძველი და სხვა) მომზადება;
- ⊖ შემუშავდა სტიქიური გეოლოგიური მოვლენებით გამოწვეული შესაძლო უარყოფითი შედეგებისგან დამცავი პრევენციული ღონისძიებების რეკომენდაციები.

აქვე გვინდა აღვნიშნოთ, რომ 2020 წლიდან ქ. თბილისის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე (504 კმ<sup>2</sup>) ყოველწლიურად გაგრძელდება გეოლოგიური მონიტორინგი, რომლის შედეგები მოცემული იქნება ყოველწლიურ საინფორმაციო გეოლოგიურ ბიულეტენში. ამასთანავე ვინაიდან გეოლოგიური პროცესები მუდმივ დინამიკაში იმყოფება, შესაბამისად განხორციელდება

შედგენილი გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების რუკის პერიოდული განახლება, არა უმეტეს 3 წლის დიაპაზონში.

მადლობა გვინდა გადავუხადოთ სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტოს ხელმძღვანელობას, სამუშაოების განხორციელების პერიოდში მუდმივი თანადგომისთვის, ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტის თანამშრომლებს კლიმატურ-მეტეოროლოგიური ინფორმაციის დროული მონოდებისთვის, ასევე ქ. თბილისის მერიის სამსახურებს კვლევისთვის საჭირო მასალების გადმოცემისთვის.

ანგარიშის შედეგაში მონაწილეობა მიიღეს:

**ტექსტური ნაწილი:** ემილ წერეთელი, გიორგი გაფრინდაშვილი, მერაბ გაფრინდაშვილი, თორნიკე თოღუზაშვილი, ომარ გოგრიჭიანი, ნანა ქიტიაშვილი, ოთარ ქურციკიძე;

**გრაფიკული (რუკები, დიაგრამები და სხვა) დანართები:** გიორგი გაფრინდაშვილი, ემილ წერეთელი, მერაბ გაფრინდაშვილი, თორნიკე თოღუზაშვილი;

**ტექსტური დანართები (კადასტრები, ცხრილები და სხვა):** გიორგი გაფრინდაშვილი, თორნიკე თოღუზაშვილი, ზურაბ რიკაძე, გიორგი ჭოტაშვილი, ნიკო ფოფორაძე, ბაკურ ჯინორია, მარინა გიორგობიანი, მაყვალა კახაძე.

**საველე კვლევები:** გიორგი გაფრინდაშვილი, ემილ წერეთელი, მერაბ გაფრინდაშვილი, თორნიკე თოღუზაშვილი, ლევან ქებულაძე, ზეინალ მაისურაძე, გიორგი ჭოტაშვილი, ზურაბ რიკაძე, ნიკო ფოფორაძე, ბაკურ ჯინორია.

# 1. თბილისის ტერიტორიაზე საშიში გეოლოგიური პროცესების განვითარების მასშტაბები და საშიშროების რისკი

**პრობლემის აქტუალობა.** თბილისს - საქართველოს დედაქალაქს - ევროპისა და აზიის ქვეყნების გასაყარზე მეტად ხელსაყრელი მდებარეობა უკავია და სატრანზიტო დერეფნის კვანძს წარმოადგენს. ამავე დროს ხანგრძლივ ურბანიზაციის პერიოდს მოიცავს და თავისი ურთულესი და სენსიტიური გეოლოგიური გარემოს პირობებში განიცდის ტექნოგენური დატვირთვის წარმოუდგენელ წნეხს, რასაც გარდაუვლად თან სდევს ბუნებრივ - ტექნოგენური პროცესების ფართო მასშტაბით განვითარება და გეოეკოლოგიური გართულებების კრიზისულ მდგომარეობამდე მიყვანა. მისი სირთულე განპირობებულია გეოლოგიური გარემოს მეტად „მგრძნობიარე“ სივრცეში ქალაქის სწრაფი დემოგრაფიული ზრდით და მაღალი საინჟინრო-სამეურნეო საქმიანობის პრესინგით. მაგალითისათვის, თუ მე-19 საუკუნის 80 - იან წლებში ქალაქი იკავებდა ქალაქის დაახლოებით 10 კმ<sup>2</sup> -ს და მისი მოსახლეობა შეადგენდა 104 ათას კაცს, სადაც საინჟინრო ობიექტებით დაკავებული იყო ტერიტორიის მხოლოდ 55% და 20 %-მდე ბალებით, მე-20 საუკუნის 20 - იანი წლებისათვის ქალაქის მოსახლეობა გაორმაგებულია, ხოლო 1980 - იან წლებში უკვე მიაღწია 1,5 მილიონს და ქალაქის განაშენიანებულმა ფართობებმა გადააჭარბა 350 კმ<sup>2</sup>-ს, ხოლო დღეისათვის შეადგენს 504 კმ<sup>2</sup>-ს. მისი არეალის ფარგლებში მთლიანად მოექცა ქალაქის აგლომერაციული ზონები და მწვანე საფარის უდიდესი ნაწილი და ამ მხრივ დიდი ქალაქების რიგში თბილისი ერთ-ერთი ყველაზე მძიმე მდგომარეობაში აღმოჩნდა. ამავე დროს, გამომდინარე იქიდან, რომ ოპტიმალურად ასათვისებელი ფართობები თითქმის აღარ არის, ქალაქმა გაფართოება დაიწყო იმ არეალებში, რომელიც ადრე საინჟინრო-გეოლოგიაში მიღებული ნორმებით ითვლებოდა მშენებლობისათვის მიუღებლად, ანდა უკიდურესად რთულად; ასეთებია ტექტონიკურად ძლიერ აშლილი და დიდი დახრილობის მამადავითის, ნუცუბიდის, იყალთოსა და ნაძალადევი-მახათის ფერდობები, ასევე საყოფაცხოვრებო ნარჩენებით და ტექნოგენური გრუნტებით ამოვსებული და დამარხული ხევები, ჩაკეტილი დეპრესიები, დაჭაობებული და ფიზიკური ცვლილებებისადმი განსაკუთრებულად მგრძნობიარე გრუნტები და სხვ.

დღეისათვის მშენებლობის გაზრდილი მოთხოვნილებების პირობებში ტერიტორიის ათვისება მიმდინარეობს ურთულეს გეოლოგიური გარემოს პირობებში, რასაც თან ახლავს საშიში გეოლოგიური პროცესების ფართო მასშტაბით განვითარება-რეაქტივაცია და გეოეკოლოგიური სიტუაციის უკიდურესი გართულებები. მათ შორის, პირველ ყოვლისა, აღსანიშნავია მენყრულ-გრავიტაციული და სუფოზურ-ჯდენითი მოვლენები, მიწისქვეშა წყლებით გამოწვეული შეტბორვები და ქვაბულის შემომსაზღვრელი ფერდობების მდინარეებიდან და ხევებიდან თავსხმა წვიმების პირობებში წარმოქმნილი ღვარცოფული წყალნატანი და ქვატალახოვანი ნაკადები და დატბორვები, რომელთა შედეგად პერიოდულად ირღვევა ქალაქის ნორმალური ცხოვრების რიტმი, საშიშროება ექმნება ტრანსპორტის უსაფრთხო მოძრაობას, დეფორმაცია-ნგრევას განიცდის მრავალი საცხოვრებელი სახლი და ინფრასტრუქტურული ობიექტი. რაც მთავარია და ყველაზე სავალალოა ამ სახის უარყოფით გეოლოგიურ მოვლენებს ხშირად თან სდევს ადამიანთა მსხვერპლი.

აღსანიშნავია, რომ გეოლოგიური სტიქიის საშიშროებიდან ადამიანთა მსხვერპლის თვალსაზრისით განსაკუთრებულ ადგილს იკავებენ ღვარცოფები, რომელიც წარმოიქმნებიან 50-ზე მეტ მშრალ ხევში და 10-მდე მცირე მდინარეში (ვერე, დიღმისწყალი, გლდანისხევი, ლოჭინი, კრწანისის ხევი, ლელვთა ხევი, ხევძმარი და სხვ.). არასრული მონაცემებით XX საუკუნეში და მიმდინარე ბოლო ათწლეულში მენყრულ-ღვარცოფული მოვლენებით დაიღუპა 170-მდე ადამიანი. თბილისის ტერიტორიაზე იშვიათობას არ წამოადგენს ხევებში ჩაყრილი სამშენებლო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენებით და მოუწესრიგებელი ზედაპირული წყლებით წარმოქმნილი „ტექნოგენური ღვარცოფები“, სადაც ატმოსფერული ნალექების უმნიშვნელო რაოდენობის მოსვლის შემთხვევაშიც კი ინვევს მათ გამოტანას ტექნოგენური ღვარცოფების და ნიაღვრების სახით, რაც თავის მხრივ ინვევენ ქალაქის ქუჩების დაბინძურებას.

გეოლოგიის სახელმწიფო დეპარტამენტის მიერ თბილისის ტერიტორიაზე 2000 წლის გეოლოგიური საშიშროების საინფორმაციო ბიულეტენში დაფიქსირებული იყო 62 ღვარცოფტრასფორმირებადი მდინარე და ხევი, 60 მენყრული უბანი, 21 კმ საერთო სიგრძის გრავიტაციული პროცესების მუდმივად განახლებადი ფერდობები და 11 მინისქვეშა წყლებით შეტბორვის უბანი (გეოლოგიის სახ. დეპარტამენტი 2000).

საყურადღებოა აღინიშნოს, რომ ქალაქის ტერიტორიის ფარგლებში მენყრული პროცესების ბუნებრივ განვითარებას ადგილი ჰქონდა ისტორიულ წარსულშიც ეგზოტექტონიკური მოვლენების, მინისძვრებისა და ეროზიული პროცესების საერთო ფონზე, რომელთა კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენენ მამადავითის ქედის ჩრდილო კალთაზე არსებული „კუს ტბა“, „მთან-მინდის პანთეონი“, სოლოლაკის, წყნეთისა და მდ. ვერეს ხეობის ფერდობებზე განვითარებული მრავალი მენყრული საფეხური, ასევე მდ. მტკვრის მარჯვენა მხარეს, თელეთის ქედის დაბოლოებაზე და მუხათგვერდის მენყრული რელიეფი. მაგრამ, უშუალოდ ქალაქის სივრცეში გააქტიურებული მენყრულ-გრავიტაციული პროცესების უმეტესობა დაკავშირებულია ადამიანის არასწორად წარმართულ საინჟინრო საქმიანობასთან. თუმცა, მსოფლიო და სამამულო პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ მეტწილად ინფრასტრუქტურული ობიექტების მწყობრიდან გამოსვლა და გეოლოგიური გარემოს გეოეკოლოგიური გართულებები, გამოწვეულია არა მარტო მშენებლობის დაბალი ხარისხით, ანდა მისი არასწორი წარმართვით, არამედ საპროექტო მონაცემებისათვის საჭირო ინფორმაციის უკმარისობით, როდესაც ინფრასტრუქტურულ ობიექტებსა და მიმდებარე სივრცის გეოლოგიურ გარემოს შორის არ არის დადგენილი ურთიერთქმედების კავშირი და ის შესაძლო უარყოფითი გეოლოგიური მოვლენები და გეოეკოლოგიური გართულებები, რომლებიც ხშირად წამოიქმნებიან მშენებლობის ან ექსპლუატაციის პროცესში. არც თუ იშვიათად ასეთ ხარვეზებს თან სდევს დაპროექტებული თუ მშენებარე ობიექტების ადგილმონაცვლეობა, ანდა ძვირად ღირებული კაპიტალური ღონისძიებების (ზოგჯერ შედეგის არ მომტანი) განხორციელება. ამის კარგი მაგალითებია: 1972 და 2003 წლებში მამადავითის ფერდზე, კოტე მაყაშვილის ქუჩაზე (ყოფილი აღმაშენებლის ქუჩა) ინფრასტრუქტურული ნაგებობების დასრულების შემდეგ წამოქმნილი მენყრულ-კლდეზვავური მოვლენები, სადაც ნაგებობების ნგრევას შეეწირა 6 ადამიანის სიცოცხლე, ანდა თბილისის შემოვლითი საავტომობილო გზა, რომელიც მშენებლობის პროცესშივე დაიმენყრა; ასევე არასწორი გეოლოგიური შეფასების მიზეზით დაიმენყრა მუხათგვერდის სასაფლაოსთან მისასვლელი გზა და რეალური საშიშროება შეუქმნა საკუთრივ სასაფლაოს ტერიტორიას, ხოლო 1976 წელს ხევძმარის ხევის მარცხენა მხარეზე ტრამვაის ხაზის გაყვანის დროს მახათის სამხრეთ ფერდის ჩამოჭრამ შეუ-

ლიდის ქუჩაზე გამოიწვია ღრმა მენყრის განვითარება, რითაც უშუალოდ საშიშროება შეუქმნა 16 სართულიან საცხოვრებელ სახლებს; 1980 წელს ლიბანის ქუჩაზე ფერდის ჩამოჭრის და ტექნოგენური განყლოვანების შედეგად ჩამოყალიბდა მენყერი, რომელმაც უშუალო საშიშროება შეუქმნა 9 სართულიან საცხოვრებელ სახლს და სკოლის შენობას. არასწორი საინჟინრო საქმიანობით მენყრულ-ჩამოქცევითი პროცესები წარმოიქმნა ცხვედაძის, ნუცუბიძის, ქობულეთის, შუახევის, პეტრე ბაგრატიონის, უიარალოს, ზედაზენისა და ნოსტეს ქუჩებზე, ქვედა წყნეთის ტერიტორიაზე, გაგარინის ქუჩაზე, ლოტკინის უბანზე; 2003 წლიდან აქტიურ დინამიკაში იმყოფება თამარ მეფის გამზირის ცირკის მოპირდაპირე ფერდი და მრავალი სხვ. ცალკე განხილვის საკითხია მდ. მტკვრის ნყალდიდობებით გამოწვეული უარყოფითი მოვლენები, რომლის კატასტროფული შედეგები XX საუკუნეში აღინიშნა 3-ჯერ. ამით იყო პირველ ყოვლისა ნაკარნახევი, რომ მდინარის ორივე ნაპირზე აიგო 4-5 მეტრი სიმაღლის რკინა-ბეტონის ნაპირდამცავი კედლები. შეიძლება ითქვას, რომ ამ საინჟინრო ღონისძიებების გატარების შემდეგ პრაქტიკულად მოიხსნა მდ. მტკვრისაგან გამოწვეული მაღალი საშიშროების რისკი.

მე-20 საუკუნის 40-იანი წლებიდან ქალაქისათვის ძალზე მწვავე პრობლემას წამოადგინა ე. წ. „ვაკის მენყერი“, რომელიც განვითარებულია მდ. ვერეს ხეობის მარჯვენა ფერდობზე თითქმის თამარაშვილის ქუჩიდან ვარაზის ხევამდე. მიუხედავად იმისა, რომ თითქმის 50 წელი გრძელდებოდა სხვადასხვა სახის მენყერსაწინააღმდეგო საინჟინრო ღონისძიებები, ბოლო პერიოდამდე მენყრული პროცესების პერიოდულ გააქტიურებას მაინც ეწინააღმდეგებოდა ქალაქის ტერიტორიის საგრძნობი ფართობები. მართალია, მენყრული ტერიტორიის გამაჯანსაღებელ ღონისძიებებზე დახარჯულია 10 მილიონამდე ეროვნულ ვალუტაში, მაგრამ დღემდე მისი სრული გაჯანსაღება მაინც ვერ მოხერხდა, თუმცა მენყრული სივრცის მნიშვნელოვანი ფართობები უკვე მოექცა სამოქალაქო მშენებლობისათვის მისაღებ სივრცეში.

თბილისის ტერიტორიაზე გეოეკოლოგიურმა დაძაბულობამ კრიტიკულ ზღვარს მიაღწია 2002 წლის მიწისძვრის შემდეგ. მიწისძვრის ზემოქმედების არეალში მოექცა 2000-მდე შენობა-ნაგებობა, დაიწყო ფერდობების მდგრადობის უკიდურესი შესუსტება, მიწისქვეშა წყლების რეჟიმის შეცვლა და გრუნტების ფიზიკური თვისებების საგრძნობი დაქვეითება. ამან გამოიწვია მენყრულ-გრავიტაციული პროცესების კიდევ უფრო გააქტიურება, მშრალ ხევებში დიდი რაოდენობით დაგროვდა ღვარცოფმაფორმირებელი მყარი მასალა, გაიზარდა სუფოზიურ-ჯდომადი პროცესები, საცხოვრებელი სახლების მნიშვნელოვანი რაოდენობა მოექცა მათი მაღალი საშიშროების რისკის ქვეშ, ადგილი ჰქონდა ადამიანთა მსხვერპლს.

თბილისში მომხდარ მიწისძვრებთან დაკავშირებით ურბანიზაციისა და მშენებლობის სამინისტროში, თბილისის მერიაში და გეოლოგიურ სამსახურში იმ პერიოდში შესული იყო 2000-ზე მეტი მოქალაქის განცხადება საცხოვრებელი სახლების სხვადასხვა სახის დაზიანებების შესახებ. უნდა აღინიშნოს, რომ გლდანის სააგარაკო დასახლების სივრცეში მენყრული პროცესების ასეთი მასშტაბური გააქტიურება დაიწყო სწორედ 2002 წლის მიწისძვრის შემდეგ.

ბოლო წლებში მიწისძვრებით გართულებულ სიტუაციას დაემატა ტერიტორიის ფართომასშტაბიანი ათვისება უკიდურესად რთული გეოლოგიური გარემოს სარისკო ფართობებზე, რასაც გარდაუვლად თან სდევს გეოეკოლოგიური გართულებები კრიზისულ დონემდე, არადა თბილისის დღევანდელი სოციალურ-ეკონომიკური და ეკოლოგიური კრიზისის პირობებში კარდინალურ პრობლემას წარმოადგენს გეოლოგიური გარემოს მყიფე ეკოსისტემის შენარჩუნება

და მოსახლეობისა და საინჟინრო ობიექტების დაცვა საშიში გეოლოგიური პროცესებისაგან. ამ პრობლემის გადაწყვეტა შესაძლებელია მხოლოდ გეოლოგიური გარემოს ბაზისური მდგომარეობის სრულყოფილად შეფასებისა და გეოლოგიური მონიტორინგის პერმანენტულად ფუნქციონირების პირობებში.

საგულისხმოა, რომ დღემდე არ არსებობდა თანამედროვე მოთხოვნილების დონეზე დამუშავებული მსხვილმასშტაბიანი (1:25000-1:10000) სპეციალური საინჟინრო-გეოლოგიური და გეოდინამიკური რუკები მკვეთრად შემოსაზღვრული სივრცით, როგორც ქალაქის გენერალური დაგეგმარების სქემისა და მიკროსეისმური დარაიონების საფუძველი.

დღეისათვის თბილისში 2002 წლის მიწისძვრით და 2015 წელს მდ. ვერეს აუზში განვითარებული მოვლენების შემდეგ კლიმატის პირობების გაუარესებისა და ტექნოგენური წნეხის შედეგად შექმნილია ისეთი უკიდურესად მძიმე გეოდინამიკური მდგომარეობა და გეოეკოლოგიური გართულებები, რომ ქალაქის ტერიტორიის სივრცითი ათვისებისა და გეოლოგიური გარემოს „დატვირთვა-ამტანიანობის“ კრიტერიუმების განსაზღვრა, რანჟირება და უწყვეტი გეომონიტორინგული კვლევების წარმოება გადაუდებელ აუცილებლობას წარმოადგენს.

პრობლემათა კრიტერიუმები, რომელთა გათვალისწინებით გადაწყვეტილი უნდა იქნეს გეოეკოლოგიური კატაკლიზმებისაგან თავის დაღწევის გზები, შემუშავდეს გეოლოგიური გარემოს ოპტიმალური ათვისებისა და მართვის (განსაკუთრებით გართულებული გეოეკოლოგიური სივრცეების ადაპტაცია-გაჯანსაღების) სტატეგიის სცენარი, მდგომარეობს შემდეგში:

- სრულყოფილად შეფასდეს ქალაქის ტერიტორიის სივრცეში გართულებული გეოდინამიკური სიტუაცია, მოხდეს სხვადასხვა დინამიკაში მყოფი ყველა სახის გეოლოგიური პროცესის და იმ ობიექტების აღრიცხვა, შეფასება და კადასტრირება, სადაც მოსალოდნელია პროცესების გააქტიურება და მომზადდეს საინფორმაციო ბაზაში შესატანად;
- გადამუშავდეს ახალ ინფორმაციულ მასალებზე (საველე კვლევებზე დაყრდნობით) გაანალიზებული და თანამედროვე მეთოდოლოგიაზე გათვლილი ქალაქის ტერიტორიისათვის მსხვილმასშტაბიანი (1:25000 მასშტაბში) გეოლოგიური საფრთხეების რუკა. მოხდეს დარაიონება (ზონირება) ყველა სახის საშიში გეოლოგიური პროცესებით დაზიანებადობის და საშიშროების რისკის მიხედვით, ასევე გეოეკოლოგიური სიტუაციის გართულებებით, როგორც ქალაქის განაშენიანებისა და სივრცითი ათვისების გენერალური სქემის და გეომონიტორინგის წარმოების ბაზისური საფუძველი;
- დამუშავდეს ბუნებრივ-ტექნოგენური ფაქტორებით განპირობებული გეოლოგიური გარემოს ცვლილებებისა და საშიში გეოლოგიური მოვლენების სივრცობრივი განვითარების ტენდენციების პროგნოზი და გეოლოგიური გარემოს ტექნოგენური დატვირთვის ამტანიანობის ხარისხი;
- გეოლოგიური გარემოს პოლიტიკის სცენარში უმნიშვნელოვანესი ადგილი უნდა დაიკავოს პერმანენტულად წარმოებულმა გეომონიტორინგულმა კვლევებმა, როგორც გეოლოგიურ გარემოზე ბუნებრივ-ტექნოგენური ფაქტორების ზემოქმედების ოპერატიული შეფასების ამსახველი და ადეკვატური პრევენციის დროული მიღების საფუძველი. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს გრუნტების ფიზიკურ ცვლილებებს მასივში და მათ კავშირს მიწისქვეშა წყლების რეჟიმის ცვლილებებთან და მათ ერთობლივ გამოძახილს საინჟინრო

ნაგებობების მდგრადობაზე. ამისათვის აუცილებელია მინისქვეშა წყლების შეტბორვის უბნებზე გვექონდეს სტაციონალური დაკვირვებები მათი რეჟიმის ცვლილებებზე. ამასთან აუცილებელია, გვექონდეს კლიმატის ცვლილებების გრძელვადიანი პროგნოზი (30 წლის პერიოდისათვის მაინც) არაუმეტეს ორი-სამი წლის ცვლილებების ინტერვალით.

ასევე ვფიქრობთ, დროა თბილისის ტერიტორიის ფარგლებში სხვადასხვა გეოტექტონიკური სტრუქტურებისა და ცოცხლი რღვევების ზონებში მოეწყოს სპეციალური გეოდინამიკური პოლიგონი თანამედროვე მოძრაობების რაოდენობრივი მახასიათებლებისა და დროში ცვლილებების დასადგენად, როგორც სეისმური საშიშროებისა და სხვა გეოდინამიკური პროცესების პროგნოზული დიაგნოსტიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ინდიკატორი. გეომონიტორინგული კვლევებით მიღებული ყველა სახის ინფორმაცია უნდა იქნეს შეყვანილი ერთიან მონაცემთა ბაზაში.

## 2. გეოლოგიური საფრთხეების კვლევის მეთოდოლოგიური მიმართულებები

ბუნებრივია ყოველი სახის სტიქიური გეოლოგიური მოვლენის წარმოქმნა და მათი გააქტიურების დინამიკური მსვლელობა დამოკიდებულია ადგილის გეოლოგიური გარემოს (პირველყოფლისა სუბსტრატის ამგებელი ქანების შედგენილობა, მდგომარეობა, რეცეპტორული თვისებები და რელიეფის ენერგეტიკული პოტენციალი), როგორც მუდმივად არსებული პროცესგანმსაზღვრელი (განმაპირობებელი) დეტერმინანტული სუბსტანტი და მასზე ზემოქმედი, დროში ძნელად პროგნოზირებადი პროცესმაპროვოცირებელი სტოქასტიკური ფაქტორები (მეტეოროლოგიური ელემენტების შიდაწლიური გადახრები საშუალო მრავალწლიურის ნორმიდან, მიწისძვრები, ადამიანის პრესინგი გეოლოგიურ გარემოზე და ა.შ.). სხვადასხვა კლიმატურ-მეტეოროლოგიური ზონის და გეოლოგიური გარემოს ამტანიანობის პირობებში სტიქიური გეოლოგიური პროცესებით ტერიტორიის დაზიანებადობის ხარისხი და მათი გააქტიურების საშიშროების რისკი იქნება სხვადასხვა.

ვინაიდან საკვლევი ტერიტორიის გეოლოგიურ სივრცეში წარმოდგენილია 13 ლითოლოგიურ-სტრატოგრაფიული წყების და მეოთხეული ასაკის სამი გენეტიკური ჯგუფის დანალექები, ბუნებრივია მათი მიდრეკილება საკვლევი ტერიტორიის სივრცეში განვითარებული დომინანტი მენყრულ-გრავიტაციული და ღვარცოფულ-ეროზიული პროცესებისადმი იქნება განსხვავებული.

იმ მრავალსახეობრივი ფაქტორებიდან, რომლებიც განაპირობებენ საშიში გეოლოგიური პროცესების და მოვლენების განვითარებას, აუცილებელია პროცესების სივრცესა და დროში წარმოქმნის და გააქტიურების ტენდეციების დასადგენად დავეყრდნოთ გეოლოგიური გარემოს სისტემაში შემავალი კომპონენტების იმ რეგიონალურ და ზონალურ კანონზომიერებებს, რომელთა ამა თუ იმ სახის პროცესგანმაპირობებელი დეტერმინანტული ბაზისური საფუძველი განსაზღვრავს პროცესების წარმოქმნის წინა პირობას, ხოლო სწრაფად ცვალებადი არასტაციონარულ რეჟიმში მიმდინარე ფაქტორები და აგენტები ხელს უწყობენ გეოლოგიურ სისტემაში დამყარებული ჰომეოსტატიზმის ფონური მდგომარეობის დარღვევას, პროცესების პროვოცირების სტიმულირებას და რეაქტივაციას. გეოლოგიური გარემოს დესტაბილიზაციის ისეთ მთავარ დეტერმინანტულ ფაქტორებს, რომლებიც განსაზღვრავენ ეგზოგეოლოგიური სტიქიური პროცესების რეგიონალური და ზონალური განვითარების კანონზომიერებებს, წარმოადგენენ გეოლოგიური აგებულება, რელიეფი, თანამედროვე ტექტონიკური მოძრაობები და კლიმატური პირობები, როგორც ხანგრძლივი პერიოდის სტატიკური დომინანტები, ხოლო არასტაციონალურ სწრაფად ცვალებად რეჟიმში მიმდინარე ფაქტორებიდან - მეტეოროლოგიური ელემენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლების შიდაწლიური გადახრები, მდინარეებში და სუბსტრატის ამგებელ ქანებში წყლის რეჟიმის ცვალებადობა, მიწისძვრები და ადამიანის საქმიანობა.

მოცემული გეოლოგიური გარემოსთვის მენყრულ-გრავიტაციული და ღვარცოფული პროცესების საშიშროების რისკის შესაფასებლად შემოგვაქვს კრიტერიუმი - „მგრძნობიარობის ინდიკატორი“, რომლის იდენტიობა პირველყოფლისა ირეკლება მისი გეოლოგიური გარემოს სინკრეტულად მოქმედ რეცეპტორულ თვისებებში.

კონკრეტულად, მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების საშიშროების რისკის შესაფასებლად გამოყენებული გვაქვს „მენყრული პოტენციალის“, მცნება, გამოსახული პროცესების ინტენსივობასა და აქტივობაში, რომელიც განვითარებულია ერთგვაროვან გეოლოგიურ გარემოსა და კლიმატურ-მეტეოროლოგიურ პირობებში. ამ მოვლენების საშიშროების რისკი შეფასებული გვაქვს სამი ინდიკატორით:

1. შესაბამისი გეოლოგიური გარემოს სივრცეში განვითარებული მენყრულ-გრავიტაციული

მოვლენების ჯამური ფართობი შეფარდებული მოცემული ტერიტორიის საერთო ფართობთან ( $F_{\text{მენყ.}} / F_{\text{სუბსტ.}}$  საერთო ფართობთან);

2. მენყრული სხეულების საერთო რაოდენობა შეფარდებული მოცემული გეოლოგიური გარემოს საერთო ფართობთან ( $N_{\text{მენყ.}} / F_{\text{სუბსტ. ფართ.}}$ );

3. ერთგვაროვანი თვისებების მქონე გეოლოგიური გარემოს კომპონენტების გრძნობადი რეცეპტორების სინერგიზმული ზემოქმედება ახალი მენყრულ-გრავეიტაციული მოვლენების პროვოცირების ან ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობაში მყოფი სხეულების გამოცოცხლებული ჯამური ფართობების შეფარდება აღებული გეოლოგიური გარემოს მოცემულობასთან.

ღვარცოფული მოვლენების საშიშროების შეფასებისთვის გამოყენებული გვაქვს „ღვარცოფსა-შიშროების კოეფიციენტი“, ( $K_s$ ). ეს კოეფიციენტებია:

1. ღვარცოფტრანსფორმირებადი წყალსადინარების ჯამური შეფარდება იმ მდინარის აუზში შემავალი ნაკადების საერთო რაოდენობასთან, რომელშიც არ დაფიქსირებულა ღვარცოფების ფორმირება ( $K_s = n_1 / n_2$ );

2. შესაბამისი გეოლოგიური გარემოს სივრცეში მოქცეული ღვარცოფტრანსფორმირებადი წყალსადინარების ფართობების შეფარდება მდინარის აუზის საერთო ფართობთან ( $K_s = f_s / F$ );

3. მყარი მინერალური პროდუქტებით მკვებავი ღვარცოფმაპროვოცირებელი აქტიური კერების ფართობების შეფარდება მოცემული მდინარის წყალშემკრები აუზის საერთო ფართობთან ( $K_s = f_m / F_2$ ).

გარდა ჩამოთვლილი კოეფიციენტებისა, ღვარცოფების საშიშროების რისკის განხილვის დროს მხედველობაშია მიღებული:

4. დახასიათებულ გეოლოგიურ გარემოში წარმოქმნილი ღვარცოფების ტრანსფორმაციის სიხშირე დროის ერთეულში;

5. ღვარცოფების ერთდროულად გამოტანილი მასის მაქსიმალური მოცულობები (ათას მ<sup>3</sup>-ში);

6. ობიექტები, რომლებიც იმყოფებიან ღვარცოფული ნაკადების უშუალო საშიშროების არეალში.

ქ. თბილისის სივრცეში განხორციელებული კვლევითი სამუშაოები მოიცავდა, როგორც კამერალურ-საფონდო და ლიტერატურული მასალების მოძიებას, დამუშავებას და გაანალიზებას, რომელიც ითვალისწინებს ყველა სახის გეოლოგიურ, გეომორფოლოგიურ და კლიმატის სტატისტიკურ მონაცემებს ქალაქის ტერიტორიაზე მიმდინარე საშიშ გეოლოგიურ პროცესებთან მიმართებაში, ასევე სავლევ კვლევებს, საკვლევ ტერიტორიაზე გეოლოგიური საშიშროების (მენყერი, ეროზია, ღვარცოფი, ქვათაცვენა და სხვა) რისკების შესაფასებლად და მათი გამომწვევი ფაქტორების და გეოდინამიკური პროცესების იდენტიფიცირებისათვის.

სავლევ კვლევებისას გამოვლინდა ისეთი მგრძნობიარე უბნები, რომლებიც ამჟამად იმყოფება რისკის ქვეშ, ან მოექცევა შემდგომი გააქტიურების შემთხვევაში, როგორც ინფრასტრუქტურულ, ასევე დასახლებულ ობიექტებთან მიმართებაში.

დაფიქსირდა:

- 540 მენყერი (ჯამური ფართობი - 455.5ჰა, ჯამური მოცულობა - 27 797 048მ<sup>3</sup>), რომლებიც შეფასებულ იქნა: 1) მენყრული პროცესების წარმოქმნის სახეობების და საშიშროების რისკის, 2) ხეობების და შესაბამისი ლითოლოგიის, 3) ენერგეტიკული კლასების და 4) ფერდობების დახრილობის მიხედვით;
- ეროზიული პროცესები: 1) ფართობული - 81.8ჰა, 2) ნაპირების გარეცხვა - 24.9კმ, 3) დახრამვითი - 4432მ;
- 91 ღვარცოფული წყალსადინარი: მოქმედი - პოტენციური.
- 17 კლდეზვავ-ქვათაცვენის უბანი (კადასტრირებული).

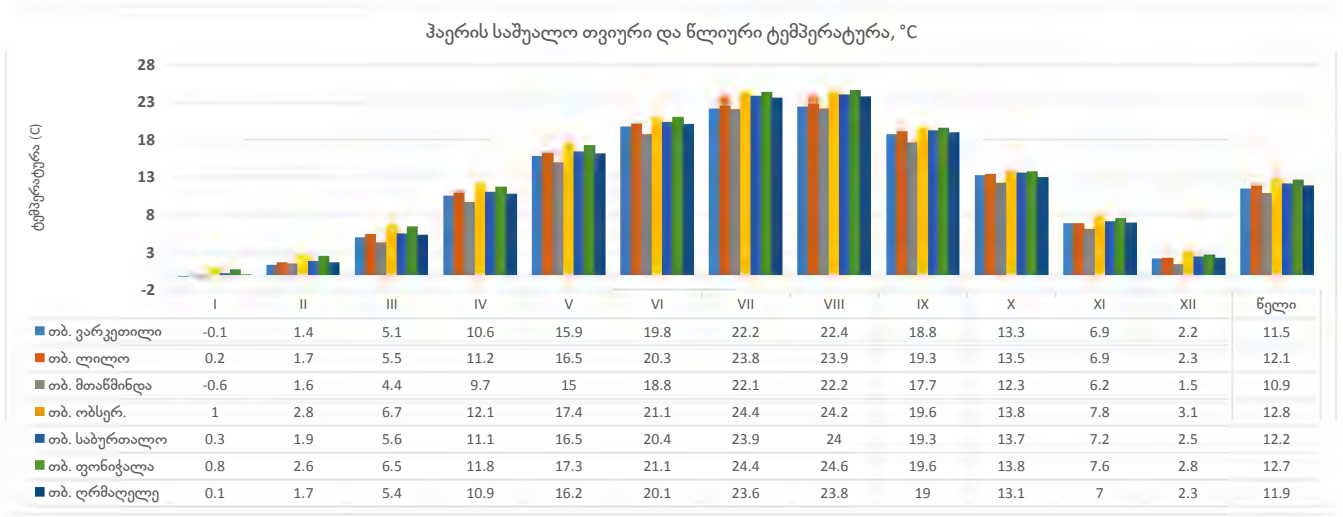
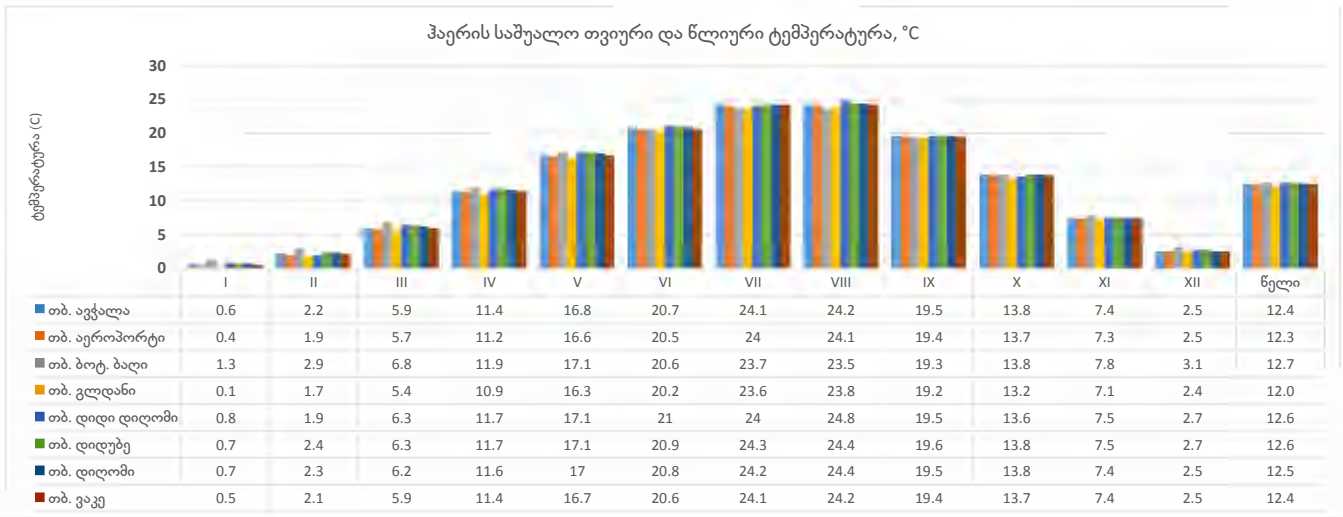
### 3. ე. თბილისის კლიმატური პირობები

უბნის კლიმატის ცალკეული ელემენტები დახასიათებულია ქ. თბილისში ადრე არსებული და მოქმედი მეტეოსადგურების მონაცემებით (სამშენებლო-კლიმატური დარაიონების III ბ ქვერაიონი) - „სამშენებლო კლიმატოლოგია“-ს ცხრილები (საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის ბრძანება №1-1/1743, 2008 წლის 25 აგვისტო, ქ. თბილისი, დაპროექტების ნორმების – „სამშენებლო კლიმატოლოგია“ – დამტკიცების შესახებ).

ცხრილი 1. პუნქტების დასახელება, კოორდინატები და სიმაღლე ზღვის დონიდან (მ)

პუნქტების დასახელება	კოორდინატები		სიმაღლე ზღვის დონიდან (მ)
	გეოგრაფიული განედი (გრადუსი და მინუტი)	გეოგრაფიული გრძედი (გრადუსი და მინუტი)	
თბ. ავჭალა	41°47'	44°48'	448
თბ. აეროპორტი	41°41'	44°57'	490
თბ. ბოტ.ბაღი	41°41'	41°49'	534
თბ. გლდანი	41°48'	44°48'	520
თბ. დიდი დილომი	41°48'	44°48'	460
თბ. დიდუბე	41°48'	44°48'	430
თბ. დილომი	41°48'	44°48'	428
თბილისი, ვაკე	41°48'	44°48'	480
თბ. ვარკეთილი	41°48'	44°47'	449
თბ. ლილო	41°48'	44°48'	520
თბ. მთაწმინდა	41°42'	44°47'	766
თბ. ობსერვატ	41°43'	44°48'	404
თბ. საბურთალო	41°48'	44°48'	451
თბ. ფონიჭალა	41°48'	44°48'	441
თბ. ღრმაღელე	41°48'	44°48'	525

გრაფიკი 1. ჰაერის საშუალო თვიური და წლიური ტემპერატურა, °C



ცხრილი 2. ტემპერატურული მახასიათებლები

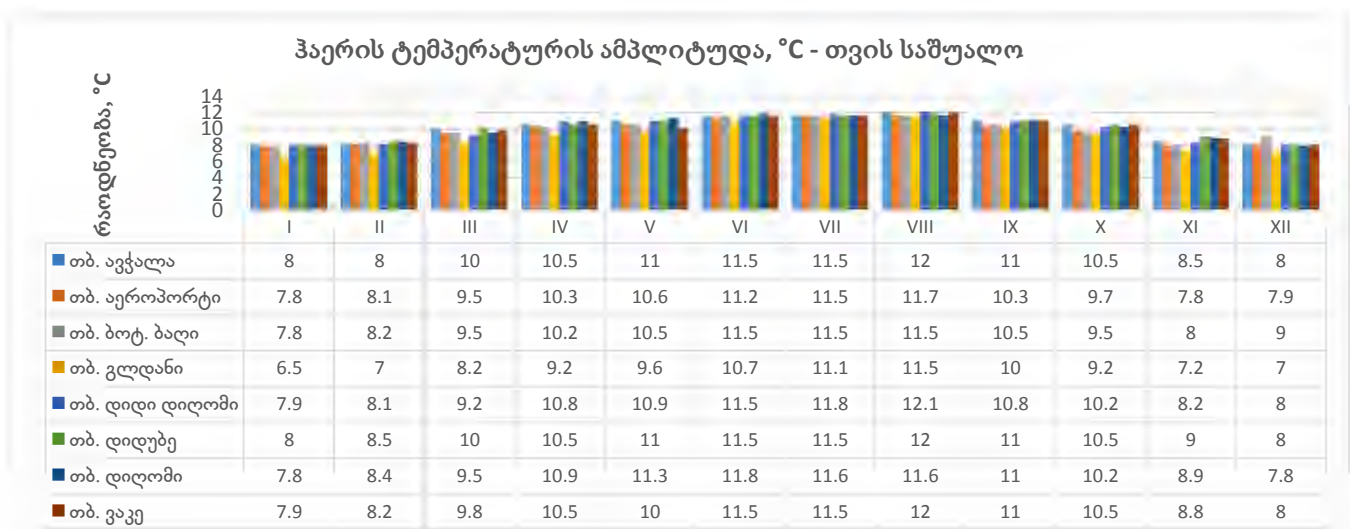
პუნქტების დასახელება	წლის საშუალო	აბს. მინიმუმი	აბს. მაქსიმუმი	ყველაზე ცხელი თვის საშუალო მაქსიმუმი	ყველაზე ცივი ხუთდღიური საშუალო	ყველაზე ცივი დღის საშუალო	ყველაზე ცივი პერიოდის საშუალო
თბ. ავჭალა	12.4	-24.0	40.0	30.3	-8.0	-11.0	0.7
თბ. აეროპორტი	12.3	-23.0	40.0	30.5	-9.0	-12.0	0.3
თბ. ბოტ.ბაღი	12.8	-22.0	40.0	29.9	-7.0	-10.0	1.2
თბ. გლდანის	12.0	-25.0	40.0	29.9	-8.0	-12.0	0.2
თბ. დიდი დილომი	12.6	-24.0	40.0	30.0	-8.0	-12.0	0.6
თბ. დიდუბე	12.6	-24.0	40.0	30.0	-8.0	-12.0	0.6
თბ. დილომი	12.3	-23.0	40.0	30.2	-8.0	-11.0	0.6
თბ. ვაკე	12.4	-23.0	40.0	30.3	-8.0	-11.0	0.7
თბ. ვარკეთილი	11.5	-24.0	40.0	30.0	-9.0	-12.0	-0.1

თბ. ლილო	12.1	-24.0	40.0	29.9	-9.0	-12.0	0.1
თბ. მთანმინდა	10.8	-24.0	38.0	27.9	-9.0	-12.0	-0.7
თბ. ობსერ.	12.7	-23.0	41.0	30.9	-7.0	-11.0	-0.8
თბ. საბურთალო	12.2	-23.0	40.0	30.5	-8.0	-12.0	0.2
თბ. ფონიჭალა	12.7	-23.0	40.0	30.8	-8.0	-11.0	0.7
თბ. ღრმაღელე	11.9	-24.0	39.0	30.0	-8.0	-12.0	-0.1

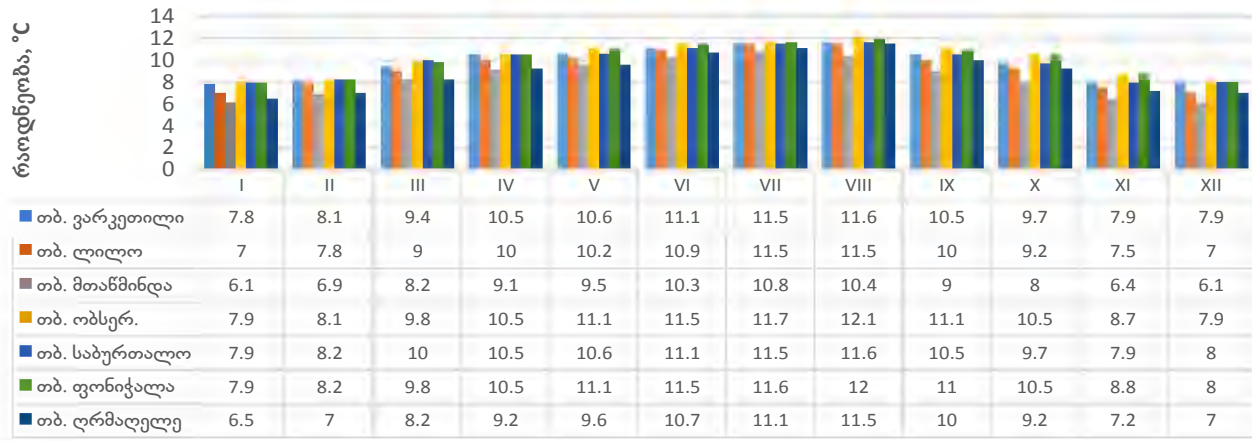
ცხრილი 2. ატმოსფერული ნალექების ძირითადი მახასიათებლები

პუნქტი	ნალექების რაოდენობა წელიწადში, მმ	ნალექების დღელამური მაქსიმუმი, მმ
თბ. ავჭალა	570	147
თბ. აეროპორტი	540	145
თბ. ბოტ. ბაღი	616	145
თბ. გლდანი	550	147
თბ. დიდი დილომი	560	146
თბ. დიდუბე	560	146
თბ. დილომი	560	147
თბ. ვაკე	560	147
თბ. ვარკეთილი	550	143
თბ. ლილო	555	146
თბ. მთანმინდა	635	154
თბ. ობსერ.	560	147
თბ. საბურთალო	560	147
თბ. ფონიჭალა	550	142
თბ. ღრმაღელე	560	146

გრაფიკი 2. ჰაერის ტემპერატურის ამპლიტუდა °C - თვის საშუალო



ჰაერის ტემპერატურის ამპლიტუდა, °C - თვის საშუალო



გრაფიკი 3. ჰაერის ტემპერატურის ამპლიტუდა °C - თვის მაქსიმალური

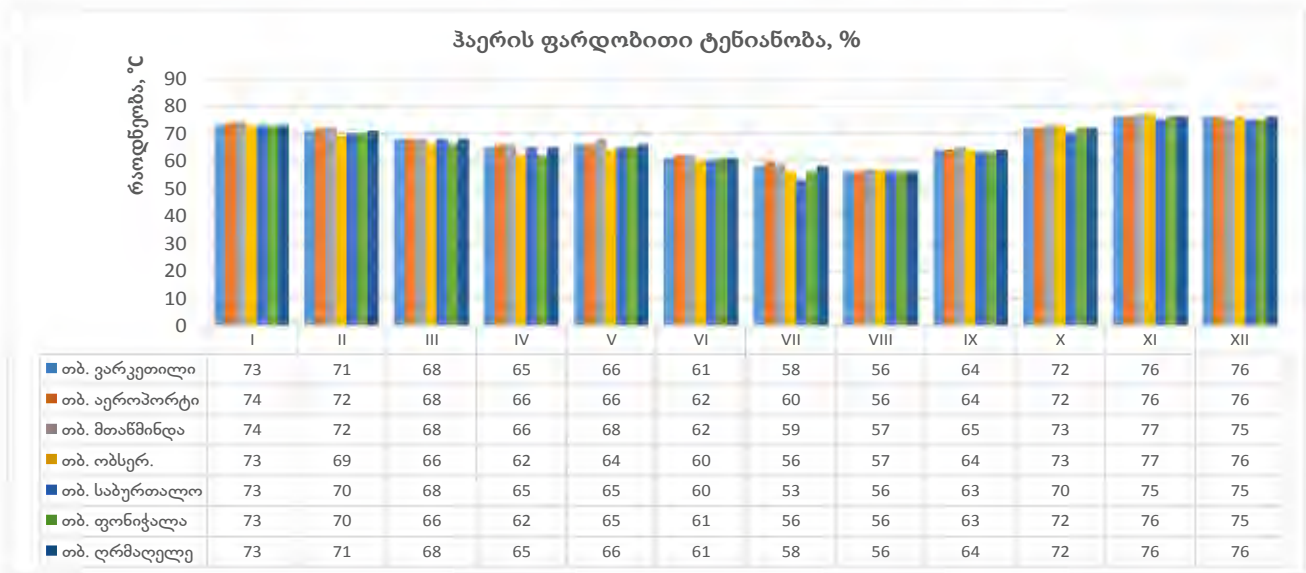
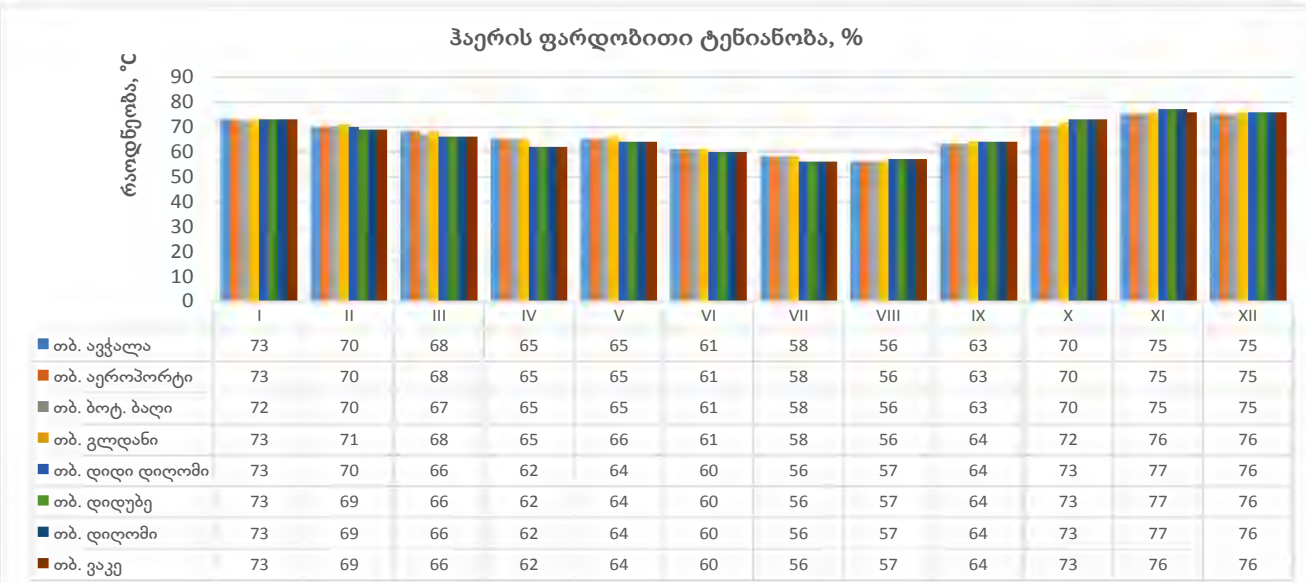
ჰაერის ტემპერატურის ამპლიტუდა, °C - თვის მაქსიმალური



ჰაერის ტემპერატურის ამპლიტუდა, °C - თვის მაქსიმალური



გრაფიკი 4. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა

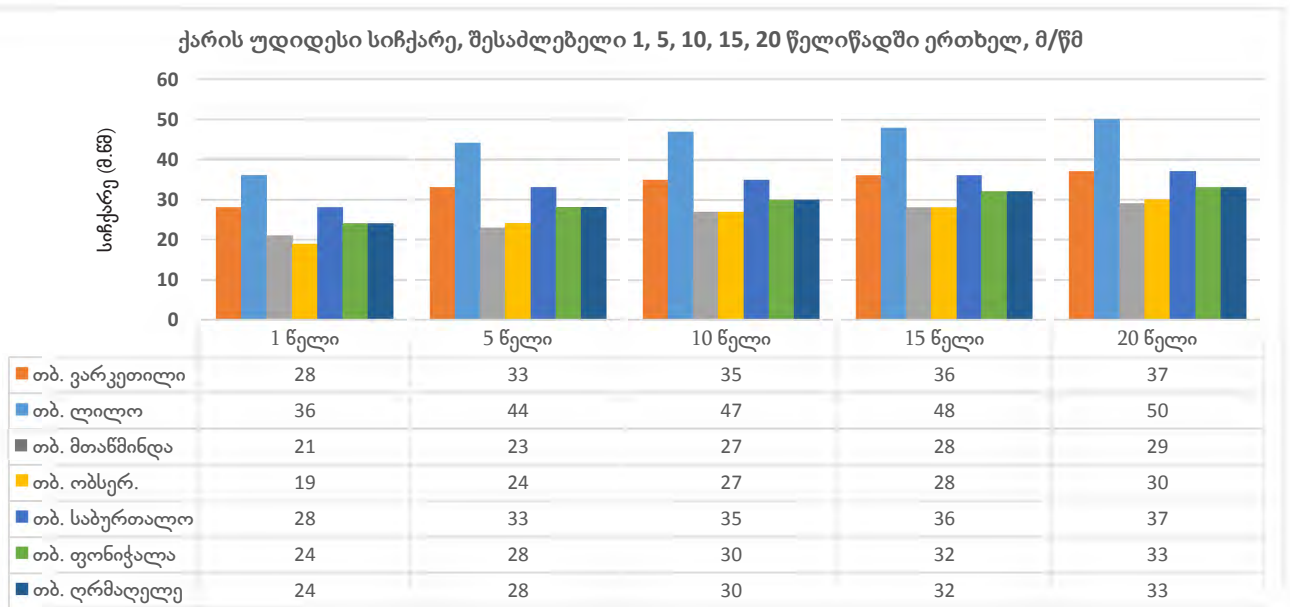
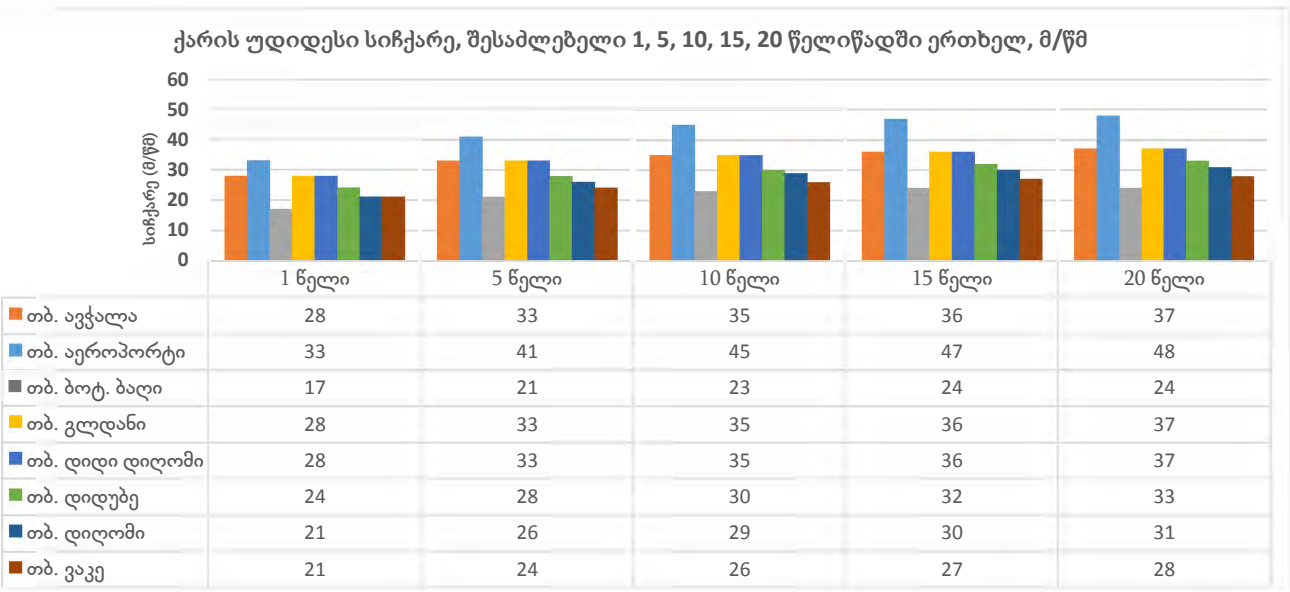


ცხრილი 3.

პუნქტების დასახელება	წლის საშუალო	საშ. ფარდ. ტენიანობა 13 საათზე		ფარდ. ტენიანობის საშ. დღელამური ამპლიტუდა	
		ყველაზე ცივი თვის	ყველაზე ცხელი თვის	ყველაზე ცივი თვის	ყველაზე ცხელი თვის
თბ. ავჭალა	67	61	44	25	30
თბ. აეროპორტი	67	61	44	19	26
თბ. ბოტ. ბაღი	67	61	44	20	25
თბ. გლდანი	67	60	40	13	27
თბ. დიდი დილომი	66	60	40	20	30

თბ. დიდუბე	66	60	40	25	30
თბ. დილომი	66	60	40	25	30
თბ. ვაკე	66	60	40	25	30
თბ. ვარკეთილი	67	60	40	20	30
თბ. ლილო	67	65	45	21	25
თბ. მთაწმინდა	68	68	43	11	26
თბ. ობსერ.	66	39	39	25	35
თბ. საბურთალო	67	61	45	25	30
თბ. ფონიჭალა	66	60	40	25	30
თბ. ღრმაღელე	67	60	40	13	27

გრაფიკი 5. ქარის უდიდესი სიჩქარე, შესაძლებელი 1, 5, 10, 15, 20 წელიწადში ერთხელ, მ/წმ



ცხრილი 4. ქარის სხვა მახასიათებლები

N	პუნქტების დასახელება	ქარის მიმართულების განმეორებადობა (%) იანვარი, ივლისი									ქარის საშუალო, უდიდესი და უმცირესი სიჩქარე, მ/წმ		ქარის მიმართულებისა და შტილის განმეორებადობა (%) წელიწადში									
		ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ	იანვარი	ივლისი	ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ	შტილი		
52	თბ., აეროპორტი	1/1	3/4	3/8	5/13	2/7	1/2	5/3	80/62	10,0/2,2	10,6/3,5	1	4	6	12	6	2	3	66	37		
57	თბ., დილომი	38/44	6/8	4/2	5/7	5/13	2/3	10/3	30/20	2,1/0,1	2,0/0,7	36	6	3	10	14	3	5	23	73		
61	თბ., მთაწმინდა	10/18	1/2	1/4	22/27	5/6	7/3	5/2	49/38	5,6/1,7	6,7/2,7	10	1	3	32	7	5	3	39	22		
62	თბ., ობსერ.	27/32	3/4	3/4	23/18	5/9	2/2	6/2	31/29	4,8/0,5	4,6/1,0	26	3	4	25	8	2	4	28	33		

ცხრილი 5. თოვლის საფარის მახასიათებლები

პუნქტების დასახელება	თოვლის საფარის წონა, კპა	თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი
თბ. ავჭალა	0.5	14
თბ. აეროპორტი	0.5	14
თბ. ბოტ. ბაღი	0.5	14
თბ. გლდანი	0.5	15
თბ. დიდი დილომი	0.5	14
თბ. დიდუბე	0.5	15
თბ. დილომი	0.5	15
თბ. ვაკე	0.5	14
თბ. ვარკეთილი	0.5	14
თბ. ლილო	0.5	14
თბ. მთაწმინდა	0.5	21
თბ. ობსერ.	0.5	14
თბ. საბურთალო	0.5	14
თბ. ფონიჭალა	0.5	14
თბ. ღრმაღელე	0.5	15

## 4. ქ. თბილისის ტერიტორიის გეომორფოლოგიური პირობები

თბილისის ტერიტორია მორფოლოგიურად წარმოადგენს ღრმა ქვაბულს, თითქმის ყოველი მხრიდან შემოსაზღვრულს დაბალი და საშუალო სიმაღლის მთებით. თუ ქვაბულის ფსკერის ნიშნული ზღ. დ-დან 380-600 მეტრის ფარგლებში ცვალებადობს, შემოსაზღვრული ქედების კალთები 1000-1500 მ-მდე აღწევს.

მდ. მტკვრის ხეობის მორფოლოგიური ბუნება ქვაბულის საზღვრებში მცხეთასა და სოლანლულს შორის დაახლოებით 50 კმ სიგრძეზე, რთული გეოლოგიურ-ტექტონიკური ბუნებიდან გამომდინარე, მრავალფეროვანია. იგი მდებარეობს ორ დიდ ნაოჭა მთათა სისტემას შორის: ჩრდილოეთით აღმოსავლეთ კავკასიონის ინტენსიურად დისლოცირებული სამხრეთული ფერდის დაბოლოებასა და სამხრეთით მცირე კავკასიონის აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-ბლოკური ნაგებობის სისტემას შორის, რომლის ტერიტორიის ნაწილი შედის საქართველოს ბელტის ზონის ფარგლებში (სამგორი-ფონიჭალის ვაკისა და მცხეთის დასავლეთით მდებარე ქართლის ბარის-მუხრანის ვაკის სივრცეში). მდ. მტკვარი, რომელიც ამ მონაკვეთში იღებს მერიდიანულ მიმართულებას, ხეობის ძირის სიგანე იმის მიხედვით თუ რომელ ლითოსტრუქტურას ჰკვეთს, მკვეთრად განსხვავებულია. მცხეთის ანტიკლინის ანტიცედედენტური გაკვეთისა და მეტეხის ციხესთან შუა ეოცენის ვულკანოგენურ ქანებში მისი სიგანე 30-50 მ არ აღემატება, ხოლო დანარჩენ სივრცეში მისი ალუვიური ქალა-კალაპოტით აგებული ძირის სიგანე 1500-4000 მ-ის ფარგლებში მერყეობს, განსაკუთრებით ფართო სივრცეს იჩენს დიღმისა და ფონიჭალის მერიდიანებში.

თბილისის რელიეფის გეომორფოლოგიური ბუნება ყალიბდებოდა კავკასიონისა და აჭარა-თრიალეთის მთათა სისტემების და საქართველოს ბელტს შორის ხანგრძლივი გეოლოგიური ისტორიის მანძილზე ნიშანცვალებადი ტექტონიკური მოძრაობებისა და მდ. მტკვრის ეროზია-აკუმულაციური პროცესების შეუსაბამო სინერგიზმის რეჟიმში. მაშინ, როდესაც კავკასიონისა და აჭარა-თრიალეთის ქედები ზედა სარმატის შემდეგ აქტიური ოროგენული ფაზიდან დაწყებული განიცდიდა აზევებას და ინტენსიური დენუდაციური პროცესების ზემოქმედებას აღმოსავლეთ საქართველოს ბელტი მტკვრის დეპრესიის სივრცეში იმყოფებოდა ინტენსიური დაძირვისა და მძლავრი კონტინენტური მოლასური ფაციესის ნალექების დალექვის რეჟიმის პროცესში. შემდეგში ვალახურ-პასადენური ოროფაზების პერიოდში აღმოსავლეთ საქართველოს მთათაშორისი დეპრესიის მოლასური ნალექებით აგებულმა ზონამ დაიწყო აზევება და თბილისის ტერიტორიაზე მეოთხეულში საბოლოოდ ჩამოყალიბდა ინვერსიული ხასიათის დაბალი და საშუალომთიანი დადებითი მორფოსტრუქტურა.

ამრიგად, თბილისის ქვაბულის რელიეფის პოლიმორფიზმი გამოსახულია როგორც მის სტრუქტურულ-ტექტონიკურ აგებულებაში, ასევე მისი ცალკეული ეროზიულ-დენუდაციური და აკუმულაციური მორფოლოგიური ფორმების მრავალფეროვნებაში.

შესაბამისად, თბილისის ტერიტორიის სივრცეში გამოიყოფა შემდეგი მორფოლოგიური ერთეულები:

- 1.1 მტკვრის მარჯვენაპირეთის საშუალო და დაბალმთიანი ტექტომორფული მთა-ხეობათა რელიეფი;

- 1.2 მდ. მტკვრის ხეობის აკუმულაციური ძირი;
- 1.3 დაბალი და საშუალომთიანი მთა-ხეობათა ინვერსიული მორფოსტრუქტურა.
- 1.4 თბილისის ქვაბულის მარცხენაპირეთის დაბალმთიანი პალეომტკვრით შექმნილი ტერა-სულ-საფეხურებიანი რელიეფი;

#### 4.1 მდ. მტკვრის მარცხენაპირეთის საშუალო და დაბალმთიანი ტექტომორფული მთა-ხეობათა რელიეფი

მორფოლოგიური ერთეული თბილისის სივრცეში გამოირჩევა მკვეთრად განსხვავებული ტექტონიკური ბუნებით, რელიეფის განვითარების ისტორიით და მორფოლოგიური ფორმების მრავალფეროვანი მორფოგენეზით. ამ ზონის ტექტომორფული რელიეფის ფორმირება უკავშირდება თრიალეთის ნაოჭა ჰორსტ-ანტიკლინური მთათა სისტემის აღმოსავლურ დაბოლოებას, სადაც დასავლეთიდან-აღმოსავლეთით აღინიშნება თრიალეთისა და მისი შტო ქედების აბსოლუტური თანდათანობით დადაბლება და განტოტვა, ხოლო შემდეგ სტრუქტურების ვირგაცია და დაძირვა ახალგაზრდა ნალექების ქვეშ. ამ ტექტონიკურმა სტრუქტურებმა ნაოჭების ღერძების განშტოებებით აღმოსავლეთით განაპირობა განედური მიმართულების შესაბამისი მორფოსტრუქტურების ფორმირება. ასეთებია სამხრეთიდან ჩრდილოეთით ყველაზე მაღლა აზიდული მორფოსტრუქტურულად უმსხვილესი თელეთის ანტიკლინური ქედი, რომლის განედურად ორიენტირებული ფართო თხემური ნაწილის მნიშვნელოვანი სივრცე რბილი მორფოლოგიით ხასიათდება. თბილისის ფარგლებში ტერიტორია აგებულია თითქმის ჰორიზონტალურად განლაგებული შუაეოცენის ვულკანოგენური ნალექებით და ეოცენის „დაბახანის“ წყების შრეებისაგან, რომლის შრეების დაქანების კუთხეები თანდათან იზრდება 3-5°-დან 30°-მდე. ანტიკლინური ქედის აბსოლუტური სიმაღლეები აღმოსავლეთით დაბლდება, მისი ღერძი გადადის მდ. მტკვრის მარცხენა მხარეზე და ნავთლულის მიდამოებში იძირება შუა ეოცენის ტუფოგენურ წყებაში, რომელიც სამგორის არეალში ნავთლულის წყებით იცვლება. თელეთის ქედის ჩრდილო კალთა მის სამხრეთთან შედარებით ფართოა და დამრეცად ეშვება მდ. ტაბახმელას ხეობაში, ქედის სამხრეთი კალთა, სადაც შრეების დაქანება იზრდება 8°-მდე, აზევებულია კუმისის ქვაბულის მიდამოებში, რომლის თხემური ნაწილი წარმოდგენილია ანდეზიტ-ბაზალტებით აგებული შავნაბადას გუმბათური ამაღლებით და ანდეზიტური ლავური საფარით წარმოქმნილი ქოროლლის მითით. ამ უბანზე ლავურ ამორფქვევებთან ერთად წარმოებდა გრანდიოზული წყალქვეშა ნაზვავები, რომლებმაც წარმოქმნა ე.წ. ოლისტოსტრომული ხასიათის „ხლართულშრეებრივი“ წყება. მისი წარმოქმნის ეტაპი, როგორც მთლიანად ვულკანოგენური წყება უკავშირდება შუა ეოცენის პერიოდს. თელეთის ქედის ფარგლებში მისი ღერძი თითქმის განედური მიმართულებისაა, ხოლო ანტიკლინის თალური ნაწილი საკმაოდ განიერია და აგებულია დაბახანისა და ტუფოგენური წყების თითქმის ჰორიზონტალურად განლაგებული შრეებისაგან, თუმცა ფრთების დაქანების კუთხეები თანდათან მატულობს 30°-მდე. ანტიკლინის ღერძი აღმოსავლეთით გადადის მტკვრის მარცხენა მხარეზე და ნავთლულის მიდამოებში მალევე იძირება შუა ეოცენის ტუფოგენურ წყებაში. გარდა აღნიშნულისა, თელეთის მორფოლოგიურ ფორმებში განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს მთა ქოროლლისა და შავნაბადას მთის პეტრომორფული რელიეფი, აგებული შუა ეოცენის ანდეზიტურ-ბაზალტური ლავებით.

საიდანაც პერიოდულად ხდება ლოდების ჩამოცვენა, რომელსაც თან სდევს დიდი უარყოფითი შედეგები. მაგალითისათვის, 2016 წელს შავნაბადის კლდის ჩამონგრევამ გამოიწვია იქ არსებული ხიდის ნაწილის მოგლეჯვა, რომლის ქვეშ მოყვა გზაზე მიმავალი მანქანა მძლოლიანად. შავნაბადას კლდის ჩამონგრევა განმეორდა 2017 წლის ივლისის თვეშიც, რის გამოც რამდენიმე საათი მოძრაობა შეწყდა.

თელეთის მორფოსტრუქტურის შემდეგ მდ. მტკვრის მარჯვენა მხარის მთა-ხეობათა ცენტრალურ ნაწილში მნიშვნელოვან მორფოლოგიურ ერთეულებს წარმოადგენენ სეიდაბადის (თაბორის) ანტიკლინური ქედი, მთაწმინდის (მამადავითის) მონოკლინური ქედი და ლისის ანტიკლინური ქედი (სურ. 1-2). ამავე გეომორფოლოგიურ ერთეულს არის მიკუთვნებული მდ. ვერე.



სურ. 1



სურ. 2

სეიდაბადის ანტიკლინური ქედი, რომელიც აგებულია შუა ეოცენის ვულკანოგენური და ოლიგოცენის ქანებით, გამოიყოფა თბილისის ცენტრალურ ნაწილში თაბორის მთის ფარგლებში. ქედის კალთა სამხრეთით მკვეთრად ჩანყვეტილია ფლატის სახით მდ. ტაბახმელას სინკლინური აგებულების ხეობაში. მისი ჩრდილო ფართო ფრთა ამავე მიმართულებით გადადის საბურთალოს სინკლინურ დეპრესიაში. სეიდაბის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთა ეროზიული პროცესებით ინტენსიურად არის სკულპტურირებული მამადავითის მონოკლინურ ქედში და მდ. ვერეს მონოკლინურ ხეობაში, რომელთა აგებულებაში მონაწილეობენ ზედა ეოცენის თიხაფიქლები და რუხი ნაცრისფერი დაფიქლებილი თიხები, მუქი ნაცრისფერი მერგელებისა და წვრილმარცვლოვანი ქვიშაქვების თხელი შუაშრეებით, ე.წ. „ნავთლულის წყება“. ამავე წყებით არის აგებული მთაწმინდის (მამადავითის) ქედი კოჯრის ხევის სათავეში სოლოლაკის ამალღებისა და მთაწმინდის პლატოს შორის. იმავე ნალექებით აგებულია აგრეთვე მდ. ლეღვთახევის აუზის ზედა ნაწილი სოფ. ოქროყანის მიდამოებში.

მთაწმინდის მონოკლინური ქედის ჩრდილო კალთა დიდი დახრილობით აწყდება მთის ძირის ტერასირებულ ზედაპირს, ხოლო მისი თხემური ზედაპირი წარმოადგენს მოსწორებული ზედაპირის ტიპურ პლატოს, ე.წ. „ფუნიკულიორი“, რომლის წარმოშობის შესახებ განსხვავებული მოსაზრებები არსებობს. ზოგიერთი ავტორი მას თვლის მთის ძირის ვაკე პენეპლენირებულ ზედაპირად, აზიდულს ტექტონიკური მოძრაობებით. მაგრამ, შესაძლებელია აგრეთვე, რომ „ფუნიკულიორის“ პლატოს ზედაპირი წარმოადგენდეს მდ. მტკვრის ყველაზე ძველი ზედა

პლიოცენის ტერასის ეროზიულ ზედაპირს. მის გაგრძელებას დასავლეთით კი უნდა წარმოადგენდეს წყნეთის მოსწორებული ზედაპირები.

მთანმინდის ქედის აგებულებაში მონაწილეობას ლეზულობს ზედა ეოცენის ფლიშის თიხვანი ფიქლები, გაფიქლებული თიხები და არგილიტები წვრილმარცვლოვანი ქვიშაქვებისა და მერგელების შუაშრეებით, ხოლო მთანმინდის კალთის უფრო ჩრდილოეთით ოლიგოცენის ზღვიური მოლასური ნალექები-თაბაშირიანი გაფიქლებული თიხები, ქვიშაქვები, ალევროლიტები, კონგლომერატების შუაშრეებით. ყველა ამ ნალექების ტექტონიკა და მისი ვერგენტიულობა განაპირობებს მისი მონოკლინური ხასიათის ტექტონიკურ ბუნებას. მთანმინდის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლური კალთა დიდი დახრილობის კუთხით აწყდება მდ. მტკვრის ხეობის ვაკის ტერასის ზედაპირს.

მთანმინდის ქედის ჩრდილო კალთა ძლიერ არის დანაწევრებული მდ. მდ. ვერეს, დილმისწყლის, წავკისისწყლის (ლელვთახევი, დაბახანა), ტაბახმელას და სხვა პატარა მდინარეების აუზებში შემავალი შენაკადებით და უამრავი მშრალი ხეევებით. გარდა ამისა, მისი რთული გეოლოგიურ-ტექტონიკური აგებულებიდან გამომდინარე რელიეფის ტოპოგრაფია ძლიერ გართულებულია მენყრულ-გრავიტაციული პროცესებით და მათგან წარმოქმნილი საფეხურებით, ბლოკებით, მათ შორის წარმოქმნილი დეპრესიებით და პედიმენტებით. მენყრულ-გრავიტაციული ბლოკების უმრავლესობა დღესდღეობით სტაბილურია, ხოლო პედიმენტები გამოყენებულია დასასახლებლად. ამის კლასიკურ მაგალითად გამოგვადგება კუს ტბის ტერიტორია, სოფ. ახალდაბას ტექტოსეისმოგრაფიკული ბლოკი და წყნეთი-კიკეთის სივცეში არსებული არაერთი ბლოკი თუ დეპრესია. თუმცა მის გვერდით გვიხდება ამჟამად გამოცოცხლებული და აქტიურ დინამიკაში მყოფი ტექტოსეისმოგრაფიკული გრანდიოზული მენყრული სხეული, არსებული მდ. უკანხევის (ბაგების ხევი) აუზის ზედა ნაწილში.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მთანმინდის ქედის ჩრდ. კალთა ინტენსიურად არის დანაწევრებული მდინარეებითა და ხეევებით, მაგრამ მორფოლოგიური მრავალფეროვნებით, პრაქტიკული გამოყენებით, სოციალურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით და ამავე დროს მათგან ქ. თბილისისადმი მიყენებული ნეგატიური შედეგებით განსაკუთრებულ ადგილს იკავებენ ქალაქის ორი უმსხვილესი მდინარის აუზები-ვერე და დილმისწყალი. ორივე მდინარე სათავეს იღებს თრიალეთის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლურ კალთაზე. მათგან მდინარე ვერე-დაბა მანგლისის მახლობლად იწყება 1670 აბს. სიმაღლეზე და უერთდება მდ. მტკვარს მარჯვენა მხრიდან 397 მ-ზე ზღ.დ-დან, რომლის საშუალო ვარდნა შეადგენს 1273 მ, ხოლო ყოველ კმ-ზე 28,3 მ-ს. მდინარის საერთო სიგრძე 45 კმ, ხოლო აუზის საერთო ფართობი 196 კმ<sup>2</sup>. მდინარე ვერეს აუზში აღრიცხულია 42 ძირითადი შენაკადი, თითოეული 10 კმ-მდე სიგრძის, რომელთა შედეგად ეროზიული დანაწევრების საშუალო კოეფიციენტი შეადგენს 0,72 კმ/კმ<sup>2</sup>-ზე. გარდა ამისა, ფიქსირდება ურიცხვი მშრალი ხევი და ეროზიული ღრანტეები, რომელთა ეროზიის შედეგად მრავალ უბანზე ზედაპირზე გაშიშვლებულია ძირითადი ქანები.

მდ. დილმისწყლის აუზი სათავეს იღებს ზღ. დ-დან 1300 მ სიმაღლეზე და ერთვის მდ. მტკვარს თბილისში დილმის ტერიტორიაზე 405 მ აბს. სიმაღლეზე. მდინარის სიგრძე 22 კმ-ია, მისი საშუალო ვარდნა ყოველ კმ-ზე შეადგენს 41 მ-ს. აუზის ფართობია 85 კმ<sup>2</sup>. მდინარის ქსელით დატვირთულია უმთავრესად აუზის ზემო წელი, სადაც ეროზიული დანაწევრების კოეფიციენტი შეადგენს 0,62 კმ/კმ<sup>2</sup>-ზე. ეროზიული ფორმები განსაკუთრებით ხშირია აუზის მარცხენა მხარეზე.

ზემოთ ხსენებული ორივე მდინარის აუზი (ვერე და დილმისწყალი), რომლებიც მდებარეობენ თე-

ლეთის ანტიკლინისა და მისი განშტოების მთაწმინდის მონოკლინური სტრუქტურის საფეხურებრივი გადაღუნვებით მიმართულ ჩრდილოეთ კალთაზე, მორფოლოგიურად იკავებს სამ გეომორფოლოგიურ სარტყელს-ბარის ვაკე-ტერასული რელიეფის, დაბალმთიანი ბორცვიან-სერებიანი მთისწინეთის და საშუალო-მთიანი მთა-ხეობათა ზონის სახით. ყველა გეომორფოლოგიურ ზონაში მათი რელიეფის ხასიათისა და მორფოლოგიური ტიპების ფორმირებაში გამსაზღვრელია ტექტონიკური პირობები, ამგებელი ქანების დანაოჭების ვირგაციულობა, მათი ინტენსიური აშლილობა, ქანების ეროზიულ-დენუდაციური და გრავიტაციული სენსიტიურობა, რომელთა ბაზისურ სუბტრაქტზე შექმნილია ტექტოეგზოგენური ხასიათის ეროზიულ-დენუდაციური და გრავიტაციული ხასიათის პოლიმორფული რელიეფის ფორმები. ამ მდინარეთა აუზების რელიეფის პოლიმორფიზმი უპირველეს ყოვლისა ნათლად იკვეთება მთავარ მდინარეთა ხეობების ასიმეტრიულობაში, განპირობებული მონოკლინური სტრუქტურით, ინტენსიური ტექტონიკური აშლილობებით, მთავარ მდინარეთა შენაკადების ვიწრო ეროზიული კალაპოტების საფეხურებრივი ჩაჭრებით და ნახევრად დაკიდებული შესართავებით. მთავარ მდინარეთა ხეობებში კი კუესტური აღნაგობის დამრეც ფერდობებზე მრავალი ბლოკური ნანაცვლების მენყრულ-გრავიტაციული საფეხურების, ხოლო საპირისპიროდ ჩამოკვეთილი შრეებით აგებული ქარაფოვან ფერდობებზე გრავიტაციული ქვათაცვენების სიმრავლით. წყალგამყოფების თხემების სივრცეში კი დომინირებს ტალღურ-ბორცვოვანი მოსწორებული ზედაპირები. ამის კარგი მაგალითებია ს.ს მუხათ-გვერდის, თელოვანის, დიდგორის, კიკეთის, ნავკისის, კოჯორის და სხვათა ტერიტორიის სივრცეები.

მიუხედავად ამ ორი დიდი მდინარის აუზის საერთო გეოლოგიურ-ტექტონიკური აგებულების და მორფოლოგიური ერთობისა, მათი აუზის გეომორფოლოგიური ბუნება მაინც განსხვავებულია ერთმანეთისაგან. მდ. ვერეს აუზის რელიეფის საერთო გეომორფოლოგიური ბუნება და კონკრეტულად ხეობის განვითარების ისტორია გეოლოგიურად უფრო ხანგრძლივ პერიოდში და მეტ-ნაკლებად განსხვავებულ ტექტონიკურ რეჟიმში ფორმირდებოდა, ვიდრე ამ რეგიონის მდ. მტკვრის სხვა შენაკადები. ამის ნათელი დადასტურებაა მდ. ვერეს აუზის ვაკე-ტერასული სარტყლის სივრცეში არსებული მორფო-გეოლოგიურად უფრო რთული და საინტერესო დეპრესიები და მისი ხეობის სხვადასხვა ჰიფსომეტრიულ დონეზე შემორჩენილი კალაპოტური თანამედროვე და პალეომეანდრები, რომელთა განვითარების ისტორია და ოროტექტონიკური მსვლელობის რეჟიმი მკვეთრად არის აღბეჭდილი მის მორფოლოგიაში. მდ. ვერეს ხეობის მორფოლოგიაში მკვეთრად გამოკვეთილია მეანდრები, როგორც თანამედროვე კალაპოტში, ასევე მისი მარჯვენა ფერდობის სხვადასხვა ჰიფსომეტრიულ დონეზე ნათლად უჩვენებს მდიანარის ეროზიული პროცესების ინტენსივობასა და მის დამოკიდებულაებას ტექტონიკური მოძრაობის რეჟიმის ცვლილებებზე. აქ არსებული მკაფიოდ გამოკვეთილი საფეხურები იმის მაჩვენებელია, რომ საქმე გვაქვს არა სკულპტურულ-ტერასულ საფეხურებთან, არამედ მდინარის გვერდითი ეროზიული პროცესების რეჟიმში მდგომარეობის დროს, მარჯვენა ფერდობის ამგებელი მონოკლინური სტრუქტურის მქონე ქანების შრეების ნაკვეთის შედეგად. გრავიტაციულ-მენყრული პროცესებით წარმოქმნილ მორფოლოგიურ საფეხურებთან, რომლებიც ამჟამად სტაბილურ მდგომარეობაში არიან გადასული და დამაგრებულია ბუნებრივი ხე-მცენარეებით.

მთაწმინდის ქედს ჩრდილოეთიდან ენაცვლება დაბალი სიმაღლის ლისის ანტიკლინური ქედი, რომელიც მერიდიანული მიმართულებით 20 კმ-ზე ვრცელდება. მისი უდიდესი ნაწილი მტკვრის მარჯვენაპირეთში მდებარეობს, თუმცა დიდუბესთან პერიკლინურად იძირება მდ. მტკვრის კალაპოტში, გადადის მარცხენა მხარეზე და სოფელ ნორიოსთან იძირება მაიკოპის ნალექებში. ლისის ტბიდან სამხრეთით სოფ. ბევრეთზე გადადის და დიდგორის მთამდე ვრცელ-

დება. მისი თაღური ნაწილი ასიმეტრიული აგებულებისაა, რომლის ჩრდილო ფრთა  $70^{\circ}$ -ით არის დაქანებული, ხოლო სამხრეთით - არაუმეტეს  $40^{\circ}$ -ით. ლისის ქედის აბსოლუტური სიმაღლეები მერყეობს 600-800 მ საზღვრებში. ლისის ქედის რბილი რელიეფის მიუხედავად მორფოლოგიურად მაინც მკვეთრად იკვეთება, მის ჩრდილოეთით გაშლილი დიღმის ალუვიური ვაკე, ხოლო სამხრეთით ისაზღვრება საბურთალოს სინკლინური სტრუქტურით.

ლისის ქედის პლატოსებურ ზედაპირზე 624 მ აბს. სიმაღლეზე მდებარეობს ამავე სახელწოდების გაუმდინარი ტბა. ტბის შემკრები აუზის ფართობი შეადგენს 16,1 კმ<sup>2</sup>-ს, ხოლო საკუთრივ ტბის სარკის - 0,47 კმ<sup>2</sup>, სიღრმე კი 4მ-მდეა. ლისის ტბა შექმნილია ამავე სახელწოდების მდინარის კალაპოტში, რომელმაც თავისი ფუნქცია დაკარგა მდ. დიღმისწყლის მარჯვენა შენაკადით პალეოლისის მოტაცების შემდეგ, ზედა პლეისტოცენის ბოლო-ჰოლოცენის დასაწყისში, ე. ყვავადის პალეოლოგიური გამოკვლევებით დაახლოებით 10-12 ათასი წლის წინათ (ყვავაძე ე. 1995).

მდ. მტკვრის მარჯვენაპირეთი ჩრდილოეთიდან იზღუდება მცხეთის ანტიკლინური ქედით, რომლის ასიმეტრიული კლდოვან-ქარაფოვანი ჩრდილო კალთა უშუალოდ ეშვება მდინარის კალაპოტში. ანტიკლინის ღერძი დასავლეთით მტკვრის მარჯვენა მხარეზე გრძელდება სოფ. ძეგვისკენ, ხოლო აღმოსავლეთით მდ. არაგვის შესართავის შემდეგ მიემართება მტკვრის მარცხენა მხარეზე სოფ. გლდანი-მამკონდას მიმართულებით და თანდათანობით იძირება ზედა ეოცენ-მაიკოპის ნალექებში. ანტიკლინის თაღური ნაწილი აგებულია შუაეოცენის ვულკანოგენური ნალექებით და მისი სამხრული კალთის რელიეფის დახრილობა მერყეობს  $20-70^{\circ}$ -ის საზღვრებში. ჩრდილო კლდოვანი კალთის დახრილობა  $80^{\circ}$ -ზე მეტია და იმყოფება მუდმივად განახლებადი გრავეიტაციული პროცესების ზემოქმედების ქვეშ. ნაოჭის ჩრდ. ფრთა გარღვეულია განედური მიმართულების ავჭალა-გლდანის შეცოცებით.

მტკვრის მარჯვენაპირეთის მამადავითის, ლისის და მცხეთის განედური მიმართულების სტრუქტურებს შორის მთისწინეთისა და ვაკე-ტერასული რელიეფის ზონაში მორფოგენეტიური თვალთახედვით განსაკუთრებულ ადგილს იკავებენ დახშული დეპრესიების არსებობა, რომლებიც წარმოადგენენ მეოთხეულის მძლავრი ტბიურ-ალუვიურ-პროლუვიურ ნალექების დაგროვების არეალს და დღემდე მათი გენეზისი და ასაკობრივი დონე სადისკუსიო საკითხად რჩება. ასეთებს წარმოადგენენ პირველყოვლისა დიღომი-მუხათგვერდის, საბურთალო-დელისის, ვაკე-ვერეს და ლისის დეპრესიები, კუს ტბის და ბაგები-ქვედა წყნეთის მიმდებარე სივრცეები (სურ. 3-4).



სურ. 3



სურ. 4

უდავოა, რომ ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი დეპრესიების წარმოქმნა ერთი რომელიმე გეოლოგიური ფაქტორით ვერ იქნებოდა განპირობებული. მაგალითისთვის: კუს ტბის და ბაგები-ქვედა წყნეთის სივრცეში წარმოქმნილი დეპრესიები უნდა უკავშირდებოდეს ეგზოტექტონიკურ პროცესებს, ლისის და ვაკის პარკის დეპრესიები უდავოდ ეროზიული მოვლენებით არის განპირობებული. ასევე მას უნდა უკავშირდებოდეს ვერის პარკის ტერიტორიის მორფოლოგია. რაც შეეხება საბურთალო-დელისის და დილომი-მუხათგვერდის დეპრესიებს და იქ არსებულ გეოლოგიურ ქრილებს, ძნელად მისაღებია მოსაზრება, რომ მათი ფორმირება უშუალოდ დაკავშირებული იყოს მდ. ვერეს ეროზიულ პროცესებთან და მათგან გამომწვეულ ეგზოტექტონიკურ მოვლენებთან. მსგავსი მორფოლოგიური ფორმების არსებობა ამ სივრცეში არ ფიქსირდება. უფრო დასაბუთებულად მიგვაჩნია გ. ჯაფარიძის (*Джапаридзе Г.В. 1984*) მოსაზრება, რომ ამ დეპრესიების წარმოშობის საწყისი ეტაპი უკავშირდებოდეს ნეოტექტონიკურ მოძრაობებს. დეპრესიები რომ გაუმდინარი იყო ამას მოწმობს თვით ტბიური ნალექების ფაციალური ხასიათი-თიხოვანი, წვრილი დისპერსიული და სუსტად დამუშავებული ძირითადი ქანების ნამსხვრევი ფრაქციის არსებობა და მასში ალუვიური მასალის თითქმის არარსებობა. ჭაბურღილებში შესწავლილი ქრილებით მტკიცდება, რომ დეპრესიების ტბიური ნალექების საგების ნიშნულები ორ ათეულ მეტრზე დაბლა იყო, ვიდრე დღევანდელი მდ. ვერეს მდ. მტკვართან შეერთების ბაზისი -400 მ ზღვის დონიდან. ეს დგინდება თუნდაც კოსტავას ქუჩაზე ტელესტუდიის ეზოში 1972 წ. გაჭრილ ჭაბურღილში, სადაც ტბიური ნალექების სიმძლავრემ 45 მ შეადგინა, უფრო მეტიც ტბიური ნალექების სიმძლავრე თბილისის ცირკის ტერიტორიაზე, რომელიც საბურთალოს ტერასის გაგრძელებას წარმოადგენს 100 მ-ის ფარგლებში არის მითითებული (გარემოს ეროვნული სააგენტო, 2008). ამასთან, ყურადღებას იქცევს ის გარემოება, რომ საბურთალოს დეპრესია გამოყოფილია მდ. მტკვრის კალაპოტისაგან ეოცენის კლდოვანი ქანების ბარიერით, რომლის ზედაპირის ნიშნულები მერყეობს 795-419 მეტრის საზღვრებში. ამ ბარიერით იზღუდება ყოველგვარი შესაძლებლობა მდ. ვერეს მტკვარში ჩადინების იმ პერიოდში. მდ. ვერეს ამჟამინდელ შესართავში მისი კალაპოტის კლდოვანი ძირი მდებარეობს 389 მ-ზე, რომელიც ჰიფსომეტრიულად უფრო მაღლაა, ვიდრე დეპრესიის საგები 9-15,7 მ-ით. მდ. მტკვრის ეროზიული პროცესის მექანიზმი არ უკავშირდება აგრეთვე სედიმენტაციის პროცესს დეპრესიაში. ვფიქრობთ, მართებულად მიუთითებს გ. ჯაფარიძე (*Джапаридзе Г.В. 1984*), რომ მდ. მტკვრის ეროზიული პროცესის მექანიზმი არ უნდა უკავშირდებოდეს მდ. ვერეს სედიმენტაციის პროცესს დეპრესიაში, რადგან ამ დახშულ დეპრესიაში შეუძლებელი იქნებოდა მისი ამოვსება ნალექებით მოტანილი ამ აუზში ჩამდინარე მდინარეებით თბილისის ცირკის ზედაპირის ნიშნულამდე. მით უმეტეს, რომ ბაგების რაიონში და უფრო ზევით მდ. ვერე, რომელიც შეანდრირებს ძირითად ქანებში, მისგან შემოტანილი მდინარეული მასალა არ არის შერეული ტბიურ ნალექებთან. ალუვიური მასალით ტბიური ნალექები იფარება მხოლოდ ჭრილის სულ ზედა ნაწილში, თანაც ლითოლოგიურად ის უფრო მტკვრის მასალაა, ვიდრე მდ. ვერეს მიერ მოტანილი. აქედან გამომდინარე დასაშვებად მიგვაჩნია, რომ ვაკე-საბურთალოს დახშული დეპრესიები უფრო ტექტონიკური ხასიათის უნდა იყოს, ვიდრე ეროზიული და თანაც მათი ტექტომორფოლოგიური გაფორმება უნდა მომხდარიყო მანამდე, ვიდრე მდ. მტკვარი შექმნიდა ვაკე-საბურთალოს ტერასას. ამავე დროს ყურადღებას იქცევს თბილისის ცირკის მოპირდაპირედ საბურთალოს II ტერასაზე აკად. ქალაქის ტერიტორიაზე ასასვლელი გზის პირას მაღლივი სახლების მშენებარე ღრმა ქვაბულში გახსნილი ტბიურ-მდინარეული ნალექების მეტად საყურადღებო ქრილი.

ეს ნალექები მიღებულია ქვედა ოლიგოცენის ჩრდ.-დასავლეთით მონოკლინურად დაქანებული დაფიქლებული არგილიტებისა და ქვიშაქვების მორიგეობის შრეებზე, რომელიც უშუალოდ ემყარება მდ. მტკვრის კალაპოტში და ბარიერის სახით მიჯნავს ამ ნალექებისაგან. ამ ადგილზე მოყვითალო ფერის ტბიური ნალექების პლასტიური თიხების მკვეთრად გამოკვეთილი დაშრეების ჰორიზონტებით და ქვიშის შუაშრეებით, დაახლოებით 10 მ სიმძლავრის ხილულ ჰორიზონტში ალუვიური ქვამასალა თითქმის არ ფიქსირდება, მხოლოდ მის ზედა შრეებში გამოჩნდება და ბოლოს მთავრდება 5 მ-მდე სიმძლავრის ბრონირებული კარგად დამუშავებული კენჭნარ-კაჭარის და ქვიშა-ქვიშნარით შევსებული მტკვრის ალუვიონით. ყურადღებას იქცევს ის გარემოება, რომ ამ ნალექების შრეები ატარებენ დისლოცირებისა და მიკრორღვევების ნიშნებს.

საბურთალოს დეპრესიის დასავლეთით მდებარეობს დელისის დეპრესია. ორივე ეს დეპრესია საბურთალოს სინკლინის სივრცეშია წარმოქმნილი და განცალკევებულია ერთმანეთისაგან წყალგამყოფი დამრეცი სერიით და მათი კავშირი დამყარებულია ერთმანეთთან ვიწრო ეროზიული ზოლით. ეს დეპრესიები სამხრეთიდან იზღუდებიან მდ. ვერესთან წყალგამყოფით, ჩრდილოეთიდან ლისის ანტიკლინის სამხრეთული ფრთით, დასავლეთიდან ხრამებით დანაწევრებული ამალღებული სერიით, რომელიც გრძელდება საბურთალოს სასაფლაომდე, ხოლო აღმოსავლეთიდან ისაზღვრება მდ. მტკვრის ჭალისზედა მეორე ტერასის ხაზით. ფერდობები, რომლებიც საზღვრავენ ამ დეპრესიას საკმაოდ დახრილია, განსაკუთრებით ჩრდილოეთური, რომელიც მოფოლოგიურად წამოადგენს კუესტას. დელისის დეპრესია ამოვსებულია ფერდობულ-დელუვიურ-პროლუვიური ნალექებით, რომელთა სიმძლავრე 10-15 მ საზღვრებშია და ინტენსიურად განყლოვანებული. გრუნტის წყლების დონეები საშუალოდ 2,5 მ-ზე ფიქსირდება (Джапаридзе Г.В. 1984).

ზემოთ აღწერილი დეპრესიებიდან კიდევ უფრო განსხვავებული მორფოლოგიური ბუნებით და გეოლოგიური აგებულებით გამოირჩევა დილომი-მუხათგვერდის ალუვიურ-ტბიური ნალექებით აგებული დეპრესია, რომლის ფართობი იკავებს 5 კმ<sup>2</sup>-მდე სივრცეს და მისი დასავლური საზღვარი უნდა გადიოდეს მუხათგვერდი-არმაზის სერებზე, აღმოსავლეთით მისი საზღვარი გადის მდ. მტკვარსა და მის მარჯვენა შენაკად მდ. დიღმისწყალზე (Джапаридзе Г.В. 1984), ამ დეპრესიის ბუნებას გ. ჯაფარიძე მიიჩნევს ტექტონიკურად (ვფიქრობთ მართებულად), რომელიც უნდა მიეკუთვნებოდეს ორმოიანის (დიღმის) ასიმეტრიულ სინკლინურ სტრუქტურას, რომლის დასავლური ფრთის დაქანება 60-70° საზღვრებშია, ხოლო მისი ჩრდილო ფრთის - არაუმეტეს 25°. დეპრესიის სუბსტრატი აგებულია შუა და ზედა ოლიგოცენის და ქვედა მიოცენის სქელშრეებრივი ქვიშაქვებით და არგილიტების თხელი შრეებით და მუქი ნაცრისფერი თხელშრეებრივი თიხების, ქვიშაქვებისა და არგილიტებით. დეპრესია შევსებულია მეოთხეულის სხვადასხვა გენეზისის მძლავრი ნალექებით, რომელიც წარმოდგენილია პროლუვიურ-დელუვიური საფარით და მის ქვეშ განლაგებული ტბიურ-ჭაობური ნალექებით. ნათლად გამოკვეთილი ტბიური ნალექები, ცალკეული ალუვიონი ფრაგმენტების სახით შიშვლდება დეპრესიის ჩრდილო და სამხრეთ ნაპირებში. თუმცა, ალუვიური ნალექები გაბატონებულ ადგილას იკავებენ თავისი ფართობრივი არეალით და სიმძლავრეებით უფრო დაბალი ტერასების საზღვრებში (I-II) დეპრესიასა და მდ. მტკვარს შორის. მთლიანობაში დეპრესიის საზღვრებში გრუნტის წყლები მისი დახშულობიდან და კლდოვანი ბარიერიდან გამომდინარე გრუნტის წყლების განტვირთვა მდ. მტკვარში ძლიერ გართულებულია, რის გამოც დეპრესიის ჩრდილო დაბლობი ნაწილი გაჯერებულია გრუნტის წყლებით და ტერიტორია ბევრ ადგილზე დაჭაობებული.

## 4.2 მდ. მტკვრის ხეობის აკუმულაციური ძირი

მტკვრის მარჯვენაპირეთის დაბალ აკუმულაციურ ტერასებსა და მთაწმინდის ქედის ჩრდილო კალთის ძირებს შორის არსებულ სივრცეში ზემოთ აღწერილი დეპრესიების გვერდით გეომორფოლოგიურად მნიშვნელოვან ადგილს იკავებენ ეროზიულ-აკუმულაციური ხასიათის ტერასული ზედაპირები და დენუდაციური პედიმენტები. თუმცა, განსხვავებით მტკვრის მარცხენა მხარისა ამ ზონის სივრცეში არსებული ტერასების რიგითობა და გავრცობადობა მნიშვნელოვნად დარღვეულია და ბევრ უბანში ფრაგმენტულად არის შემორჩენილი ამ მაღალი ტერასების ფორმირების შემდეგ თრიალეთის ტექტონიკური სტრუქტურის ინტენსიური აზევენის საერთო ფონზე ეროზიულ-დენუდაციური პროცესების აქტიური ზემოქმედებით.

მდ. მტკვრის მარჯვენა მხარეზე მცხეთასა და სოლანლულს შორის ფრაგმენტულად შემონახული ალუვიური ნალექებისა და ეროზიული ზედაპირების მორფომეტრიული განლაგების მიხედვით მაინც შესაძლებელი ხდება პლეისტოცენური ტერასების ჯერადობისა და სივრცითი გავრცელების დადგენა, სადაც სოფ. მუხათგვერდის ტერიტორიაზე მორფოლოგიურად ნათლად იკვეთება ეროზიულ-აკუმულაციური 4 ზედაპირი-10-12, 50-60, 100-130 და 235-250 სიმაღლეებზე მდ. მტკვრის კალაპოტიდან და 640-670 მ-ზე ზღ. დ-დან, რომელიც შეესატყვისება მდინარის მარცხენა მხარის მახათის ტერასას და დათარიღებულია ბაქოურად (გარემოს ეროვნული სააგენტო, 2008). ამავე ასაკის უნდა იყოს ლისი-ნუცუბიძის პლატოს ეროზიული ზედაპირი, თუმცა ამ ზედაპირებზე მდინარეული ნალექები მთლიანად გადარეცხილია. მტკვრის ალუვიონი კარგად არის შემონახული ქოშიგორის დედათა მონასტრის ტერიტორიაზე 550-560 მ აბს. სიმაღლეზე.

მტკვრის მარჯვენა მხარეზე მორფოლოგიურად კარგად გამოკვეთილი ტერასა აღწერილი აქვს ვ. ალფაიძეს (ალფაიძე ვ. 1970) ნაქალაქევის მაღლობის მიდამოებში (ავჭალის კლდეკარის მოპირდაპირედ), რომლის სიგრძე 2 კმ-მდეა, ხოლო სიგანე 1 კმ-მდე (ალფაიძე ვ. 1970). ამ ტერასის დასავლური კიდე დიღმის-თავის გორის კალთას წარმოადგენს. ამავე ტერასის დასავლურ კიდეზე მდებარეობს მუხათგვერდის ტბის დეპრესია. მახათის ტერასის ციკლს არის მიკუთვნებული აგრეთვე ყენის გორის ზედაპირიც, რომლის აბს. სიმაღლე 629 მ, ხოლო შეფარდებითი -226 მ. ნაქალაქევის მაღლობის აღმოსავლურ კალთაზე ზღ. დ-დან 580-600 მ-ზე და შეფარდებითზე 160-180 მ-ზე, ხოლო მარიამის საყდრის ნანგრევებთან- შესაბამისად 480-500 მ-ზე ზღ. დ-დან და შეფარდებითზე 110 მ-ზე (ალფაიძე ვ. 1977).

მტკვრის მარჯვენა მხარეზე მორფოლოგიურად კარგად იკვეთება ე.წ „საბურთალოს ტერასა“ ზღ. დ-დან 480 მ-ზე, ხოლო მდ. მტკვარიდან 50-70 მ-ზე. დასავლეთით მის მორფოლოგიურ გაგრძელებას (თუმცა წყვეტილად) წარმოადგენს დიღმის ველის სამხრულ კიდეზე შეცემენტებული ალუვიონით აგებული ორი მოვაკებული გორაკი ზღ. დ-დან 470-480 მ-ზე და შეფარდებით 70 მ-ზე. ამ ტერასის ჰიფსომეტრიულ გაგრძელებას წარმოადგენს ვერის პარკის ზედაპირი და მისი გაგრძელება რუსთაველის გამზირისაკენ, რომლის აბს. სიმაღლე 432 მ-ია.

მთაწმინდის ჩრდილო კალთის ძირში მორფოლოგიურად კარგად გამოკვეთილ ტერასას წარმოადგენს ე.წ. „ვაკის ტერასა“, რომელიც გასდევს ქალაქს მნიშვნელოვან სიგრძეზე ლესელიძის ქუჩის (კოტე აფხაზის) დასაწყისამდე. ჩეხეთის საელჩოს მშენებარე ტერიტორიაზე 6 მ სიღრმის ქვაბულში ჩვენს მიერ (ემილ წერეთელი) აღწერილი იქნა 5 მ სიმაღლის ალუვიონი, წარმოდგენილი სხვადასხვა დიამეტრის კაჭარ-კენჭნარით, შევსებული მსუბუქი თიხნარით

30%-მდე და ნახევრად გაფხვიერებული სტრუქტურით, ზემოდან დაფარული 1 მ-მდე დელუვიური თიხნარით. ამ ტერასის აბს. სიმაღლეა 472 მ. აღმოსავლეთით იმავე ტერასის სივრცეში ჭავჭავაძის გამზირის N5-ის უბანში, ავტოფარების მშენებარე ტერიტორიაზე 8 მ სიმაღლის ფერდობის ჩამოჭრილ ქვაბულში გეოლოგიური ჭრილი წარმოდგენილია შემდეგი თანამიმდევრობით:

1. ტექნოგენური გრუნტი 2 მ სიმძლავრის, ერთმანეთში არეული თიხნარი და ნამსხვრევი მასალა;
2. ალუვიური, კარგად დამუშავებული მასალით, ძირითადად როჭკნარი, წვრილი ლოდნარის მონანილეობით (10-15%) და 10%-მდე შევსებული უხეში ტუფოგენური ქვიშით; 1,0-1,5 მ სიმძლავრის;
3. ტბიური ნალექები-მოყვითალო-მოყავისფრო ფერის, სუსტად შრეებრივი თიხები, ქვიშნარ-ქვიშაში გარდამავალი, სუსტად ტენიანი, პლასტიკურობას თითქმის მოკლებული. ტბიური ნალექების გახსნილი ჭრილის სიმძლავრე 2,5 მ, თუმცა ვფიქრობთ, რომ მისი სიმძლავრე ბევრად მეტი უნდა იყოს.

ყურადღებას იქცევს ჭრილი, რომელიც აღწერილი იქნა ე. წერეთლის, გ. ლომინაძის და მ. გონგაძის მიერ 2018 წლის აგვისტოში მშენებლობისათვის გაჭრილი ქვაბულის სივრცეში თამარაშვილის ქუჩის ბოლოში ჭავჭავაძის ქუჩის გადაკვეთამდე, რესტორან „ბელელთან“ ახლოს, მის სამხრეთ-დასავლურ ნაწილში, ჭავჭავაძის გამზირიდან მდ. ვერეს ხეობისაკენ დახრილი თხემისპირა ფერდობზე, სადაც გაჭრილი ქვაბულის დაღმავალ ჭრილში აღწერილია:

1. ტექნოგენური გრუნტი - სამშენებლო და საყოფაცხოვრებო თიხნარ-ლორღისა და ნამსხვრევი მასალით, 2 მ სიმძლავრის.
2. ალუვიური და ნახევრად შეგუბებული 10 მ სიმძლავრის უხეში ქვიშის, ქვიშნარის და თიხნარისა და საშუალოდ და სუსტად დამუშავებული უმეტესად წვრილი ქვიშაქვებით და ნატეხოვანი მასალის ჩანართებით, რომელშიდაც გამოერევა საკმაოდ მნიშვნელოვანი რაოდენობის კარგად დამუშავებული მსხვილი და საშუალო სიდიდის კენჭნარი. მასში კარგადაა გამოკვეთილი ჰორიზონტალურად განლაგებული 5-30 სმ-ის შრეები, სუსტად შემკვრივებული და ხელით ადვილად შლადი. ჩამოჭრილი ფერდის ზონაში (განსაკუთრებით ზედა ნაწილში) ადგილი აქვს გრავიტაციულად თავისუფალ ჩამოზვინვას.
3. დაღმავალ ჭრილში 10-12 მ-ის შემდეგ მკვეთრად იცვლება მისი ფაციესი და დალექვის ხასიათი. აქ აღარ გვაქვს მკვეთრად გამოკვეთილი შრეობრიობა. ალუვიური მასალა კარგადაა დამუშავებული და წარმოდგენილია ხრეშისა და კენჭნართან ერთად დიდი რაოდენობის საშუალო და მსხვილი კაჭაროვანი მასალით და ქვიშა-ქვიშნარით. ამ შრის ხილული სიმძლავრე 8-10 მ-მდეა. თუმცა როგორ იცვლება მისი ფაციესი სიღრმეზე ვერ დგინდება, რადგან 40 სართულიანი სამშენებლო ნაგებობის ნულოვანი ზონა და ქვაბულის მნიშვნელოვანი ნაწილი დახურულია ნაგებობით, რომელიც უკვე დაფუძნებული იყო ზედა ეოცენურ-ოლიგოცენურ წყებაზე. აღწერილი ჭრილი მაინც იძლევა საფუძველს გაკეთდეს შემდეგი დასკვნა. ამ ზონის პალეორელიეფი უნდა წარმოადგენდეს მდ. მტკვრის მაღალი ტერასის შემადგენელ ნაწილს, რომელიც შემდეგ ეტაპზე მდ. ვერეს ჰიდრომორფოლოგიურად ჩამოყალიბების შემდეგ დაიწყო ადრეფორმირებული მდ. მტკვრის მაღალი ტერასის გადარეცხვა და ეროზიული ჩაჭრა. შედეგად ამ სივრცეში დაილექა ზემოთ აღწერილი პირველი-ორი წყება, რის შემდეგ ეროზიულად ჩაჭრილ სივრცეში უნდა დაწყებულიყო აკუმულირება მდ. ვერეს

ნალექების, ხოლო ჩაჭრილი ბორტიდან მტკვრის ტერასისა და გამოფიტული სუბსტრატის ქანების ჩამოშლა და მდ. ვერეს ხეობის დროებით გადაკეცვა, სადაც დაილექა ზემოთ აღწერილი წყება. შემდეგში მდინარის კალაპოტის ჩაღრმავებასთან ერთად გააქტიურდა სიღრმითი ეროზია და მთელ სიღრმეზე ჩაჭრა მდ. მტკვრის ნალექები (სურ. 5-6).



სურ. 5



სურ. 6

### 4.3. საგურამო-იალნოს დაბალი და საშუალომთიანი მთა-ხეობათა ინვერსიული მორფოსტრუქტურა.

საგურამო-იალნოს ქედი, რომელიც ქ. თბილისს მდ. მტკვრის მარცხენა მხრიდან საზღვრავს ჩრდილოეთიდან, რომლის ინვერსიული სტრუქტურა ჩამოყალიბდა შიდა ქართლის სინკლინური დეპრესიის მიო-პლიოცენური მოლასური ნალექების დაგროვების სივრცეში, ქვედა პლეისტოცენის ვალახური ოროგენეტიული მოძრაობების შედეგად და ტექტონიკური ინვერსიული რეჟიმიდან გადავიდა აზეგების პროცესში და იქიდან დაწყებული გაგრძელდა მეოთხეულის მთელ პერიოდში. შედეგად ჩამოყალიბდა განედურად ორიენტირებული ასიმეტრიული ქედი, ჩრდილოეთის დამრეცი და ფართო კალთით და სამხრეთით თბილისის ქვაბულისაკენ მიმართული დიდი დახრილობით, რომლის რელიეფის სიმკაცრე განაპირობა წყვეტილმა დისლოკაციებმა.

საგურამო-იალნოს მორფოსტრუქტურა რთული ტექტონიკური აგებულებით ხასიათდება, რომლის საერთო სინკლინური სტრუქტურა გართულებულია რელიეფში გამოსახული მრავალი მეორადი ანტიკლინური და სინკლინური ნაოჭებით, ხოლო მათი ტრანსფორმაციის და მრავალი სახის პოლიგენური მიკროფორმების წარმოქმნა დაკავშირებულია ინტენსიურად მიმდინარე ეროზიულ-აკუმულაციური და გრავიტაციულ-დენუდაციური პროცესების ზემოქმედებით, რომელიც მიმდინარეობდა წარსულში, დღიდან აღმავალი მოძრაობებით დაწყებული და გრძელდება დღესაც, ამ პროცესების მიმართ სხვადასხვა მგრძობიარობის მქონე ამგებელი ქანების სუბსტრატში.

საგურამო-იალნოს ქედის აზეგება, რომელიც წარმოადგენს განედურად ორიენტირებულ ქედს, გაკვეთილია ანტიცედენტიური ხეობებით, დასავლეთიდან მდ. არაგვით, აღმოსავლეთიდან მდ. იორით, ხოლო ჩრდილოეთიდან მისი ქედის ფართოდ გაშლილი მდ. გლდანის ხევის წყალშემკრები აუზის ზემო წელით, რომლის აბსოლუტური ნიშნულები მერყეობენ 1200-1500მ ფარგლებში, თუმცა მისი მაქსიმალური მწვერვალი (მ. იალნო) აღწევს 1836მ ნიშნულს. სამხრეთიდან, თბილისის ეროზიული ქვაბულიდან, ქედის შეფარდებითი სიმაღლეების საშუალო

მაჩვენებლები მერყეობს 1000-1200მ დიაპაზონში, ხოლო მდ.მდ. არაგვის და იორის ანტიცე-დენტური ხეობებიდან 900 მეტრამდე საგურამო-იალნოს ქედის გადაჭიმულობა მთელ სიგრ-ძეზე შეესატყვისება ქედის აზევების სტრუქტურას. თხემის მნიშვნელოვანი ნაწილი ემთხვევა ანტიკლინური ნაოჭის გადაღუნვას, რომლის გულში შიშვლდება მაიკოპის წყება და მეოტურ-პონტის კონგლომერატები. მისი იზოკლინური ნაოჭები სამხრეთისკენაა გადმობრუნებული.

ამრიგად, გლდანის ხევის აუზში განვითარებულმა ახალგაზრდა ტექტონიკურმა მოძრა-ობებმა და მასზე მიმდინარე ეგზომორფოლოგიურმა პროცესებმა ჩამოაყალიბეს ამ ტერიტო-რიის თანამედროვე რელიეფის გეომორფოლოგიური იერსახე, სადაც მთავარი მორფოსტრუქ-ტურული ფორმების გვერდით, მისი მიკროფორმების მრავალსახეობრივ ჰეტეროგენურობაში მნიშვნელოვან ადგილს იკავებენ ეროზიულ-დენუდაციური და გრავიტაციული პროცესებით წარმოქმნილი სახეობები.

მდ. გლდანის ხევის წყალშემკრებ აუზში გეომორფოლოგიური თავისებურებების და ჰიფ-სომეტრიული ზონალობის მიხედვით გამოყოფილი გვაქვს 3 ძირითადი გეომორფოლოგიური ერთეული (ზონა):

- ბარის ვაკე-ტერასულ-აკუმულაციური;
- დაბალმთიანი მთისპირეთის გორაკ-ბორცვიანი;
- საშუალომთიანი დენუდაციურ-ეროზიული მთა-ხეობათა ზონა.

- ბარის ვაკე-ტერასულ-აკუმულაციური ზონა იკავებს მდ. მტკვრის მარცხენაპირეთის სივრცეს მდ. გლდანის ხევის შესართავიდან სოფ. გლდანის განედამდე, ხოლო აღმოსავლეთისკენ ტერიტორიას მდ. გლდანის ხევის და მდ. ხევძმარის წყალგამყოფის სერამდე (სურ. 7). ეს სივრცე მორფოლოგიურად წარმოადგენს მდ. მტკვრის მარცხენაპირეთის ავჭალა-გლდანის მე-4 ტერასულ-საფეხურიან ზედაპირს, რომელთაგან თითქმის უწყვეტად, სოფ. გლდანის განედამდე ვრცელდება პირველი ორი ტერასა. ისინი ჩრდილოეთით აწყდებიან საგურამოს და ნასერალის სერის სამხრულ კალთას. მდ. მტკვრის უფრო მალა-ლი ტერასის ფრაგმენტები შემორჩენილია საგურამოს ქედის სამხრული კალთის ქვედა ზონაში, ზემო ავ-ჭალის მიდამოებში, რომლის 15მ სიმაღლის კენჭნარ-კაჭაროვანი მასალით და ქვიშნარით წარმოდგე-ნილი ნალექები უთანხმოდაა განლაგებული ნეოგენის თიხა-ქვიშოვან (კონახურის წყება) სუბსტრატზე და ატარებენ დისლოცირების ნიშნებს. ამ უბანზე ტერასული ზედაპირების მთლიანობა მნიშვნელოვნად დარღვეულია მენყრული მოვლენებით. მტკვრის მაღალი ტერასებიდან მორფოლოგიურად ყურადღე-ბას იქცევს გლდანის დასახლების ტერიტორიაზე არსებული გლდანის ტბების სახელწოდებით ცნობილი "დიდი" და "პატარა" ტბები, რომელთა გენეზისი უნდა უკავშირდებოდეს სუფოზიურ პროცესებს (სურ. 8).



სურ. 7



სურ. 8

მტკვრის ტერასაში გამომუშავებულია მდ. გლდანის ხევის ჭალისა და 2 ჭალისზედა ტერასა, რომლებიც მორფოლოგიურად ფიქსირდებიან მდინარის ორივე სანაპიროზე, სოფ. გლდანთან შესართავამდე. ჭალის ტერასის სიგანე მერყეობს 40მ-დან 180მ-ის ფარგლებში. ჭალის ტერასის სიგანეში ასეთი დიდი სხვაობა განპირობებულია ნაპირების ეროზიული გარეცხვის აქტივობით, რაც გამომწვეულია იმით, რომ ხეობის ამ ზონაში მისი ტრაპეციისმაგვარი ფორმა დინების მიმართულებით თანდათან ქრება და მდ. მტკვართან შეერთების უბანზე გამოხატულია სუსტად.

- დაბალმთიანი მთისპირეთის გორაკ-ბორცვიანი ზონა მდ. გლდანის ხევის წყალშემკრებ აუზში მოიცავს სივრცეს სოფ. გლდანსა და სოფ. მამკოდას შორის, რომლის აბსოლუტური სიმაღლეები საშუალოდ მერყეობენ 600-1000მ-ის ფარგლებში (მ. ლურჯისერი - 769,3მ, მ. დვრისქედი - 746,9მ. მ. წმინდა გიორგი - 749მ). გეომორფოლოგიურად ეს არის ზონა, სადაც ეგზოგენურად გარდაქმნილ პლასტიკაში კარგად არის შემონახული პირველადი მორფოსტრუქტურული დადებითი ფორმები (ნასერალის სერი, დევრისქედის სერი) და მაღალი ტერასულ-აკუმულაციური ფორმები. თუმცა მათი თანამედროვე ზედაპირები ეროზიულ-დენუდაციური პროცესებით მნიშვნელოვნადაა ტრანსფორმირებული და მიღებული აქვს ტიპიური გორაკ-ბორცვიანი რბილი რელიეფის იერსახე, დანანევრებული კალთებით და წყალგამყოფების თხემების ნაზი დენუდაციური ზედაპირებით, რომელთა შეფარდებითი სიმაღლეები მერყეობენ საშუალოდ 100-200მ-ის დიაპაზონში. ამ ზონის სუბსტრატის აგებულებაში მონაწილეობას ლეზულობენ ოლიგოცენის დანალექი ქანებით (თიხებით და ქვიშაქვებით) დაწყებული და მიოცენის შუასაბრ-მატული (სქელშრეებრივი კვარც-არკოზული ქვიშაქვებით და მიკროკონგლომერატებით) ნალექებით დამთავრებული. მათგან ყველაზე ფართო გავრცელებით სარგებლობენ შუა და ზედა ოლიგოცენის (იკავებენ აუზის საერთო ფართობის 2%-ს), ქვედა მიოცენის - საყარაულოს წყების (4%-მდე) და შუა სარმატის (11%) ნალექები, რომლებიც ტექტონიკურად ძლიერ აშლილი და გართულებულია შესხლეტვებით, შეცოცხვებით და გამოირჩევიან შრეების დაქანების დიდი კუთხეებით (50-60°-ის ფარგლებში), ხშირად ამოყირავებული ნაოჭებით და მენყრული პროცესების ფართო განვითარებით. ამგებელი ქანების ასეთმა ტექტონიკურმა გართულებებმა და მათმა მაღალმა მგრძნობიარობამ ეროზიული და ფერდობული დენუდაციის ფაქტორებისადმი, უშუალო გამოძახილი ჰპოვა მისი რელიეფის გარეგან პლასტიკაში, რომელიც უმთავრესად გამოიხატება რელიეფის ზედაპირის რბილ მოხაზულობაში. ამ დაბალმთიანი ზონის რელიეფის სივრცეში მდ. ხევძმარის გადაკვეთის მიმართულებით შერჩეული იქნა თბილისის შემოვლითი საერთაშორისო საავტომობილო გზის პროექტირება-მშენებლობა, რომლის რეალიზაცია დაწყებისთანავე დაიწყო გააქტიურება მენყრულმა პროცესებმა და შედეგად შერჩეული გზის მონაკვეთი (კმ 14 (04)-კმ 21 (07)) აღმოჩნდა თითქმის დაუძლეველი რისკის ქვეშ. საქმე იმაშია, რომ ამ ზონის რელიეფის ჩამოყალიბების პროცესში ტერიტორიის აღმავალ ტექტონიკურ მოძრაობებს თან სდევდა ეროზიულ დახრამვითი პროცესები, რომელსაც თან დაერთო მენყრული პროცესების წარმოქმნა და გარკვეული პერიოდის შემდეგ გადავიდნენ დროებითი ჰომეოსტატიზმის რეჟიმში. მაგრამ, ვინაიდან საავტომობილო ტრასის გაყვანა მოხდა ამ „მიძინებული“ მენყრული რელიეფის სივრცეში, როგორც კი გადაიკვეთა ეს ბორცვიან-სერებიანი რელიეფი, მენყრულმა პროცესებმა სწრაფად დაიწყეს „გამოცოცხლება“; რასაც მოჰყვა პრაქტიკულად დაუძლეველი პრობლემა. ამ ტერიტორიის გეოლოგიურ-ტექტონიკური აგებულება ასევე მკვეთრად აირეკლა მდ. გლდანის ხევის მორფოლოგიაში და მის ასიმეტრიულობაში, რომლის

"V"-ებური და ყუთისებური მორფოლოგია წარმოდგენილია ხეობების ძირის გაფართოებული და შევიწროებული ფორმების მორიგეობით, ხოლო მათი მიმდებარე ფერდობების დახრილობაში დომინირებს 8-25<sup>0</sup>-იანი კუთხეები. გამონაკლისს წარმოადგენს განედურად ორიენტირებული მამკოდის მონოკლინური სტრუქტურის მქონე სერი, რომელიც აგებულია შუა სარმატის მაღალი სიმტკიცის კვარც-არკოზული ქვიშაქვებით და ანტეცედენტურად იკვეთება მდ. გლდანის ხევის ხეობით, რომელიც დღემდე ინარჩუნებს შთენილი დენუდაციის ამაღლვებელ ფორმას. თუმცა მის მოპირდაპირე კალთებზე ჩრდილო და სამხრული კალთები სოფ. მამკოდასა და მამკოდას აგარაკების დასახლების სივრცეში, ძირითად ქანებში განვითარებულია ღრმად დეფორმაციის ბლოკურ-ცოცვითი ხასიათის ტექტო-სეისმოგენური მენყრები, რომელთა ფართობები რამდენიმე ასეულ ჰექტარს მოიცავს და დღეისათვის აქტიურ დინამიკაში იმყოფებიან. სოფ. მამკოდის ტერიტორიაზე მენყრები პირველად დაფიქსირებული იქნა გასული საუკუნის 70-იან წლებში, რის გამოც სოფლის მოსახლეობამ შეიცვალა ადგილსამყოფელი. მდ. გლდანის ხევის ხეობის მარცხენა ფერდობის ქვედა ნაწილში, მორფოლოგიურად დღესაც მკაფიოდ იკვეთება იმ პერიოდში ჩამოყალიბებული ტექტო-სეისმოგრაფიკული ბლოკი, რომელიც მთლიანობაში სტაბილურ მდგომარეობაშია და დაფარულია ტყე-ბუჩქნარით, თუ არ ჩავთვლით მდინარის სანაპიროზე მცირე მასშტაბის მენყრულ რეციდივებს. ტექტო-სეისმოგენურ მენყრულ ბლოკს ორივე მხრიდან გასდევს მცირე სიღრმის ხრამები, ხოლო ძველი მენყრულ-გრაფიკული ბლოკის თხემისპირა ზონაში - ფერდობულ-დენუდაციური პედიმენტი შებრუნებული დახრილობის ზედაპირით, რომლებიც წარმოქმნილი უნდა იყოს იმ დროინდელი მენყრულ-გრაფიკული მოვლენის შემდეგ.

მდ. გლდანის ხევის ხეობის მარჯვენა მხარეზე სოფ. მამკოდის მოპირდაპირედ საავტომობილო გზის გასწვრივ მდინარის კალაპოტიდან დაახლოებით 30მ სიმაღლეზე შემორჩენილია მდ. გლდანის ხევის ალუვიური ნალექების ფრაგმენტები.

- საშუალომთიანი დენუდაციურ-ეროზიული მთა-ხეობათა ზონა მოიცავს მდ. გლდანის ხევის წყალშემკრებ აუზს, სოფ. მამკოდის განედიდან ჩრდილოეთით, საგურამო-იალნოს ქედის თხემის სამხრეთით, რომელიც ამავე დროს წარმოადგენს წყალგამყოფს ამ მდინარის აუზსა და მდ. თეძამს შორის. საგურამო-იალნოს განედურად ორიენტირებული ინვერსიული მორფოსტრუქტურის კიდურა მონაკვეთები ანტეცედენტურად ინტენსიურად იკვეთება მდ. მდ. არაგვის და იორის ხეობებით. მისი ინვერსიული მორფოსტრუქტურა რთული ტექტონიკური აგებულებით ხასიათდება, რომლის საერთო სინკლინური სტრუქტურა გართულებულია მრავალი მეორადი ანტიკლინური და სინკლინური ნაოჭებით და ახალგაზრდა ტექტონიკური რღვევებით, რომელთა ფორმირება განსაკუთრებით აქტიური გახდა შუა პლეისტოცენის აღმავალი მოძრაობების პროცესში, რაზეც მიუთითებს ქედის დამანანვერებელი ეროზიული ჩაჭრები და სტრუქტურულ-დენუდაციური პედიმენტები. რელიეფში ნათლად გამოკვეთილი განედურად ორიენტირებული წყვეტილი და შეცოცვითი ტექტონიკური ზონები მორფოლოგიურად განსაკუთრებით კარგად ფიქსირდება ქედის სამხრული კალთის აღმოსავლურ ნაწილში, ტექტოგრაფიკული ბლოკების სახით.

საგურამო-იალნოს ქედი ასიმეტრიული მორფოსტრუქტურული აგებულებით ხასიათდება, რომლის ჩრდილო კალთა ფართო და დამრეცი მორფოლოგიით გამოირჩევა, ხოლო სამხრული-ციცაბო-წყვეტილი. ქედის ნაოჭა სტრუქტურის ღერძი ემთხვევა მის განედურ მიმართულებას. მისი თხემური ნაწილი წარმოადგენს დამრეც, ასიმეტრიული აგებულების სინკლინს,

რომელიც აგებულია მიო-პლიოცენური მოლასური ნალექებით და, თავის მხრივ, უთანხმოდაა განლაგებული ზედა სარმატის ნალექებზე, რომელიც იკავებს მდ. გლდანისხევის აუზის 63%-მდე.

საგურამო-იალნოს ქედის საშუალო აბს. სიმაღლეები 1200-1500მ-ის საზღვრებში მერყეობს და მისი თხემის ზონა ყველგან მოლასური ნალექებით არის დაფარული, გარდა დასავლური მონაკვეთებისა - მდ. მდ. მშრალი ხევის და ვიბისის შორის არსებული სივრცისა.

დღეისათვის ქედის პირველადი მორფოსტრუქტურა მნიშვნელოვნად არის მოდიფიცირებული რელიეფგარდამქმნელი ეგზოგენური პროცესებით, რომელიც განაპირობა ეროზიულ-დენუდაციური პროცესებისადმი უკიდურესად მგრძნობიარე გეოლოგიურმა აგებულებამ, მისმა ინტენსიურმა ტექტონიკურმა აშლილობებმა და რელიეფის მაღალმა ენერგეტიკულმა პოტენციალმა. ეგზოგენური რელიეფის წარმონაქმნებიდან დომინირებენ ეროზიული, მენყრულ-გრავიტაციული ფორმები და დენუდაციური პედიმენტები.

საგურამო-იალნოს ქედის სამხრეთ კალთის საშუალომთიანი ზონის სივრცეში მთავარ ეროზიულ წარმონაქმნს წარმოადგენს მდ. გლდანისხევის ხეობა და მისი ათამდე მუდმივად თუ პერიოდულად მოქმედი შენაკადი და მრავალი მშრალი ხევი, მდინარეთა ქსელის საშუალო სიმჭიდროვით 0,63მ/კმ<sup>2</sup>-ზე, რომელთა უმეტესობა ნახევრად დაკიდებული ეროზიული ლარტაფებით არის წარმოდგენილი, განსაკუთრებით ის ხრამ-ლარტაფები, რომლებიც ფორმირდებიან მიო-პლიოცენის მოლასურ ნალექებში და ატარებენ ბედლენდური დანანევრების ხასიათს. მდ. გლდანის ხევის ყველა დიდი შენაკადი (ლელუბანის ხევი, ტურის ხევი, მშრალი ხევი, მამკოდის ხევი და მათი მსგავსი ხევი) ტიპიური "V"-ებური ვიწრო ეროზიული ჩაჭრებით და დიდი დახრილობის ბორტებით არიან წარმოდგენილი. თუმცა, ხშირად მენყრულ-გრავიტაციული პროცესების აქტიური ზემოქმედებით მათი ზედაპირები საფეხურებრივ ხასიათს ატარებენ, ხოლო რაც შეეხება საკუთრივ მდ. გლდანის ხევის ხეობის მორფოლოგიას, როგორც საგურამო-იალნოს ქედის სამხრული კალთის რელიეფის პლასტიკის მთავარ მოდელირებად ბაზისურ ფაქტორს, მისი ეროზიული ჩაჭრის სიღრმე საშუალოდ მერყეობს 200-500მ-ის დიაპაზონში, რომლის გეომეტრია მთლიანობაში "V"-ებური ეროზიული ჩაჭრით და ფერდობების ამოზნექილი პროფილით ხასიათდება, რაც სიღრმული ეროზიისა და აზევებადი პროცესების შერწყმული სინერგეტიკული მოქმედების კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს. ხეობის გაბატონებული სიგანე 100მ-ის ზევით მდინარის კალაპოტიდან, სოფ. მამკოდის ზემოთ, 700-1000მ საზღვრებშია, ხოლო ყველაზე მცირე (600მ-ის ქვემოთ) სოფ. ლელუბანის მიდამოებში. ხეობის ძირის სიგანე მერყეობს 45მ-დან 500მ-დე დიაპაზონში და მისი ცალკეული უბნების ასეთი ცვალებადობა (გაფართოებული და შევიწროებული უბნები) განპირობებულია ხეობის გადაკეცილი ძირითად ქანებში განვითარებული დიდი მოცულობის მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენებით და იქ დაგროვილი ფერდობული და ტბიურ-მდინარეული ნალექებით. როგორც კვლევები გვიჩვენებს, ამ ტიპის ფერდობული დენუდაციის მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენები მდ. გლდანის ხევის ხეობის და მისი მრავალი შენაკადის ფერდობებზე მრავლად არის წარმოდგენილი და მათი უმეტესობა უკავშირდება ტექტონიკურ რღვევებსა და აშლილობებს. ამრიგად, ამ სახის გეომორფოლოგიური ფორმები უნდა ჩაითვალოს ეტალონურ ფენომენებად ჰომესტატიზმის მდგომარეობაში მყოფ ფერდობებზე ტექტოგრავიტაციული ხასიათის ღრმა დეფორმაციული მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების დიაგნოსტიკის დასადგენად. კონკრეტულად, მათ რიცხვს მიეკუთვნება სოფ. ლელუბანის მიდამოებში მდ. გლდანის ხევის ხეობის მარცხენა ფერდზე განვითარებუ-

ლი გრანდიოზული მენჯერი ზედა სარმატულ ნალექებში, რომელიც იწყება მდ. ტურის ხევის შესართავთან ახლოს და გრძელდება თითქმის თხემამდე, დაახლოებით 1კმ-ზე. აღნიშნული პროცესის შედეგად გადაკეტილა მდ. გლდანისხევის ხეობა და გაგანიერებულა 150 მეტრამდე, რომლის ზევით, დინების სანინაალმდეგო მიმართულებით ხეობის მარცხენა ფერდის ქვედა ნაწილში გამოკვეთილია კოლუვიურ-ტბიურ-მდინარეული ნალექები, სადაც აღმავალ ჭრილში შიშვლდება:

1. ქვიშაქვების ლოდნაროვანი მასალა (5-50სმ დიამეტრის და მეტი), არეული ქვიშნარ-თიხნარში; ხილული სიმძლავრე 1,5მ;
2. ალუვიური, კარგად დამუშავებული კაჭაროვანი მასალა, შევსებული კენჭნარ-ქვიშნარით; 2მ სიმძლავრის;
3. წვრილი კენჭნარი, კარგად დამუშავებული, ქვიშნარ-თიხნაროვანი შემავსებლით; 0,8-1,0მ სიმძლავრის;
4. კარგად დამუშავებული კაჭაროვანი მასალა, წვრილი კენჭნარ-ქვიშანი შემავსებლით; 1,5მ სიმძლავრის;
5. წვრილი კენჭნარი, ქვიშა-ქვიშნაროვანი შემავსებლით; 1,8მ სიმძლავრის;
6. სუსტად გამოხატული შრეებრივი, მოყავისფრო-რუხი ქვიშნარი, გამკვრივებული, კენჭების იშვიათი ჩანართებით. 5მ სიმძლავრის ჭრილი იკავებს ვერტიკალურ კედელს ჩამორეცხილი ზედაპირით, საკმაოდ გამკვრივებული, ბედლენდური დანანევრებით.

ამ უბნის ფარგლებში, სანამ მდ. გლდანისხევის ხეობა შევა ანტიცედეტურად გამკვეთ ვიწრობაში, მისი ძირი გაფართოებულია 200მ-დე. მის მარჯვენა მხარეზე, გზის ზემოთ შემორჩენილია 15-20მ სიმძლავრის ტერასული ნალექები (X-489515, Y-4632022). მდინარეული მასალა კარგად არის დამუშავებული, შევსებულია ქვიშით, საშუალოდ შეცემენტებული და იკავებს ვერტიკალურ კედელს. გზის ქვემოთ მორფოლოგიურად ფიქსირდება I ტერასა და ჭალა.

საგურამო-იალნოს ქედის სივრცეში გეოლოგიური აგებულებით და მორფოლოგიური თვალსაზრისით განსაკუთრებულ ადგილს იკავებს მისი თხემი და თხემისპირა კალთები, რომელსაც ვიწრო ზოლად, ქუდის სახით, ახურავს მიო-პლიოცენური მოლასური ნალექები. ეს ზონა, აზეგების პერიოდიდან დაწყებული, იმყოფება ფერდობული დენუდაციის განუწყვეტელი რეჟიმის პროცესში, საიდანაც მიმდინარეობს ამ ნახევრადფხვიერი ნალექების ინტენსიური გადარეცხვა-დენუდაცია. ამის შედეგია ის, რომ დღეისათვის ქედის დიდი დახრილობის კალთების მნიშვნელოვან ფართობებზე მოლასური ნალექები თითქმის მთლიანად გადარეცხილია და გაშიშვლებულია მის ქვეშ მდებარე სარმატული ნალექები, ხოლო საკუთრივ მიო-პლიოცენური მოლასური ნალექები ბეკობის სახით არის შემორჩენილი ქედის თხემისპირა ზოლში, ხოლო მისგან გადმოლექილი მასალა ჩამოტანილია მთისწინეთის ზონამდე და წარმოქმნილი აქვთ გორაკ-ბორცვიანი რელიეფი. მდ. გლდანის ხევის დიდი შენაკადების აუზების ქვედა ნაწილში ფორმირებულია ღვარცოფული სახის პროლუვიური შლეიფები, რომლებიც ზოგიერთი მკვლევარის მიერ ალუვიურ ნალექებად არიან მიჩნეული.

დღეისათვის, საგურამო-იალნოს თხემისპირა კალთის ზონაში, რომელიც გამოირჩევა მაღალი ენერგეტიკული პოტენციალით, აქტიურად მიმდინარეობს ეროზიულ-გრავიტაციული პროცესები. თითქმის ყველა მდინარე და ხევი, რომელიც სათავეს იღებს მოლასური ნალექების სივრცეში, ხასიათდებიან მარაოსებურად გაშლილი ბედლენდური დანანევრების წყალშემკრები აუზებით და ღვარცოფტრანსფორმირებადი გრავიტაციულ-ეროზიული კერების არსებობით.

## 4.4 თბილისის ქვაბულის მარცხენაპირეთის დაბალმთიანი პალეომტკვრით შექმნილი ტერასულ-საფეხურებიანი რელიეფი

თბილისის ქვაბულის რელიეფის ყველაზე მნიშვნელოვან მორფოლოგიურ ფორმებს წარმოადგენენ საფეხურებად განლაგებული მდ. მტკვრის ტერასები. ამ მორფოლოგიური ფენომენების თავისებურებას ხატოვანი შეფასება მისცა აკად. აღ. ჯანელიძემ „მდ. მტკვრის ტერასები, რომ არ ყოფილიყოს, ვერც თბილისი იქნებოდა“. თბილისის ქვაბულის მარცხენაპირეთში, განსხვავებით მისი მარჯვენაპირეთისაგან არა გვაქვს განედურად ორიენტირებული ფართო ქედები, რომლებიც ჩამოვიდოდნენ კულისისებურად მდინარის კალაპოტამდე ან სინკლინური ხეობები და დახშული დეპრესიები, ერთმანეთისაგან გამოყოფილი კუესტური სერებით, ანდა ტექტოსეისმოგენური მენყრები და გრავიტაციული ბლოკები. მთლიანად მარცხენაპირეთის რელიეფი წარმოადგენილია რელიეფის ნაზი კონტურებით, სადაც გამსაზღვრელ მორფოლოგიურ ფენომენებად გვესახება თითქმის ავჭალიდან-სოლანდულამდე უწყვეტად არსებული ტერასული საფეხურები, გაკვეთილი მდ. მდ. გლდანულას, ლოჭინის და ნორიოს ხეევებით და მრავალი, ნახევრად მშრალი ხეევებით.

მტკვრის მარცხენაპირეთი ძირითადად კონსტრუირებულია პალეო და თანამედროვე მდინარეთა ეროზიულ-აკუმულაციური პროცესების ზემოქმედებით. აქ ნაოჭა სტრუქტურების ღრმა დაძირვის გამო ტექტონიკური სტრუქტურების მორფოლოგიურ გამოსახულებაში თითქმის არ ვლინდება. ჯერ კიდევ 1925 წელს აღ. ჯანელიძე (ჯანელიძე აღ. 1950) ვარაუდობდა, რომ მდინარე მტკვარი, რომელიც ამჟამად ჯვარედან ჰკვეთს თრიალეთის აღმოსავლურ განშტოებებს, წარსულში მიედინებოდა აღმოსავლეთით, მახათისა და ქაშვეთის პლატო ამაღლებებს შორის. ამავე დროს გამოთქვამდა მოსაზრებას მთანმინდასა და მახათას მთებს შორის ერთიანი ლოდა ამაღლებული ზედაპირის არსებობას, რომელთა შემდეგი განცალკევება მოხდა მდ. მტკვრის მიგრაციით დასავლეთით, თრიალეთის მთების მიმართულებით.

ქაშვეთი-წელიბანის პლატო-ამაღლება, რომელიც უნდა წარმოადგენდეს პალეომტკვრის ყველაზე ადრეულ ტერასულ ზედაპირებს, ხოლო მათი სამხრეთით არსებული დღევანდელი „თბილისის ზღვის“ სივრცე თავის დროზე გამომუშავებული იყო მდ. მტკვრის ეროზიული ზემოქმედებით. თუმცა შემდეგში ამ „მკვდარ“ პალეოხეობებში წარმოიქმნა სამი სხვადასხვა ჰიფსომეტრიულ დონეზე არსებული ტბა: ავლაბრის, რომელიც იკავებდა ქვაბულის სამხრეთ-აღმოსავლურ ნაწილს 537 მ-ის აბს. სიმაღლეზე, კუკიის-ჩრდ.-დასავლურ ნაწილში-515 ნ-ზე ზღ.დ-დან და ქვაბულის შუაში ილგუნიაანის ტბა-510 მ-ზე. ამრიგად, წარსულში პალეოქვაბულის ერთიანი ზედაპირის სივრცეში ასეთი განსხვავებული სიმაღლეთა სხვაობები შეუძლებელი იქნებოდა მიკრობლოკების სახით ადგილობრივი რღვევების ზონაში ტექტონიკური გადაადგილების გარეშე. ამ მიმართულებით პროფ. ბ. ყავრიშვილმა მრავალწლიანი ზუსტი ნიველირების გაზომვების საფუძველზე დაადგინა, რომ ქვაბულის ცალკეულ უბნებში ადგილი ჰქონდა, როგორც ნელ აზევებას, ასევე დაძირვას. ამასთან დაკავშირებით მოჰყავს ასეთი მაგალითი, სადგური ნავთლული განლაგებულია იმავე ტექტონიკურ სტრუქტურაზე, როგორც „ავლაბრის ტბა“, რომელმაც 23 წლის მანძილზე განიცადა აზევება 10სმ-ით მაშინ, როდესაც ილგუნიაანის ტბამ, რომელიც მდებარეობს სინკლინის ღერძის ტექტონიკური დაძირვის ზონაში განიცადა ჰიფსომეტრიული დაწევა (Кавришвили К. 1965).

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ მართალია ტექტონიკური სტრუქტურები, რომლე-

ბიც ასე მკაფიოდ არის გამოკვეთილი მტკვრის მარჯვენაპირეთში, ქვაბულის მარცხენა მხარეზე მართლაც არ ვლინდება რელიეფის მოხაზულობაში, მაგრამ ტექტონიკური გამოძახილი მაინც იძლევა თავის მონახაზს რელიეფში, რის გარეშეც ვერ შეიქმნებოდა გეომორფოლოგიურად ასეთი მომხიბლავი რელიეფი, რომელიც გამოიხატა პირველ ყოვლისა მდინარეული ტერასების ჩამოყალიბებაში.

თბილისის ტერასებისადმი არაერთი ნაშრომია მიძღვნილი (ა. რეინჰარდი, ე. პახომოვი, ალ. ჯანელიძე, დ. ნერეთელი, გ. ჯაფარიძე, ს. ნემანიშვილი, დ. პაპავა, ვ. ალფაიძე და სხვ). მიუხედავად ამისა ამ გეომორფოლოგიური ფენომენების გეოლოგიური სირთულიდან გამომდინარე, დღემდე მათი წარმოშობის, რაოდენობისა და ასაკის შესახებ ერთიანი აზრი არ არსებობს და მათ რაოდენობას აღრიცხავენ 1-დან 18-მდე. სადისკუსიოა მთანმინდის პარკის მოსწორებული ზედაპირის გენეზისი-ეროზიული ზედაპირია, თუ დენუდაციური პედიმენტი.

მიგვაჩნია რომ მდ. მტკვარს თბილისის მონაკვეთში მორფოლოგიურად გამომუშავებული აქვს პლეისტოცენური ასაკის 6 ტერასა, ერთი ჰოლოცენური და ერთი პლიოცენური, რომელსაც ცხრილის სახით ვიძლევიტ ქვემოთ (ტატაშიძე ზ. 2005).

ცხრილი 6

N	შეფარდებითი	ასაკი (ათასი წელი)	ფაუნა	ტერასის ნომრი	ფერდობი	ტერასის სახელწოდება	ალუვიონის სიმძლავრე, (მ-)	შეფარდებითი სიმაღლე მდ. მტკვრის ტალღევიდან, (მ)
1	ჰოლოცენი	10-12		ჭალა		წყვეტილად მთელ სიგრძეზე	1-8	0,5-1,5
2	ახალი კასპიური	18-20		I	<	დიდუბე-ჩულურეთის	3-4	5-10
					>	ორხევის	3-5	
3	ხვალინური	50-120		II	<	ვაკე-საბურთალოს	3-6	30-40
					>	ავჭალა-ღრმაღელე-ავლაბრის	2-5	
4	საზარული - ზედა	300-400	[18]	III	<	არსენალის		50-70
5	საზარული - ქვედა	400-450		IV	<	კუკია-ნავთლულის	3-4	80-130
6	ზედა ბაქოური	600-650	[19]	V	<	ლოტიკინის	დავაზ.	150-170
					>	მახათა-მეტეხის	დავ.	220-260
7	ქვედა ბაქოური	650-700		VI	>	მუხათგვერდის	დავ.	
8	ზედა პლიოცენი	700-800		VII	>	ქაშვეთის	30	700

<მარცხენაპირეთი >-მარჯვენაპირეთი

- მდ. მტკვრის ქვაბულის აკუმულაციური ძირი დასავლეთიდან იფარგლება თრიალეთის ქედის ტოტებით და აღმოსავლური ბოლოთი, აღმოსავლეთიდან კი ივრის ზეგანის ჩრდილო-დასავლური ნაწილის კიდით. ხეობის გარდიგარდმო მდებარეობა ცვალებადი და რთული ტექტონიკური სტრუქტურების სისტემის მიმართ განაპირობებს მის მოროფოლოგიურ მრავალფეროვნებას, რაც გამოსახულია მისი კალაპოტის ხეობის სხვადასხვა მორფოლოგრაფიაში. ჭალისზედა II ვაკე-საბურთალო-ავლაბრის ტერასა, მდ. მტკვრის ორთავე მხარეზე ვრცელდება, მცხეთა-სოღანლულს შორის. მცხეთის მონაკვეთში „ზაჰესის“ დასახლებამდე მდინარეს მკვეთრად განედური მიმართულებისაა. მარჯვენა მხრიდან ხეობა შევიწროებულია თრიალეთის შტო ქედის მცხეთის ანტიკლინური ქედის, რომელსაც მდინარე ანტიცედეზურად კვეთს და მისი ჩრდილო კლდოვანი კალთა უშუალოდ ეშვება მდინარის კალაპოტში. „ზაჰესის“ დასახლებიდან მდინარე მკვეთრად იცვლის მიმართულებას მერიდიანულზე მდ. სამარხახევის (ნავკისის ხევი) შესართავამდე ანუ სოფ. შინდისის გადაკვეთამდე და იმისადა მიხედვით თუ რა სტრუქტურის და გეოლოგიური აგებულების ქანებს გადაკვეთს მდინარე ქვაბულის ძირის სიგანე მნიშვნელოვნად ფართოვდება 4-5 კმ-მდე (დიღმის ხევი, ავჭალა), ან ვიწროვდება 30-50 მ-მდე, განსაკუთრებით სადაც მდინარე ჰკვეთს შუა ეოცენის ხლართულ-შრეებრივ ვულკანოგენებს (მაგ. მეტეხის უბანი). სოფ. შინდისის განედიდან მდინარე ისევ მკვეთრად იცვლის მიმართულებას და ორთაჭალის ზონაში ისევ იწყებს გაფართოებას, სადაც ჭალისა და ჭალისზედა პირველი ტერასის საერთო სიგანე რამდენიმე კილომეტრს შეადგენს.

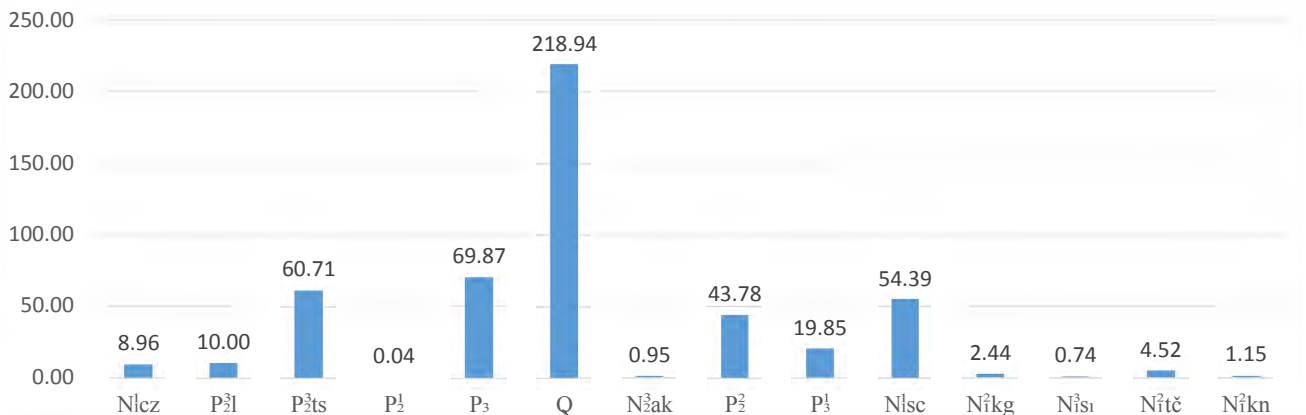
## 5. ქ. თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულება და საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები

თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულება, მისი მორფოლოგია და გეოდინამიკური თავისებურება მეტად რთული და მრავალფეროვანია. ეს განპირობებულია პირველყოფლისა მისი გეოტექტონიკური სტრუქტურების გეოგრაფიული მდებარეობით, კერძოდ კავკასიონისა და აჭარა-თრიალეთის მთათა სისტემების ურთიერთსაპირისპირო მოძრაობებით გვიანალპურ ოროგენეზში და მათი შეჯახებით მათ შორის არსებულ საქართველოს ბელტის მყარ სუბსტატთან, რომელიც მიმდინარეობდა ნეოტექტონიკური პერიოდის ბოლო ეტაპზე აღმავლობის საერთო ფონზე. გეოტექტონიკურად ტერიტორიის უდიდესი ნაწილი მდებარეობს აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-ბლოკური ნაგებობის აღმოსავლური დაბოლოების ზონაში; ტერიტორიის ჩრდილო და აღმოსავლეთი ნაწილები გადადის საქართველოს ბელტის ქართლის მოლასურ ზონაში, ხოლო მისი სამხრული ნაწილი - ართვინ-ბოლნისის ბელტის თეთრინყარო-ასურეთისა და მარნეულის ქვეზონებში, რომელიც ხასიათდება ინტენსიური დაძირვით ზღვიური და მძლავრი ზედანეოგენური და პლეისტოცენური კონტინენტური ნალექების დაგროვებით და კარგად გამოსახული ზენრული და სხვა ტიპის ნაოჭებით და დიზუნქტიური დისლოკაციებით.

ე. გამყრელიძის (Гамкრелидзе И.П 2000) ტექტონიკური დანაწილების თანახმად, თბილისის ტერიტორია შედის სამხრეთ კავკასიონის მთათაშორისი სივრცის აღმოსავლური მოლასური დაძირვის (მტკვრის მთათაშუა როფი) ზონის ქართლის მოლასური ქვეზონის მუხრანტირიფონის ბლოკში და მცირე კავკასიონის (ნაოჭა-შეცოცებითი) ზონის სამხრეთი ქვეზონის ასპინძა-თბილისის სექტორში.

ამრიგად, რეგიონში არსებულმა უკიდურესად რთულმა ტექტონიკურმა გარემომამ (ტექტონიკური ზენრები, შეცოცებები, შესხლეტვები) და შესაბამის პალეოგეომორფოლოგიურ პირობებში წარმოებულმა, როგორც ადრეოროგენულ ალპურში, ასევე გვიანოროგენულ კომპლექსებში და შემდეგში პლიოცენ-პლეისტოცენის ნეოტექტონიკურმა მოძრაობებმა განაპირობეს უკიდურესად რთული გეოლოგიური გარემოს ფორმირება და გეოდინამიკური პროცესების განვითარება.

სტრატეგრაფიული ელემენტები ფართობული (კვ. კმ) გავრცელების მიხედვით



გრაფიკი 6

თბილისის ტერიტორიის ფარგლებში სტატიგრაფიულად ყველაზე ძველი ნალექები ნა-  
მოდგენილია ქვედა ეოცენური (P<sub>2</sub>) ნალექებით, რომელიც უმნიშვნელოდ არის გავრცელებული  
საკვლევი ტერიტორიის უკიდურეს სამხრეთ ნაწილში, ხოლო შუაეოცენი ასაკის ნალექები (P<sub>3</sub>),  
იკავებენ მნიშვნელოვან სივრცეს, როგორც ქალაქის ჩრდილო და სამხრეთ ნაწილებში, ასევე-  
თაბორის ქედზე, ბოტანიკური ბაღისა და ახალგაზრდობის ხეივანის არეალში, მდ. ნავკისისწყ-  
ლის (დაბახანის) ხეობაში (სურ. 9) და მტკვრის ორთავე მხარეზე მეტეხის ხიდთან (სურ. 10).



სურ. 9



სურ. 10

ვ. ალფაიძეს (ალფაიძე ვ. 1970) თავის სადოქტორო ნაშრომში შუა ეოცენის ნალექები და-  
ბახანის ხეობაში აღწერილი აქვს აღმავალ ჭრილში შემდეგი თანამიმდევრობით:

1. ტუფოგენური ქვიშაქვების, მომწვანო-ნაცრისფერი მერგელების და მუქი ნაცრისფერი-მო-  
შავო არგილიტების მორიგეობა;
2. მომწვანო-მოყვითალო უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვები, რომლებიც ზემოთ იცვლებიან კარ-  
ბონატული ქვიშაქვებით და დასერილია კალციტის ძარღვებით;
3. უხეშმარცვლოვანი, სქელშრეებრივი, არაკარბონატული ქვიშაქვების და თხელშრეებრივი  
კარბონატული დაფიქლებული თიხებით მორიგეობა;
4. ტუფოგენური ქვიშაქვებისა და მერგელების მსხვილი ლოდებისაგან აგებული ბრექჩია, ზე-  
ვით ტუფოგენური ქვიშაქვებისა და ტუფების მორიგეობა;
5. ტუფოგენური ქვიშაქვებით, კირქვებით, ფიქლებისა და ტუფების ლოდა-ნამსხვრევი მასალით  
აგებული ბრექჩია, რომლებიც ადრე გ. აბიხმა ხლართულშრეებრივი წყების სახელწოდებით  
აღწერა. მისი სისქე 30-40 მეტრია, თუმცა სხვა ადგილებში, მაგალითად მამადავითის ანტიკ-  
ლინის დაძირულ ნაწილებში, მისი სიმძლავრე ბურღილების მონაცემებით 100მ-ს აღწევს. საყუ-  
რადღებოა, რომ ამ ხლართულშრეებრივი ბრექჩიული კონგლომერატების წარმოშობის საკითხი  
დღემდე სადისკუსიოა. გ. აბიხი მას ბლანტ მდგომარეობაში ამოფრქვეულ ქანად მიიჩნევდა,  
კ. პახომოვი - ნყალქვეშა მენყრებისა და ზვავების შედეგად (ე. წ „ოლისტოტრომებად“), ი. კა-  
ჭარავა, ალ. ჯანელიძე, პ. გამყრელიძე, ნ. სხირტლაძე და მ. რუბინშტეინი ამ სახის ნალექების  
ფორმირებაში მენყრული მოვლენების არსებობას შესაძლებლად მიიჩნევდნენ, მაგრამ ისეთ  
დიდ ფართობებს მოიცავდა, რომ მათი ასეთი ფართო მასშტაბები კატასტროფულ მოვლენებს  
უნდა გამოენვია, თანაც ლოდები ძირითადად ფუძის ქანებისაგან შედგება და ასეთი დიდი ზო-  
მის ლოდების ფუძესთან მოწყვეტა შეეძლო მხოლოდ უჩვეულოდ ძლიერი ძალის ტალღას, რო-  
მელიც შეეძლო ცუნამს ან მის გამომწვევ მინისძვრებს.

თბილისში შუა ეოცენის ნალექები ასევე კარგად არის წარმოდგენილი მის ჩრდილო ნა-

ნილში მდ. მტკვრის ხეობის ორთავე მხარეზე მცხეთის ანტიკლინის ორთავე ფრთაში.

თბილისის ტერიტორიაზე შუა ეოცენს თანხმობით მოსდევს ზედა ეოცენის (P<sub>3</sub>) ფაციესურად მისგან მკვეთრად განსხვავებული ტერიგენული ფლიში, რომელიც ფართოდაა წარმოდგენილი, როგორც რეგიონის სამხრულ, ისე ცენტრალურ და ჩრდილო ნაწილებში და მონაწილეობენ რამდენიმე ნაოჭის აგებულებაში. ზედა ეოცენში გამოყოფილია ორი წყება „ნავთლუღის“ (ანუ ნუმულიტებიანი) წყება და „ავლაბრის წყება“, რომელთა გეოლოგიური ჭრილები კარგად ფიქსირდება მდ. მდ. ლოჭინის, მარტყოფის და საცხენისის ხეობებში, ქალაქის ჩრდ.- დასავლურ ნაწილში, მტკვრის ორივე ნაპირზე, საბურთალოს მიდამოებში, ნათლუღის, ტაბახმელას, შინდისის, ნავკისის, ოქროყანის მიდამოებში, სოლოლაკის მთაზე, მცხეთის ანტიკლინურ სამხრულ ფრთაზე, მუხათგვერდის მიდამოებში და რაც მთავარია მამადავითის ანტიკლინის ქედზე (სურ. 11). კერძოდ, მისი ანტიკლინის ჩრდილო ფრთაში. ვ. ალფაიძეს აღწერილი ჭრილი კოჯრის გზის დასაწყისში შემდეგი თანმიმდევრობით წარმოგვიდგება, რომელიც ლიტერატურაში ცნობილია „მამადავითის წყების“ სახელწოდებით:

1. თხელშრეებრივი მონაცრისფერო ქვიშაქვები და დაფიქლებული თიხები, რომელთა შორის მერგელებიც გამოერევა. სიმძლავრე 150-160 მ. ეს შრეები განლაგებულია შუა ეოცენის ვულკანოგენურ წყებაზე;
2. თხელი და საშუალოშრეებრივი მომწვანო-ნაცრისფერი კარბონატული თიხების მორიგეობა, მერგელებისა და კარბონატული ქვიშაქვების შუაშრეებით. შრეების დაქანება NW 340°, კუთხე 35-40°. ამ შრის სიმძლავრე რამდენიმე ასეული მეტრია;
3. ქვიშაქვებისა და თიხაფიქლების მორიგეობა. ქვიშაქვები უმეტესად არაკარბონატულია, ხშირია თაბაშირის ფირფიტები. სიმძლავრე რამდენიმე ასეული მეტრია. საერთოდ ზედა ეოცენის ნალექების სიმძლავრე გეოლოგ ა. ძიგრაშვილით 1940 მ აღწევს.



სურ. 11

აღნიშნული წყების ნალექები ჩრდილოეთისაკენ სოფ. ბაგებისა და საბურთალოსკენ ვრცელდებიან და შემდეგ მონანილობენ ლისის ქედის აგებულებაში. ამ ადგილებში შრეებში ხშირად გამოიწვევა სქელშრეებრივი უხეშმარცვლოვანი რუხი ფერის ქვიშაქვები. უნდა აღინიშნოს, რომ ზედა ეოცენის ნალექების ქრილის ზედა ნაწილში თიხა-არგილიტებისა და ქვიშაქვების შრეებში ხშირად გამოიწვევა უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვებისა და კონგლომერატების შრეებიც, რომლებიც აღმოსავლეთისაკენ ისოლებიან. ზედა ეოცენური ნალექებით არის წარმოდგენილი აგრეთვე ჯვრის მონასტრის სივრცეში არსებული ბორცვები, სადაც ხშირია მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვებისა და კონგლომერატების დასტები.

**ოლიგოცენური ნალექები (P<sub>3</sub>)** თბილისის უარყოფით მორფოსტრუქტურებთან არის დაკავშირებული. ლითოლოგიურად ეს არის მაიკოპური ფაციესის თიხებისა და ქვიშაქვების მძლავრი წყება, რომელიც თავისი შედგენილობით და თვისებებით ზედა ეოცენის ნალექებს უახლოვდება.

თბილისის ტერიტორიის ფარგლებში ოლიგოცენურ ნალექებს საკმაო ფართობი უკავია მდ. მტკვრის მარცხენაპირეთში - ავჭალის, გლდანის, ნორიოს, მარტყოფის და „თბილისის ზღვის“ მიდამოებში, ხოლო მისი მარჯვენაპირეთის სივრცეში-წყნეთის, ახალდაბის, ოქროყანის, მსხალდიდის, ნოდორეთის, ლისის, ბაგების, კუს ტბის, დიღმის ველის ფარგლებში და მცხეთის მიდამოებში. თბილისის სივრცის გარეთ კი ოლიგოცენის ნალექები კიდევ უფრო მნიშვნელოვანი გავრცელებით სარგებლობენ ქალაქის აღმოსავლეთის მიმდებარე ტერიტორიაზე-სოფ. ასურეთისა და ლოუბანის მიდამოებში, იალღუჯის ქედის ფაგლებში, კუმისის ტბის მიდამოებში და ქ. რუსთავის ჩრდილოეთით.

მართალია, ფაციალურად და ლითოლოგიური შედგენილობით ოლიგოცენის ნალექები არა თუ მის სტრატиграფიულ დიაპაზონში, არამედ ზედა ეოცენური ნალექებიდან ძალიან ცოტა განსხვავებით გამოირჩევიან, მიუხედავად ამისა ოლიგოცენური ასაკის ნალექები დანაწილებულია ორ დონედ: 1. ქვედა ოლიგოცენი - ხადუმის ჰორიზონტი, წარმოდგენილი თიხებითა და თხელშრეებრივი ქვიშაქვების შუაშრეებით და 2. შუა და ზედა ოლიგოცენი - თიხოვანი და ქვიშიანი - თიხოვანი ქანები. ოლიგოცენის ნალექები თავისებური ლითოლოგიის შედგენილობის და თვისებების გამო - თხელშრეებრივი ქვიშაქვები და ფურცლოვანი თიხები, ფხვიერი, ადვილად შლადი ქვიშაქვები, თაბაშირის ფირფიტებით და კრისტალებით მდიდარი, რელიეფის ჩამოყალიბებაში და გეოდინამიკური პროცესების წარმოქმნაში (პირველყოვლისა მეწყრული მოვლენები) განსაკუთრებულ ადგილს იკავებენ (სურ. 12-13).



სურ. 12



სურ. 13

თბილისის ტერიტორიის საზღვრებში ნეოგენური ნალექები პალეოგენურთან შედარებით ნაკლები გავრცელებით სარგებლობენ და ქვაბულის მარჯვენაპირეთში იკავებენ მხოლოდ უკიდურეს სამხრულ ნაწილს დიღომი - მუხათგვერდის სივრცეში. ტერიტორიის გეოლოგიური განვითარებისა და მისი ტექტო-პალეოგეოგრაფიული პირობებიდან გამომდინარე ნეოგენური ნალექები დომინანტ ადგილს იკავებენ მტკვრის მარცხენაპირეთში. ამ ნალექების განსხვავებული ფაციესი და მისი გეოგ-

რაფიული გავრცობის არეალი ნათლად უჩვენებს, რომ თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიურ განვითარებაში პალეოგენური დროის შემდეგ მკვეთრი ცვლილებები მომხდარა.

**ქვედამიოცენური ( $N_1^1$ )** ნალექები თანხმობით ავრცელებენ ოლიგოცენს, თუმცა ფაციალურად მკვეთრად განსხვავებულია ოლიგოცენის თიხური ფაციესისაგან. **მიოცენის საყარაულოს ჰორიზონტი ( $N_1^1 sc$ )** წარმოდგენილია მარჩხი ზღვის ფაციესის კვარც-არკოზული სქელშრეებრივი ქვიშაქვებით.

ქვედა მიოცენის ზედა სართულის ნალექები ცნობილია **კონახურის სართულით ( $N_1^1 cz$ )**, რომლის ლითოლოგიური ფაციესი მკვეთრად განსხვავებულია საყარაულოს წყებისაგან, წარმოდგენილია მუქი თხელშრეებრივი თიხებისა და ქვიშაქვების მორიგეობით. ეს ნალექები გვხვდება მხოლოდ მდ. გლდანისხევის წყალშემკრები აუზის ქვედა ნაწილში და იკავებენ საერთო ფართობის მხოლოდ 2,3 %-ს (სურ. 14).

თბილისის მიდამოებში **შუა და ქვედამიოცენური ნალექების ყარაგანულ - კონკური ( $N_1^2 kr-kn$ ) და ჩოკრაკული ( $N_1^{it}$ )** წყებებით იკავებენ მტკვრის მარცხენაპირეთში დაბალმთიანი გორაკ-ბორცვიანი რელიეფის ზონას, რომელთა ფაციესის ნალექები მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, სადაც ქვედა მიოცენის მარჩხი ზღვის ნალექებში უკვე ჩნდება კარბონატული ფაციესი. ეს ნალექები იკავებენ განედური მიმართულების ვიწრო ზოლს (საერთო ფართობი - 1,2%) ნორიო-მარტყოვის რაიონში ხევძმარი - ორმოიანის სინკლინის და მცხეთა - ნორიო - ხაშმის ანტიკლინური სტრუქტურების სივრცეში, რომელიც იწყება სოფ. ძეგვთან, გადის მცხეთა - გლდანის - მამკოდის სოფლებზე და მთავრდება სოფ. ხაშმის ტერიტორიაზე. ამავე დროს ემთხვევა იმავე მიმართულების მამკოდის შეცოცების ზონას. ამ წყებების ფაციესებში მკვეთრად იკვეთება ჭრილის ქვედა ჰორიზონტის წყალ-მარჩხი არკოზული ქვიშაქვები, დაქვემდებარებული თიხების შუაშრეებით (30 %-მდე) და ზედა-ღრმა ზღვის ფაციესის თიხები (70 %-მდე) ქვიშაქვების ლიმიტირებული მორიგეობით.



სურ. 14

**ზედამოცენური ნალექები ( $N_{1}^3$ )** აგებენ თბილისის მტკვრის მარცხენაპირეთის განაპირა ჩრდილო, აღმოსავლურ და სამხრულ ნაწილებს - მცხეთის, მდ. ხევძმარის ხეობაში, ნორიოს რაიონში და რუსთავის მიდამოებში. ამ ნალექების ქვედა ნაწილები წარმოდგენილია ზღვიური ფაციესით, ხოლო ზედა - კონტინენტური წარმონაქმნებით. თუმცა, ეს ნალექები სრული თანხმობით მიჰყვებიან ერთიმეორეს.

**ზედამოცენური ზღვიური ფაციესის ქვედა და შუა სარმატული ( $N_{1}^3 S_{1} - N_{1}^3 S_{2}$ )** ნალექები მდ. გლდანისწყლის აუზში დაქვემდებარებული გავრცელებით სარგებლობენ და იკავებენ საერთო ფართობის 12%-ს, მცხეთა-მამკოდა-ნორიო-ხაშმის შეცოცების ზონის სივრცეში და ლითოლოგიურად წამოდგენილი არიან კარბონატული ქვიშებით, ქვიშაქვებით, თიხებით, კირქვებით. მათგან ქვედა სარმატის ნალექები, რომლებიც თანხმობით მოსდევენ კონკურ - ყარაგანულ წყებას, იკავებენ მხოლოდ 0,12%-ს და ლითოლოგიურად წარმოდგენილი არიან კარბონატული ქვიშებით, მუქი რუხი კარბონატული თიხებით და ზოგან ქვიშის შუაშრეებით და ქვიშიანი კირქვებით. ნალექების მოცისფრო თიხებისა და კარბონატული ქვიშაქვების შუაშრეებით აგებულია ნორიოს ანტიკლინური სერის ჩრდილო ფრთა ქალა - ხევის კალაპოტში. ამ ნალექების სიმძლავრე 120 მ-ს აღწევს. მდ. ხევძმარის ხეობის მარცხენა მხარეზე ქვედა სარმატული ნალექებით აგებულია ავჭალის სინკლინის გული. მამკოდის ჩრდილოეთით არსებული მონოკლინური სტრუქტურული სერი, რომელიც აგებულია შედარებით მტკიცე და დენუდაციური პროცესებისადმი მდგრადი ქვიშაქვებით, როგორც ჩანს უნდა წარმოადგენდეს გარდამავალ ჰორიზონტს შუა სარმატიდან ზედა სარმატის „ნორიოს“ წყებაში. შუა სარმატული ნალექების სიმძლავრე ბებრის ციხის მიდამოებში 300-350 მ-ს აღწევს, სადაც ოლითურ კირქვებს მოჰყვება რამდენიმე ათეული მეტრის სისქის თხელშრეებრივი ფერადი თიხების და ქვიშაქვების შრეები. ზევით ამ შრეებს თანხმობით მოჰყვება „ნაცხორის“ წყების სქელშრეებრივი ქვიშაქვები, როგორც ჩანს ფერადი წყება წარმოადგენს გარდამავალს ზღვიურ შუასარმატულსა და კონტინენტურ ზედასარმატულს შორის. ნორიოს ანტიკლინის ჩრდილო ფრთაში შუასარმატულის ქვედა ნაწილი წარმოდგენილია თიხების მძლავრი შრეებით, რომელსაც ზემოთ მოჰყვება თიხების, ქვიშაქვების და კირქვების მორიგეობა, რომლებიც ნორიოს დასავლეთით ამალღებულ რელიეფს ქმნიან. ამ ნალექების სიზრქე ნორიოს ზონაში 1000 მ-ს აღწევს.

შუასარმატულ ნალექებს თანხმობით მოჰყვებიან **ზედა სარმატის ( $N_{1}^3 S_{3}$ )** წყება, რომელიც კონტინენტური ფაციესით არის წარმოდგენილი და ასევე თანხმობით იფარებიან მეოტურ-პონტური მოლასებით. ზედასარმატული ნალექები მტკვრის მარცხენაპირეთში საგურამო-იალნოს ქედის ჩრდილო კალთის სივრცეში ყველაზე დიდ ფართობს იკავებენ (64%) და აგებენ ამ ქედის დაბალ და საშუალომთიან ზონას, რომელიც ქართლის ტერიტორიაზე „ნაცხორის წყების“ სახელწოდებით არის ცნობილი. ზედა სარმატის ნალექები წარმოდგენილია 1500 მ-მდე სიმძლავრის სქელშრეებრივი მკვრივი ქვიშაქვების საშუალოშრეებრივი ქვიშაქვების და ქვიშიანი თიხების მორიგეობით, რომელთა შუა გამოერევა კონგლომერატებისაგან შემდგარი დასტები, ზოგჯერ მიკროკონგლომერატების ლინზებით, რომლებიც ხშირად გადადიან გრაველიტებში. ნალექებს ხშირად ეტყობათ დიაგონალური შრეებრიობა, ზოგჯერ 5-7 დასტით არიან წარმოდგენილი. მთლიანობაში ზედა სარმატის ნალექებში დომინირებს ქვიშაქვების მორიგეობა უსტრუქტურო კარბონატულ თიხებთან, ფერად თიხებთან და თიხნარებთან. ქვიშაქვები ხლართულ და ირიბშრეებრივი თვისებებით ხასიათდებიან, ცალკეული შრეების სიზრქე 0,1-4 მ-მდე მერყეობს (დომინირებს 1,5 – 1,8 სიზრქის), ზოგან წარმოდგენილია 10-20 მ სიმძლავრის დასტებით. ზედა სარმატის მოლასური ნალექების ლითოლოგიურ-პეტროგრაფიული შესწავლა მოწმობს, რომ წყების ჩრდილო ნაწილში დომინირებს კავკასიონის

მასალა, ხოლო მის სამხრულ ნაწილში კავკასიონის მასალის გვერდით ჩნდება აჭარა - თრიალეთის გადარეცხილი მასალა.

თბილისის ტერიტორიაზე რელიეფის განვითარების ისტორიის დადგენისა და საინჟინრო-გეოლოგიური და გეოდინამიკური პრობლემების სათანადო დონეზე შეცნობის თვალთახედვით განსაკუთრებულ ადგილს იკავებს მეოთხეული ნალექების (Q) ყველა მიმართულებით შესწავლა- შეფასება. თბილისის ტერიტორიაზე ფართოდ არის განვითარებული პოლიგენეტიური მეოთხეული ნალექები, თუმცა არათანაბრად გადანაწილებული. მათ შორის განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობენ ფერდობულ-ელუვიურ-დელუვიური და დელუვიურ-პროლუვიური, ალუვიური, ტბიურ-ალუვიური და ტექნოგენური (ანთროპოგენური) ნალექები, რომლებიც ადგილის გეომორფოლოგიური და პალეოგეოგრაფიული პირობებიდან გამომდინარე ქალაქის სივრცეში წარმოდგენილი არიან სხვადასხვა გენეტიური ჯგუფებით და ფაციალურ-ლითოლოგიური შედგენილობით.

**ელუვიურ-დელუვიური და დელუვიურ-პროლუვიური ნალექები (Qed-dp)** თითქმის თბილისის ტერიტორიის ყველა გეომორფოლოგიურ - გენეტიკური ტიპის რელიეფის ზედაპირს ფარავენ 5-50°-ის დახრილობის ფარგლებში. ამის მთავარი განმაპირობებელია მეოთხეულამდელი სუბსტრატის გამოფიტვა - დენუდაციური და ეროზიული პროცესებისადმი უკიდურესად მაღალი სენსიტიურობა, რელიეფის ენერგეტიკული პოტენციალი და გამოფიტული მასალის მატრანსპორტირებელი ოპტიმალური გარემო - ფერდობების დახრა - დანანევრება და ხშირი ნალექიანობა. ამასთან, მიუხედავად იმისა, რომ ეს ნალექები ფართო საყოველთაო გავრცელებით სარგებლობენ მათი ფაციალურ - ლითოლოგიური შედგენილობა და სიმძლავრეები მნიშვნელოვნად განსხვავებულია. პირველყოვლისა, დელუვიური ნალექების მომცემი წყარო არის ძირითადი ქანების სუბსტრატის დამოკიდებულება კლიმატის რეაქციისადმი და ელუვიური ზონის ფორმირება. თბილისის სივრცეში არსებული სუბსტრატის 80%-მდე ხასიათდება გამოფიტვის და დენუდაცია - ეროზიის პროცესებისადმი მაღალი მგრძობიარობით. ამას ემატება ქანების ინტენსიური დისლოცირება და ტექტონიკური აშლილობა. ამიტომაც, გამოფიტვის ქერქის სიმძლავრე საკმაოდ მაღალია. სოლოლაკში, ახალგაზრდობის ხეივანში სამშენებლო კომპლექსის მოედნის სივრცეში გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ ტერიტორიის საინჟინრო - გეოლოგიური პირობების შეფასებისას ჩატარებული გეოფიზიკური კვლევებით (წერეთელი ე., გაფრინდაშვილი მ. 2007), აქ არსებული ყველაზე მდგრად შუა ეოცენის ვულკანოგენურ ქანებშიც კი ძლიერ ნაპრალოვანი ვულკანოგენური ქანების ინტენსიური გამოფიტვის სიმძლავრე შეადგენს 6,0 მეტრს (მესხია ნ., და სხვები 2007). თუ გავითვალისწინებთ, რომ თბილისის ტერიტორიაზე არსებული ყველაზე მტკიცე მდგრადი შუა ეოცენის ქანების მაჩვენებელი გამოფიტვის ზონაში ასეთი მაღალია, მაშინ გასაგები იქნება თუ ზედა ეოცენისა და ოლიგოცენურ - მიოცენის ქანებში რამდენად დაქვეითებული იქნება გამოფიტვის ქერქის მდგრადობა ეროზია - გრავიტაციული პროცესების მიმართ. აქედან გამომდინარე, იმისდა მიხედვით, სუბსტრატის ქანები თუ რა ლითოლოგიური შედგენილობისაა, როგორია მათი სტრუქტურული კავშირი, ტექტონიკური აშლილობა და რელიეფის როგორი ენერგეტიკული პოტენციალის გარემოში იმყოფებიან, გამოფიტვის პროცესი და მისი ელუვიონის ფორმირება მიმდინარეობს სრულიად განსხვავებულად. სწორედ, გამოფიტვის ინტენსივობასა და მის დეზინტეგრაციაზე არის დამოკიდებული თუ სად რა სახის ფერდობული ნალექების ფორმირებასთან გვექნება საქმე. ქედებისა და სერების დიდი დახრილობის კალთებზე, სადაც გაშიშვლებულია ძირითადი ქანები ყველგან აქტიურად მიმდინარეობს პერიოდულად განახლებადი გრავიტაციული პროცესები და მათ კალთებზე და ძირში უხეში კოლუვიონის ფორმირება. ამის კლასიკური მაგალითები გვაქვს თბილისის მტკვრის მარჯვენაპირეთის თითქმის ყველა ქედის

კალთებზე, ქალაქის ფარგლებში და წყნეთისა და თბილისი - კოჯრის საავტომობილო გზის მრავალ უბანზე, ნუცუბიძისა და თრიალეთის ქედის აღმოსავლურ დაბოლოებაზე.

ტიპიური დელუვიური ნალექები, ხშირად პროლუვიურ ნაფენებთან ერთად თითქმის ყველგან ფარავენ მტკვრის ქვაბულის სივრცეს ქედების ძირიდან მოყოლებული მდ. მტკვრის კალაპოტამდე. ჩვეულებრივ ამ ორი გენეტიკური ჯგუფის ნალექები ისეა ერთმანეთში არეული, რომ მათი განცალკევება თითქმის შეუძლებელია, რადგან მთლიანობაში წარმოადგენს მთის კალთებიდან გამოფიტული მასალის ფართობული ჩამორეცხვის შედეგს. განსხვავება მხოლოდ მათ ლითოლოგიურ ბუნებაშია. მაგრამ, იმისდა მიხედვით თუ რომელ გეომორფოლოგიურ ელემენტში მოხდა მათი ფორმირება, დისპერსიული და გრავიტაციული ნამსხვრევი მასალის ურთიერთჩანაცვლების პროცენტული შედგენილობა იქნება დიამეტრიულად განსხვავებული. მაგალითისათვის, ნუცუბიძის პლატოს ფერდობის ძირში ღორღოვან-ნამსხვრევი მასალა 50-60%-ს აღემატება. გუდიაშვილის ქუჩაზე საქართველოს მუზეუმის მოპირდაპირე მხარეზე 2 მ-მდე სისქის ტექნოგენური ნაყარის ქვეშ შიშვლდება 3 მ სიმძლავრის ყვითელი ფერის ქვიშანარ-თიხნარი, შრეებრიობას მოკლებული, სუსტად გამკვრივებული წვრილი ნატეხოვანი ღორღით შევსებული 10%-მდე, რომლის ქვეშ მოდის რუსთაველის ტერასის ნალექები. იმავე ტერასის გაგრძელებაზე „ზემელთან“ ახლოს „მარკოპოლოსთან“ 18 მ სიღრმის სამშენებლო ქვაბულში აღწერილი გვაქვს ღია ყავისფერი თითქმის ერთგვაროვანი შეფერილობის, შრეობრიობას მოკლებული, მკვრივი კონსისტენციის თიხნარი, 5 – 10 %-მდე ნამსხვრევი მასალის ჩართვით. ძველი ხეობის დელუვიურ-პროლუვიური ნაფენების ამოვსების თვალსაჩინო მაგალითი გვაქვს ვაკის სასაფლაოსთან. აქ იზოკლინურ ნაოჭში გაჭრილ ხევში დალექილია ქვიშა - თიხისა და ღორღის მასალა - 20-25 მ სიმძლავრის. ძველი ხეობის ამოვსების კარგი მაგალითები გვაქვს აგრეთვე წყნეთისკენ მიმავალ გზაზე და საკუთრივ დაბა წყნეთის ტერიტორიაზე, სადაც რუსთაველის ქუჩის მიდამოებში მისი სიმძლავრე 20 მ-ს აღწევს (ე. წერეთელი, გ. ლომინაძე).

მდ. მტკვრის მარჯვენა I ჭალისზედა ტერასის დილმის სანერგე მეურნეობის ფართო ტერიტორია გადაფარულია დელუვიური ნაფენებით, რომელიც მოტანილია მის სამხრეთით უფრო მაღალი ტერასების დანვიმების დენუდაციური პროცესების ზემოქმედებით. ეს ნალექები, რომლებიც ფარავენ ტერასულ ნალექებს, წარმოდგენილია ღია ყავისფერი, მაკროფოროვანი თიხებით თეთრი ფერის მარილის ფიფქებით, ნახევრად მაგარი კონსტიტენციით. ამ ნალექების საერთო სიმძლავრე მერყეობს 2,80 – 5,0 მ საზღვრებში, ყოველგვარი სხვა უხეში მასალის მინარევების გარეშე, აქედან 0,30-0,80 მ ფენას წარმოადგენს განიადაგებული გრუნტი (წერეთელი ჯ. 1959).

საბურთალოს რაიონში ვაჟა-ფშაველას, ყაზბეგის გამზირის და დელისის მიდამოებში კარგად ჩანს, რომ ჩადაბლებული ადგილები ამოვსებულია პროლუვიურ-დელუვიური ნალექებით, წარმოდგენილი მოყვითალო - ჟანგისფერი თიხებით, თიხიანი - ქვიშებით და რუხი ფერის ღორღოვანი თიხებით, რომელიც წარმოადგენს ზედა ეოცენის და მაიკოპური ფაციესის ქანების დენუდაციის პროდუქტს. გეოლოგ ვ. ალფაიძეს (ალფაიძე ვ. 1970) ვაჟა-ფშაველას გამზირის მიდამოებში იზოტოპების ქარხნის შენობის ტერიტორიაზე აღწერილი აქვს რუხი ფერის ქვიშიანი თიხებისა და ღორღის ფენები, რომლის საერთო სიმძლავრე 20 მ-ს უნდა აღემატებოდეს. მსგავსი ქრილი, წარმოდგენილი ღია ყავისფერი ქვიშიანი და თაბაშირიანი ქვიშებით, ღორღისა და ნამსხვრევი მასალის მონაწილეობით აღწერილი აქვს ყაზბეგის გამზირის №19-ში გაჭრილ 40 მ-იან ჭაბურღილში, სადაც დელუვიურ-პროლუვიური ნალექების საერთო სიმძლავრემ 28 მ შეადგინა.

დელუვიური ნალექების მძლავრი ნაფენი (20-25 მ-მდე სიმძლავრით) ზედა ეოცენის ეროზიულ ზედაპირზე ფართოდაა წარმოდგენილი წყნეთის ტერიტორიაზე, ბაგების ხევისა და წყნეთი-ახალდაბის ზონაში (გარემოს ეროვნული სააგენტო, 2015).

ფერდობული ნალექები დელუვიონის სახით უფრო ფართოდაა წარმოდგენილი ქვაბულის მარცხენაპირეთის მდ. მტკვრის ტერასის გავრცელების სივრცეში, რომელთა გარკვეული სიმძლავრეებით (10-40 მ) იფარება ყველა ტერასის ზედაპირი. ამასთან, ეს ფაციესი უფრო მსუბუქი ლიოსისეზური თიხებითაა წარმოდგენილი და გაცილებით ნაკლები პროცენტით შეიცავენ სუბსტატის ნამსხვრევ მასალას და მის პროლუვიურ წარმონაქმნებს. თიხნარ - ქვიშნარის ფაციესით წარმოდგენილი დელუვიონის ქრილები კარგად შიშვლდება სოფ. ქვემო ავჭალის მიდამოებში, ვარკეთილისა და ლილოს ტერიტორიაზე. გეოლოგ გ. კუნჭულიას მიერ შექმნილი ქუჩის მიდამოებში მდ. ხევძმარის მარცხენა მხარეზე მტკვრის II ტერასის ზედაპირზე გაჭრილ ორ ჭაბურღილში გამოიკვეთა დელუვიური ნალექები 20 მ-მდე სიმძლავრის, წარმოდგენილი ლითოლოგიურად იდენტური ლიოსისეზური თვისებების თიხისა და ქვიშის ფაციესით.

წინანდლის ქ. №9-ში №1 კლინიკური საავადმყოფოს ტერიტორიაზე გეოლოგ ი. სირაძის (29) მიერ გაჭრილ ჭაბურღილებში აღწერილია ლიოსისმაგვარი ყავისფერი თიხნარი სულფატური მარილებით თაბაშირიანი, იშვიათად წვრილი ხვინჯის ჩანართებით, მყარიდან რბილპლასტიკურამდე კონსისტენციით, რომელიც ზემოდან გადაფარულია 40-50 სმ სიზრქის ნიადაგის ფენით, ხოლო 19-20 მ სიღრმეზე მათ ქვეშ უდევს 2 მ-მდე სიზრქის სუსტად შეცემენტებული ალუვიური ნალექები.

ელუვიურ-დელუვიური ნალექები განსხვავებული ფაციალური შედგენილობით და თვისებებით არიან წარმოდგენილი საგურამო-იალნოს ქედის სამხრულ კალთაზე, მდ. გლდანისწყლის აუზის სივრცეში. მათი ფაციალური შედგენილობა იცვლება დისპერსიული თიხური ფაციესიდან უხემნამსხვრევ ღორღოვანით, უმეტესად ერთმანეთში არეული, ხოლო სიმძლავრეები ერთეული მეტრებიდან სამ ათეულ მეტრამდე. ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოირჩევა ტექტონიკურ რღვევებთან დაკავშირებული, ძლიერ აშლილი და გრავიტაციულად გადაადგილებული ოლიგოცენ-მიოცენის ქვიშა-თიხოვანი ფაციესის ნალექებით აგებული ფერდობები, რომელთა პირველადი სტრუქტურული წყება დაირღვა ეროზიული პროცესებით რელიეფის ფორმირების საწყის ეტაპზე ახვეებისა და ეროზიული ჩაჭრის შემდეგ. მათი ამგები ქანები გარეგნულად ინარჩუნებენ ძირითადი სუბსტრატის თვისებების ჰაბიტუსს, თუმცა მნიშვნელოვნად დაქვეითებული მდგრადობის თვისებებით. ამ სახის ეგზოტექტოგრაფიკული პროცესებით აშლილი წყებების ქრილები ფართოდაა წარმოდგენილი მდ. გლდანისწყლის აუზში მამკოდის, ტურის ხევისა და სხვათა ტექტონიკური აშლილობების ზონებში. ვფიქრობთ, ამ სახის რთული პალეოგეოდინამიკური პირობების გაუთვალისწინებლობამ გამოიწვია ის გართულებები, რომელსაც ადგილი ჰქონდა ამ რეგიონის სივრცეში თბილისის შემოვლითი გზის შერჩევისა და მშენებლობის პროცესში (გარემოს ეროვნული სააგენტო, 2016).

მდ. გლდანისწყლის აუზის ზემო ნაწილში ყურადღებას იქცევს მისი ის შენაკადები, რომლებიც სათავეს იღებენ საგურამო - იალნოს იმ თხემისპირა ზონიდან, რომელიც აგებულია მიო - პლიოცენური უხეში მოლასებით და ახდენენ ტიპური ღვარცოფული ხასიათის პროლუვიური ნალექების ფორმირებას. ამ ხევიდან გამოტანილი მასალა ფართოდაა მიმოფანტული ამ წყალგამყოფი ქედის კალთის ზემო ნაწილში. ამის მაგალითია, მამკოდის ხევიდან პერიოდულად გამოტანილი გადარეცხილი კონგლომერატების შლეიფები, რომელთა ფართობები რამდენიმე ათეულ ჰექტარს აღწევს და ზოგ უბანზე მათი სიმძლავრეები 5 – 10 მ-ს აღემატება.

**ალუვიური ნალექები (აღ) თბილისის ტერიტორიაზე** ძირითადად წარმოდგენილია მდ. მტკვრის

ტერასებით და ნანილობრივ მისი მთავარი შენაკადებით (ვერე, გლდანულა, დილმისწყალი). ალუვიური ნალექებით აგებულია მდ. მტკვრის ყველა ტერასა - ჭალის ტერასიდან დაწყებული და ზედაპლიოცენური - ქაშვეთ - ნილუბნისა და სამგორის კონგლომერატებით დამთავრებული. თუმცა, მაღალ ჰიფსომეტრიულ დონეზე არსებული ძველი ტერასების ალუვიური ნალექების უმეტესობა გადარეცხილია (განსაკუთრებით მარჯვენა მხარეს) და შემორჩენილია მხოლოდ მათი ფრაგმენტები.

მდ. მტკვრის ტერასებიდან ყველაზე ძველია ( $N^3_a$ ) ქაშვეთ - ნილუბნისა და სამგორის კონგლომერატები, რომელიც ზედა პლიოცენურად (ალჩაგილური) არის დათარიღებული. სტრატეგრაფიულად მომდევნო უძველეს ნარმოადგენს მახათას, ყენის, ძეძვის, გორების, ნაქალაქევის, ზემო ავჭალის მაღლობების და მუხათგვერდის ტერასები, რომლებიც იკავებენ აბს. სიმაღლეს 630 მ-ზე და შეფარდებითს მდ. მტკვრის კალაპოტიდან 240 – 250 მ-ს. აგებულია სუსტად შეცემენტებული როჭკნარ - კაჭარისაგან, რომელთა ჭრილები ეროზიულ ხევებსა და საფეხურებში ფიქსირდება 2-4 მ სიმძლავრის კონგლომერატებით. ქვარგვალეები ზედაპირზე გადაფარულია მოყვითალო ან მოთეთრო ფერის თაბაშირით ან კარბონატული შედგენილობის თხელი ფენით. ალუვიონის შემადგენლობაში ჭარბობს კავკასიონის სამხრული ფერდის ფლიშური მასალა. მახათის შესატყვისი, ნაქალაქევის მაღლობის საკმაოდ ვრცელ ვაკეზე ასევე ფიქსირდება 3-4 მ სიმძლავრის კონგლომერატები. მახათის ტერასის ალუვიონის სინქრონულად არის მიჩნეული ჯვარის ტბის ალუვიური ნალექები. იმავე მახათის ტერასის სინქრონულად აღწერს დ. წერეთელი (Церетели Д. В. 1966) მუხათგვერდის ტერასულ ზედაპირს 640 – 670 მ-ზე ზღ. დ-დან და 235-250 მ-ზე მდინარის კალაპოტიდან. ალ. ჯანელიძე მახათის ტერასის სინქრონულად მიიჩნევს ავჭალის ტერიტორიაზე მდ. მტკვრის მარცხენა მხარეზე ზემოავჭალის დისლოკაციის სამხრეთით გადაბრუნებულ ფრთაზე გამოშუშავებულ ტერასას, დეფორმირებული ტექტონიკური მოძრაობებით, რომელიც მდებარეობს 660-685 მ. აბს. სიმაღლეზე და მასზე შემორჩენილია 1 მ-მდე სიმძლავრის ალუვიონი.

ამრიგად, თუ მახათის მომდევნო ზედაპლესტოცენამდელი ტერასების მორფოლოგიური მდებარეობა ნათლად კარტირდება და მათი ამგები ალუვიური ნალექების სიმძლავრე, განლაგებული ეროზიულად გადარეცხილ ზედაპირებზე - 2-5 მ ფარგლებში მერყეობს და ისიც წყვეტილად არის გავრცელებული, განსაკუთრებულად ცუდად არის შემონახული მტკვრის მარჯვენა მხარეზე და მათ შორის მეორე ტერასაზეც უფრო ადრინდელი ნალექები. სოლანლულის მიდამოებში ალ. ჯანელიძისა და დ. წერეთლის მიერ აღწერილია III, IV ტერასები, რომელთა ჩაჭრილ ხრამში გამიშვლებულია 2-3 მ სიმძლავრის მაგრად შეცემენტებული კონგლომერატები.

ალუვიური ნალექებიდან მდინარის ორთავე მხარეზე კარგადაა შემონახული საბურთალო-ავლაბრის ტერასების ჭრილში, ნარმოადგენილი 1,5-4 მ სიმძლავრის კონგლომეტარებით.

ალუვიური ნალექები უწყვეტი გავრცელებით სარგებლობენ მდინარის ორივე მხარეზე I და II-ჭალისზედა ტერასების სახით, რომლებიც ამავე დროს ჭალის ტერასებთან ერთად ჰქმნიან ხეობის ქვედა დონის ერთიან ტერასულ ველს დიდუბე-ჩულურეთის სახით. ტერასული ნალექები ნარმოადგენილია კარგად დამუშავებული სხვადასხვა სიდიდის ფრაქციის კენჭნარით (<80%) და კაჭარით (>15%) და ქვიშა-ხრემის შემავსებლით (20-25%). I ტერასის და ჭალის ზედაპირები თითქმის მთელ სიგრძეზე გადაფარულია განსხვავებული სიმძლავრის (0,7-4,5 მ) ჭალის ფაციესის ნალექებით (ძირითადად ქვიშნარით), რომელიც ლიოსისმაგვარი თვისებების მქონე ნაფენებს ქმნიან.

**ტბიური ნალექები ( $Q_{III}$ ).** თბილისის ტერიტორიაზე ტბიური ნალექები ფერდობულ და ალუვიურ ნალექებთან შედარებით შეზღუდული გავრცელებით სარგებლობენ, თუმცა მეტად თავისებური ლითოლოგიური ხასიათით და ნარმოშობის გეოლოგიური თვისებებით გამოირჩევიან.

ტბიური ნალექების გავრცელების მთავარი მორფოლოგიური ერთეულებია თბილისის ცირკისა და გმირთა მოედნის ტერიტორია, საბურთალო-დელისის დეპრესიები, მუხათგვერდის ტერიტორია, გლდანის და „თბილისის ზღვის“ ტერიტორიის სივრცე. ჰორიზონტალურად განლაგებული მოცისფრო-ნაცრისფერი ზოლებრივი, თხელშრეებრივი პლასტიკური თიხები და ქვიშიანი თიხები, ცირკის ტერიტორიის მალლობში, რომელზედაც დაფუძნებულია ნაგებობა, თამარ მეფის გამზირის მხრიდან ვ. ალფაიდის მიერ 22-24 ს სიმძლავრის გაშიშვლებულ ქრილში აღწერილია შემდეგი თანმიმდევრობით (ალფაიძე ვ., 1970).

1. მოცისფრო ზოლებრივი თიხები (გამოფიტულ მდგომარეობაში ჟანგისფერი), 10 მ-ის შრე;
2. ისევე ზოლებრივი თიხები და ქვიშიანი თიხები - 5 მ;
3. ზოლიანი ქვიშიანი თიხები, სხვადასხვა სიზრქის (მცირედან 3,0 სმ-მდე) კარგად დამუშავებული კენჭნარის ლინზებით, რომელშიდაც გამოერევა ქვიშაქვების დაკუთხული ნატეხები - 3 მ სისქის შრე;
4. კონგლომერატი სუსტად შეცემენტებული სხვადასხვა ზომის (ძირითადად 3-5 მ) ქვარგვლებით აგებული, რომელშიდაც ჭარბობს კავკასიონის მასალა. ამის გვერდით გვხვდება ცუდად დამუშავებული ზედაეოცენური ქვიშაქვის ნამსხვრევი მასალა, სიზრქე 5-6 მ.

ცირკის ამაღლების ტერიტორიაზე ტბიური ლენტური თიხების და ქვიშიან-თიხების სიმძლავრეები 50მ-ს აღწევს და ბევრად ღრმად მდებარეობს, ვიდრე მტკვრის დღევანდელი კალაპოტი. მეორე მხრივ, ყურადღებას იქცევს მდინარისაკენ მიმართული ამ ამაღლების მორფოლოგიური ბუნება, სადაც ხეობის ამ უბნის მონაკვეთში კალაპოტისაკენ მიმართული ფერდობი ზედა ეოცენის კლდოვანი ქანებით პირდაპირ ეშვება კალაპოტში და მათ შორის ბარიერს ჰქმნის.

გ. ჯაფარიძის მონაცემებით გმირთა მოედნის სივრცეში ტელესტუდიის ტერიტორიაზე გაჭრილ ჭაბურღილში ტბიური ნალექების სიმძლავრე 48 მ შეადგენს და წარმოდგენილია შემდეგი თანმიმდევრობით (Джапаридзе Г.В. 1984).

1. ტექნოგენური გრუნტი - კაჭარ-ლოდნართა და ქვიშა - ხრეშით შევსებული-3 მ სიმძლავრის;
2. ტბიური ყვითელი ფერის, მკვრივი, მძიმე თიხნარი-9 მ-ის სიმძლავრის;
3. ლურჯი ფერის თიხები, მკვრივი, პლასტიკური, 29 მ სიმძლავრის;
4. ზედა ეოცენის ძლიერ სახეცვლილი გამოფიტული ქანების ფენა, წარმოდგენილი რბილი თიხებით და მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვებით, 3 მ სიმძლავრის.

ქ. თბილისში გმირთა მოედნისა და თამარაშვილის ქუჩის დამაკავშირებელი გზის პროექტის დამუშავებასთან დაკავშირებით, 2009 წელს გმირთა მოედანზე გაჭრილ რამდენიმე ჭაბურღილში შესწავლილ იქნა ტბიური ნალექები (გოგმაჩაძე ს. 2009). კერძოდ, ჭაბურღილ № 3-ში აღწერილია:

1. ტექნოგენური ნაყარი გრუნტი - თიხნარი კენჭნარის ჩანართებით, 1-მ-მდე;
2. ღია ყავისფერი თიხნარი, ნახევრად მაგარი, 2,6 მ სიმძლავრის;
3. ყავისფერი თიხნარი, მსუბუქი, მაგარპლასტიკური - 3,5 მ სიმძლავრის შრე;
4. ნაცრისფერი თიხა, მაგარპლასტიკური, საშუალო და დიდი რაოდენობის ქვიშაქვების ნამსხვრევების ჩანართებით 45%-მდე, 2 მ სიმძლავრის;
5. ნაცრისფერი მაგარპლასტიკური თიხნარი, 10 მ სიმძლავრის;
6. ნაცრისფერი თიხა, მაგარპლასტიკური, საშუალო და დიდი რაოდენობის ნამსხვრევი ქვიშაქვების ჩანართებით (45%-მდე), 1,5 მ სისქის შრე;
7. ზედა ეოცენის ძლიერ გამოფიტული ნაცრისფერი არგილიტებისა და ქვიშაქვების მორიგეობა, შეფარდებით 60-40%, სიმძლავრე-4,5 მ;

8. სალი ქვიშაქვის სუბსტრატი.

გეოლოგი ა. კვარცხავა ვერეს ხეობის მარჯვენა ფერდზე ვაკის მენყრის გავრცელების სივცე-ში აღწერს ტბიურ ნალექებს, რომელიც წარმოდგენილია (*Кварцхава П.Ф. 1969*):

1. ზედა ჰორიზონტი სხვადასხვა სიდიდის რიყნარით და ქვიშა-თიხნარის შემავსებლით;
2. ქვედა ჰორიზონტი მოყვითალო-ტალახისფერი შეფერილობის საშუალო და მსუბუქი თიხნარით და ქვიშნარით, გათიხებული ქვიშის ლინზებით და როჭკნარ-რიყნარის შუა შრეებით, საერთო სიმძლავრით 20 მ-მდე;
3. მოლურჯო-ნაცრისფერი შეფერილობის მტვრისებური სტრუქტურის მქონე მკვრივი თიხნარი, ნათლად გამოკვეთილი წვრილი შრეებრიობით და ლენტური სტრუქტურით. ქვედა ნაწილში ძირითადი ქანების კონტაქტთან თიხები და თიხნარები უფრო დიდი რაოდენობით შეიცავენ ქვიშას და ეს ქვიშიანი შრე გადადის ნახევრადკლდოვანი ქანების ჰაბიტუსში და იღებს მკვეთრად გამოკვეთილ ლენტურ სტრუქტურას. ლითოლოგიურად წარმოადგენს თიხნარის, თიხების და ქვიშნარის შრეშენაცვლეობას უხეში მასალის ჩანართებით დიდ დიაპაზონში ცვალებადობით, ამ ნალექების საერთო სიმძლავრე 42 მ - მდეა.

იგივე ავტორი ყოფილი სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ეზოში გაჭრილ ჭაბურღილში (№ 5) გეოლოგიურ ჭრილს აღწერს შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. 0-28,5 მ - მდ. ვერეს ალუვიური და პროლუვიური ნალექები;
2. 28,5-36,0 მ - მოლურჯო - მონაცრისფრო პელიტური თხელშრეებრივი მძიმე თიხნარი;
3. 36,0-40,0 მოლურჯო ნაცრისფერი პელიტური თხელშრეებრივი მკვრივი თიხები;
4. 40,0-46,1 მოლურჯო-ნაცრისფერი მსუბუქი თიხები სხვადასხვა სიდიდის ფრაქციის რუხი ფერის ქვიშის შუაშრეებით;
5. 46,1 მ-დან ზედა ეოცენური ქვიშაქვები და არგილიტები.

საყურადღებოა, რომ ამ ჭრილის მიხედვით ტბიური ნალექების ძირი მდ. ვერეს თანამედროვე კალაპოტზე ღრმად არის განლაგებული. პ. კვარცხავას მონაცემებით მდ. ვერეს პალეოხეობის ყველაზე დაბალი აბსოლუტური ნიშნული 388,2 მ სიმაღლეზე მდებარეობს, მაშინ როდესაც მდ. ვერეს თანამედროვე კალაპოტის აბსოლუტური სიმაღლე 413 მ-ზე მდებარეობს. ამრიგად, გამოდის, რომ პალეოხეობის ძირი დღევანდელთან შედარებით (რომლის აბსოლუტური სიმაღლე 413, 0 მ) 25 მ-ით დაბლა მდებარეობს.

გეოლოგ ს. გოგმაჩაძეს (გოგმაჩაძე ს. 2013) ქ. თბილისის მე-9 საავადმყოფოსა და ხიჩინაშვილის კლინიკის ჩრდილოეთით მიმდებარე ტერიტორიაზე 22 სართულიანი სახლის მშენებლობისათვის ჩატარებული კვლევებით 50 მ სიღრმის № 2 ჭაბურღილში შესწავლილი აქვს ტბიური ნალექები, რომლის გეოლოგიური ჭრილი შემდეგი ხასიათისაა:

1. ტექნოგენური ნაყარი - თიხნარი ქვიშაქვების ნამსხვრევებით, ლორღის, ხვინჭისა და სამშენებლო ნამსხვრევების შემცველობით 20%-მდე, მაგარი და მაგარპლასტიკური შედგენილობის, 1,5 მ სიმძლავრის;
2. ალუვიური კენჭნარი ცალკეული კაჭარების იშვითი ჩანართებით, თიხნარის შემცველობით 30-40%-მდე, საშუალო სიმკვრივის, ძლიერ ტენიანი, 9,8 მ სიმძლავრის;
3. თიხნარი მოყვითალო-ნაცრისფერი, ხრეშის, ხვინჭისა და ლორღის შემცველობით 20-30%, მაგარპლასტიკურ, სიმძლავრე - 2მ;
4. მოყვითალო-ნაცრისფერი თიხა-ხრეშის, ხვინჭისა და ლორღის შემცველობით 20-30%- მდე, მაგარპლასტიკური, სიმძლავრე-6,5 მ;

5. მოყვითალო-ნაცრისფერი თიხნარი, ქვიშის შუაშრეებით, მაგარპლასტიკური, სიმძლავრე-5 მ;
6. მუქი მოლურჯო-ნაცრისფერი თიხა ტბიური ნალექებისათვის დამახასიათებელი სუნით, ნახევრად-მაგარი, სიმძლავრე-14,5 მ;
7. არგილიტი მოლურჯო-ნაცრისფერი, სუსტად გამოფიტული, შესუსტებული სიმტკიცის, სიმძლავრე -5,5 მ.
8. არგილიტი მუქი მოლურჯო-ნაცრისფერი, მასიური, სუსტად გამოფიტული, შესუსტებული სიმტკიცის, ხილული სიმძლავრე -6მ.

ზოლებრივი ტბიური თიხები გვხვდება ყოფილ ტრესტ „საქნავთობის“ შენობის ეზოში და მის მახლობლად, რომელიც გრძელდება თამარ მეფის ხიდის მიმართულებით.

ტბიური ნალექების სრულიად ახალი ქრილი გაშიშვლდა თამარ მეფის გამზირიდან ამაველი გზის ფერდზე ზედა ეოცენის ნყების 20 მ-მდე სიღრმის გაჭრილ ქვაბულში, „აკადემქალაქის“ მეორე ტერასაზე ამაველი გზის ფერდზე ზედა ეოცენის 20 მ-მდე სიღრმის გაჭრილ ქვაბულში, გეოლოგების ე. წერეთლის და ზ. კვარაცხელიას მიერ აღწერილ ქრილში ზედა ეოცენის ეროზირებულ სუბსტრატზე უთანხმოდ არის განლაგებული მოყვითალო ფერის შრეებრივი პლასტიკური სტრუქტურის ტბიური თიხნარი, სადაც ქრილის ქვედა 5 მ სიმძლავრის ნყებაში საერთოდ არ არის არც მდინარეული და არც გრავიტაციული ნაშალი მასალა. ზემოთ 2 მ სიმძლავრის შრეში თიხურ ფაციესში შუაშრეების სახით გამოერევა ჟანგისფერი ქვიშა-ქვიშნარი, წვრილი ქვარგავლებისა და გრაველიტების ჩანართებით, შედარებით გამკვრივებული, ხელით ადვილად იშლება და პლასტიურობას თითქმის კარგავს, ტენიანობით ბევრად დაბალი ქვეშმდებარე შრეებთან შედარებით. ქვაბულის ჩრდილო-აღმოსავლეთით მდ. მტკვრის კალაპოტისაკენ ეროზიულად ჩაჭრილ ზედაპირზე, დაახლოებით 10 მ ტბიური ნალექების ზემოთ უკვე იმ ნალექებში ჩნდება მდინარეული მასალა, რომელიც თანდათანობით იზრდება და ბოლოს იხურება ძირითადად ქანებზე მიღებული ალუვიური მასალით, რომელიც წარმოდგენილია როჭვნარით, 5-20 სმ დიამეტრის კაჭარით -5%-მდე და ქვიშა - თიხნარის შემავსებლით. ამ ტბიურ-მდინარეული ნალექების ქრილში შეინიშნება დეფორმაციის ნიშნები (სურ. 15-16).



სურ. 15



სურ. 16

აქვე გვინდა აღვნიშნოთ, რომ ბოლო დრომდე ამ უბანში მდინარის მარცხენა მხარეზე ტბიური ნალექები არ იყო ცნობილი. ჩვენს მიერ თამარის ხიდის დასაწყისში, იქ სადაც გზა უხ-

ვევს მარცხნივ სანაპიროსკენ, გზის მარჯვენა მხარეზე მშენებლობისათვის გაჭრილ ქვაბულში ჭრილში აღწერილი გვაქვს:

1. ტექნოგენური გრუნტის ლორღიანნამსხვრევი მასალა, თიხა-თიხნარში არეული ეოცენის არგილიტების და ქვიშაქვების ნამსხვრევის ჩანართებით - 2 მ-მდე სიმძლავრის;
2. ტბიური ნალექები მოყვითალო ფერის, შრეებრივი თიხებით, ლითოფაცვიანურად დააშრეებული, მშრალ მდგომარეობაში მკვრივი, გამოერევა ქვარგვალეების ჩანართები ლინზების და შუაშრეების სახით. სიმძლავრე 3-4 მ-მდე. ეს ჭრილი მორფოლოგიურად მიეკუთვნება დიდუბე-ჩუღურეთის ტერასას. ადგილობრივი მუშების გადმოცემით ტბიური ნალექები უშუალოდ ადევს ზედა ეოცენის ქანების მეტ-ნაკლებად გამოფიტულ სუბსტრატს;

აქვე გვინდა შევნიშნოთ, რომ თბილისის ცირკის მოპირდაპირედ, დაახლოებით 500 მ-ზე დაცილებით საბურთალოს ტერასის ზედაპირზე „აკადემქალაქის“ ტერიტორიაზე გეოგრაფიისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტებს შორის მშენებლობისათვის გაჭრილ 10 მ სიღრმის ქვაბულში ტბიური ნალექების არსებობა არ ფიქსირდება და გეოლოგიური ჭრილი წარმოდგენილია შემდეგი სახით:

1. ნიადაგი თანამედროვე - 0,3 მ სიმძლავრის;
2. მოყვითალო-ყავისფერი თიხნარი, ქვარგვალეების იშვიათი ჩანართებით, 1,5 მ სიმძლავრის;
3. განამარხებული ნიადაგი - 0,3-0,4 მ;
4. კარგად დამუშავებული ალუვიური კენჭნარი, კაჭარი 10-15 %-მდე 20-30 სმ-მდე დიამეტრის, შევსებული ყავისფერი თიხნარით, ხილული სიმძლავრე 8 მ-მდე. ალუვიური რიყნარი ხასიათდება საშუალო სიფხვიერით, იკავებს ვერტიკალურ კედელს. ქვაბულში ამ სიღრმეზე მინისქვეშა ნყლების მოდინება არ ფიქსირდება.

სრულიად განსხვავებულ მორფოლოგიურ და პალეოგეოგრაფიულ პირობებშია ფორმირებული მუხათგვერდის ტბიური ნალექები, რომელიც იკავებს მდ. მტკვრის ტერასის საკმაოდ მნიშვნელოვანი სივრცეს 520-580 აბს. სიმაღლის ფარგლებში. ეს ნალექები განლაგებულია როგორც ეოცენის, ასევე ოლიგოცენის ჩრდილო-აღმოსავლეთით მიმართული და 40-45 ° დაქანებული შრეების ეროზირებულ ზედაპირზე, რომელიც წარმოადგენს მდ. მტკვრის ქვედა პლეისტოცენურ ტერასას. მუხათგვერდის სასაფლაოსკენ ამავალი გზის მაღლივი ტერასის საფეხურში და თვით მაღალი ტერასის ბორცვიანი ზედაპირის კალთების ეროზირებულ ზედაპირებზე ყველგან შიშვლდება ტბიური ნალექები, წარმოდგენილი მოყვითალო-ნაცრისფერი მკვრივი ლიოსისმაგვარი თიხნარ-ქვიშნარით, კარბონატიზირებული, მკვეთრად გამოკვეთილი შრეებით, რომელთა ხილული სიმძლავრე 10 მ-მდეა. თუმცა ვფიქრობთ, რომ მათი რეალური სიმძლავრე უნდა იყოს ორათეულზე მეტი, რასაც უჩვენებს ადგილის რელიეფის გეომორფოლოგიური თავისებურება და ტბიური ნალექების ჭრილში სხვა ლითოლოგიური კომპონენტების ლიმიტირებული მონანილეობა. თუმცა ვფიქრობთ, რომ თავის დროზე ტბიური ნალექები ზემოდან დაფარული უნდა ყოფილიყო ალუვიური ნაფენებით. დღეს მათი უმეტესი ნაწილი ტერასის ბორცვიან ზედაპირზე გადარეცხილია და შემორჩენილია მათი იშვიათი ფრაგმენტები. მდინარეული როჭკნარის ფართო გავრცელების თავისებურებაზე მიუთითებს ტერასის ვაკე ზედაპირზე ფართოდ მიმოფანტული მდინარეული მასალა და განსაკუთრებით ნაგავსაყრელად გამოყენებულ სივრცეში არსებული 2-3 მ სიღრმის ამოთხრილი ორმოები, სადაც გაშიშვლებულია კარგად დამუშავებული, შევსებული კარბონატული თიხნარით და საშუალო დონეზე შეცემენტებული.

ვაკე-საბურთალოს და მუხათგვერდის ტბიურ-ალუვიური ნალექებისაგან მკვეთრად განსხვავებული ფორმირებისა და ფაციალური თვისებებით წარმოგვიდგება ვაკისა და ვერის პარკების და დელისისა და დიღმის დეპრესიებში არსებული ნალექები.

რაც შეეხება ვერის პარკის დეპრესიას, გეოლოგ. ც. ტოგონიძის მიერ გაჭრილ ჭაბურღილში, ჭრილი შესწავლილი იქნა შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. დელუვიური თიხნარი, განიადაგებული, 1,5 მ სიმძლავრის;
2. ყვითელი ფერის ქვიშა, წვრილმაცვლოვანი, მშრალი, მტკრისებური სტრუქტურის, იშვიათად 1-2 სმ კარგად დამუშავებული ხვინჭის ლინზებით, სიმძლავრე 3,5 მ;
3. ყვითელი შეფერილობის თიხნარი, რბილპლასტიკური კონსისტენციის, მალალტენიანი, 5,2 მ სიმძლავრის;
4. ქვიშა კარგად დამუშავებული ქვარგვალეების მონანილეობით, სუსტად ტენიანი, მის საგებზე შემოვიდა გრუნტის წყალი;
5. კაჭარ-კენჭნარი თიხა-ქვიშნარით შევსებული, წყალშემცველი ჰორიზონტი გრძელდება 10,5 მ-მდე;
6. 10,5 მ-ზე იწყება ძირითადი ქანების - არგილიტების და ქვიშაქვების მორიგეობა, ქვიშაქვები ყვითელი შეფერილობისაა, გამოფიტული;
7. 10,7 მ-დან იწყება გამოუფიტავი ლურჯი ფერის არგილიტები, ქვიშაქვების მორიგეობით.

დელისის დეპრესია, ისევე როგორც საბურთალოს დეპრესია, მდებარეობს საბურთალოს სინკლინის იზოკლინურ ნაოჭში და იკავებს მის ჩრდილო ფრთას. დელისის დეპრესია მიემართება დასავლეთით საბურთალოს სასაფლაომდე, რომელიც დამარხული კლდოვანი წყალგამყოფით განცალკევებულია უნივერსიტეტის დეპრესიის სივრცისაგან, ხოლო აღმოსავლეთით გამოყოფილია საბურთალოს დეპრესიისაგან ხრამებით დანაწევრებული დაბალი სერით. საბურთალოსა და დელისის პარალელური დეპრესიები ერთმანეთისაგან გამოცალკევებულია თამარაშვილის ქუჩის დამრეცი სერით. დელისის დეპრესია ყველა მხრიდან შემოსაზღვრულია კლდოვანი ფერდობებით. ამ შრეების დაქანების აზიმუტებია ჩრდილო-დასავლური, რომლის ჩრდილო ფერდის ამგებელი შრეები ეცემიან  $80^{\circ}$ -მდე კუთხით, ხოლო მისი სამხრეთი ფერდის ნარჩენი წყალგამყოფის ამგები შრეების დახრილობა არ აღემატება  $35-45^{\circ}$ -ს. მისი ორი ბორტის ასეთი ასიმეტრიულობა ალბათ განპირობებული უნდა იყოს ნეიტექტონიკით. გეოლოგ გ. ჯაფარიძის (ჯაფარიძე გ. 1984) მონაცემებით დელისის დეპრესიის ტბიურ-ჭაობიანი ნალექების სიმძლავრე 32-35 მ უნდა აღწევდეს. ჭრილის პირველი 9 მეტრი წარმოდგენილია დელუვიურ-პროლუვიური გენეზისის მოყვითალო ფერის თიხნარით, წვრილი ღორღისა და ხვინჭის ჩანართებით და სულფატური მარილების მონანილეობით. დეპრესიის აღმოსავლურ ნაწილში ეს ნალექები ისაზღვრება დამარხული კლდოვანი გამყოფით და უშუალოდ კონტაქტში გადადის მდ. მტკვრის საბურთალოს II ტერასის ნალექებთან. დასავლური მიმართულებით ნალექების სიმძლავრე იზრდება და უშუალოდ განლაგებულია ძირითად სუბსტრატზე. ნალექების დეპრესიის ცენტრალურ და აღმოსავლურ ნაწილებში კი დაფენილია ტბიურ-ჭაობურ ნალექებზე, რომლებიც თავის მხრივ ძირითადად განლაგებული. ტბიური ნალექების სიმძლავრე 22 მ-მდე აღწევს, თუმცა, ზოგან, იქ სადაც კლდოვანი ქანების საგები ახლოს მოდის ზედაპირთან, მათი სიმძლავრე ეცემა 6 მ-მდე. ტბიურ-ჭაობიანი ნალექების შეფერილობა მუქი-მოლურჯოა, ლითოლოგიურად წარმოდგენილია ბლანტი თიხებით და მძიმე თიხნარით, რომლებსაც ახასიათებთ სპეციფიკური

ლპობადი სუნი. ძირითადი ქანების კონტაქტთან გვხვდება მცენარეების ღეროები და ფოთლების ნარჩენები. დეპრესიის აღმოსავლეთ ნაწილში ამ ნალექებში ჩართულია სულფატური მარილების დიდი ლინზები, რომელთა საერთო ფართობი 55000 მ<sup>2</sup>-ს შეადგენს, ხოლო მარილების ლინზების სიმძლავრე 5 მ-მდეა.

დეპრესიის თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ გრუნტის წყლები განლაგებულია ზედაპირიდან 2,5 მ საზღვრებში და მათი დონეები მერყეობს წლის სეზონის მიხედვით, რომელიც აუცილებლად უნდა იქნეს მიღებული მხედველობაში.

დიღმის დეპრესია, რომელიც მდებარეობს ქალაქის ჩრდილო-დასავლური ნაწილის მდ, მტკვრის მარჯვენა მხარეზე, იკავებს ფართობს 48 კმ<sup>2</sup>-ზე. დეპრესიის დასავლეთ საზღვარს წარმოადგენს სერების მწკრივი, ჩრდილო საზღვარი გადის არმაზი-მუხათგვერდის ქედებზე, ხოლო მის აღმოსავლურ საზღვარს წარმოადგენს მდ. მტკვარი და მისი მარჯვენა შენაკადი - მდ. დიღმისწყალი. დეპრესია ტექტონიკურია და წარმოადგენს მსხვილი სინკლინური სტრუქტურის-ორმონის (დიღმის) ნაწილს. მისი სტრუქტურა ასიმეტრიულია, რომლის დასავლური ფრთის დახრილობა 60-70° აღწევს, ხოლო ჩრდილო ფრთა-25°-ს.

დეპრესიის სუბსტრატი აგებულია შუა და ზედა ოლიგოცენის და ქვედა მიოცენის ნალექებით, რომელთა ხშირი გაშიშვლება გვხვდება დეპრესიის ჩრდილო და სამხრულ ნაწილებში. ეს ნალექები ლითოლოგიურად წარმოდგენილია მსხვილშრეებრივი ქვიშაქვებით, არგილიტების თხელი შუაშრეებით და მუქი ნაცრისფერი თხელშრეებრივი თიხებით, ქვიშაქვებით და არგილიტებით. დეპრესია ამოვსებულია მეოთხეულის ნაფენებით, სადაც გამოიყოფა საფარის პროლუვიურ-დელუვიურისა და ქვეშ მდებარე ტბიურ-ჭაობის ნალექები. დეპრესიის სამხრულ და ჩრდილო განაპირებზე გვხვდება ტბიური ნალექები, რომელიც ფრაგმენტულად გადაფარულია ალუვიური ნალექებით.

ტბიურ-ჭაობიანი ნალექები წარმოდგენილია დეპრესიის ცენტრალურ ნაწილში ლურჯი თიხებით, სპეციფიური სუნით და მრავალი მარილის კრისტალებით. ლითოლოგიურად წარმოდგენილია ბლანტი პლასტიკური თიხებით, ლამით, იშვიათად ქვიშით. შეიცავს მცენარეულ ნარჩენებს. გრუნტი გაჯერებულია წყლებით, ძლიერ დამარილიანებულია მაგნიუმისა და კალციუმის სულფატებით, მარილები მსხვილკრისტალურია. ტბიურ-ჭაობური ნალექების სიმძლავრე ზოგან 35 მ-ს აღემატება, განსაკუთრებით დეპრესიის სამხრულ და ცენტრალურ ნაწილებში. ალუვიური ნალექები გაბატონებული სიმძლავრით მდ. მტკვრის ფართო ტერასის სახით გამომუშავებულია დეპრესიასა და მდ. მტკვარს შორის. ვინაიდან დეპრესია ჩაკეტილია მდ. მტკვრის მხრიდან კლდოვანი ბარიერის არსებობის გამო, გრუნტის წყლების განტვირთვა მდ. მტკვრის კალაპოტში ვერ ხდება, ამიტომ ადგილი აქვს გრუნტების წყლით გაჯერებასა და ტერიტორიის დაჭაობებას.

თბილისის მიდამოების სხვა ნაწილებში ტბიური ნალექები დაკავშირებულია თანამედროვე ტბებთან. ამ მხრივ კარგადაა შესწავლილი „თბილისის ზღვის“ რაიონი, სადაც აღნიშნული ზღვის შექმნამდე ჩატარებულია მნიშვნელოვანი კვლევები და ბურღვითი სამუშაოებით დადგენილია, რომ ტბიური ნალექების სიმძლავრე 76-80 მეტრამდეა, რომლის მაქსიმალური სიმძლავრე ყოფილი კუკიის და იალღუნიაანის ტბების ჩრდ.-დასავლურ ნაწილში აღინიშნებოდა. ტბიური ნალექების ზედა ჰორიზონტები წარმოდგენილია ქვიშიანი თიხებით, ქვედა ჰორიზონტები კი უმთავრესად თიხებისაგან შედგება. ნალექები მდიდარია მარილებით. ტბიური ნალექების შედარებით ნაკლები გავრცელებით და სიმძლავრე-

ებით გამოირჩევა დეპრესიის სამხრეთ-აღმოსავლური ნაწილი, ყოფილი ავლაბრის ტბის სივრცეში. აქ მათი სიმაღლე 15 მ-მდეა და ძირითადად თიხიანი ქვიშების ფაციესით არიან წარმოდგენილი. ტბიური ნალექების სუბსტრატს წარმოადგენს ზედა ეოცენის ქვიშაქვები და თიხაფიქლები.

ტბიური თიხები და თიხნარები გარს ერტყმიან აგრეთვე ლისის ანტიკლინს, რომლის ღერძულ ზონაში წარმოქმნილი იყო ლისის ეროზიული ტბა. ამ ნალექების გავრცელების ფართობის სიგანე მერყეობს 150-300 მ საზღვრებში. ყურადღებას იქცევს ე. ყვავაძის (ყვავაძე ე. 1995) მიერ პალინოლოგიური კვლევებით შესწავლილი ასაკი და პალეოგეოგრაფიული ბუნება. როგორც აღმოჩნდა, ძველი ტბიური ნალექები, რომელიც გვხვდება მუხათგვერიდის II ტერასაზე და იმავე ჰიფსომეტრიული დონის შესატყვის ლისის ტბის სივრცეში, ასაკობრივად მკვეთრად განსხვავებული უნდა იყოს, რადგან ამ მკვლევარის მიერ შესწავლილი ნალექები ჰოლოცენური აღმოჩნდა.

ტბიური ნალექების ფართო ზოლი გვხვდება აგრეთვე გლდანის ტბის მიდამოებში, სადაც თიხები მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავენ მირაბილიტს.

წინამდებარე ანგარიშში ტბიური ნალექების შედარებით დეტალური აღწერის მიზნით ის არის, რომ ეს ნალექები ძირითადად ხასიათდებიან დაქვეითებული მზიდი თვისებებით და ქალაქის ფარგლებში ხშირია შემთხვევები, როდესაც აღნიშნულს არ ითვალისწინებენ და ადგილი აქვს შენობა-ნაგებობების დეფორმაციებს. ამასთანავე ტბიური ნალექების ფორმირების პირობები იმდენად რთულია, რომ დღეისათვის ერთიანი მოსაზრება არ არსებობს.

## 6. ქ. თბილისის ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური პირობები

ქ. თბილისის ჰიდროგეოლოგიური შესწავლა ძირითადად ქალაქის განაშენიანებასა და რეკონსტრუქციასთან არის დაკავშირებული, რის გამოც, უმეტეს შემთხვევაში, მიწისქვეშა წყლები შენობა-ნაგებობების მშენებლობის, მათი შემდგომი ექსპლუატაციის და მეწყრული პროცესების წარმოქმნა-რეაქტივაციის ერთ-ერთ განმსაზღვრელ ფაქტორად განიხილება.

წლების განმავლობაში, სხვადასხვა უბნების (მათ შორის, მიწისქვეშა სამთო-გამონამუშევრების) სამშენებლო პირობების განსაზღვრის მიზნით განხორციელებული მარშრუტული აგეგმვების, ჭაბურღილებიდან და შურფებიდან აღებული გრუნტების ნიმუშებისა და წყლის სინჯების ლაბორატორიული ანალიზების საფუძველზე (ჯაფარიძე გ., 1984; ხარატიშვილი ლ., ოსიტაშვილი ნ., 1959), შესაძლებელი ხდება დახასიათდეს ქ. თბილისის ტერიტორიაზე ფორმირებული მიწისქვეშა წყლები.

საქართველოს ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების სქემის მიხედვით (ბუაჩიძე ი., 1970), ქ. თბილისის ტერიტორია აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის წყალწნევიანი სისტემების ჰიდროგეოლოგიური ოლქის ნაპრალოური და ნაპრალოური წყლების თბილისის წყალწნევიან სისტემას მიეკუთვნება. აღნიშნულ ჰიდროგეოლოგიურ რაიონში (და უშუალოდ ქ. თბილისის ტერიტორიაზეც) ერთმანეთისგან მკვეთრად განსხვავებული ქიმიური შედგენილობის, გენეზისის და ცირკულიაციის მიწისქვეშა წყლებს ვხვდებით, რაც ცხადია, რთული და მრავალფეროვანი სტრუქტურულ-ტექტონიკური, გეომორფოლოგიური და გეოლოგიური აგებულებით არის განპირობებული.

ქ. თბილისის ტერიტორიაზე გავრცელებული მიწისქვეშა წყლების დახასიათებამდე, აღვნიშნავთ, რომ ქალაქის ისეთი უბნები, სადაც ფერდობებს ციცაბო დახრილობა ახასიათებს და მცენარეულ საფარს მოკლებულია, ინფილტრაციის მინიმალური სიდიდით ხასიათდებიან. ასეთ უბნებზე, ინტენსიური ატმოსფერული ნალექების პირობებში, წყლის უმეტესი ნაწილი დროებითი ღვარების სახით მიედინება, ხოლო მცირე - წყლის ჩაჟონილი ნაწილი მრავალრიცხოვან ხევებში იყრის თავს. მიწისქვეშა წყლების წარმოქმნისა და ფორმირებისთვის ხელსაყრელი პირობები შედარებით ნაკლებად დახრილ ფერდობებზე, ატმოსფერული ნალექების ინტენსიური ინფილტრაციისა და მდ. მტკვრის სანაპირო ფილტრაციის შედეგად იქმნება. რა თქმა უნდა, ქალაქის დასახლებულ ადგილებში, ასფალტირებული საფარი ბუნებრივი მიწისქვეშა/გრუნტის წყლების ფორმირებას ხელს არ უწყობს და ამ შემთხვევაში, გრუნტის წყლების დონის მატების თვალსაზრისით, აუცილებლად გასათვალისწინებელია ხელოვნური/ტექნოგენური ფაქტორიც, ძირითადად, წყლის დანაკარგები დაზიანებული საკომუნიკაციო ქსელებიდან.

ჰიდროგეოლოგიური ნიშან-თვისებების გათვალისწინებით, ქ. თბილისში და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე, დალმავალ ჭრილში, გამოიყოფა:

მეოთხეული ასაკის ნალექებში ფორმირებული მიწისქვეშა წყლები ( $Q$ );

ზედა პლიოცენის ასაკისა და აღჩაგის ნალექებთან დაკავშირებული წყლები (ზედა პლიოცენის ასაკისა და აღჩაგის ნალექებთან დაკავშირებული წყლები ( $N_2^3$  aK);

ოლიგოცენ-ქვედა მიოცენის ასაკის ნალექებთან დაკავშირებული წყლები ( $E_3 + N_1^1$ );

ზედა ეოცენის ასაკის ნალექების ნაპრალოური ცივი წყლები ( $E_2^3$ );

შუა ეოცენის ასაკის ნალექებში გახსნილი ნაპრალოური თერმული მინისქვეშა წყლები ( $E_2^2$ ).

**მეოთხეული ასაკის ნალექების** წყალშემცველობას ცალკეული შრეების ლინზისებური განლაგება, სხვადასხვა მექანიკური შედგენილობის (დანყებული თიხებიდან - უხეში ფრაქციით დამთავრებული) შრეების მონაცვლეობა და ხლართული გადაშრეება განსაზღვრავს. ამიტომ ეს ნალექები ყველგან წყალშემცველი არ არის. გრუნტების ფილტრაციის კოეფიციენტის სიდიდე, როგორც ვერტიკალური, ასევე ჰორიზონტალური მიმართულებით, მაღალ დიაპაზონში (0.4-დან 120 მ/დღ.) ცვალებადობს და მათ გრანულომეტრიულ შედგენილობაზე არის დამოკიდებული. ამავე მიზეზს უკავშირდება გრუნტის წყლების სუსტი დაწნევა ზოგიერთ უბანზე (დელისი, სანზონა, ნავთლული). მეოთხეული ასაკის ნალექებში მინისქვეშა წყლები მდ. მტკვრის ქალისზედა ტერასების ალუვიურ, დელუვიურ-პროლუვიურ-ტექნოგენურ, ტბიურ-ჭაობურ და ტბიურ ნალექებში ფორმირდება.

**ალუვიურ ნალექებთან დაკავშირებული მინისქვეშა წყლები** ქიმიური შემადგენლობით ძირითადად ჰიდროკარბონატულ-სულფატურ-კალციუმიანია, სიხისტით - 3.0-12.5 მგ.ექვ./ლ. საერთო მინერალიზაციის სიდიდე 0.4-4.5 გ/ლ ფარგლებშია და მდ. მტკვრის ტერასების სიმაღლის ზრდასთან მიმართებით ცვალებადობს. მაგალითად, მდ. მტკვრის კალაპოტის და კალაპოტზედა ტერასის ფარგლებში (ორთაქალის, ფონიქალის, დიდი დიღმის, ავჭალის ტერიტორია) წყლის საერთო მინერალიზაცია 1 გ/ლ-მდეა, პირველ ქალისზედა ტერასაზე - 1 გ/ლ-დან 3 გ/ლ დიაპაზონში იცვლება, ხოლო მეორე ქალისზედა ტერასის წყლების მინერალიზაცია 4.5 გ/ლ-ს აღწევს. ალუვიური ნალექების მინისქვეშა წყლების რეჟიმი უშუალოდ დამოკიდებულია მდინარის დონის ცვალებადობაზე. მდინარის რეჟიმის ცვალებადობა მნიშვნელოვნად ზემოქმედებს ქალაში გამომავალი წყაროების დებიტზე. ალუვიურ ნალექებთან დაკავშირებული წყალშემცველი ჰორიზონტის ხაზობრივი წყალგამოვლინებები პერიოდულად აღინიშნება ნიკოლოზ ბარათაშვილის აღმართის კარნიზის გასწვრივ, სადაც კარნიზზე ალუვიური ნალექებიდან ჩამომდინარე წყლის ნაკადები ჩანს. ამ ტერასის წყალსიუხვე 2.5 ლ/წმ-ს არ აღემატება. ზოგიერთ უბანზე წყალს უმნიშვნელო დაწნევა (0.7 მ) აქვს, რაც იმით აიხსნება, რომ კენჭნარის შრეები ერთმანეთისგან თიხების და თიხნარების შუაშრეებით არის განცალკევებული.

**დელუვიურ-პროლუვიურ-ტექნოგენურ ნალექებთან დაკავშირებული წყლები** ფართოდ ვრცელდება ქალაქის ტერიტორიაზე, განსაკუთრებით დიღმის, დელისის, საბურთალოს დებურესიებისა და მამადავითის ქედის ფერდობებზე. ამ ნალექებში წყალშემცველია ქვიშნარის, თიხნარის, ზოგჯერ ქვიშების შუაშრეები და ლინზები, ასევე, თიხნარით შეცემენტებული კენჭნარები. ჭაბურღილებითა და შურფებით გახსნილი მინისქვეშა წყლების განლაგების სიღრმე 1 მ-დან 18 მ-მდეა. ქიმიური შემადგენლობით წყლები სულფატურ-ნატრიუმიან-კალციუმიანი ან სულფატურ-ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიანია. საერთო მინერალიზაციის მაჩვენებელი 1.3-12.0 გ/ლ ფარგლებში იცვლება. ალუვიურ ნალექებთან დაკავშირებული წყლების ანალოგიურად, ამ შემთხვევაშიც, მინისქვეშა წყლები ცვალებადი რეჟიმით ხასიათდება და ძირითადად დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების ინტენსივობაზე. ეს გარემოება უშუალოდ აისახება წყლის ქიმიურ შემადგენლობასა და საერთო მინერალიზაციის სიდიდეზე. კერძოდ, წვიმიან პერიოდში, წყლის საერთო მინერალიზაციის მაჩვენებელი კლებულობს და ანიონურ შემადგენლობაში წამყვან პოზიციას ჰიდროკარბონატ-იონი იკავებს. როგორც აღვნიშნეთ, მინისქვეშა წყლების კვება უმთავრესად ატმოსფერული ნალექების ხარჯზე ხდება, თუმცა არანაკლებ მნიშვნელოვანია დაზიანებული საკომუნიკაციო ქსელებიდან წყლის დანაკარგების რო-

ლიც. დელუვიურ-პროლუვიური ნალექებისა და ტექნოგენური ნაყარი გრუნტის წყლების დონის მატება, ხშირ შემთხვევაში, შენობების სარდაფების დატბორვასა და ქვედა სართულების დანესტიანებას იწვევს. ტერიტორიის სამშენებლო პირობების შეფასების მიზნით, განსაკუთრებით საყურადღებოა პროლუვიურ-დელუვიური მაკროფოროვანი ლიოსისმაგვარი და ძლიერ გათაბაშირიანებული თიხნარები, რომლებიც ხშირ შემთხვევაში, წყლისადმი არამდგრადობით ხასიათდება და შესაბამისად, შენობა-ნაგებობების ფუნდამენტის გრუნტის ჯდენისა და კედლებზე ბზარების გაჩენის მიზეზი ხდება.

**ტბიურ-ჭაობურ ნალექებთან დაკავშირებული წყლები** ქ. თბილისის ტერიტორიაზე შედარებით მცირე გავრცელებისაა და ფრაგმენტების სახით გვხვდება ლისის ტბის, დიდი დიღმის, საბურთალოსა და გლდანის ტბების ტერიტორიაზე. აღნიშნულ ნალექებში წყალშემცველია ქვიშნარისა და თიხნარის შუაშრეები. ზოგიერთ უბანზე მცირე ლოკალური დანწევა შეინიშნება. ტბიურ-ჭაობური ნალექები ზემოდან ფარავს მიოპლიოცენის ან ოლიგოცენის ასაკის ძირითადი ქანების სუბსტრატს. გრუნტის წყლების განლაგების სიღრმე 0.1 მ-დან 7.0 მ-მდე იცვლება, შედარებით მაღალი დონით დიდი დიღმის დეპრესია ხასიათდება. ქიმიური შემადგენლობით წყლები სულფატურ-კალციუმიან-მაგნიუმიანი (ლისის ტბის მიმდებარე ტერიტორია) ან სულფატურ-ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიანი (დიდი დიღომი). საერთო მინერალიზაცია ამ შემთხვევაშიც ფართო დიაპაზონში (1.2-დან 12.6 გ/ლ-მდე) იცვლება, დამახასიათებელია გოგირდწყალბადის სუნი და სულფატური აგრესიულობა ჩვეულებრივი მარკის ცემენტის მიმართ. ჰორიზონტის რეჟიმი ცვალებადია და მთლიანად არის დამოკიდებული ატმოსფერული ნალექების ინფილტრაციის სიდიდეზე. მაქსიმალურად მაღალი დონეები გაზაფხულზე აღინიშნება, როდესაც გარემომცველი მთის კალთებიდან ჩაკეტილ დეპრესიებში წვიმის წყლები და თოვლდნობის შედეგად წარმოქმნილი წყლები ჩაედინება. ფილტრაციის კოეფიციენტის საშუალო სიდიდე 7.3 მ/დღ. შეადგენს.

**ტბიური ნალექების** წყალშემცველი ჰორიზონტი ფრაგმენტულად არის გავრცელებული ვაკის ტერიტორიაზე და დიდი დიღმის დეპრესიის ფარგლებში. ჰორიზონტი განლაგებულია მიოპლიოცენისა და ოლიგოცენის ძირითადი ქანების სუბსტრატზე. წყალშემცველია ქვიშნარების ლინზები და შუაშრეები, რომლებიც ჩართულია წყალგაუმტარ თიხნარებსა და თიხებში. გრუნტის წყლების განლაგების სიღრმე 0.3-დან 10 მ-მდე იცვლება. ტბიური ნალექების წყლები ნაწილობრივ მდ. ვერეს ხეობაში წყაროების სახით განიცვირთება, რომელთა დებიტები 0.5-1 ლ/წმ ფარგლებში იცვლება. წყაროებიდან, ჭაბურღილებიდან და შურფებიდან აღებული წყლის სინჯების მრავალრიცხოვანი ანალიზებით დადგენილია, რომ ტბიურ ნალექებში არსებული წყალი 0.5-დან 3.2 გ/ლ-მდე საერთო მინერალიზაციით ხასიათდება და მიეკუთვნება სულფატურ-ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან-მაგნიუმიან, სულფატურ-კალციუმიან-ნატრიუმიან ან სულფატურ-კალციუმიან-მაგნიუმიან ქიმიურ ტიპებს. ცალკეულ უბნებზე გრუნტის წყლები უფრო მაღალმინერალიზებულია და სულფატურად აგრესიულია ბეტონის მიმართ. ყურადღებას იმსახურებს გრუნტის წყლებში აზოტოვანი ნაერთების შემცველობა, რაც წყლის ფეკალურ გაჭუჭყიანებაზე მიუთითებს. ნალექების კვებაში მნიშვნელოვან როლს სამეურნეო წყლები თამაშობს.

**ზედა პლიოცენის ასაკისა და აღჩაგის ნალექებთან დაკავშირებული წყლები.** აღნიშნული ნალექები თბილისის ტერიტორიაზე შეზღუდული გავრცელებისაა, მათი გამოსავლები მდ. მტკვრის მარცხენა ნაპირზე გვხვდება და თითქმის ჰორიზონტალურად არის განლაგებული

ჩოკრაკულ და ოლიგოცენურ ნალექებზე. მიუხედავად იმისა, რომ ნალექების გავრცელების ფართობი და სიმძლავრე მცირეა, ჰიდროგეოლოგიური თვალსაზრისით საკმაოდ მნიშვნელოვანია ქ. თბილისის მიმდებარე და ქალაქის ადმინისტრაციულ ერთეულში მოქცეული სოფლების წყალმომარაგებისათვის. მინისქვემა წყლების ფორმირებას და დაგროვებას ხელს უწყობს ქანების ლითოლოგიური შემადგენლობა (კონგლომერატები, თიხნარ-ქვიშნარების ლინზები), ფაქციალური ცვალებადობა და საგებში განლაგებული პრაქტიკულად წყალგაუმტარი თიხოვანი ქანების არსებობა. აღნიშნულ ნალექებთან დაკავშირებული წყაროების რეჟიმი ცვალებადია, დებიტები 0.1-2.0 ლ/წმ დიაპაზონში იცვლება, ხოლო გვალვიან პერიოდში ზოგიერთი წყარო შრება. მინისქვემა წყლები ქიმიური შემადგენლობით ჰიდროკარბონატულ-სულფატურ-კალციუმიან-მაგნიუმიანი ან ჰიდროკარბონატულ-სულფატურ-ნატრიუმიან-მაგნიუმიანია. საერთო მინერალიზაცია 0.2-0.5 გ/ლ შეადგენს, ხოლო საგებ ქანებთან კონტაქტის ზოლში მატულობს და 0.5-1.0 გ/ლ-მდე აღწევს. აღნიშნულ ნალექებში ფორმირებული მინისქვემა წყლები კარგი ხარისხობრივი/სასმელი თვისებებით ხასიათდება.

ოლიგოცენ-ქვედა მიოცენის ასაკის ნალექებთან დაკავშირებული წყლები ღრმა ცირკულიაციის ნაპრაღური წყლებია, რომლებიც ქანთა ნაპრაღებსა და ფენებში ფორმირდება. წყალშემცველი ჰორიზონტები დაკავშირებულია ოლიგოცენის ასაკის ნალექების ჭრილის ზედა ნაწილთან და ქვედა მიოცენის ჭრილის ქვედა ნაწილთან, რომლის საგები პრაქტიკულად წყალგაუმტარი მაიკოპის თიხებით არის შემოსაზღვრული. ჭაბურღილების საშუალებით გახსნილი წყლები მაღალი მინერალიზაციითა (3.0 გ/ლ-დან 7.8 გ/ლ-მდე) და ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმიან-მაგნიუმიანი ან ქლორიდულ-სულფატურ-ნატრიუმიან-მაგნიუმიანი ქიმიური შემადგენლობით ხასიათდება, ზოგჯერ ხდება გოგირდწყალბადის გაზის გამოყოფა. აღნიშნულ ნალექებთან დაკავშირებული წყლების რეჟიმი სუსტად ცვალებადია. ნალექებს აქვთ საკმაოდ მძლავრი დელუვიური საფარი, რომლიდანაც წყაროები გამომედინება. წყაროთა დებიტები 0.5-1.0 ლ/წმ ფარგლებშია, ხოლო ქიმიური შემადგენლობა ჭაბურღილებით გახსნილი წყლების ანალოგიურია (სურ. 17-18).



სურ. 17



სურ. 18

ზედა ეოცენის ასაკის ნალექების წყალშემცველობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ადგილის ტექტონიკურ აგებულებაზე. ტექტონიკურად აშლილი ტერიტორიის ფარგლებში ხშირად ვხვდებით აღმავალ წყაროებს, განსაკუთრებით ქანთა დაძირვის ადგილებში, სადაც ნალექებში ღრმა ხევებია (მდ. ვერე, დიღმის წყალი) გაჭრილი. წყაროების დებიტები 1.5-3.0 ლ/წმ

ფარგლებშია. ზედა ეოცენის ნალექების განყლიანება დაკავშირებულია ქვიშაქვების ფენებთან, ხოლო არგილიტები პრაქტიკულად წყალგაუმტარია. სიღრმის მატებასთან ერთად შეინიშნება წყალშემცველობის კლება. ქანების განყლიანება ნაპრაღთა გავლით, ძირითადად მეოთხეულ საფარში არსებული წყლების ხარჯზე ხდება. ზედა ეოცენის ის ქანები, რომლებიც ჭალის ტერასის დონეზე დაბლა არის განლაგებული, პრაქტიკულად უწყლოა. ეს აიხსნება მათი გამოფიტვის დაბალი ხარისხითა და არგილიტის ფენების არსებობით, რომლებიც ხელს უშლის წყლების სიღრმეში ჩაღწევას. მდ. მტკვრის ჭალაში, გალაკტიონ ტაბიძის ხიდის მარჯვენა ბურჯთან გაყვანილი ერთ-ერთი ჭაბურღილიდან საცდელი ამოტუმბვის შედეგად, მდ. მტკვრის კალაპოტის კლდოვანი ფსკერიდან 35 მეტრის სიღრმეზე წყლის შემოდიდება 0.12 ლ/წმ არ აჭარბებდა. წყლის ქიმიური შედგენილობა და ტემპერატურა შედარებით სტაბილური იყო და მკვეთრად განსხვავდებოდა მდ. მტკვრის წყლისგან. აღნიშნული ასაბუთებს, რომ მდინარის წყლის ჩაჟონვას ზედა ეოცენის ასაკის ქანებში ადგილი არ აქვს. ზედა ეოცენის ნალექებთან დაკავშირებულ მინისქვეშა წყალს სხვადასხვა მინერალიზაცია (0.8 გ/ლ-დან - 8.8 გ/ლ-მდე) ახასიათებს. წყლის ქიმიურ შემადგენილობაში ანიონებიდან წამყვანია სულფატ-იონი, კათიონებიდან - ნატრიუმი, კალციუმი და მაგნიუმი. იმ შემთხვევაში, როდესაც სულფატ-იონთან ერთად წამყვანი ანიონი ჰიდროკარბონატია, წყალი შედარებით დაბალი მინერალიზაციით ხასიათდება.

**შუა ეოცენის ასაკის ნალექების მინისქვეშა წყლები** ნაპრაღური ცირკულიაციის, დანევიტი და თერმული წყლებია, რომლებიც სხვადასხვა ქიმიური შემადგენლობით, დებიტით, ტემპერატურით, გოგირდწყალბადის, მეთანისა და აზოტის შემცველობით ხასიათდება. სწორედ აღნიშნული ნალექების ტუფოგენურ ქანებთან, ჭაბურღილების საშუალებით სხვადასხვა სიღრმეზე გახნილ ქვედა-ეოცენ-პლიოცენის ფლიშურ წყებებთან და ცარცულ კირქვებთან არის დაკავშირებული ქ. თბილისის ტერიტორიაზე თერმულ-მინერალური წყლების სხვადასხვა გამოსავლები, მათ შორის, ყველასათვის კარგად ცნობილი „თბილისის სამკურნალო წყლები“, რომლებსაც ადგილობრივი მოსახლეობა თავდაპირველად უშუალოდ გამოსავლებთან, შემდეგ კი ხელოვნურად მოწყობილი ავზების - „აბანოების“ საშუალებით იყენებდა სამკურნალოდ და რომელთა ბაზაზე დღემდე ფუნქციონირებს თბილისის ცნობილი ბალნეოლოგიური კურორტი - „ორთაჭალის აბანოები“. თბილისის ცნობილ აბანოებთან დაკავშირებით, ქართული გეოლოგიის ფუძემდებელი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ალექსანდრე ჯანელიძე აღნიშნავდა: - „მართალია თუ არა, ვახტანგ გორგასალისა და ხოხბის ამბავი, ეს ჩვენთვის უცნობია, ეს კი უდავოა, რომ ქ. თბილისის დაარსება, თუნდაც პრიმიტიული აბანოების სახით, ისევ და ისევ გეოლოგიამ გამოიწვია“. ცხადია, დეტალურად არ შევუდგებით ქ. თბილისის ტერიტორიაზე თერმული წყლების შესწავლის მიზნით ჩატარებული სამუშაოების აღწერას, თუმცა აუცილებელია აღინიშნოს, 1911 წლიდან მოყოლებული, სხვადასხვა წლებში ჰიდროგეოლოგიური ბურღვითი სამუშაოების შედეგად 200 მ-დან 3000 მ-მდე სიღრმის მრავალი საძიებო-საექსპლუატაციო ჭაბურღილი იქნა გაყვანილი, მათ შორის: ბოტანიკური ბაღის მიდამოებში, ლისის ტბის მახლობლად - ლისის ანტიკლინის თაღურ ნაწილში, მდ. მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე - თაბორის ანტიკლინის ჩრდილოეთ ფრთაზე, მდ. მტკვრის მარცხენა ნაპირზე - თელეთის ანტიკლინის ჩრდილოეთ ფრთაზე, კრწანისის სინკლინის ცენტრალურ ნაწილში და სხვ. წყლის ტემპერატურა 38-74°C ფარგლებში დაფიქსირდა. საძიებო სამუშაოების შედეგად, თბილისის თერმული წყლების საბადოზე, რომელსაც პირობითად „დიდი თბილისი“ შეიძლება ვუწოდოთ, გამოიყო სამი უბანი: ცენტრალური

უბანი - ძველი ბუნებრივი გამოსავლებისა და ბალნეოლოგიური კურორტის მიმდებარე ტერიტორია, ლისის უბანი - ლისის ტბის შემოგარენი და საბურთალოს უბანი - ვაკე-საბურთალოს რაიონის ტერიტორია. ამჟამად, ცენტრალურ უბნის ფარგლებში მიღებული შედარებით დაბალტემპერატურული წყალი გამოყენებადია ბალნეოლოგიური მიზნებისთვის, ხოლო ლისის და საბურთალოს უბნების მაღალტემპერატურული წყალი ( $57-74^{\circ}C$ ) - ცხელნალმომარაგებისთვის. აღსანიშნავია, რომ სამივე უბნის თერმულ წყალს ტუტე რეაქცია და გოგირდნალბადის შემცველობა ახასიათებს.

მკვლევართა მოსაზრებით [ალ. ჯანელიძე, ი. კახაძე, ვ. რევია], მინისქვეშა წყლების როლი მნიშვნელოვანია ასევე თბილისის ჩაკეტილი დეპრესიების (საბურთალო-დელისის, ვაკე-ვერეს, ლისის, კუს ტბის, დილომი-მუხათგვერდის, ავლაბრის, ე.წ. „მლაშე ტბების დეპრესიის“ - ამჟამად, თბილისის ზღვა) წარმოქმნაში, რასაც ძირითად თაბაშირიან ქანებში მინისქვეშა წყლების ნაკადების მოძრაობის ზეგავლენით ქიმიური სუფოზიური პროცესების წარმოქმნა-განვითარებითა და რელიეფის ჯდომით ხსნიან (სურ. 19).

დასკვნის სახით აღვნიშნავთ, რომ ქ. თბილისის ტერიტორიაზე გავრცელებული მინისქვეშა წყლების მახასიათებლების გათვალისწინება და გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკურ-წყლოვანი თვისებების დეტალური შესწავლა აუცილებელი წინაპირობაა სხვადასხვა საინჟინრო-ჰიდრო-გეოლოგიური საკითხების გადასაწყვეტად, განსაკუთრებით, ქალაქმშენებლობის თანამედროვე პირობებში, როდესაც გეოლოგიური გარემო ინტენსიურ, მზარდ ტექნოგენურ დატვირთვას განიცდის.



სურ. 19

## 7. ე. თბილისის ტექტონიკური თავისებურება და გეოლოგიური განვითარების პირობები ნეოტექტონიკის ეტაპზე

თბილისის ტერიტორიის გეომორფოლოგიური თავისებურების დახასიათების დროს აღვნიშნავდით, რომ თბილისის რელიეფის რთული გეომორფოლოგიური ბუნება განპირობებულია ტექტონიკური აგებულებით, ხოლო საკუთრივ მისი მორფოსტრუქტურული ელემენტების ასაკობრივი განლაგება, ნალექების დანაოჭების ხასიათი და მთლიანობაში უკიდურესად რთული და მრავალპალიტრიანი გეოლოგიური გარემოს თავისებურების ჩამოყალიბება დაკავშირებულია კავკასიონის და ანტიკავკასიონის გეოსტრუქტურების ურთიერთ საპირისპირო მოძრაობით და მათი შეჯახებით მათ შორის არსებულ საქართველოს ბელტის მყარ სუბსტრატთან, რომელიც მიმდინარეობს გეოტექტონიკური მოძრაობების ევოლუციური განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე მათი აღმავლობის საერთო ფონზე. ამავე პერიოდს უნდა უკავშირდებოდეს სხვადასხვა მიმართულების ტექტონიკური შეცოცებები და რღვევები.

თბილისის ტერიტორიის უდიდეს სივრცეს იკავებს აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის აღმოსავლური დაბოლოების ნაწილი, რომელსაც ე. გამყრელიძე (გამყრელიძე ე., 1984) აკუთვნებს ასპინძა-თბილისის ქვეზონას. მისთვის დამახასიათებელია შედარებით სუსტად დანაოჭებული განედური მიმართულების სტრუქტურები და თანდათანობითი დაძირვა აღმოსავლეთით, რაც განპირობებულია, ერთის მხრივ, საქართველოს ბელტისა და, მეორეს მხრივ, ართვინ-ბოლნისის ბელტის მდებარეობით. ამავე დროს, გამოთქმული იქნა მოსაზრება (ადამია, გამყრელიძე, 1974), რომ შავი ზღვის „უგრანიტო“ ნაწილი და აჭარა-თრიალეთის ჩანალური უნდა წარმოადგენდნენ ერთიან რიფტულ ზონას, ფორმირებულს გვიან ცარცულსა და ადრეულ პალეოცენში შავი ზღვა - სამხრეთ კავკასიის ცენტრალურ ნაწილში.

ამრიგად, თბილისის ტერიტორიის რთული გეოტექტონიკური ბუნებიდან გამომდინარე მისი ამგები მეოთხეულამდეელი ნალექები და ნაწილობრივ ადრე მეოთხეულის, მესამეულისა და პლეისტოცენის პერიოდების ოროგენეტიკული მოძრაობების შედეგად შექმნილი რელიეფში კარგად გამოხატული მრავალი ანტიკლინური და სინკლინური სტრუქტურული ნაოჭი, მნიშვნელოვნად გართულებული ტექტონიკური შეცოცებებით და რღვევებით, სადაც ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ მიმართული მოძრაობების შედეგად პალეოცენის ქანები შეცოცებულია გვიან ოლიგოცენისა და მიოცენის ნალექებზე, ხოლო მტკვრის ქვედა პლეისტოცენის „ავჭალის ტერასა“ გარღვეულია შეცოცებით (ჯანელიძე ა. 1958).

თბილისის ტერიტორიის ფარგლებში ტექტონიკური სტრუქტურები მორფოლოგიურად კარგად ფიქსირდება მდ. მტკვრის მარჯვენა მხარეზე. მაშინ, როდესაც მტკვრის მარცხენა ნაპირზე ეროზიულ-დენუდაციური პროცესების ინტენსიური ზემოქმედებით ეს სტრუქტურები ან გადარეცხილი და დენუდირებულია, ანდა გადაფარულია მძლავრი ფერდობული ნალექების ქვეშ.

მტკვრის მარჯვენა მხარეზე რელიეფში ნათლად გამოკვეთილი სტრუქტურები სამხრეთიდან ჩრდილოეთით შემდეგია: თელეთის ანტიკლინი, კრწანისის სინკლინი, მთაწმინდის (მამადავითის) ანტიკლინი, საბურთალოს სინკლინი, ლისის ანტიკლინი, დიღმის (ქვემო

ავჭალის) სინკლინი და მცხეთის ანტიკლინი. ყველა ეს სტრუქტურები კარგად აქვთ შესწავლილი ალ. ჯანელიძეს, ივ. კაჭარავას, დ.პაპავას, ვ. ალფაიძეს და ისინი აჭარა-თრიალეთის აღმოსავლური დაბოლოების სისტემის განუყოფელ ნაწილს შეადგენენ.

მორფოლოგიურად მკვეთრად გამოკვეთილი თელეთის ანტიკლინური ქედი ასიმეტრიული აგებულებით ხასიათდება, რომლის ჩრდილო ფრთა ეცემა 30-35<sup>0</sup>-ით, ხოლო სამხრეთის - 70-80<sup>0</sup>-ით. ანტიკლინის თალური ნაწილის აგებულებაში მონაწილეობას ღებულობს შუა ეოცენის ვულკანოგენური წყების ნალექები. აქვე გვხვდება როგორც დაბახანის წყების, ისე მის ზევით მდებარე „ხლართულშრეებრივი“ „ლოდბრეჩიების“ ჰორიზონტის ნალექები. ანტიკლინის სამხრული ფრთის აგებულებაში მონაწილეობენ შუაეოცენური ნალექები, ზედაეოცენური „ნავთლულის“ შრეები, თბილისის ნუმულიტებიანი წყების ნალექები და მათი მომყოლი ქვიშაქვები და თიხები (ავლაბრის შრეები) და ბოლოს, მაიკოპური ფაციესის ნალექები. ასეთივე სურათი გვაქვს ანტიკლინის ჩრდილო ფრთაზე, მხოლოდ აქ უკვე მაიკოპის ფაციესის ნალექები აღარ გვხვდება. ანტიკლინის ღერძულ ნაწილში სოფ. კოჯრის მერიდიანზე და დასავლეთით გაშიშვლებულია ქვედა ეოცენი-პალეოცენის ფლიში-პელიტომორფული და კრისტალური კირქვები, მერგელები, ქვიშაქვა-ალევიტური და კლასტურ-კირქვული ტურბიტები, პლასტიური არგილიტები, მერგელები და მაიკოპური ნალექები.

თელეთის ანტიკლინის ღერძი აღმოსავლეთით პერიკლინარულ დაძირვას განიცდის და ნაოჭები თანდათან იშლება და ფართოვდება.

მდ. მტკვრის მარცხენა მხარეზე თელეთის ანტიკლინის ზოლი და სამხრული ფრთა აგებულია ჯერ შუაეოცენური ვულკანოგენური ნალექებით (მტკვრის სანაპირო), შემდეგ ნავთლულის შრეებით და ბოლოს ზედა ეოცენის ჰორიზონტებით.

თელეთის ანტიკლინის ჩრდილოეთით ესაზღვრება კრწანისის (ტაბახმელას) სინკლინი, რომელიც ნათლად არის გამოსახული მდ. ტაბახმელას ხევში და კრწანისის მიდამოებში. იგი ასიმეტრიული ხასიათისაა, მისი სამხრული ფრთა (ამავე დროს წარმოადგენს თელეთის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთას), რომელიც აგებულია შუა ეოცენის ხლართულშრეებრივი ბრეჩიების ჰორიზონტით 30<sup>0</sup>-ანი კუთხით არის დაქანებული, ხოლო მისი ჩრდილო ფრთა, რომელიც ასევე წარმოადგენს მთაწმინდის (მამადავითის) ანტიკლინის სამხრულ ფრთას დამრეცად (10-15<sup>0</sup>) არის დახრილი. სოფ. ტაბახმელას მიდამოებში. კრწანისის სინკლინი პერიკლინურად იძირება და მთავრდება სინკლინის სტრუქტურაც, რომელიც ამავე დროს იფარება ალუვიურ-პროლუვიური ნალექებით. ზოგიერთი ავტორით (ვ.ალფაიძე) კოჯრის დასავლეთით მწვ. ქოროლლის მერიდიანზე თელეთისა და მამადავითის ანტიკლინები ერთიანდებიან.

კრწანისის სინკლინს ჩრდილოეთით მოჰყვება მთაწმინდის (მამადავითის) ანტიკლინი. ნაოჭის გული თაბორის (სეიდ-აბადის) ქედს ემთხვევა, ხოლო მისი ჩრდილო ფრთა მთაწმინდის ქედისა და ვაკის პარკის ძირში გადის. ვ.ალფაიძის მოსაზრებით მართალია მთაწმინდის სტრუქტურა მორფოლოგიურად მდ. მტკვრის მარცხენა მხარეზე არ არის გამოხატული, თუმცა მისი გაშლილი თალური ნაწილი და ჩრდილო ფრთა ნათლად ფიქსირდება ნავთულ-ავლაბრისა და „თბილისის ზღვის“ მიდამოებში.

მთაწმინდის ანტიკლინის გულში თაბორის ქედისა და მდ. ნავკისისწყლის ხეობის ფარგლებში გაშიშვლებულია შუა ეოცენის „დაბახანის“ და „ხლართულშრეებრივი“ წყებების,

ასევე თბილისის „ნუმულიტებიანი“ წყების ნალექები, რომელთა შრეების დახრა 30-40<sup>0</sup>-ის ფარგლებშია, ხოლო შუა ეოცენის „ხლართულშრეებრივი“ წყებით აგებული სამხრეთული ფრთის დახრა 10-15<sup>0</sup>-ს არ აღემატება. მთანმინდის ანტიკლინის ღერძი დასავლეთით განიცდის თანდათანობით აზევებას და უერთდება თელეთის ანტიკლინს. მთანმინდის ანტიკლინის ღერძი მეტეხის ხიდთან აგებულია შუა ეოცენის „ხლართულშრეებრივი“ ლოდნარბრექჩიული წყებით, ხოლო ფრთები - „ნავთლულის“ შრეებით. აქედან მამადავითის ნაოჭის ღერძი აღმოსავლეთით მდ. მტკვრის მარცხენა მხარეზე გადის პეტრე-პავლეს სასაფლაოს სამხრეთით და მიემართება განედურად მდ. ლოჭინის ხეობისაკენ, რომელიც უკვე წარმოდგენილია მაიკოპის ფაციესის ნალექებით და პერიკლინური დაძირვით მთავრდება. ამრიგად, მდ. მტკვრის მარცხენა მხარეზე თელეთის ანტიკლინი, კრწანისის სინკლინი და მთანმინდის ანტიკლინი აღმოსავლეთით იძირებიან და ახალგაზრდა ნალექებით არიან წარმოდგენილი.

მთანმინდის ანტიკლინს ჩრდილოეთით მიჰყვება განედური მიმართულების საბურთალოს სინკლინი, რომელიც დასავლეთით თანდათან ვიწროვდება და მთავრდება მდ. ვერეს ხეობაში. საბურთალოს სინკლინის გული აგებულია მაიკოპის ფაციესით, ხოლო მისი ფრთები ზედა ეოცენის ნალექებით.

საბურთალოს სინკლინის ჩრდილოეთით მდებარე ლისის ანტიკლინური სტრუქტურა მდ.მტკვრის მარჯვენა მხარეზე ლისის ქედს ემთხვევა, რომელიც აგებულია ზედა ეოცენის ნალექებით. მისი ჩრდილო ფრთა დასავლურ ნაწილში ციცაბოდ არის დაქანებული (60-70<sup>0</sup>), ხოლო-სამხრული ფრთა ბევრად დამრეცია (20-30<sup>0</sup>). ლისის ქედის დაბოლოებაზე ლისის ტბის მიდამოებში ნაოჭი შედარებით ფართო თალითაა წარმოდგენილი. აქედან დასავლეთით ნაოჭი თანდათან ვიწროვდება და „ნათლისმცემლის“ გორაზე პერიკლინალურად იძირება.

ლისის ანტიკლინურ ამალლებას ჩრდილოეთით მოსდევს დიღმის (ავჭალის) სინკლინური დეპრესია, რომელსაც ახასიათებს საკმაოდ რთული აგებულება. ჩრდილო-აღმოსავლური მიმართულება მდ.ხევძმარის გადაკვეთამდე, რის შემდეგაც იცვლის მიმართულებას სამხრეთ-აღმოსავლურზე. ეს სტრუქტურა დასავლურ ნაწილში ძლიერ შევიწროვებული და ასიმეტრიულია სამხრული ციცაბო ფრთით. მაქსიმალური სიგანე ახასიათებს დიღმის ველის მიდამოებში. დიღმის ველზე და ქვემო ავჭალის მიდამოებში ნაოჭის გული მაიკოპის ფაციესით არის წარმოდგენილი, ხოლო მდ.ხევძმარის ხეობაში მაიკოპთან ერთად შუამიოცენური ნალექებიც მონაწილეობენ. ამავე დროს, მდ.ხევძმარის ხეობის მარჯვენა ფერდზე, იქ სადაც მდინარე რღვევის ზონაში მკვეთრად უხვევს სამხრეთისაკენ, ვ. ალფაიძე აღწერს მაიკოპურ თიხებს, რომლებიც კვარციანი ქვიშაქვების ქვეშ არის მოქცეული და შრეების დახრილობა ჩრდილოეთისკენ არის მიმართული, და მათი დაქანების კუთხე ვერტიკალურს უახლოვდება, მაშინ როდესაც ნორმალურ განლაგებაში ნაოჭის ამ ფრთაში წარმოდგენილი კვარციანი ქვიშაქვები მდ.მტკვრის მარჯვენა მხარეზე მიმართული არიან სამხრეთ-აღმოსავლეთით 130-140<sup>0</sup>-ით და დახრის კუთხით 30<sup>0</sup>-მდე. ეს გარემოება დაკავშირებული უნდა იყოს ავჭალის იმ დისლოკაციებთან, რომელიც მე-20 საუკუნის 50-იან წლებში დეტალურად იქნა შესწავლილი აკად. ალ. ჯანელიძის მიერ.

აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან აღმოსავლურ განაპირა დაბოლოებას წარმოადგენს მცხეთის ანტიკლინური გეოსტრუქტურა. მისი ნაოჭი დასავლეთით მდ.მტკვრის მარჯვენა მხარეს ვრცელდება სოფ. ძეგვისაკენ, ხოლო აღმოსავლეთით-

მდ.არაგვის შესართავის გავლის შემდეგ სოფ.გლდანი-მამკოდისკენ მიემართება. მცხეთის ანტიკლინის თალური ნაწილი აგებულია შუა ეოცენის ვულკანოგენური წყების ქანებით (ტუფოგენური ქვიშაქვები, ტუფბრექჩიები, ტუფკონგლომერატები) და არაგვის შესართავის აღმოსავლეთით თანდათანობით იძირება ზედა ეოცენ-მაიკოპის ნალექებში. მცხეთის ანტიკლინური სტრუქტურის ასიმეტრიულობა ნათლად იკითხება მისი შრეების დახრილობაში, რომლის ჩრდილო ფრთა თითქმის ვერტიკალურად ( $80-90^\circ$ ) ეშვება მდ.მტკვრის ხეობაში, ხოლო სამხრული კალთის შრეები თხემისპირა ზონის  $70^\circ$ -დან ეცემა  $20^\circ$ -მდე. მცხეთის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთა გარღვეულია განედური მიმართულების შეცოცებით, რომელიც გრძელდება  $35$ კმ-ზე. მცხეთასთან რღვევა იტოტება, რომლის სამხრული განტოტვა ლიტერატურაში ცნობილია ავჭალა-გლდანის სახელით, ხოლო მტკვრის შეცოცება კარგადაა გამოსახული ზემო ავჭალასთან (ძველაია მ. 1977). ამასთან თუ ქ.მცხეთასთან რთული სტრუქტურა შუაეოცენური და ქვედაეოცენური ნალექებით არის წარმოდგენილი, უფრო აღმოსავლეთით ნორიოს მიდამოებში ის თანდათან იძირება, იცვლის მიმართულებას აღმოსავლეთ-სამხრეთ-აღმოსავლეთით და იფარება მაიკოპისა და უფრო ახალგაზრდა ნალექებით.

მცხეთის და ლისის ანტიკლინებს შორის მდებარეობს ორმოიან-ხევძმარის სინკლინი, რომელიც განედური მიმართულებისაა და მიემართება, როგორც აღმოსავლეთით, მარტყოფისაკენ, ისე დასავლეთით და ხევძმარის ხევის გავლით ავჭალისაკენ. სინკლინის გული ამოვსებულია ქვედა სარმატის ქვიშაქვებითა და თიხებით, ხოლო ორივე მხრივ ამონეულ უბნებში მაიკოპის თიხიან-ქვიშაქვიანი ნალექებითაა წარმოდგენილი. ნაოჭი ასიმეტრიულია, მისი ჩრდილო ფრთა ციცაბოა ( $70-80^\circ$ ), ზოგან სრულიად აყირავებული და ზოგან გადმობრუნებული, ხოლო სამხრეთის-შედარებით დამრეცია- $45-60^\circ$ -მდე კუთხით.

თბილისის ტერიტორიას ჩრდილო-ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან, სამგორის ველის ჩრდილოეთით საზღვრავს ნორიო-ხაშმის ანტიკლინი. ნაოჭის ღერძის მიმართულება დასავლეთით, ჩრდილო-დასავლეთიდან, სამხრეთ-აღმოსავლეთით გრძელდება მდ.არაგვის ხეობამდე, რომელზედაც ჩრდილოეთიდან შემოცოცებულია ეოცენის და ოლიგოცენის ნალექები. ნაოჭი მთლიანად გადანოლილია სამხრეთისაკენ  $60^\circ$  დაქანებით და გართულებულია რიგი რღვევებითა და შეცოცებებით. დიდი რღვევა-შეცოცებები გადის სოფ. ნორიო-მარტყოფი-საცხენისის ზოლში, ასევე სოფ. მამკოდის ტერიტორიაზე, სადაც ნაოჭის ჩრდილო ფრთას შუამიოცენური ნალექები რღვევით ადევს ზედაეოცენურს, ხოლო, თავის მხრივ, შუამიოცენს ზევიდან ადევს ქვედა სარმატის ნალექები. სოფ.მამკოდის დასავლეთით საავტომობილო გზის გასწვრივ ტექტონიკური რღვევა აღნიშნულია სამხრული ფრთის ოლიგოცენის ნალექებსა და ჩრდილო ფრთის მაიკოპის ზედა წყების ნალექებს შორის. ასეთივე რღვევა გაიდევნება ჩოკრაკისა და შუა სარმატის კონტაქტის გასწვრივ. უფრო დასავლეთით, ვეჟენისა და ჯორხანის ხევებს შორის არსებული რღვევებით გადაფარულია შუამიოცენის ყველა ჰორიზონტი, ხოლო ჩრდილოეთიდან გადმოფარებული შუასარმატის ნალექები ეკონტაქტებიან ნაოჭის სამხრული ფრთის ოლიგოცენურ ნალექებს (ძველაია მ., 1977).

გეოდინამიკური თვალსაზრისით მეტად საყურადღებოა, რომ ტექტონიკურ აშლილობებს მთლიანად უკავშირდება თანამედროვე დინამიკაში მყოფი ისეთი დიდი მენყრული სხეულები, როგორიც არიან სოფ. სოფ. საცხენისის, მამკოდის, მუხიანის აგარაკების, გიორგინმინდის დასახლებები და სხვა.

თბილისის ტერიტორიის სივრცეში ყველაზე ადრინდელი ოროგენეტიკური ფაზის ნიშნები აღინიშნება მის დასავლურ ნაწილში, რომელიც გამონვეული იყო ლარამული ოროგენეტიკური ფაზით. შედეგად ართვინ-ბოლნისის ბელტი მთლიანად იქცა ხმელეთად, ხოლო აჭარათრიალეთის გეოსინკლინში წარმოიშვა და ჩაისახა ძირითადი სტრუქტურული ელემენტები და წარმოიშვა კორდილიერები მომავალი დიდი ანტიკლინები (გამყრელიძე პ., 1949). ერთი ძირითადი სტრუქტურა, რომელიც ჩაისახა თბილისის მიდამოების სამხრეთ-დასავლეთით თელეთის ანტიკლინი იყო. თუმცა აღმოსავლეთით მისი ნაოჭი ჯერ კიდევ იძირებოდა ზღვის ქვეშ. ამავე პერიოდში უნდა ჩასახულიყო მცხეთის ანტიკლინიც (გამყრელიძე პ., 1949).

ლარამული ოროგენეტიკური ფაზისით გამონვეულ აზევებას პალეოცენში მოჰყვა აჭარათრიალეთის გეოსინკლინის დაძირვა, რაზედაც მიუთითებს ის გარემოება, რომ პალეოცენის ზღვიური ფაციესი განლაგებულია დანიური სართულის ფერადი წყების ნალექებზე. პალეოცენური ნალექების ტრანსგრესიული განლაგება დანიური სართულის ფერად მერგელოვან წყებაზე კარგად ჩანს თბილისის მიდამოების ჩრდილო-დასავლეთითაც სოფ. ძეგვის მიდამოებში, რომელიც იწყება ფუძის კონგლომერატებით, რომლის პალეოცენურ-ქვედაეოცენური ფლიშური ნალექები იწყება ფუძის გრანიტული კონგლომერატებით (გამყრელიძე პ., 1949).

პალეოცენში დაწყებული ხმელეთისა და გეოსინკლინური აუზის დაძირვა გრძელდება შუა ეოცენში, რომელმაც მაქსიმუმს მიაღწია შუა ეოცენის ზედა ნაწილში და ზღვამ დაიკავა ართვინ-ბოლნისის ჩრდილო ნაწილიც. შუა ეოცენშივე დაიწყო მძლავრი ვულკანური აქტივობა, რომელიც კარგად არის გამოხატული თბილისის მიდამოების ცენტრალურ, ჩრდილო და მის სამხრეთ-დასავლურ ნაწილებში, თელეთის ანტიკლინის სამხრულ ფრთაში და მცხეთის ანტიკლინის მიდამოებში.

პ.გამყრელიძის (გამყრელიძე პ., 1949) მიხედვით, შუა ეოცენის ზედა პერიოდში აჭარათრიალეთის გეოსინკლინში, თრიალეთის ოროგენეტიკურ ფაზაში ართვინ-ბოლნისის ბელტებმა აზევება განიცადეს და ამასთან კიდევ უფრო განვითარდნენ ლარამული ოროფაზისის შედეგად წარმოშობილი სტრუქტურები. თბილისის სივრცეში აღნიშნულ ფაზისს უკავშირებენ ხლართულშრეებრივ ლოდაბრექჩიების წარმოშობას. ა.ჯანელიძის, ნ.სხირტლაძის და მ.რუბენშტეინის მოსაზრებით ამ ბრექჩიების წარმოშობა უნდა მომხდარიყო თრიალეთის ფაზასთან დაკავშირებული კორდილიერების განვითარებით და ისინი უნდა ყოფილიყო თრიალეთის, სეიდ-აბადის და სხვა ანტიკლინური სტრუქტურები. თბილისის რაიონში ხლართულშრეებრივი ლოდაბრექჩიების სიმძლავრე 110მ-მდე აღწევს. ამასთან ლოდები ძირითადად იმ ქანებისაგან შედგება, რომლებიც ქვეშ უდევს ამ ჰორიზონტის ნალექებს. ზემოთნახსენები ავტორებით ტექტონიკური მოძრაობების გარდა ამ ხლართულშრეებრივი ლოდაბრექჩიების წარმოშობისათვის დიდი მნიშვნელობა უნდა ჰქონოდა წყალქვეშა ვულკანურ ამოფრქვევებსაც, რომელთაც შეეძლოთ გამოენვიათ ცუნამის მსგავსი მოვლენები (ალფაიძე ვ. 1970), იმავე ავტორებით შუა ეოცენის ბოლოს დაწყებული მოძრაობის ნიშნები პირინეული ფაზისის ადრეულ პერიოდს უნდა ემთხვეოდეს და ეს უნდა მომხდარიყო შუა ეოცენის ზედა პერიოდში.

თბილისის მიდამოებში შუა ეოცენის ხლართულშრეებრივი ჰორიზონტის ნალექებს ყველგან თანხმობით მოჰყვება ზედა ეოცენის ნავთლულის ტერიგენული შრეები, რაც იმა-

ზე მიუთითებს, რომ მათი დალექვის პერიოდში თბილისის მიდამოებში წყალქვეშა ვულკანური აქტივობა შეწყვეტილი იყო, რომლებიც ძლიერ ჰგვანან მაიკოპური ფაციესის ნალექებს. ნავთლულის შრეებს კი ზემოთ თანხმობით მოჰყვება ე.წ. „თბილისის ნუმულიტებიანი“ მძლავრი შრეები, წარმოდგენილი თიხაფიქლებით, ქვიშაქვებით, მიკროკონგლომერატების და კონგლომერატების მორიგეობით, ზოგან კი მათი დასტების დიდი სიმძლავრით, რაც უდავოდ მიუთითებს აუზის გამეჩხრებაზე და აღმავალი ტექტონიკური მოძრაობის დაწყებაზე, რომელსაც პირინეულ ოროგენულ ფაზისს უკავშირებენ.

თბილისის მიდამოებში ზედა ეოცენში რეგრესიის ნიშნები გვაქვს აგრეთვე თელეთისა და მთაწმინდის ანტიკლინების ჩრდილო ფრთებში და მცხეთის ანტიკლინის ორივე ფრთაზე, რომელიც წარმოდგენილია ქვიშიანი თიხების, სქელშრეებრივი მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვების, მიკროკონგლომერატებისა და კონგლომერატების მორიგეობით. ყურადღებას იქცევს ის გარემოება, რომ კონგლომერატების მასალა შუაეოცენური ვულკანოგენური ქანების გადარეცხვის პროდუქტებს წარმოადგენენ (ალფაიძე ვ. 1970). კონგლომერატების შრეები გვხვდება აგრეთვე მამადავითის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთის ზედა ეოცენის ნალექებშიც წყნეთთან, კიკეთისკენ მიმავალ და სამადლოდან კოჯრისაკენ მიმავალ გზებზე. თუმცა თბილისის მიდამოების მდ.მტკვრის მარცხენაპირეთის აღმოსავლურ ნაწილში ნავთლულის შრეები, რომელთა სიმძლავრეები 400მ-მდე იზრდება, მათზე განლაგებული „თბილისის ნუმულიტებიანი“ წყების შესატყვის ნალექებში, რომლის დასავლურ ნაწილში უხეში მასალით არის წარმოდგენილი, ნავთლულის მიდამოებში არ გვხვდება და წარმოდგენილია წმინდა ფაციესით. ეს გარემოება მიუთითებს იმაზე, რომ „ნავთლულის ნალექების“ დალექვის პროცესში იმ პერიოდის გეოსინკლინის აღმოსავლური ნაწილი უფრო ღრმად იყო დაძირული, ამიტომ პირინეული ფაზისით გამონვეული აზევებაც მას ნაკლებად შეეხო.

ამრიგად, თბილისის მიდამოების თელეთის სისტემის აღმოსავლური დაბოლოების თითქმის ყველა გეოლოგიური სტრუქტურა პირინეული ფაზისით გამონვეულ მოძრაობას უნდა უკავშირდებოდეს. შუა ეოცენის ბოლოს და შემდეგ ეოცენისა და ოლიგოცენის საზღვარზე გეოსინკლინმა დანაოჭება განიცადა, რასაც მოჰყვა მთელი რიგი ტექტონიკური სტრუქტურების (თელეთის, მამადავითის, ლისის და მცხეთის ანტიკლინების და კრწანისის, საბურთალოს და ქვემო ავჭალის) გამოსახვა. ამავე დროს უნდა აღინიშნოს, რომ თრიალეთის სისტემის ანტიკლინური სტრუქტურების ჩასახვა დაიწყო ჯერ კიდევ შუა ეოცენის ბოლო პერიოდში და შემდეგი განვითარება-აზევება მოხდა პირინეული ოროფაზისის დროს.

ამრიგად ზედა ეოცენის მეორე ნახევარში აჭარა-თრიალეთის გეოსინკლინის აღმოსავლური დაბოლოება სამი მხრიდან შემოსაზღვრული იყო ხმელეთით, ხოლო საკუთრივ აუზში ხმელეთის სახით აზევებული სტრუქტურები კორდილიერების სახით იყო წარმოდგენილი და მიმდინარეობდა მათი გადარეცხვა. ამავე პერიოდში ჩაისახა ინტენსიური დაძირვის ორი ზონა-ჩრდილოეთით ავჭალა-ორმოიანის, ხოლო სამხრეთით-იაღლეჯის სინკლინური სტრუქტურების სახით.

პირინეული ოროფაზისით გამონვეული აზევება, რომელიც ზედა ეოცენის ბოლოს შეიცვალა დაძირვით, შეეხო არამარტო აჭარა-თრიალეთის აღმოსავლურ დაბოლოებას, არამედ მის მოსაზღვრე ბელტებსაც. ეს აშკარად ჩანს ოლიგოცენ-ქვედამოციენური „მაიკოპის წყების“ ფაციესის და მისი 1600-2600მ სიმძლავრის ნალექებში (ვ.ალფაიძე). დაძირვა განუცდია თბილისის მიდამოების დასავლურ ნაწილსაც, რომელიც ცინრო სრუტის

სახით უკავშირდებოდა ახალციხის აუზს (გამყრელიძე პ., 1949. ლალიევი ე., 1964).

ზედა ეოცენის ბოლოს დაწყებული დაძირვა შეეხო ართვინ-ბოლნისის ბელტს და საქართველოს ბელტის პერიფერიულ, გეოსინკლინის მოსაზღვრე ნაწილებსაც. დანარჩენი ნაწილი გაშიშვლებული დარჩა და ოლიგოცენის დროის განმავლობაში გადარეცხვის არეს წარმოდგენდა. ამაზე მიგვითითებს კვარცისა და მინდვრის შპატების არსებობა ავჭალისა და გლდანის სინკლინების ჩრდილო ფრთის ქრილში სქელშრეებრივი ქვიშაქვების არსებობა (ალფაიძე ვ. 1970).

თბილისის მიდამოების ზოგიერთ ნაწილებში ზღვა მთელი ქვედა მიოცენის განმავლობაში დარჩა, რასაც ადასტურებს ნორიოს უბნის ქრილი, სადაც ქვედა მიოცენურ მაიკოპურ თიხებს თანხმობით ცვლიან თარხნული კარბონატული თიხები (ალფაიძე ვ. 1970). თუმცა დანარჩენ ადგილებში (ქ.მცხეთის რაიონი, მდ.ხევძმარის ქვემო ნაწილი, იალღუჯის სერის დასავლური ნაწილი და სხვა) აზევება და გადარეცხვები მიმდინარეობდა. ყოველივე ეს მიგვითითებს იმაზე, რომ საქართველოს ბელტის ტირიფონ-მუხრანის ქვეზონის დასავლურ ნაწილში და მის მეზობელ რაიონებში ადგილი ჰქონდა აზევებას, რომელიც შტირიული ოროგენეტიური ფაზისით უნდა ყოფილიყოს განპირობებული და აღმოსავლეთით თბილისის შემდეგ სოფ. პატარძულამდე გრძელდებოდა, რომლის დროსაც საბურთალოსა და ქვემო ავჭალის სინკლინების ის ნაწილები, რომლებიც თბილისისა და მანგლისის რაიონების ზღვების დამაკავშირებელ სრუტეს წარმოადგენდნენ, ხმელეთად იქცნენ (პაპავა დ., 1971).

ამრიგად, შტირიულმა ოროგენეტიურმა ფაზისმა გამოიწვია აჭარა-თრიალეთის აღმოსავლური დაბოლოების და მის მეზობლად ართვინ-ბოლნისის ბელტის თეთრინყარო-ასურეთის და საქართველოს ბელტის ტირიფონ-მუხრანის ქვეზონების აზევება და ამ ტერიტორიის სივრცეებში ზღვის აუზის ფართობის შემცირება, ხოლო თბილისის მიდამოებში არსებული სტრუქტურების შემდგომი განვითარება აზევება-დანაოჭების სახით და შესაბამისად მისი ტერიტორიის უდიდესი ნაწილი ხმელეთად იქცა. ეს პროცესი განსაკუთრებით მკვეთრად გამოვლინდა თრიალეთის სისტემის დასავლურ ნაწილში და საქართველოს ბელტის ტირიფონ-მუხრანისა და ართვინ-ბოლნისის ბელტის თეთრინყარო-ასურეთის ქვეზონებში.

თბილისის მიდამოების ქვედამიოცენური დროის პალეოგეოგრაფია რამდენჯერმე შეიცვალა შუამიოცენში. მისი ჩრდილო და სამხრული ნაწილები ჩოკრაკულში ზღვამ დაფარა და შეიჭრა საქართველოს ბელტის ტირიფონ-მუხრანის ქვეზონის იმ სივრცეში, რომელმაც შტირიული ოროფაზისის შედეგად აზევება განიცადა. ამავე პერიოდში თბილისის სივრცის აღმოსავლეთ ნაწილში (ნორიო-რუსთავი და მის აღმოსავლეთით) შტირიული ოროფაზისით გამოწვეული აზევება შეიცვალა დაძირვით.

ჩოკრაკულის დროს დამყარებული ზღვიური რეჟიმი თბილისის ტერიტორიის აღნიშნულ სივრცეში მთელი შუამიოცენის განმავლობაში გაგრძელდა. მასში ილექება მარჩხი და სანაპიროს ზღვისთვის დამახასიათებელი უხეშმარცვლოვანი ნალექები-ქვიშაქვები და ვულკანოგენური მიკროკონგლომერატები, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ შუამიოცენური ვულკანოგენური წყებაც ირეცხებოდა.

რამდენადმე განსხვავებული პირობები იქმნება ზედა მიოცენში, სადაც ქვედასარმატული ნალექები მცხეთის მიდამოებში, მდ. ხევძმარის აუზში, ნორიოს რაიონში და უფრო აღმოსავლეთით წარმოდგენილია მარჩხი ზღვის თიხებით, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ამ პერიოდში ზღვას გაღრმავება განუცდია. სხვაგვარი სურათი ჩანს რაიონის სამხრულ ნა-

ნილში. მაგალითად იალღუჯის სერის მიდამოებში კონკურ ნალექებს თანხმობით მოჰყვება კონგლომერატების მძლავრი წყება ქვიშაქვების შუა შრეებით. კონგლომერატები წარმოდგენილია კვარც-პორფირიტებით, ალბიტოფირიტებით, გრანიტებით, რაც უჩვენებს იმას, რომ მასალა მოტანილია შორიდან ცარცის ვულკანური წყებისა და კრისტალური მასივის გარეცხვის შედეგად (ალფაიძე ვ. 1970).

ჩოკრაკულში დაწყებული შუამიოცენური ტრანსგრესიის შედეგად თბილისის მიდამოების განაპირა ჩრდილო, აღმოსავლური და სამხრული ნაწილები ზღვამ დაფარა და მიმდინარეობდა ტერიგენული და ნაწილობრივ კარბონატული ნალექების დაგროვება. ამგვარი პირობები გაგრძელდა გვიან მიოცენის ბოლომდე.

ზედასარმატულიდან დაწყებული და მთელი პონტურ-მეოტური დროის განმავლობაში საქართველოს ბელტის მოლასურ ზონაში, რომელიც მოიცავდა თბილისის ტერიტორიის ჩრდილო-აღმოსავლეთის ნაწილსაც, ილექება მძლავრი კონტინენტური მოლასური ნალექები, მოტანილი კავკასიონის სამხრეთ ფერდიდან და თრიალეთის ქედიდან. მსგავსი პირობები გაგრძელდა მიოცენის ბოლომდე, რის შემდეგ თბილისის რეგიონის გეოლოგიური განვითარების ისტორიაში დაიწყო სრულიად ახალი მკვეთრად გამოკვეთილი ნეოტექტონიკური მოძრაობების ეტაპი. ამ ოროგენეზულ ფაზისებთან დაკავშირებულმა ტექტონიკურმა მოძრაობებმა გადამწყვეტი როლი ითამაშეს თბილისის თანამედროვე მორფოსტრუქტურებისა და რელიეფის მორფოლოგიურ ჩამოყალიბებაში. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იყო პონტურ-მეოტური ბოლო პერიოდის აზევება საგურამო-იალნოს სივრცეში და მისი საბოლოო ჩამოყალიბება ქედების სახით. ამ ნეოტექტონიკური მოძრაობების შედეგად თრიალეთის სტრუქტურების აღმოსავლურ დაბოლოებაზე ჩრდილოეთისაკენ არის გადახრილი, ხოლო საქართველოს ბელტის სტრუქტურები (მათ შორის საგურამო-იალნო) -სამხრეთისაკენ. ამრიგად, აღჩაგილურის დასაწყისისათვის თბილისის მიდამოებში ყველგან ხმელეთი გვაქვს და ყველა იქ არსებული სტრუქტურა მორფოლოგიურად ჩამოყალიბებული. ამ დროისათვის მდ. პალეომტკვარი მიედინებოდა ჩრდილოეთით, საგურამო-იალნოს ქედის ზონაში, რომლის დროსაც გამოიმუშავა ყველაზე ძველი ე.წ. „ქაშვეთის ტერასა“. იმ ზონაში ღრმა ჭაბურღილების მასალის შესწავლით და კორელაციური კავშირით ვ.ალფაიძე მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ აღჩაგილის შემდეგ ქაშვეთ-ნილუბნის პლატოს აზევება განუცდია 800-900მ-ზე. ამასთან თბილისის ტერიტორიის სხვადასხვა უბნის აზევება აღჩაგილის შემდეგ არათანაბრად მიმდინარეობდა, რომლის ამპლიტუდა 500-900მეტრის ფარგლებში უნდა მერყეობდეს. აღჩაგილურის ბოლოსათვის მდ. მტკვარი ქაშვეთ-ნილუბნისგორისა და სამგორის მალლობების მიმართულებით მიედინებოდა და ჰქმნიდა ალუვიურ ვაკეს, რაც იმაზე უნდა მიუთითებდეს, რომ მდ. მტკვრის მიმართულება და მისი სივრცობრივი გადაადგილება-მონაცვლეობა განპირობებული უნდა იყოს ტექტონიკური სტრუქტურების აგებულებით და მათი არათანაბარი აზიდულობით, რომელთა ზედაპირებზე შემდეგში განვითარდა სხვადასხვა აბს. სიმაღლეზე მდებარე მოსწორებული ზედაპირები. ვფიქრობთ მათ შორის იალნოსა და მთაწმინდის ქედებზე არსებული მოსწორებული ზედაპირები უნდა უკავშირდებოდეს ასევე აღჩაგილური დროის ეროზიულ-დენუდაციური ზედაპირების წარმონაქმნებს.

თბილისის სივრცის თანამედროვე რელიეფის ჩამოყალიბებაში მნიშვნელოვანი როლი ითამაშეს აგრეთვე აღჩაგილის შემდეგ არსებულმა ტექტონიკურმა მოძრაობებმა, სადაც

აზვევებასთან ერთად მიმდინარეობდა, ერთის მხრივ, ინტენსიური ეროზიულ-დენუდაციური, ხოლო, მეორეს მხრივ, აკუმულაციური პროცესები. ამასთან, ტერიტორიის სხვადასხვა სივრცეში აზვევების ტემპის ამპლიტუდები სხვადასხვა იყო და შედეგად მდ.მტკვრის მარჯვენა და მარცხენა მხარეზე ჩამოყალიბდა დაბალი და საშუალომთიანი რელიეფი და მდ.მტკვრის ასინქრონული ტერასები.

ამრიგად, თბილისის მიდამოების გეოლოგიური განვითარების ისტორიაში ზედა ცარცის შემდეგ გამოყოფენ დანაოჭების სამ ოროგენეზურ ფაზის: ლარამულს (პალეოცენის წინ), პირინეულს (ზედა ეოცენი), შტირიულს (ქვედა მიოცენი), ხოლო პერიოდს ზედა სარმატულიდან დღემდე მიაკუთვნებენ გეოლოგიური განვითარების ერთ ნეოტექტონიკურ ეტაპს (ალფაიძე ვ. 1970; ბონდირევი ი. და სხვები, 2008; ჯანელიძე ალ. 1958).

თუმცა დღეისათვის გეომორფოლოგებისა და მეოთხეული გეოლოგიის უმეტესი სპეციალისტისათვის ეჭვს არ იწვევს, რომ კავკასიის და კონკრეტულად საქართველოს რეგიონის რელიეფის საბოლოო ჩამოყალიბებაში და მისი მორფოლოგიის ჰეტეროგენულობა პირდაპირ უკავშირდება მეოთხეულის ტექტონიკას და იმ დროის პალეოგეოგრაფიულ მდგომარეობას (ვარდანიანი ლ., 1948, მილანოვსკი ე., 1968, ასტახოვი ნ., 1973, ცაგარელი ა., 1984, წერეთელი დ., 1966, მარუაშვილი ლ., 1971).

საქართველოს ტერიტორიაზე ზედაპლიოცენის დასაწყისში უკვე არსებობდა ოროგრაფიული ხასიათის ძირითადი ღერძები, როგორც კავკასიონისა და მცირე კავკასიონის მთათა სისტემებში, ასევე კოლხეთისა და ივერიის დეპრესიების სახით, მაგრამ მორფოლოგიურად მკვეთრად განსხვავებული ნიშნებით თანამედროვე რელიეფისაგან. არ არსებობდა ცივგომბორის, საგურამო-იალნოს ქედები და დეპრესიების სივრცეში არსებული მოლასური ნალექებით აგებული სხვა სერები.

აჭარა-თრიალეთის სისტემაში და მით უმეტეს თრიალეთის ქედის სტრუქტურის აღმოსავლური ზონის ნაწილში არც ატიკური მოძრაობების დროს და არც გვიან ალპური ოროგენეზული ფაზის პერიოდში არ იყო ფორმირებული მეტ-ნაკლებად მაღალმთიანი რელიეფი. ამ სახის რელიეფი შესაბამისი შეცოცებების სისტემით უნდა დაწყებულიყო როდანული ოროგენეზური ფაზისის დროს, რასაც უჩვენებს თრიალეთის მასალის არსებობა მოლასების წყებაში. სამხრეთ კავკასიის მთათაშორისი დეპრესია კი (ძირულის მასივის გამოკლებით) მიოცენის ბოლოდან გარდაიქმნება ერთიან მთათაშორის როფად. ამ დეპრესიაში ყველაზე ფართო ადგილს იკავებდა მისი შუა სეგმენტი რამდენიმე სიღრმული რღვევით, რომელშიდაც მოქცეულია თბილისის სივრცეც. მის ღერძულ ზონაში პირველ ორ ფაზაში ოლიგოცენ-მიოცენიდან მოყოლებული შტირიული და ატიკური ოროფაზისების პერიოდში მიმდინარეობდა ღრმა დაძირვის (3-5კმ) პროცესი. გვიან ოლიგოცენში დაძირვითი პროცესი იცვლება აზვევებით, რომელსაც თან სდევს დანაოჭებები და შეცოცებები (ცაგარელი ა., 1984). თუმცა საგურამო-იალნოსა და ცივ-გომბორის ქედების იმდროინდელი დეპრესიის სივრცეში ისევ მიმდინარეობდა კავკასიონის ქედის სამხრული და ნაწილობრივ თრიალეთის ჩრდილო ფერდობებიდან გადმოტანილი უხეში მოლასური ნალექების დაგროვება. რაც შეეხება აფშერონული ზღვის ნალექებს მტკვრის დეპრესიის ფარგლებში ის აღწევდა მხოლოდ მდ.ალგეთის შესართავამდე (წერეთელი დ., 1966), ხოლო აღჩაგლის ზღვა მდ.მტკვრის დეპრესიაში შემოდის სართიჭალა-ვაზიანის სოფლებამდე (ჯანელიძე ა., 1949). ამრიგად, საგურამო-იალნოს, ცივ-გომბორის და აღმოსავლეთ საქართველოს დეპ-

რესიაში დალექილი მსგავსი უხეში კონტინენტალური მოლასები უნდა უკავშირდებოდეს ზედა პლიოცენის ოროგენეტიკურ ფაზას, ხოლო მათი ასაკი აღჩაგილ-აფშერონის საუკუნეს. ამასთან, მათი წარმოქმნის პალეოგეოგრაფიულ-კლიმატურ პირობებს დ. წერეთელი (წერეთელი დ. 1966) უკავშირებს პლუვიალური რეჟიმის პერიოდს და ამ პერიოდის მსგავს ნალექებს აღწერს ჩრდ. ირანის ტერიტორიაზეც, თურანის დაბლობზე და შუა აზიის სხვა ადგილებში. რაც შეეხება აღჩაგილურ ზღვას ის ა. ჯანელიძის (ჯანელიძე ა., 1949) მონაცემებით მდ.მტკვრის დეპრესიაში აღწევდა მხოლოდ სართიჭალა-ვაზიანის სოფლებამდე.

აღმოსავლეთ საქართველოს მორფო-გეოლოგიური თავისებურება და პალეოგეოგრაფიული პირობები უდავოდ მიუთითებს, რომ ამ რეგიონმა ზედა პლიოცენის ბოლოს და ქვედა პლეისტოცენის დასაწყისში განიცადა მნიშვნელოვანი ცვლილებები, რომელიც უნდა უკავშირდებოდეს ბაქოურისწინა ტექტონიკური მოძრაობების როდანულ-ვალახურ ოროგენეტიკურ ფაზებს. ამ პერიოდში ხდება აღმოსავლეთ საქართველოს დეპრესიის სივრცეში დაგროვილი მძლავრი მოლასური ნალექების აზეგება და დანაოჭებაც, მათ შორის საგურამო-იალნოს, ცივგომბორის, კვერნაქის, სხალტბის, რუისის (მალხაზის წვერი) და ბაზალეთის პლატოსი. ამავე დროს ერთდროულად მიმდინარეობს ტირიფონ-მუხრანის სინკლინური დეპრესიის, დუშეთის პლატოსი და ერწოს დეპრესიის ქვაბულის.

ბაქოური დროის ტექტონიკურ მოძრაობებს მოჰყვა მდინარეთა ქსელის მნიშვნელოვანი გადაადგილებები. დ.წერეთელი (წერეთელი დ. 1960) მტკვრის დეპრესიის ფარგლებში პლეისტოცენური ალუვიური ნალექებისა და შემორჩენილი ტერასების ფრაგმენტების მორფოლოგიური თავისებურებებით ასკვნის, რომ ადრებაქოურის პერიოდში შიდა ქართლის სივრცეში არსებობდა პალეომტკვარი, პალეოთეძამი და პალეოტანა, ხოლო ა.ჯანელიძით (ჯანელიძე ა., 1949) მდ.მტკვრის შენაკადი-მდ. ქსანი წარსულში გაედინებოდა მუხრანის ვაკეზე და უერთდებოდა მდ.არაგვს.

ზედა პლიოცენში მდ. მტკვარი გაედინებოდა კვერნაქის ქედის ჩრდილოეთით და თბილისის ზღვის ქვაბულის აღმოსავლეთით და გარდაბნის ვაკით მიემართებოდა მ.ქაშვეთზე გავლით ნავლულისაკენ ლოჭინის ხევამდე და რუსთავის ჩრდილოეთით ჩაედინებოდა ბაქოურის აუზის ყარაიაზის უბეში (დ. წერეთელი). იმავე ავტორით ბაქოურისწინა ტექტონიკურმა მოძრაობებმა თბილისის აღმოსავლეთით გამოიწვია რელიეფის მორფოლოგიაში რიგი ცვლილებები. მიოპლიოცენის ნალექებით აგებული იალლუჯის სერის აზეგება, ხოლო ამ სერის ცენტრალური ნაწილის აზეგებით მდ.ხრამის ხეობის ქვემო ნაწილის დაძირვა, რის შედეგად იალლუჯას და შავნაბადას ქედებს შორის წარმოიქმნა კოდა-წალასყურის ფართო ალუვიურ-პროლუვიური ვაკე (წერეთელი დ. 1960). ბაქოურისწინა პერიოდს უნდა მიეკუთვნებოდეს აგრეთვე გორიჯვარისა და ძეგვი-მცხეთის მიდამოებში არსებული ტექტონიკური რღვევა და შეცოცებები (პ.გამყრელიძე, 1949). ამავე პერიოდში უნდა ჰქონოდა ადგილი შიდა ქართლის შუა პლიოცენის პალეომტკვრისა და სხვა აღმოსავლეთით მიმართული მდინარეების ტერასული ზედაპირების აზეგებას.

ქვედა პლეისტოცენის ბაქოურ პერიოდში ჯერ კიდევ არ იყო წარმოქმნილი მდ.იორის აუზის ერწოსა და იორის ქვაბულები, მაგრამ იორის ზეგანზე აგრძელებდა თავის არსებობას ვალახური ოროფაზისის პერიოდში შექმნილი სინკლინური ქვაბულები, რომლებიც წარმოადგენენ ტბიური ნალექების ფორმირების არეალს. მდ.მტკვარმა დაიწყო გადაადგილება ქაშვეთის სერიდან სამხრეთით და მთა ქაშვეთიდან დასავლეთით „თბილისის ზღვის“

მიმართულებით სუბმერიდიანულ უბანზე გადაკვეთა აჭარა-თრიალეთის სისტემის თრიალეთის ქედის აღმოსავლური დაბოლოების ნაოჭები და დაიწყო გამომუშავება იმ ხეობის რომელშიდაც განლაგებულია დღევანდელი თბილისი. აჭარა-თრიალეთის სისტემის სივრცეში და მათ შორის თრიალეთის ქედის ფარგლებში ფართო მასშტაბით წარმოიქმნა მოსწორებული ზედაპირები.

შუა პლეისტოცენში მდ.მტკვარმა თბილისის მიდამოებში გამოიმუშავა IV და III ტერასები, ხოლო ქალაქის გარეთ რუსთავისა და იაღლუჯის ტერასები.

ზედა პლეისტოცენში მდ.მტკვარმა თბილისის მიდამოებში გამოიმუშავა ავჭალა-ავლაბრის, ვაკე-საბურთალოს და ორხევ-დიდუბის II და I ტერასები.

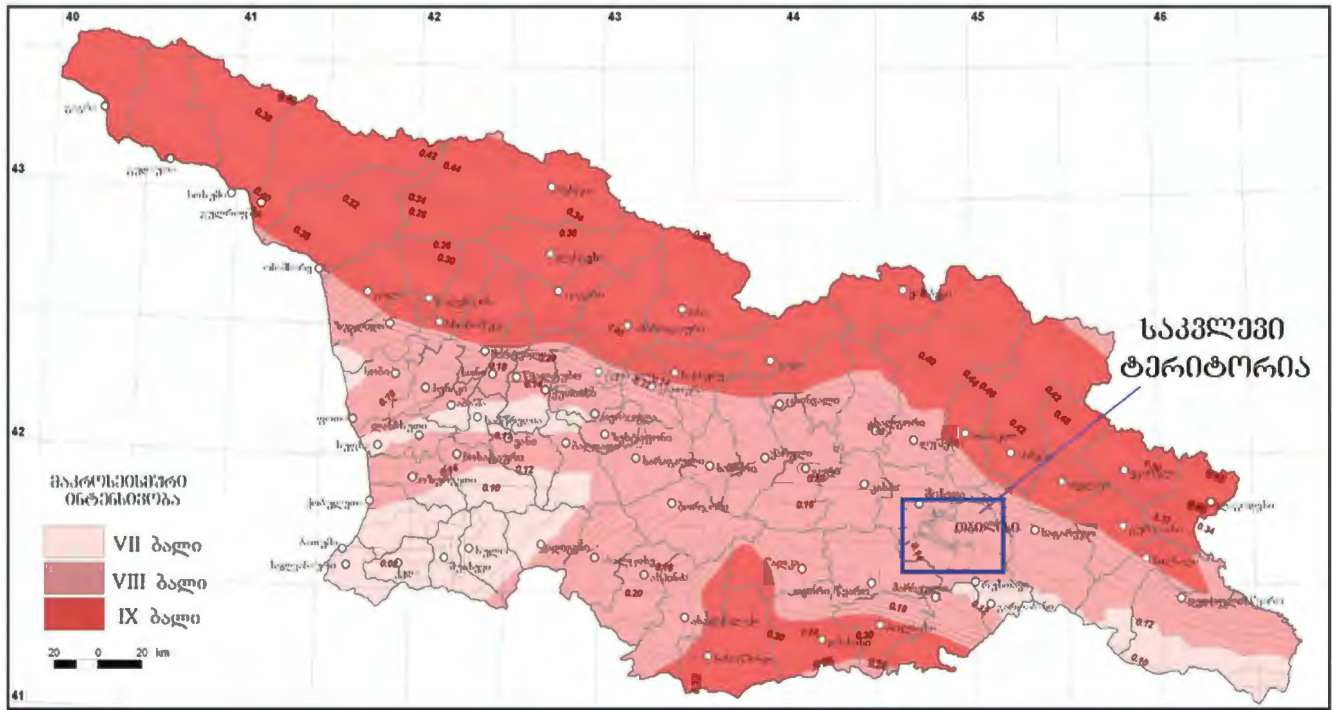
ჰოლოცენში, ანუ თანამედროვე პერიოდში, რომელიც მოიცავს 10-15 ათას წელს, საერთოდ საქართველოში გეოლოგიური და მორფოლოგიური მნიშვნელოვანი ცვლილებები გამოიწვია მაღალმთიან-ალპურ ზონაში ზედა მეოთხეულის მყინვარების უკან დახევამ, რომელთა ნაწილს პულსაციური ხასიათი ჰქონდა და სრულიად ახალგაზრდა ფსკერის მორენული ნაფენები დატოვა მდინარეთა ხეობებში. შავი ზღვის ღრმული კი განაგრძობდა ჩალუნვას და ეპოქის დასასრულს მიაღწია თანამედროვე მდგომარეობას. განსაკუთრებულ ინტენსიურ დაძირვას განიცდიდა კოლხეთის გრაბენი. ამ პერიოდში შავი ზღვის დონემ აინია 20-25მ-ით, ხოლო კასპიის ზღვამ 56მ-ით, მაგრამ ეს ცვლილებები რთულდებოდა ზღვების დონეების რყევადობით, რომელთა შედეგად საერთოდ ჰოლოცენში შავი ზღვის დონემ აინია 20-25მ-ით, ხოლო კასპიისმა დაიკლო 56მ-ით (მარუაშვილი ლ., 1971, წერეთელი დ., 1966). შესაბამისად ამ ზღვების დაწვევა-აწვევა ინვევდა მთავარ მდინარეთა აუზებში ბაზისების რყევას და ჰოლოცენური ტერასების ფორმირებას დაბალი ტერასების სახით, მაგრამ არა იმ მასშტაბის ცვლილებებით, რომელსაც ადგილი ჰქონდა ზღვების დონეების სახით და რადგან ხმელეთის ზონაში აზევეების ტემპი არ იყო შესატყვისი ზღვების დონეების ცვალებადობისა, მდინარეთა ხეობებში ფორმირდებოდა მხოლოდ სხვადასხვა დონის ჭალის ტერასები. კონკრეტულად კი თბილისის ტერიტორიაზე მდ.მტკვრის ჭალის ტერასების შეფარდებითი სიმაღლე მისი კალაპოტიდან არ აღემატება 1.5-2.0მ-ს, რადგან ჰოლოცენში ხმელეთის აზევეების ტემპები მნიშვნელოვნად ჩამორჩებოდა ზღვის დონეების ცვალებადობას. თუმცა მიწის ქერქის პულსაციის ჩაუქრობელობაზე მეტყველებს სხვადასხვა ენერჯის მიწისძვრები და მათგან გამომწვეული მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენები, რომელთა არსებობის შესახებ ნათლად მეტყველებს, როგორც ჰოლოცენის სხვადასხვა დროს წარმოქმნილი მორფოლოგიური ფენომენები (ახალდაბა, უკანახევი, კუსტბა, სოლოლაკი, ქოროლლი), ასევე ისტორიული და თანამედროვე პირობებში წარმოქმნილი რამდენიმე ათეული მეწყერი და მათ შორის მდ.ვერეს აუზში მამადავითის ქედის ჩრდილო ფერდის თხემისპირა ზონაში 2015 წელს წარმოქმნილი ტექტოსეისმოგენური კლდეზვავური ხასიათის მეწყერი, რომლის ღვარცოფში გადასულმა ტრანსფორმაციამ კატასტროფული ზიანი მიაყენა ქ. თბილისის მოსახლეობას და მის ინფრასტრუქტურას.

როგორც ცნობილია მიწისძვრების ზეგავლენა უშუალოდ აირეკლება საშიში გეოლოგიური პროცესების გააქტიურებაში და შესაბამისად ზეგავლენას ახდენს ცალკეული ინფრასტრუქტურული ობიექტების მდგრადობაზე.

ქვემოთ მოგვყავს სეისმური ტალღების მაქსიმალური ჰორიზონტალური აჩქარების (სეისმურობის უგანზომილებო კოეფიციენტი) მახასიათებლები საკვლევი ტერიტორიის

ფარგლებში არსებულ ცალკეული დასახლებული პუნქტებისათვის:

ქ. თბილისი - 0.17მ/წმ<sup>2</sup>; დაბა კოჯორი - 0.14მ/წმ<sup>2</sup>; კიკეთი - 0.14მ/წმ<sup>2</sup>; ტაბახმელა - 0.14მ/წმ<sup>2</sup>; სართიჭალა - 0.15მ/წმ<sup>2</sup>; შინდისი - 0.14მ/წმ<sup>2</sup>; ნავკისი - 0.14მ/წმ<sup>2</sup>; ფონიჭალა - 0.14მ/წმ<sup>2</sup>; ნორიო - 0.16მ/წმ<sup>2</sup>; დაბა ზაჰესი - 0.16მ/წმ<sup>2</sup>; მუსათვერდი - 0.16მ/წმ<sup>2</sup>; დილომი - 0.15მ/წმ<sup>2</sup>; დიდგორი - 0.15მ/წმ<sup>2</sup>; თელოვანი - 0.16მ/წმ<sup>2</sup>; აგარაკი - 0.14მ/წმ<sup>2</sup>; თხინვალი - 0.14მ/წმ<sup>2</sup>; კვესეთი - 0.14მ/წმ<sup>2</sup>;



საქართველოს სეისმური საშიშროების რუკა

საქართველოს ტერიტორიის სეისმური დარაიონების კორექტირებული სქემის მიხედვით, ქ. თბილისი მიეკუთვნება 8 ბალიანი სეისმური აქტივობის ზონას (საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის ბრძანება № 1 -1/2284, 2009 წლის 7 ოქტომბერი, ქ. თბილისის სამშენებლო ნორმებისა და წესების - „სეისმომედეგი მშენებლობა“ (პნ 01.01-09) დამტკიცების შესახებ).

## 8. გეოლოგიური გარემოს ათვისების საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები და გეოდინამიკური მდგომარეობის შეფასების მეთოდოლოგიური საფუძვლები

გეოლოგიური გარემო არის არა უბრალოდ მეცნიერული ტერმინი, არამედ ლითოსფეროს ყველაზე ზედა ზონის ბუნებრივი ის ფიზიკური ობიექტი, სადაც მიმდინარეობს, ერთის მხრივ, ადამიანის ცხოვრება და საქმიანობა, ხოლო, მეორეს მხრივ, ყველა სახის ეგზოგეოლოგიური პროცესებისა და მოვლენების ჩასახვა და გააქტიურება. ამავე დროს, გეოლოგიური გარემო წარმოადგენს იმ მრავალკომპონენტურ სისტემას, რომლის მთავარი შემადგენელი არის ქანები და რელიეფი. ამიტომაც ადამიანის ტექნოგენური საქმიანობა და ეგზოგეოლოგიური მოვლენების ჩასახვა-რეაქტივაცია პირდაპირ სინქრონულ დამოკიდებულებაშია გეოლოგიური გარემოს ამ ორი უმთავრესი მდგენელის (ქანები, რელიეფი) სინერგიზმის ეფექტთან. თუმცა, ამავე დროს, ადამიანის ტექნოგენური საქმიანობის დამოკიდებულება გეოლოგიურ გარემოსთან და ბუნებრივად მიმდინარე ეგზოგეოდინამიკური პროცესების მსვლელობის ფიზიკური მდგომარეობა დიამეტრალურად განსხვავებულია. გეოლოგიურ გარემოში ადამიანის საქმიანობა მიმდინარეობს ტექნიკური მიდგომით, ხოლო ეგზოგეოდინამიკური პროცესების მსვლელობა - ბუნებრივი კანონებით.

ტექნოგენური ზემოქმედების პირობებში ფასდება გეოლოგიური გარემოს ის სივრცე, რომლის არეალში მოთავსებული საინჟინრო ნაგებობის ზემოქმედებით თუ რა სახის ფიზიკურ-მექანიკური ცვლილებების დიაპაზონთან გვექნება საქმე და რა სახის ეგზოტექნოგენური პროცესების წარმოქმნა არის შესაძლებელი, რომელიც გამოიწვევს დამყარებული ჰომეოსტატიზმის დარღვევას და აქედან გამომდინარე ნაგებობის დეფორმაციის საშიშროებას. უდავოა ადამიანის ჩარევა გეოლოგიურ გარემოში გარკვეული დოზით ყოველთვის იწვევს ცვლილებებს, მაგრამ მას ყოველთვის არ სდევს თან ანთროპოგეოლოგიური პროცესების წარმოქმნა. თუმცა გვაქვს მთელი რიგი შემთხვევები, როდესაც იმ გეოლოგიური გარემოს ლოკალურ სივრცეში ბუნებრივად იმ სახის გეოლოგიური პროცესები ვერ წარმოიქმნებოდა, რომ არ ჰქონებოდა იმ ადგილისათვის მიუღებელ ტექნოგენურ დატვირთვას. ამის არა ერთი კლასიკური მაგალითები გვაქვს ქ. თბილისის ტერიტორიაზე. კონკრეტულად, შეშელიძის ქუჩაზე XX საუკუნის 70-ან წლებში ტრამვაის ხაზის გაყვანის შედეგად ფერდობის ჩამოჭრამ გამოიწვია მაღალი ტერასის საფეხურში, დაახლოებით 33ა-ზე, ღრმა დეფორმაციის მენყრის წარმოქმნა და უშუალოდ მაღალი რისკის ზონაში მოაქცია მის ზემოთ ტერასაზე არსებული ორი მაღლივი საცხოვრებელი სახლი. ამავე სახის მრავალი მენყერი წარმოიქმნა 80-ან წლებში თბილისის შემოვლითი გზის მშენებლობის პროცესში სოფ. გლდანის ტერიტორიაზე და ამ ტრასის სხვა უბნებში.

ჩვეულებრივ საინჟინრო ობიექტების მშენებლობასთან მიმართებაში ადგილის გეოლოგიური გარემოს მრავალკომპონენტურ სისტემაში მთავარი ყურადღება ექცევა იმ გარემოებას თუ ბუნებრივ-ტექნიკური სისტემის ერთიან კომპლექსში თუ რა გავლენას ახდენს საინჟინრო ნაგებობა მასივში ქანების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების იმ ცვლილებების თვისებებზე, რომლებმაც ბუნებრივ-ტექნოგენური სისტემის სრულიად განსხვავებული კონტაქტის

ზემოქმედების ზონაში უნდა უზრუნველყოს, ერთის მხრივ, ინფრასტრუქტურული ობიექტის მდგრადობა და მისი უმტყუნებო მუშაობა მოცემულ გეოლოგიურ გარემოში გარკვეულ დროში, ხოლო, მეორეს მხრივ, საინჟინრო ნაგებობის ზემოქმედებით გეოლოგიური გარემოს ცვლილებების დასაშვებ -ჰომეოსტატიზმის დიაპაზონამდე შეზღუდვას.

გეოლოგიური გარემოს ბუნებრივი პირობების ჰომეოსტატიზმის ოპტიმალურ მდგომარეობაში შენარჩუნება განსაკუთრებით რთულია და ამასთან მეტად მნიშვნელოვანი ქალაქ-შენებლობის პირობებში, სადაც ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების ცვლილებებზე მოქმედებს არაერთი ფაქტორი (დინამიკური, სტატიკური, ქიმიური და სხვ.), რომლებიც ყველა ერთად აღებული ლითოსფეროს ბუნებრივ-ტექნოგენური სისტემის ზონაში აღრვევს ატმოსფეროსა და ლითოსფეროს შორის დამყარებულ ნონასწორობას და გრუნტის წყლების ნორმალური ცირკულაციის რეჟიმს, ახდენს შეტბორვებს, მნიშვნელოვნად ზრდის გრუნტის წყლების დონეებს და ყველა ერთად აღებული ლითოსფეროს ბუნებრივ-ტექნოგენური სისტემის ზონაში განაპირობებს ანთროპოგენური და გეოლოგიური პროცესების აქტიურ განვითარებას. ამ თვალსაზრისით ბუნებრივ-ტექნოგენური სისტემის ზონაში ანთროპოგენური და გეოლოგიური პროცესები, რომლებიც ინვევენ გეოლოგიური გარემოს ცვლილებებს, ტექნოგენური დატვირთვის სახეობებიდან გამომდინარე შეიძლება იყოს გარდაუვალი, სხვა შემთხვევაში-თანმდევი. თუმცა, ორივე შემთხვევაში ამ პროცესებით გეოლოგიურ გარემოში გამოწვეული ცვლილებები შეიძლება იყოს შექცევადი და შეუქცევადი, სადაც შექცევადი პროცესების აღდგენა შესაძლებელი ხდება მასზე მისი წარმოქმნილი ფაქტორების მოხსნის შედეგად, ხოლო შეუქცევადი პროცესები გეოლოგიურ გარემოში ინვევენ ღრმა დაუბრუნებელ ცვლილებებს.

ზემოთ გამოთქმული მოსაზრებებიდან გამომდინარე გეოლოგიური გარემოს თვალსაზრისით ისეთი რთული ტერიტორიის შემთხვევაში, როგორც თბილისის სივრცეა, საინჟინრო გეოლოგიის შესწავლილობის თვალსაზრისით უნდა იქნეს განხილული არა მარტო დინამიკური გეოლოგიის ფარგლებში, სადაც გეოლოგიური პროცესები განიხილება ანთროპოგენური ფაქტორის გათვალისწინების გარეშე, არამედ „საინჟინრო გეოდინამიკის“ თვალთახედვით, სადაც გეოდინამიკური გარემოება უნდა განიხილებოდეს ბუნებრივი და ტექნოგენური ფაქტორების ინტეგრირებულ სინერგიზმში, რომელიც მოგვცემს საშუალებას დადგინოთ იქნეს ყოველი სახის ბუნებრივი ეგზოგეოდინამიკური მოვლენების წარმოქმნა-რეაქტივაციის ფაქტორების კანონზომიერება და ამასთან უზრუნველყოფს საინჟინრო ნაგებობების მდგრადობის პირობების ჰომეოსტატიზმს.

აღნიშნულიდან გამომდინარე საინჟინრო გეოდინამიკაში ქანებს, როგორც გეოლოგიური გარემოს განმსაზღვრელ სუბსტანტს, თავისი შედგენილობით, სტრუქტურულ-ტექსტურული აგებულებით, მდგომარეობით და თვისებებით განვიხილავთ მრავალკომპონენტური სისტემაში, რომელთა თავისებურება და თვისებები არაერთგვაროვნად რეაგირებენ ტექნოგენური დატვირთვით გამოწვეულ ცვლილებებზე და ბუნებრივად მიმდინარე ეგზოგეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების წარმოქმნა-რეაქტივაციაზე. ამასთან, ვინაიდან ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებებისა და თავისებურების ფორმირების ურთულესი გეოლოგიური პროცესი მიმდინარეობს „გეოლოგიური ცხოვრების“ მთელ მანძილზე, იმ პერიოდის შესაბამის ტექტონიკური და პალეოგეოგრაფიული რეჟიმის პირობებში, ყოველი გეოლოგიური სხეულის ამგებელი ქანი თავისებურად რეაგირებს ანთროპოგენული დატვირთვით გამოწვეულ ცვლილებებზე და ბუნებრივად მიმდინარე ყოველი სახის ეგზოგეოდინამიკური პროცესის და მოვლენის ჩასახვისა და მათი მაპროვოცირებელი ფაქტორების რეაქტივაციაზე.

მართალია ქანების ძირითადი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ყალიბდება ბუნებაში ისტორიულად გეოლოგიურ ასპექტში მიმდინარე სედიმენტოგენეზისა და დიაგენეზის პროცესში, თუმცა მათი თანდათანობითი გარდაქმნა და საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების ცვლილებები მიმდინარეობს პოსტგენეტიკურ პირობებშიც, შესაბამის ტექტონიკურ რეჟიმში კატაგენეზის პროცესების სახით და ჰიპერგენეზისის სტადიაში კლიმატური პირობების ზეგავლენით, რომლის დროსაც ძირითადად ყალიბდება მათი რეცეპტორული თვისებები.

საინჟინრო გეოდინამიკაში ქანები განხილული უნდა იქნეს, როგორც გეოლოგიურ გარემოს მრავალკომპონენტური სისტემის განმსაზღვრელი კომპონენტი ყველა სახის გეოლოგიური პროცესის წარმოქმნის, სივრცობრივი გავრცელების და საინჟინრო ობიექტების დაფუძნების მუდმივად არსებული ბაზისური სუბსტანტი. ამასთან, ეგზოგეოდინამიკური პროცესების განვითარების ხასიათი, საშიშროების რისკი, სივრცობრივი ცვლილებები და საინჟინრო ნაგებობების მდგრადობის უზრუნველყოფა დამოკიდებულია ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ (გეოტექნიკურ) მახასიათებლებზე (სიმტკიცე, დეფორმირებადობა, ნყალშეღწევადობა, ნყალმედეგობა, ტენტივადობა, რეოლოგიური, ტიქსოტროპული, რეცეპტორული თვისებები, ძვრისადმი წინაღობები და სხვ.), ხოლო თვით ქანების მახასიათებლების ჩამოყალიბება, რომელიც გრძელდება მათი წარმოქმნის მომენტიდან მთელი გეოლოგიური დროის მანძილზე და იცვლება მრავალი ბუნებრივი ფაქტორის ზემოქმედებით ლითოგენეზის ქანწარმოქმნის პროცესში, დიაგენეზიდან კატაგენეზამდე. მათგან მთავარ როლს თამაშობს გეოტექტონიკური მდგომარეობა (ბაქნური თუ გეოსინკლინური), მისი ტექტონიკური რეჟიმი და კლიმატური გარემოება (განსაკუთრებით პალეოკლიმატი), როგორც ქანწარმოქმნის დრო და გარდაქმნის ეტაპი (ანუ ჰიპერგენეზისის პროცესი). ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების ცვლილებები განსაკუთრებით მკვეთრად ვლინდება ნაოჭა-ტექტონიკური და ბაქნური გეოსტრუქტურების შეხების ზონაში, რომლებმაც გაიარეს ხანგრძლივი ნიშანცვალებადი ტექტონიკური მოძრაობების რეჟიმი და ბლოკურ-მოზაიკური დანაწევრების რთული გზა, რომლის კარგ მაგალითს წარმოადგენს თბილისის გეოლოგიური განვითარების ისტორია. პრაქტიკულად ამ რეგიონის გეოლოგიურ გარემოში არსებული ყველა სახის საინჟინრო-გეოდინამიკური გართულებები დაკავშირებულია ამგებელი ქანების სტრატეგრაფიულ-ლითოლოგიურ კომპლექსებთან და მათ საინჟინრო-გეოდინამიკურ თვისებებთან - დაწყებული მათი დიაგენეზის ეტაპიდან, დამთავრებული ჰიპერგენეზისის ჩათვლით. ამიტომ საინჟინრო-გეოდინამიკური მდგომარეობიდან გამომდინარე თბილისის ტერიტორიაზე მისი ბუნებრივ-ტექნოგენური სისტემის გეოლოგიური გარემოს სივრცეში არსებული ქანები თავისი გენეზისით, შედგენილობით, სტრუქტურული აღნაგობით, მდგრადობით, საინჟინრო ნაგებობების ზემოქმედების ზონაში და ბუნებრივი ფაქტორების მიმართ მგრძნობიარობით მრავალსპექტრიანია და მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით, რომლებიც განაპირობებენ, ერთის მხრივ, საინჟინრო ნაგებობების მდგრადობის პირობებს, ხოლო, მეორეს მხრივ, მრავალსახეობრივი ეგზოგეოლოგიური პროცესების და მოვლენების წარმოქმნა-რეაქტივაციის ხასიათს, ამიტომ აუცილებელია მათი მრავალსახეობრივი თვისებების მქონე ქანები თავისი გენეზისით, შედგენილობით, მდგომარეობისა და მდგრადობის მიხედვით კლასიფიცირებული უნდა იქნეს შესაბამისი თვისებების გათვალისწინებით, როგორც საინჟინრო ნაგებობის მდგრადობის, ასევე ბუნებრივი ეგზოგეოდინამიკური პროცესების წარმოქმნასთან მიმართებაში. მიუხედავად ამისა დღემდე საინჟინრო გეოლოგიაში არ არსებობს ამ მიმართულებით ერთიანი კლასიფიკაცია (ლომთაძე ვ., 1985).

ამავე დროს, საინჟინრო გეოლოგიაში ნაგებობებთან დაკავშირებით გამოიყენება სპეცი-ალური კლასიფიკაცია „გრუნტმცოდნეობის“ სახით, სადაც ქანი ისწავლება, როგორც „გრუნტი“ იმ თვისებების მიხედვით თუ კონკრეტულად აღებულ გეოლოგიურ სხეულში დაფუძნებული ამათუ იმ ტიპის ნაგებობა რამდენად შეცვლის არსებული ქანის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს და როგორ შენარჩუნდება ნაგებობის მდგრადობა.

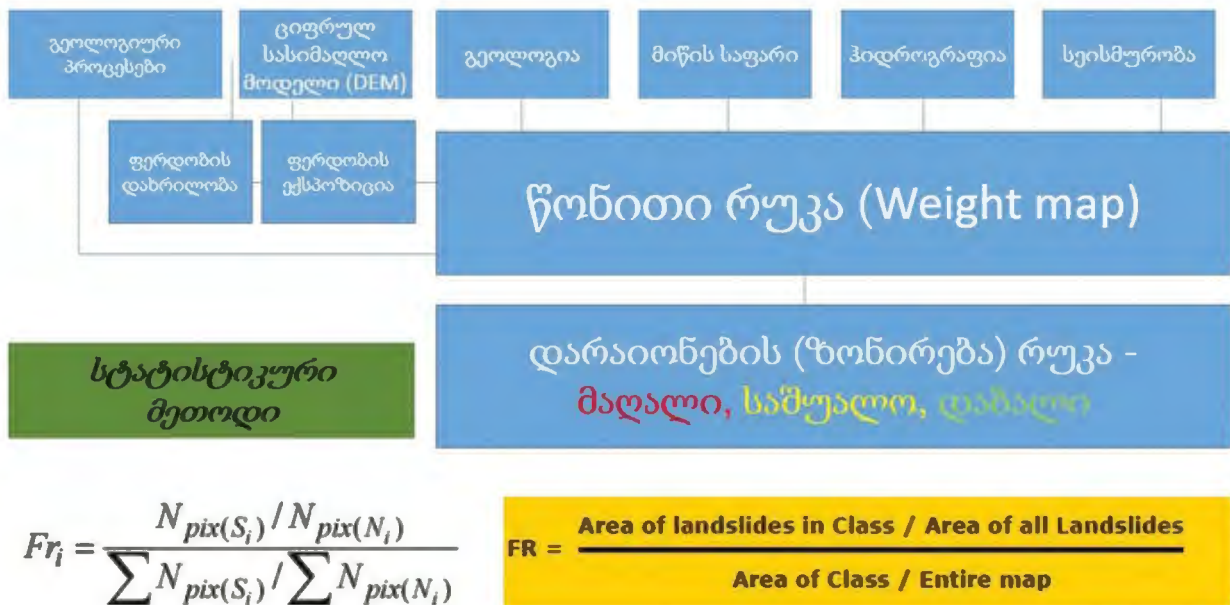
რა თქმა უნდა საინჟინრო ნაგებობების ზემოქმედება გრუნტების მზიდ თვისებებზე მათზე მოქმედი დატვირთვით ვლინდება გარკვეული სახის ტექნოგენური პროცესების გამოვლინებაში. რაც შეეხება ქანების შედგენილობას, რომელიც განიხილება იმისდა მიხედვით, თუ როგორ რეაგირებენ ამა თუ იმ გენეტიკური წარმომავლობის და ჰეტეროგენული მგრძობიარობის თვისებებზე ბუნებრივი მულტიფაქტორები ეგზოგეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების წარმოქმნა-განვითარებასა და რეაქტივაციაზე, აქ უკვე საჭირო ხდება ქანების გეოლოგიური პირობები შეფასებული და კლასიფიცირებული იქნეს არა კონკრეტული „გრუნტის მასივის“ საზღვრებში, არამედ გეოლოგიური გარემოს ინვარიანტულ სისტემაში, სადაც ქანი, როგორც მუდმივი სუბსტანტი პრაქტიკულად არსებობს და არ უშვებს არავითარ მიზანმიმართულ ინვერსიებს (ტრაფიმოვი ვ. 1985). მაგრამ, ვინაიდან საქმე გვაქვს თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიური გარემოს უკიდურესად რთულ პირობებთან, ამიტომ ქანების კლასიფიკაციაში გათვალისწინებული უნდა იქნეს მასზე ტექნოგენური დატვირთვის აპექტიც და მისგან შესაძლო ეგზოტექნოგენური პროცესების გამონვევები „გეოსტატიზმის სისტემის“ ოპტიმალურ საზღვრებში - ანუ ბუნებრივ-ტექნოგენური სისტემის პირობებში უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს გეოლოგიური გარემოს მდგრადობაც და საინჟინრო ობიექტის უნარქმედება.

ამრიგად, თბილისის ტერიტორიის ამგებელი ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების მიხედვით საფუძვლად ვიღებთ ცნობილი მეცნიერების ვ. ლომთაძის, ნ. მასლოვის, ე. სერგეევის და თ. სავარენსკის მიერ შემოთავაზებულ კლასიფიკაციას, რომელიც ძირითადად მისაღებია საინჟინრო მშენებლობების ოპტომიზაციის თვალსაზრისით. მაგრამ, როდესაც საკითხი ეხება გეოლოგიური გარემოს კომპლექსურ შეფასებას საინჟინრო გეოდინამიკური თვალთახედვით, რომელიც საფუძვლად უნდა დაედოს ეგზოგეოდინამიკური პროცესების რუკის დამუშავების პრინციპს მულტიფაქტორული პირობების კომპლექსურ კავშირში, ძირითადად ვეყრდნობით ჩვენს მიერ საქართველოს ტერიტორიისათვის დამუშავებულ მრავალპალიტრიანი გეოლოგიური გარემოს სისტემის ფუძემდებელი ქანების ტიპიზაციას და რელიეფის მორფოლოგიური პირობების შეფასებას, რომელიც განხორციელებული იქნა „გაეროს განვითარების პროგრამისა და ადაპტაციის ფონდის“ ხელშეწყობით. ამ თვალსაზრისით გეოდინამიკური პროცესების საშიშროების რისკის ზონირების სპეციალური რუკის შესაქმნელად, ქანების დაჯგუფებას ვახდენთ იმ მთავარი საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების მიხედვით, რომელთა სივრცობრივი გავრცელების კანონზომიერება ჩამოყალიბდა შესაბამისი გეოტექტონიკურ გარემოებასა და პალეოკლიმატის რეჟიმის პირობებში. ასეთი სახის დაჯგუფების ყველაზე მსხვილი ტაქსონომიური ერთეულებისათვის შემოგვაქვს ცნება „საინჟინრო-გეოლოგიური ფორმაცია“, ხოლო მასში ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით მასივში, მათი მდგრადობისა და გეოლოგიური პროცესებისადმი მგრძობიარობის მიხედვით, გამოვყოფთ შესაბამის ლითოლოგიურ-გენეტიკურ კომპლექსებს. ამ მეთოდოლოგიაზე დაყრდნობით თბილისის ტერიტორიის ფარგლებში გამოყოფილი გვაქვს საინჟინრო-გეოლოგიური ფორმაცია: ფლუვიალური; ფერდობული; ზედა პლიოცენის მოლასური კონტინენტური და სანაპირო ზღვიური; მიოცენის ქვე-

და მოლასური ზღვიური; ზედა ეოცენის ზღვიურ-ტერიგენული; შუა ეოცენის ვულკანოგენურ-დანალექი.

საინჟინრო-გეოლოგიურ ფორმაციაში ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით მასივში, მათი მდგრადობის ხარისხისა და გეოლოგიური პროცესებისადმი გრძნობიარობის მიხედვით გამოვყოფთ შესაბამის ლითოლოგიურ-გენეტიურ კომპლექსებს, მათი სივრცული გავრცელებით შესაბამისი რელიეფის მორფოლოგიურ ერთეულებში და მათი მდგრადობისა და მგრძნობიარობის ხარისხის მიხედვით ეგზოგეოლოგიური პროცესების სახეობათა წარმოქმნის და მგრძნობიარობის ხარისხის მიხედვით.

პროცესების საშიშროების რისკის შეფასება ხდება სხვადასხვა მეთოდით, როგორც რაოდენობრივი ისე ხარისხობრივი შეფასებით. თუმცა რა თქმა უნდა ამისათვის საჭიროა არსებობდეს ინფორმაცია, რათა სრულყოფილად იქნას შეფასებული საშიშროების რისკი. ერთ-ერთ მეთოდოლოგიას, რომელიც გამოყენებული იქნა საფრთხეების რუკის შედგენისთვის ეწოდება სტატისტიკური მეთოდი (Gaprindashvili, G., 2014) - ნახ. 1, რომელიც თავის მხრივ იყოფა სხვადასხვა ტიპის ქვე-მეთოდებად:



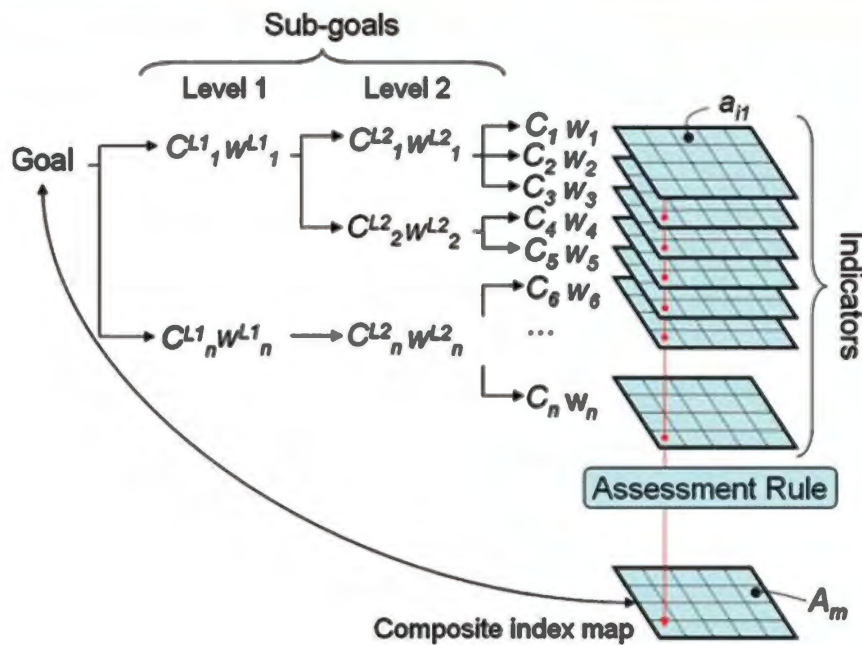
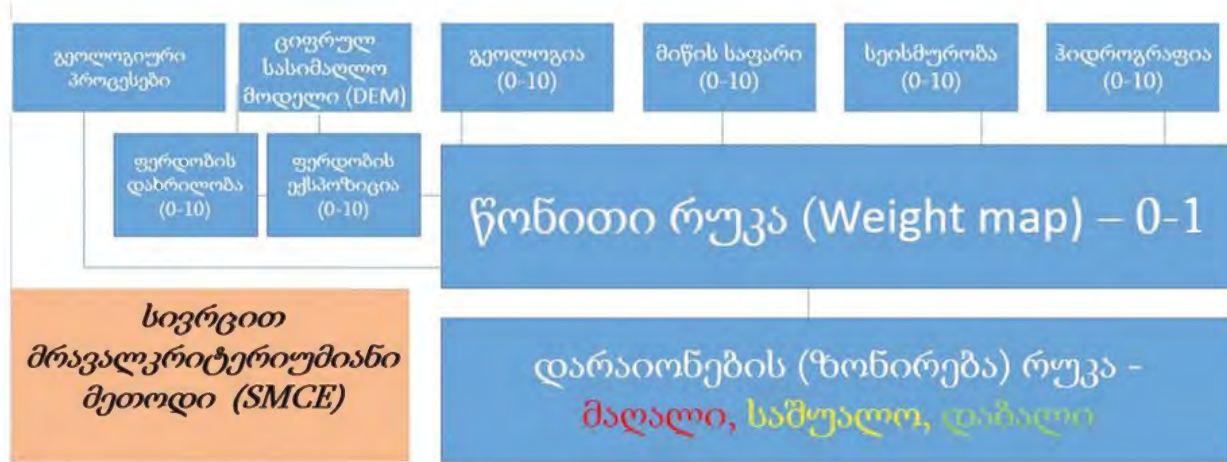
ნახ. 1. სტატისტიკური მეთოდი გეოლოგიური საფრთხეების შეფასებისთვის

მეთოდი დაფუძნებულია პარამეტრული რუკის (გეოლოგია, ფერდობების დახრილობა, მიწის საფარი და სხვა) შერწყმაზე დაფიქსირებული პროცესების რუკასთან (მენყერი, ღვარცოფი, კლდეზვავ-ქვათაცვენა), რომლის შემდეგ შესაძლებელია გამოთვლილი იქნას გეოლოგიური პროცესის სიმჭიდროვე ყველა კონკრეტული პარამეტრული რუკის კლასთან. მაგ. რამდენი მენყერი ხვდება 20-25<sup>0</sup>-იან დახრილობის ფერდობზე, რამდენი კლდეზვავ-ქვათაცვენის უბანია

გავრცელებული ოლიგოცენური ასაკის ნალექებში და სხვა. მსგავსი ტიპის წონითი (Weight) რუკები დგება ყველა ტიპის ფაქტორული რუკისათვის. შესაბამისად თითოეულ ფაქტორულ რუკას (გეოლოგია, მიწის საფარი, ექსპოზიცია და სხვა) ენიჭება საკუთარი წონა.

განასხვავებენ ორი ტიპის სტატისტიკურ მეთოდს: მრავალჯერადი და ორჯერადი (Multivariate, Bi-variate). ორივე მათგანი მოითხოვს დაფიქსირებული საშიში გეოლოგიური პროცესების (მენყერი, ღვარცოფი და სხვა) მონაცემებს.

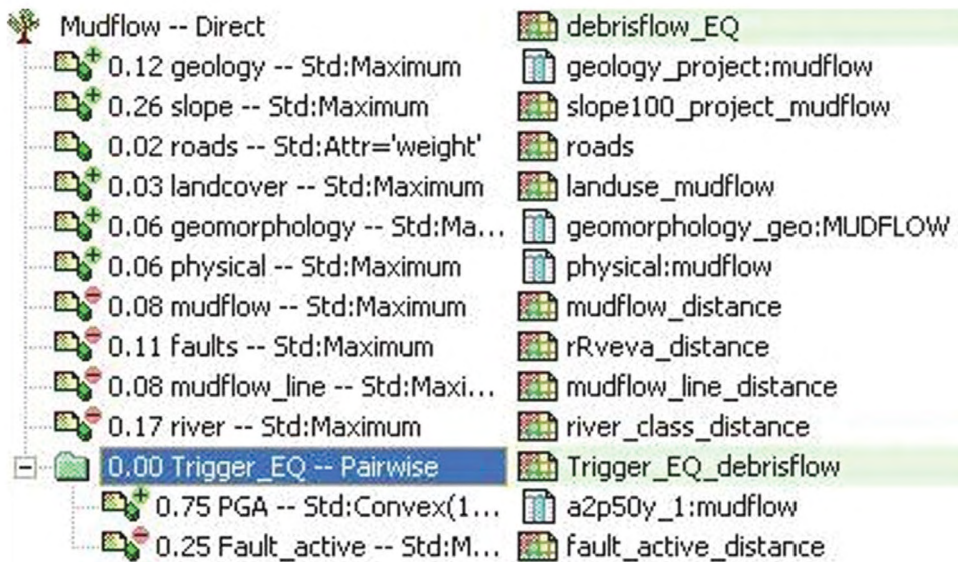
კვლევის დროს აგრეთვე გამოყენებული იქნა საფრთხეების შეფასების სივრცითი მრავალკრიტერიუმული მეთოდი (SMCE) - Gaprindashvili, G., და Westen C.V. 2016), სხვადასხვა პროგრამული უზრუნველყოფით (ნახ. 2).



ნახ. 2. სივრცითი მრავალკრიტერიუმული მეთოდი გეოლოგიური საფრთხეების შეფასებისთვის

მენყრების, ღვარცოფებისა და ქვათაცვენის ინდექსებში გამოყენებულია ინდიკატორული რუკები, რომლებიც მიღებულია სხვადასხვა სახელმწიფო საინფორმაციო წყაროდან. საფრთხეების რისკის ინდექსის მეთოდის გამოყენება დაინყო ინდიკატორული რუკების, კრიტერიუმების სტრუქტურირების, მათი სტანდარტიზაციისა და შენონის მეთოდების შერჩევით.

იმისათვის, რომ შესაძლებელი გახდეს სივრცითი მრავალკრიტერიუმის ანალიზის ჩატარება, აუცილებელია, მოხდეს საბაზისო ფენების სტანდარტიზაცია მათი თავდაპირველი მნიშვნელობიდან 0-1-ის მნიშვნელობის ფარგლებში. აღსანიშნავია, რომ ინდიკატორებს აქვთ სხვადასხვა საზომი ერთეული (ნომინალური, რიგითი, შუალედური და ფარდობითი) და მათი კარტოგრაფიული გამოსახვაც სხვადასხვაა. აქედან გამომდინარე, მოცემულ ინდიკატორებზე გამოყენებულ იქნა SMCE მოდულში მოცემული სტანდარტიზაციის სხვადასხვა მეთოდი. სტანდარტიზაციის პროცესი განსხვავებულია, თუ ინდიკატორი წარმოდგენილია რიცხობრივი და გაზომვადი მნიშვნელობებით (შუალედური და ფარდობითი), ან კატეგორიებით, კლასებით (ნომინალური და რიგითი). ცვლადების რუკების სტანდარტიზაციისთვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს რამდენიმე განტოლება, რათა მოხდეს რუკის ფაქტობრივი მნიშვნელობების კონვერტაცია 0-დან 1-მდე მნიშვნელობების ფარგლებში. შემდგომი ეტაპი არის გადაწყვეტილების მიღება თითოეულ ინდიკატორთან მიმართებაში, ანუ რამდენად ხელსაყრელი ან არახელსაყრელია ის შუალედურ ან საერთო მიზანთან მიმართებაში. მაგალითად, მოწყვლადობის შუალედური მიზნისთვის ყველა იმ მაღალი მნიშვნელობის ინდიკატორმა, რომელმაც აჩვენა მატება ჯამურ მოწყვლადობაში, ჩაითვა, როგორც მნიშვნელოვანი (ნახ. 3).



ნახ. 3. ინდიკატორული რუკების დაჯგუფება

მეორე მნიშვნელოვან ასპექტს წარმოადგენს ინდიკატორებზე შეზღუდვების დანესება. შეწონვისთვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს 3 მთავარი მეთოდი: პირდაპირი მეთოდი, წყვილების შედარება და რანჟირების მეთოდი.

სხვადასხვა მეთოდოლოგიების შეჯერების შემდეგ საფრთხეების რუკა დაჯგუფდა სამ გამარტივებულ კატეგორიად (მაღალი, საშუალო და დაბალი), რაც დაეფუძნა წონების საბოლოო რუკების ჰისტოგრამას. საბოლოოდ შემუშავდა გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების რუკები.

## 9. ქ. თბილისის ტერიტორიის სივრცეში არსებული ქანების (ბრუნდების) საინჟინრო-გეოლოგიური (ბეოთეფნიკური) თვისებების შეფასება და მათი სივრცობრივი გავრცელება

თავიდანვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ გარემოს ეროვნულ სააგენტოს თბილისის ტერიტორიაზე არსებული გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული კვლევები არ ჩატარებია შესაბამისი ტექნოლოგიური აღჭურვილობის არარსებობის გამო. ამასთან, ვიცოდით, რომ თბილისის ტერიტორიაზე 1990 წლამდე ყველა სახის საინჟინრო ნაგებობის დაპროექტება-მშენებლობის საჭიროებისათვის გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლას ახდენდნენ „საქქალაქმშენპროექტის“ და „თბილპროექტის“ ინსტიტუტები. იმედი გვქონდა გავეცნობოდით ამ ინსტიტუტების მდიდარ ფონდურ მასალას, რათა გაგვეკეთებინა უფრო სრულყოფილი ანალიზი, მაგრამ სამწუხაროდ ამჟამად არც ეს ინსტიტუტები არსებობენ და არც მათი ფონდური მასალა. აქედან გამომდინარე თბილისის სივრცის გრუნტების თვისებების განზოგადებას ვახდენთ „საქგეოლოგიის“ და გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ ადრე ცალკეულ უბნებზე ჩატარებული კვლევებისა (ყვავაძე ვ. 1995, წერეთელი ე. გაფრინდაშვილი მ. 2007, *Джапаридзе Г.В.* 1984) და ზოგიერთი „შპს“-ს მიერ (საქ. გზა მეცნიერება, 2009, სირაძე ს. 2009, გოგმაჩაძე ს. 2013, *Чубинидзе Г.Н.* 1984, *Чантладзе З.И.* და სხვები 1984-1986) ბოლო პერიოდში კონკრეტული ნაგებობების მშენებლობისათვის განხორციელებული იმ მწირი მასალების საფუძველზე და გ.ჯაფარიძის 1984 წელს გამოცემული თბილისის საინჟინრო გეოლოგიური მონოგრაფიისა და თ.ბიჭაშვილის საკანდიდატო დისერტაციაში (*Бичашвили Т.Г.* 1992) მოცემული მასალების განზოგადების ბაზაზე. ამრიგად, ქ.თბილისის ტერიტორიის ამგებელი ქანებისა და გრუნტების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებებისათვის დამუშავებული მასალა სავსებით საკმარისია მისი სივრცითი მოწყობისა და განაშენიანების რეგულირებისათვის და რაც მთავარია, ქალაქის გეოლოგიური გარემოს საინჟინრო-გეოდინამიკური პირობების შეფასების თვალთახედვით, რომელიც უკავშირდება ბუნებრივი და ანთროპოგენური გეოლოგიური პროცესების განვითარების კანონზომიერების დადგენას და ასევე საომჟინრო მშენებლობებისათვის შერჩეული ტერიტორიების პირველადი შეფასების თვალსაზრისით.

ქვემოთ ვიძლევი ქალაქის ტერიტორიის სივრცეში ჩვენს მიერ გამოყოფილი საინჟინრო-გეოლოგიური ფორმაციებისა და მათში შემავალი ქანების სტრატиграფიულ-ლითოლოგიური და გენეზისური შედგენილობის კომპლექსების მოკლე დახასიათებას ვ.ლომთაძის (ლომთაძე ვ. 1984) მიერ შემოთავაზებული ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების კლასიფიკაციის საფუძველზე დაყრდნობით, როგორც მეოთხეულის გენეტიკური ტიპებისათვის, ასევე ძირითადი ქანების ფორმაციებისათვის.

ზოგადად, მეოთხეულის ფორმაციებში შემავალ გენეტიკურ კომპლექსებს ე.სერგეევი (სერგეევი ე. 1982) აკუთვნებს არალითიფიცირებული დისპერსიული გრუნტების ჯგუფს ხისტი კავშირების გარეშე, ხოლო ვ.ლომთაძე (ლამთაძე ვ. 1984) - ფხვიერ შეუკავშირებული და რბილი შეკავშირებული ქანების ჯგუფს.

მეოთხეულის ნალექების გენეტიკურ კომპლექსში გამოვყოფთ ორ ფორმაციას: ფლუვი-ალურს და ფერდობულს. ფლუვიალურ ფორმაციაში გაერთიანებული გვაქვს თბილისის სივრცეში არსებული მეოთხეულის არალითიფიცირებული 5 გენეტიკური კომპლექსი.

თბილისის ტერიტორიის ფარგლებში ფლუვიალური ალუვიური ნალექები წარმოდგენილია მდ. მტკვრისა და ნაწილობრივ მისი მთავარი შენაკადების (გლდანულა, ვერე, დიღმისწყალი) ქალა-კალაპოტებისა და ტერასებით, რომლებიც სტრატиграფიულად მოქცეულია დიაპაზონში ჰოლოცენიდან დანყებული ზედა პლიოცენის ჩათვლით. მასში გამოყოფილია შემდეგი გენეტიკური ტიპები:

1. ჰოლოცენური ( $Q_{IV}^{4al}$ ) ქალა-კალაპოტის ნალექები მთელ სივრცეზე გასდევს მდ. მტკვარს და ზემოთ ნახსენებ მდ. მტკვრის შენაკადებს ქვედა დინებებში. თუმცა ამ შენაკადების მრავალ უბანზე ქალის ტერასები წარეცხილია პერიოდულად მოქმედი წყალდიდობა-წყალმოვარდნებით. კონკრეტულად მდ. მტკვრის კალაპოტის სიგანე მერყეობს 100-430მ საზღვრებში. გამოწვევის წარმოადგენს „მეტეხის უბანი“, სადაც მისი სიგანე 40-50მ არ აღემატება და აბსოლუტურად მოკლებულია ქალის ტერასულ ნალექებს.

კალაპოტისა და ქვიანი ქალის სივრცეში, რომელიც ცოცხალი ტალვეგიდან 1,5მ-მდე სიმაღლეზე მდებარეობენ, მათ შემადგენლობაში სჭარბობს კაჭარ-კენჭნაროვანი მასალა (70%-ით მეტი), რაც იმის მაჩვენებელია, რომ მდინარეები გამოირჩევიან მაღალი ენერგიით და ნაპირების ინტენსიური წარეცხვით. შედეგად მრავალ უბანზე ქალის დაბალი ტერასები წარეცხილია. ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოირჩევა მდ. მტკვრის მარცხენაპირეთი. ამის დასტურია ისიც, რომ დიღმის ტერიტორიის მარჯვენა ნაპირზე I ტერასის ზედაპირზე 2011 წლის წყალდიდობების შედეგად მნიშვნელოვან სივრცეზე დაილევა ტურბიდული მასალა. ჰოლოცენის ალუვიონი მთლიანად წარმოდგენილია ფხვიერნატეხოვანი და რბილშეკავშირებული, საშუალოდ და ადვილად რეცხვადი, მაღალი წყალგამტარი თვისებებით, სადაც კენჭნარი იკავებს 54,8%, კაჭარი-18%, ხრეში-16,6%, ხოლო ქვიშა-9,3%. ამ ნალექების სიმკვრივე მერყეობს 2,2-2,35გ/სმ<sup>3</sup>-ში (გარემოს ეროვნული სააგენტო). გეოფიზიკოს ნ.წერეთლის მიერ თბილისის ტერიტორიაზე არსებული გრუნტების სეისმური განივი ტალღის გავრცელების სიჩქარე ( $V_s$ -30მ/წმ) შეადგენს 100D

2. ზედა პლეისტოცენური ( $Q_{III}^{a}$ ) ტერასების ალუვიური ნალექები უწყვეტი გავრცელებით სარგებლობენ I და II ტერასების სახით მდ. მტკვრის ორივე მხარეზე და მის მთავარ შენაკადებში (გლდანულა, ვერე, დიღმისწყალი) წყვეტილად შუა და ქვემო დინებებში.

ზედა პლეისტოცენის ტერასების ალუვიურ ნალექებში სჭარბობს კენჭნარი (200-20მმ) – 65%, კაჭარი (>200მმ) – 18,75%, ხრეში (20-2,0მმ) – 11%, ქვიშა-ქვიშნარი (2,0-0,5მმ) – 2,92 (26), რომელთა სიმკვრივე მასივში შეადგენს 1,67-1,8გ/სმ<sup>3</sup>, ხოლო ფორიანობა 43 (გ. ჯაფარიძე, 1984). გეოფიზიკოს ინსტიტუტის არსებული მონაცემებით გრუნტის განივი ტალღის გავრცელების საანგარიშო სიჩქარე ( $V_s$ -30მ/წმ) შეადგენს 540-B

ზედა პლეისტოცენის ტერასული ნალექები (უმთავრესად II ტერასის) უმეტეს შემთხვევაში გადაფარულია სხვადასხვა სიმძლავრის თიხა-თიხნაროვანი ფერდობული ფაციესით, ხოლო დაბალი ტერასის ნალექები-წყალდიდობების შედეგად დატოვებული ტურბიდიტებით. მაგალითისათვის, დიღმის, ავჭალისა და ორთაქალის ტერასების ქრილებში ამ სახის ნალექების სიმძლავრეები მერყეობენ 0,5-2,5მ სიმძლავრეებში, ხოლო მტკვრის მარცხენაპირეთში N1 კლინიკური საავადმყოფოს ტერიტორიაზე გაჭრილ ჭაბურღილებში მდინარის კენჭნაროვანი ფაცი-

ესი აღწერილი იქნა დელუვიურ-პროლუვიური ნაფენების ქვეშ 18მ სიღრმეზე (სირაძე ი., 2009).

ზედაპლესტოცენური ალუვიური ნალექები ლითოლოგიურად წარმოდგენილია, როგორც დანალექი, ასევე მაგმური ქანების კარგად დამუშავებული მასალით, რომლის საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები მასივში ხასიათდება სუსტად შეცემენტებული სტრუქტურით, კარგი წყალგამტარობით, საშუალოდ რეცხვადი თვისებებით და დაბალი წყალმდეგობით, რომელთა სიმკვრივე მასივში 1,7-1,8 გრ/სმ<sup>3</sup> მერყეობს, ხოლო ფორიანობა 43 შეადგენს (ჯაფარიძე გ., 1984). თუმცა ცალკეულ უბნებში ბუნებრივად შემკვრივებულ ქვიშიან შემავსებელთან ერთობლიობაში ქმნიან საკმაოდ მაღალი სიმკვრივის ფენებს და მათი ბუნებრივი სიმკვრივე ცვალებადობს 2,0-2,1გრ/სმ<sup>3</sup>-ის ფარგლებში.

ნორმატიული დოკუმენტებით და ქ.თბილისში განხორციელებული მშენებლობის გამოცდილებით ტერასული ნალექების საანგარიშო წინაღობა შეადგენს 5კგ<sup>ფ</sup>/სმ<sup>2</sup>-ზე, შინაგანი ხახუნის კუთხე  $\phi$ -40<sup>0</sup>, ხოლო ხვედრითი შეჭიდულობა C-0,01კგ<sup>ფ</sup>/სმ<sup>2</sup>-ზე და დეფორმაციის მოდული E-400კგ<sup>ფ</sup>/სმ<sup>2</sup> (გარემოს ეროვნული სააგენტო, 2012). საგულისხმოა, რომ იქ სადაც ტერასული ნალექების სიმძლავრე 4მ აღემატება თავიანთი მზიდუნარობიდან გამომდინარე უმეტესად გამოყენებულია შენობა-ნაგებობათა ფუძე გრუნტებად.

3. შუა და ქვედა პლესტოცენის ალუვიონის ტერასული ნალექები ( $Q_{I-II} al$ ) განსაკუთრებით კარგად კარტირდება მდ. მტკვრის მარცხენა მხარეზე, თუმცა გავრცელებულია წყვეტილად. რაც შეეხება მტკვრის მარჯვენაპირეთს, მათი უმეტესობა გადარეცხილია და მხოლოდ ფრაგმენტულად არის შემორჩენილი მათ ეროზიულ ზედაპირებზე. ამ ასაკის ნალექების სიმძლავრეები უმეტესად 2-5მ ფარგლებში მერყეობს, ზოგან 10მ-დე აღწევს. წარმოდგენილია კარგად დამუშავებული კენჭნარ-კაჭარით, ზოგან კაჭარის დომინირებით და შევსებულია ცვალებადი პროცენტული შედგენილობის ქვიშა-ქვიშნარით, ხრეშით და ლიმიტირებულად გათაბაშირებული თიხნარით და თაბაშირის ბუდობებით. ამ ნალექებში კაჭარის შემცველობა 20-25%, კენჭნარის-18,4%, ხრეშის - 10,5%, სადაც ქვიშიანი ნაწილაკების შემცველობა 51%-მდე და თიხოვანი ფრაქციის - 20%-მდე (ჯაფარიძე გ., 1984). მასივში საკმაოდ შეცემენტებულია თაბაშირის ნაფიფქით და გარსით, იკავებს ვერტიკალურ კედელს, ხასიათდება შეზღუდული წყალგამტარი თვისებებით და ფერდობის საშუალო მდგრადობით. ამ ნალექების სიმკვრივე 2,1-2,5გრ/სმ<sup>3</sup>. ხოლო ამ სახის გრუნტების ტალღის გავრცელების საანგარიშო სიჩქარე ( $V_s$ -30მ/წმ) უტოლდება 540-B

4. ქვედა პლესტოცენ-ზედა-პლიოცენის ( $Q_I-N_2^3 alak$ ) ალუვიური კონგლომერატები ფრაგმენტული გავრცელებით სარგებლობენ მტკვრის მარცხენაპირეთის ცალკეული ამაღლებების სივრცეში - მახათისა და ქაშვეთ-წილუბანის სერების და სამგორისა და ზემო ავჭალის კონგლომერატების სახით. მტკვრის მარჯვენა მხარეზე ამ ასაკის ნალექები გვხვდება მუხათგვერდის სივრცეში და უკიდურესად ლოკალურ უბნებზე ვაკის ტერიტორიაზე. წარმოდგენილი არიან კარგად დამუშავებული კაჭარ-კენჭნარით, წვრილი კაჭარის დომინანტობით და შევსებული და შეცემენტებული თაბაშირიანი და კარბონატული ქვიშა-თიხნარით.

კონგლომერატები მასივში ხისტკავშირიანია, უმეტესად საკმარისად მტკიცე, იკავებენ ვერტიკალურ კედელს. პროტოდიაკონოვის კლასიფიკაციის მიხედვით მათი სიმაგრის ხარისხი შეიძლება მიკუთვნებული იქნეს IV კატეგორიას, სიმაგრის კოეფიციენტით - 6. ამ სახის კონგლომერატების სიმკვრივე სახელმწიფო სტანდარტის კლასიფიკაციის მიხედვით (СНП-IV 5-82) მერყეობს 1,96-2,10 გრ/სმ<sup>3</sup>-ის საზღვრებში, ფორიანობა-15%; ხასიათდებიან მაღალი წყალმედ-

წევადობით, დარბილებადი თვისებებით ( $K_{\text{დარბ}} - 0,75$ ) და შიგა ხახუნის კუთხით  $\varphi - 32^\circ$ .

თბილისის სივრცეში თავისი გეოლოგიურ-მორფოლოგიური წარმოშობის ბუნებისა და საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებებიდან გამომდინარე, როგორც მეცნიერული, ასევე ინჟინრული პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით განსაკუთრებულ ადგილს იკავებენ: ნალექები, რომლებსაც ვიხილავთ ორ საინჟინრო-გეოლოგიურ კომპლექსში:

1. მეოთხეულის დაუნანევრებელი ტბიურ-ჭაობის ( $Q_{Ib}$ )
2. ქვედა და შუა პლეისტოცენის ალუვიურ-ტბიური ნალექების კომპლექსებში ( $a \text{ b } Q_{I-II} \text{ al}$ ).

1. მეოთხეულის დაუნანევრებელი ტბიურ-ჭაობის ( $Q_{Ib}$ ) ნალექების კომპლექსი გეოგრაფიულად მოიცავს ვაკის პარკის და ვერის პარკის არეალს, ლისის და დიღმის დეპრესიებს, „თბილისის ზღვის“ სივრცეში და ლისის ტბის მიდამოებში. ტბიურ-ჭაობის ნალექები ლითოლოგიურად წარმოდგენილი არიან ბლანტ-პლასტიკური ცხიმოვანი თიხებით და ლამით, წვრილ-მარცვლოვანი ქვიშით, კენჭნარით და წვრილი ღორღის ჩანარებით, სულფატური მარილების მონაწილეობით, მცენარეთა ღეროებითა და ფოთლებით, რომელთაც ახასიათებთ ლპობადი სუნი. მათი სიმძლავრეები საშუალოდ მერყეობენ 25-35მ ფარგლებში, რომელთა პირველი 4-9მ გადაფარული არიან დელუვიურ-პროლუვიური ნაფენებით.

საინჟინრო გეოლოგიური თვისებებით მასივში, წარმოდგენილ ფხვიერი შეუკავშირებელი და რბილი შეკავშირებული შედგენილობის გრუნტებით დახასიათებას ვიძლევიტ გ. ჯაფარიძის (ჯაფარიძე გ. 1984) მონაცემებით, რომელთა ბუნებრივი ტენიანობის მახასიათებლები მერყეობენ 16-33% საზღვრებში, ჰიგროსკოპიულის - 3-6%-ში, ხოლო მათი სრული ტენტივადობაა -18-48%; ბუნებრივი სიმკვრივე-1,51-1,83გრ/სმ<sup>3</sup>, ჩონჩხის-1,30-1,57გრ/სმ<sup>3</sup>, ფორიანობა-33-49%, ხოლო ფორიანობის კოეფიციენტი-0,58-1,27 (თ.ბიჭაშვილი, 1992). ამ სახის გრუნტების კონსისტენციის მდგომარეობა ძირითადად არის დენად-პლასტიკური და რბილ-პლასტიკური, რომლის დენადობის ზღვარი სეადგენს 28-45%, პლასტიურობის ზღვარი-28-45%, ხოლო პლასტიურობის რიცხვი მერყეობს 6-15% ფარგლებში. მისი ზღვრული ტენტივადობა მერყეობს 18-42%-ში, ხოლო ლპობადობის დრო 24 საათის პერიოდით 35-20წმ. ამ გრუნტების გრანულომეტრული შედგენილობა მერყეობს ქვიშის სახით 29-70%, მტვრისებური-6-53%, თიხა-10-18%. ქანების ძვრისადმი წინააღობის მახასიათებლები ბუნებრივი ტენიანობის პირობებშია: შიგა ხახუნის კუთხე  $\varphi - 15-29^\circ$ , შიგა ხახუნის კოეფიციენტი 0,23-0,55, შეჭიდულობის ძალა ( $C \text{ კგ/სმ}^2$ ) – 0,10-0,60; წყალგაჯერებულ გარემოში შიგა ხახუნის კუთხე  $\varphi - 9-18^\circ$ , შეჭიდულობის ძალა  $C \text{ კგ/სმ}^2$  (მ<sup>2</sup>-ზე) – 0,95-0,32; კუმშვადობის კოეფიციენტი 0,92-0,95, ხოლო დეფორმაციის მოდული-17-22გრ/სმ<sup>2</sup>-ზე. გრუნტის განივი ტალღების გავრცელების საანგარიშო სიდიდე ( $V_s - 30\text{მ/წმ}$ )-190

მთლიანობაში მეოთხეულის დაუნანევრებელი ტბიურ-ჭაობის ნალექების საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი მასივში დომინირებს წყალგაჯერებული რბილშეკავშირებული დენად-პლასტიკურიდან ნახევრად მაგარი კონსისტენციის, წყალარამედეგი და დაბალი მზიდი თვისებების გრუნტები.

2. ქვედა და შუა პლეისტოცენის ალუვიურ-ტბიური ნალექების კომპლექსის ( $Q_{I-II} \text{ al}$ ) გეოგრაფიული გავრცელების ძირითადი არეალებია ვაკე-საბურთალოს, გმირთა მოედანი-ცირკის, მუხათგვერდის ტერიტორია და ამჟამად „თბილისის ზღვის“ ქვეშ მოქცეული სივრცე. თუმცა აღნიშნულ გეოგრაფიულ სივრცეებში არსებული ტბიური ნალექები თავისი ლითოლოგიურ-ფაციალური შედგენილობით, საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებებით და სიმძლავრეებით ერთ-

მანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავებულია. ყურადღებას იმსახურებს ის გარემოება, რომ სხვადასხვა გეოგრაფიულ სივრცეში ტბიური ნალექების სიმძლავრეები მერყეობენ დიდ დიაპაზონში 15-20მ-დან, 48-100მ საზღვრებში (ვ. ალფაიძე, გ. ჯაფარიძე, დ. წერეთელი, ვ. კვარცხავა). ალუვიურ-ტბიური ნალექები ყველგან გადაფარულია ტექნოგენური, ანდა დელუვიურ-პროლუვიური ნალექებით. ტბიური ნალექები ჭრილში უმეტესად წარმოდგენილი არიან ორი ჰორიზონტით. ზედა-მოყვითალო-მონაცრისფრო, რბილშეკავშირებული, ტენტევადი, უხსნადი, წყალშელწევადი, რომელთა სიმტკიცე და დეფორმაციის მოდული ცვალებადობს დიდ დიაპაზონში ტენიანობისა და სიმკვრივის მიხედვით; ქვედა ჰორიზონტი წარმოდგენილია მოლურჯო-მონაცრისფრო თიხებით. ნახევრად მაგარი და მაგარი კონსისტენციის და ძნელად წყალშელწევადი თვისებებით. გარეშე ძალების ზემოქმედების დეფორმაციის შედეგად მისი ზედაპირი იფარება ნაპრალებით და ირღვევა მთლიანობა.

ტბიური ნალექების ამ ორი ჰორიზონტის საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების დახასიათებას ვიძლევიტ გ.ჯაფარიძის (ჯაფარიძე გ. 1984) ნაშრომზე დაყრდნობით, გმირთა მოედნის სივრცის მაგალითზე.

ტბიური ნალექების ზედა წყების აღმავალ ჭრილში აღინიშნება მსუბუქი ფრაქციის შემცირება ნამსხვრევი მასალის მნიშვნელოვანი ზრდის საერთო ფონზე, სადაც თიხური ფრაქციის შემადგენლობა მერყეობს 5-დან 32% ფარგლებში. ქვიშის ფრაქციიდან სჭარბობს წვრილი და საშუალო სახეობები - 35-40% ფარგლებში. ამ წყების მოცულობითი მასა მერყეობს 1,68-2,77გრ/სმ<sup>3</sup>-ში, ხოლო ხვედრითი ნონა - 2,64-2,77გრ/სმ<sup>3</sup>-ში, ფორიანობა კი 35-52%-ში. ტენტევადობის განმეორების მნიშვნელობები შეადგენს 35-40%, ხოლო საკუთრივ გრუნტების ტენიანობა მერყეობს 9,0-დან 35% ფარგლებში, უფრო ხშირი განმეორებადობის სიდიდეები კი შეადგენს 20-25%; პლასტიურობის რიცხვი მერყეობს 9,76-30,99-ის ფარგლებში. ფილტრაციის კოეფიციენტი განსაზღვრულია 3,53•10<sup>6</sup>სმ/წმ-ში. ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში წყალში დაშლის პერიოდი მერყეობს 30-35 წამიდან 2-12 წუთის საზღვრებში, ხოლო იშვიათ შემთხვევაში მათი სტრუქტურა იშლება 3-4 საათის განმავლობაში. ამ სახის გრუნტების ბუნებრივ მდგომარეობაში ქანობები მერყეობენ 34-41<sup>0</sup>-ში, რომელთა მდგომარეობა წყლოვან გარემოში ეცემა - 26-30<sup>0</sup>-მდე. ქალაქის მშენებლობებთან დაკავშირებით განხორციელებული კვლევებით მათი მზიდი თვისებები განსაზღვრულია 2,0-2,5კგ<sup>4</sup>/სმ<sup>2</sup>-ში. მათი კუმშვადობის კოეფიციენტი ბუნებრივი ტენიანობის - 23-30<sup>0</sup> პირობებში შეადგენს 0,023-0,027. თიხოვანი სახეობების შეჭიდულობის ძალა 28,0-30,0% ტენიანობის პირობებში შეადგენს 0,75-1,25კგ<sup>4</sup>/სმ<sup>2</sup>-ზე, ხოლო შინაგანი ხახუნის კუთხე 12-14<sup>0</sup>-ს.

ტბიური ნალექების ქვედა წყებების ლითოლოგიურ შედგენილობაში ნათლად ფიქსირდება თიხური და მტვრიანი ფრაქციების თანდათანობით შემცირება და ქვიშის ფრაქციების ზრდა გრანულომეტრიული შედგენილობის მიხედვით. ამ წყების გრუნტები უმთავრესად მიეკუთვნება მძიმე თიხებს, იშვიათად გვხვდება მსუბუქი თიხნარი და მტვრისებური ქვიშნარი, სადაც მტვრისებური ფრაქციის შემადგენლობა 53,2-77,6%-მდე აღწევს, ხოლო თიხური ფრაქციის - 31,0-32,0%-ის საზღვრებში. მსუბუქ მტვრისებურ თიხნარებში თიხური ფრაქციები 1,0-12%-ის ფარგლებში მერყეობენ, ხოლო ქვიშის ფრაქციები - 7,0-15%, თუმცა ცალკეულ შემთხვევებში ქვიშის შემცველობა შეადგენს 42%, წვრილი ფრაქციის სიჭარბით, სადაც მსხვილი ფრაქცია იკავებს მხოლოდ 1,0-2,5%-მდე და უმეტესად გვხვდება სუბსტრატის სიახლოვეს. ტბიური ნალექების მეორე ქვედა ზონის გრუნტებში ბუნებრივი ტენიანობა მერყეობს 20-38% ფარგ-

ლებში, იშვიათად აღწევს 47,7<sup>0</sup>-ს. მათი პლასტიურობის რიცხვი მერყეობს 5,0-დან 40% საზღვრებში, ხვედრითი წონა-2,64-2,77გრ/სმ<sup>3</sup>-ში, მოცულობითი მასის 1,85-1,95გრ/სმ<sup>3</sup>, ფორიანობა 40-50%, ტენტევალობა 35-40%. ამ წყების ფილტრაციის კოეფიციენტი დაბალია და მისი საშუალო მაჩვენებელი შეადგენს 1,5-10<sup>5</sup>სმ/წმ-ში. ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში დატვირთვის ქვეშ მათი დარბილება გრძელდება 2-3 დღე და ზოგიერთი მათი სახესხვაობები განიცდიან გაფუებას, ხოლო მათი გამომშრობის შემდეგ მათი დატენიანების პირობებში კი მათი სტრუქტურული აღნაგობა იშლება 10-12 წუთის განმავლობაში, თუმცა ამ სახის გრუნტები მუდმივი ტენიანობის პირობებში ინარჩუნებენ სიმტკიცეს და მდგრადობას. აქედან გამომდინარე საერთოდ ნალექების ტბიური გენეზისის უკიდურესად დაბალი საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების მიუხედავად, მათი ქვედა ზონის გრუნტები შეიძლება გამოყენებული იქნეს საინჟინრო ნაგებობების საფუძვლად. ამ გრუნტების ბუნებრივი ქანობების კუთხეები შეადგენენ 37-39<sup>0</sup>, წყლის გარემოში კი 31-35<sup>0</sup>, მათგან მტვრისებური თიხებისა და მძიმე თიხნარებისათვის 15-20<sup>0</sup>, მსუბუქი მტვრისებური თიხნარებისათვის კი 12-15<sup>0</sup>, ხოლო მტვრისებური მძიმე თიხნარების, რომლებიც წარმოდგენილია სუბსტრატის დეზინტეგრირებული ჩონჩხის სახესხვაობებით -18<sup>0</sup>. მათი კუმშვადობის კოეფიციენტი - 1,0-დან - 4,0კგ/სმ<sup>2</sup> დატვირთვის ინტერვალებში მერყეობენ 0,02-დან 0,04კგ/სმ<sup>2</sup>-ში, გამკვრივების კოეფიციენტით 0,01-დან 0,027კგ/სმ<sup>2</sup>-ზე. ცალკეულ შემთხვევებში კი აღწევენ მაქსიმუმს-0,045კგ/სმ<sup>2</sup>-ზე. უმეტეს შემთხვევაში მათი გაჯირჯვების კოეფიციენტი, გამკვრივების კოეფიციენტიდან გამომდინარე, შეადგენს საშუალოდ 35-40<sup>0</sup>, ხოლო ძვრისადმი წინალობის სიდიდეები 26-38% ტენიანობის პირობებში - 1,25-3,0კგ/სმ<sup>2</sup>. ხოლო შეჭიდულობის ძალა 28-37% ტენიანობის პირობებში 1-2კგ/სმ<sup>2</sup>-ზე. შიგა ხახუნის კოეფიციენტი ტენიანობასთან დამოკიდებულებაში იცვლება 0,19-დან 0,28-მდე.

ყურადღებას იმსახურებს ის გარემოება, რომ ტბიური ნალექების ვაკის მენყრის გავრცელების სივრცეში, მენყრის გადაადგილების ზონის გარეთ გრუნტების კუმშვადობა შეადგენს 0,20კგ/სმ<sup>2</sup>-ზე, გადაადგილების წინალობა 2,0კგ/სმ<sup>2</sup>, შეჭიდულობის ძალა 2,5კგ/სმ<sup>2</sup>-ზე, ხოლო შიგა ხახუნის კუთხე-12-13<sup>0</sup>. მენყრული პროცესების მოქმედების ზონაში ტბიური ნალექების კუმშვადობა ეცემა 0,04კგ/სმ<sup>2</sup>-მდე, გადაადგილების წინალობა 1კგ/სმ<sup>2</sup>-მდე, ხოლო შეჭიდულობის ძალა 1კგ/სმ<sup>2</sup>-მდე და შიგა ხახუნის კუთხე 11<sup>0</sup>-მდე.

„ვაკის“ ტერიტორიაზე გავრცელებული ტბიური ფაციესის გრუნტების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები რამდენადმე განსხვავებულია ზემოთ აღწერილი საბურთალოს გრუნტებისაგან, რომელთა დახასიათებას ვიძლევიტ პ.კვარცხავას (კვარცხავა პ. 1970) მასალებზე დაყრდნობით.

პ. კვარცხავა „ვაკის“ ტერიტორიის სივრცეში ლითოლოგიური თვალსაზრისით მართებულად გამოყოფს ტბიური ნალექების ორ ჰორიზონტს: ზედას - ყვითელი შეფერილობის თიხნარს და ქვიშნარს და ქვედა ჰორიზონტის - მოლურჯო-ნაცრისფერ თიხა-თიხნარს.

ზედა ჰორიზონტის თიხნარ-ქვიშნარის გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლებია: გრანულომეტრიული შედგენილობა: თიხური ფრაქცია - 4,98-32,0%; ქვიშის - 3,5-41%; მტვრისებურის - 30-40% (იშვიათად 50-56%); ტენიანობა - 9.49-34,54% (საშ. 20-23%), პლასტიურობის რიცხვი იცვლება დიაპაზონში - 9,76-30,99% (საშუალო 10-15%); დენადობის ზღვარი - 25,11-52,59%; სიმკვრივე (მოცულობითი მასა)-1,74-2,10გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობა-32,8-49,6% (საშ. 35,49%); ტენტევალობა-14,97-41,33%); ფილტრაციული კოეფიციენტის სიდიდე 2,99•10<sup>3</sup>სმ/წმ, წყალში დაშლა ძლიერ მაღალია, სადაც ბუნებრივად დატენიანებული ნიმუშები წყალში იშლება

30-36წმ-ში; მშრალი გრუნტების ბუნებრივი ქანობის კუთხე 33,41<sup>0</sup>, წყლოვან რეჟიმში ეცემა 26-30<sup>0</sup>-მდე; კუმშვადობის კოეფიციენტი ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში (23-30%) შეადგენს 0,023-0,027სმ<sup>2</sup>/კგ; შეჭიდულობის ძალა თიხების შუაშრეებისათვის - 23-33% ტენიანობის პირობებში იცვლება - 2,75-0,25კგ<sup>დ</sup>/სმ<sup>2</sup> დიაპაზონში, ხოლო შიგა ხახუნის კუთხე 27<sup>0</sup>30<sup>1</sup>-დან ვარდება 12<sup>0</sup>-მდე.

ტბიური ნალექების ქვედა ჰორიზონტის მოლურჯო-ნაცრისფერი თიხებისა და თიხნარების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლებია: გრანულომეტრიული შედგენილობა: თიხური ფრაქცია-17,22%, ქვიშის-7-15%, მტვრისებური ფრაქციის 53,2-77,6%; ტენიანობა-20-35%; სრული ტენტევადობა-32,6-46,9%, წყალგაჯერების კოეფიციენტი-0,66-1,0; ჰიგროსკოპული ტენიანობა-3,68-5,7%; პლასტიურობის რიცხვი-25-30; დენადობის ზღვარი-25,79-59,66 (საშ. 45-50); სიმკვრივე-1,68-2,13გრ/სმ<sup>3</sup> (საშ. 1,85-1,95); ფორიანობა-33-58,7% (საშ. 40-50%); ფილტრაციული თვისებები-43•10<sup>7</sup>მ/წ; წყალმედევობა-0,4კგ/სმ<sup>2</sup> დატვირთვის პირობებში 2-3 დღე-ღამის განმავლობაში არ იშლება. ამ დროის განმავლობაში მისმა გაჯირჯევამ შეადგინა 1მმ დღე-ღამეში. მტვროვანი თიხნარების პირობებში გრუნტი წყალში იშლება 40 წუთიდან 4 საათის განმავლობაში.

ბუნებრივი ქანობის კუთხეები მშრალ მდგომარეობაში მერყეობს 37-39<sup>0</sup>-ში, წყლოვან გარემოში 31-36<sup>0</sup>-ში. მათი გაჯირჯევა 1კგ-დან 4კგ-მდე დატვირთვის პირობებში მერყეობს 0,001სმ<sup>2</sup>/კგ-დან 0,045სმ<sup>2</sup>/კგ-ში (მენყრული მოვლენების ამობურცვის ზონაში). ამ გრუნტების ძვრისადმი წინაღობა ამონენების ზურგობის ზონაში ტენიანობის შემთხვევაში 25-38% შესაბამისად იცვლება 3კგ-დან 1,25კგ<sup>დ</sup>/სმ<sup>2</sup>-მდე, ხოლო შეჭიდულობის ძალა - 0,3-0,3-2,0კგ<sup>დ</sup>/სმ<sup>2</sup>-ზე.

მდ. ვერეს ხეობაში ტბიურ ნალექებში მენყრულ-გრავიტაციული მოქმედების ზონაში გრუნტების კუმშვადობა დადგენილია 0,940სმ<sup>2</sup>/კგ; წინააღმდეგობა ძვრისადმი-2კგ<sup>დ</sup>/სმ<sup>2</sup>-ზე; შიგა ხახუნის კუთხე-11-12<sup>0</sup>, ხოლო შეჭიდულობის ძალა 1კგ<sup>დ</sup>/სმ<sup>2</sup>-ზე.

მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების ზემოქმედების გარეთ; კუმშვადობა-0,020სმ<sup>2</sup>/კგ; წინააღობა ძვრისადმი 2სმ<sup>2</sup>/კგ; შიგა ხახუნის კუთხე 12-13<sup>0</sup>; შეჭიდულობის ძალა-2,5სმ<sup>2</sup>/კგ<sup>დ</sup> გრუნტის განივი ტალღის გავრცელების საანგარიშო სიჩქარე (Vs 30წმ) 290-ც.

ზემოთ დახასიათებული ტბიური ნალექებიდან რამდენიმე განსხვავებულ გეოლოგიურ და პალეომორფოლოგიურ პირობებშია ფორმირებული „მუხათგვერდის“ ტბიური ნალექები. მუხათგვერდის ტბიური ნალექები იკავებენ მდ. მტკვრის ადრეპლეისტოცენის ტერასის ზედა ეოცენ-ოლიგოცენის ჩრდილო-აღმოსავლეთით მიმართული და 40-45<sup>0</sup>-ით დაქანებული ეროზირებულ ზედაპირს. „მუხათგვერდის“ სასაფლაოსკენ ამაველი ქუჩის ტერასის საფეხურში და ვაკე-ბორცვიან ზედაპირზე ყველგან შიშვლდება ტბიური ნალექები, წარმოდგენილი მოყვითალო-მონაცრისფრო მკვრივი ლიოსისებური თიხნარ-ქვიშნარ-თიხებით, კარბონატიზირებული, მკვეთრად გამოკვეთილი შრეებით; ჭრილის ზედა ნაწილში კარგად დამუშავებული კენჭნარხრემის მონაწილეობით, ლიმიტირებულად შემორჩენილი დაბორცვილ ფერდობებზე, ხოლო ტერასის ვაკე ზედაპირებზე მიმოფანტული მასალით. ეს კარგად ჩანს ნაგავსაყრელად გამოყენებული 2-3მ სიღრმის ამოთხრილ ორმოში, სადაც კარბონატული თიხნარით შევსებული ალუვიური რიყნარი შეცემენტებულია საშუალო დონეზე და იღებენ ნახევრად კლდოვანი კონგლომერატის დაბალი სიმტკიცის კატეგორიის სახეს.

ტბიური ნალექების ხილული სიძლიავერე 20 მეტრამდეა, თუმცა შესაძლებელია უფრო მძლიავერეც იყოს. ტბიური ნალექები საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებებით მიეკუთვნებიან

რბილშეკავშირებული თიხოვანი გრუნტების ჯგუფს, წარმოდგენილი შრეებრივი, უმეტესად მაკროფოროვანი მტვრისებური ფაციესის ლიოსისებური თიხნარ-ქვიშნარ-თიხებით; არამდგრადი, წყალში ადვილად შლადი და სუფოზიური პროცესებისადმი მიდრეკილი. ამ გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური (გეოტექნიკური) მახასიათებლებს მასივში ვიძლევიტ თ.ბიჭაშვილის ნაშრომში (ბიჭაშვილი თ. 1992) მოცემულ მონაცემებზე დაყრდნობით:

სიმკვრივე მასივში (1,51-1,92გრ/სმ<sup>3</sup>): ქვიშნარის-1,51, თიხნარის 1,77; თიხების-1,92, სიმკვრივე ნაწილაკების (2,63-2,76გრ/სმ<sup>3</sup>); ქვიშნარის-2,63; თიხნარის-2,69; თიხის-2,76; ფორიანობა (33-53%); ქვიშიანის-33%; თიხნარის-42%; თიხის-53. ფორიანობის კოეფიციენტი: ქვიშნარის-0,74, თიხნარის-0,92; თიხის-0,63.

ბუნებრივი ტენიანობა (ერთეულ ნაწილში): ქვიშნარის-0,36; თიხნარის-0,13; თიხის-0,04. კონსისტენციის მახასიათებლები (ერთეულ ნაწილში) პლასტიკურობის რიცხვი: ქვიშნარი-0,96, თიხნარი-0,91; ქვიშნარი-0,27. დენადობის ზღვარი: ქვიშნარი-0,27; თიხნარი-0,31; თიხა-0,55; კონსისტენციის მახასიათებლები: ქვიშნარი-1,0; თიხნარი-0,9; თიხა-0,04. წინაღობა ძვრისადმი (შინაგანი ხახუნის კუთხე  $\varphi$ ; და შეჭიდულობა-C-კგ/სმ<sup>2</sup>); ქვიშნარისათვის- $\varphi$ -15°, C-0,10; თიხნარისათვის- $\varphi$ -10°, C-0,06; თიხისათვის- $\varphi$ -29; C-0,60.

ჰოლოცენის პროლუვიური ნალექების კომპლექსი ( $Q_{IV}^2St$ ) თბილისის ტერიტორიის სივრცეში ფორმირების პირობებით ნალექების ხასიათით და საინჟინრო გეოლოგიური თვისებების მიხედვით წარმოდგენილი არიან ორი სახით:

1. მშრალ წყალსადინარებში ფორმირებული ღვარცოფები ე.წ. „ხრამნარიყი“. „ხრამნარიყის“ პროლუვიური ნალექები დომინირებენ მტკვრის მარჯვენაპირეთის ქვაბულის სივრცეში, სადაც მშრალ ხევებს ყოველი ღვარცოფტრანსფორმირებადი თავსხმა წვიმების მაღალი აქტივობის (საშუალოდ 3-5წელიწადში ერთხელ) პირობებში გამოაქვთ სხვადასხვა მოცულობის (10000-20000მ<sup>3</sup>-ის საზღვრებში) დაბალი სიმკვრივის ქვატალახოვანი ნაკადები, წარმოდგენილი ბუნებრივი და ტექნოგენური ქვალორლით 60-70%-მდე და ქვიშნარ-თიხნარით (30-40%-მდე).

2. მდ. მდ. ვერეს, გლდანულასწყლის, დიღმისწყლის, უკანახევისა და ლოჭინის აუზებში ტრანსფორმირებული ღვარცოფებით წარმოქმნილი პროლუვიური ნალექები, რომელთა ერთ-ერთადი მოცულობები მერყეობენ დიდ დიაპაზონში (50000-1,0მლნ/მ<sup>3</sup>), ახასიათებთ საშუალო აქტივობა, ზოგჯერ კატასტროფული შედეგებით. ქვატალახოვანი ღვარცოფული ნაკადები ბლანტ-პლასტიკური, უმეტესად ბმული რეოლოგიური ბუნებით ხასიათდებიან, რომელთა პროლუვიური ნალექები წარმოდგენილია პალეოგენის დანალექი ფლიშის ლოდნარ-ლორლოვანი ნამსხვრევი მასალით - 40-70% ფარგლებში და თიხნარ-ქვიშნარით.

საერთოდ, თბილისის ტერიტორიის სივრცეში არსებული პროლუვიური ნალექების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები წარმოდგენილია განსხვავებული შედგენილობის, მდგომარეობისა და თვისებების ფხვიერ-ნატეხოვანი და რბილშეკავშირებული, ნახევრად პლასტიკური, საშუალო და ადვილად რეცხვადი გრუნტებით.

ამ გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ზოგად დახასიათებას ვიძლევიტ ოფიციალურად გამოცემული სამშენებლო ნორმებისა და წესების კრებულში გაანალიზებული „გრუნტების საინჟინრო გეოლოგიური პირობების სირთულეების კატეგორიების მონაცემებზე დაყრდნობით (СНП-IV-5-82). გრუნტების სიმკვრივე მერყეობს 1,75-1,95გრ/სმ<sup>3</sup>-ში, ფორიანობის კოეფიციენტი - 0,40-0,47%; ფილტრაციის კოეფიციენტი (K<sub>ფ</sub>-მ/დღე-ღამე) - 10-70; შინაგანი ხახუნის კუთხე ( $\varphi^0$ ) - 27-35°; შეჭიდულობა (C-1კგ/სმ<sup>2</sup>) - 0,01-0,18; პირობითი საანგარიშო წი-

ნაღობა ( $1\text{კგ}^{\text{d}}/\text{სმ}^2$ ) 5-8; დეფორმაციის მოდული ( $E\ 1\text{კგ}/\text{სმ}^2$ ) – 400-500; დრეკადობის მოდული ( $E\ 1\text{კგ}^{\text{d}}/\text{სმ}^2$ ) – 2500-3500.

ფერდობულ ფორმაციაში გაერთიანებული გვაქვს შემდეგი საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსები:

- ✓ თანამედროვე ჰოლოცენის ტექნოგენური - ანთროპოგენური ( $ahQ_{IV}^{4t}$ )
- ✓ დაუნანევრებელი მეოთხეულის ელუვიურ-დელუვიური ( $ed\ Q_{IV}^{4}$ )
- ✓ დაუნანევრებელი მეოთხეულის დელუვიურ-პროლუვიური ( $dpQ$ )
- ✓ დაუნანევრებელი მეოთხეულის დელუვიური ( $dQ$ )
- ✓ დაუნანევრებელი მეოთხეულის გრავიტაციულ-კოლუვიური ( $gcQ$ )

თანამედროვე ჰოლოცენის ტექნოგენური (ანთროპოგენური) კომპლექსის ( $Q_{IV}^{4tan}$ ) გრუნტები ფართო, გაფანტული გავრცელებით სარგებლობენ თბილისის ქვაბულის სივრცეში - დანყებული მდ. მტკვრის სანაპიროებიდან, ქვაბულის შემომსაზღვრელი ქედების ძირამდე. ისინი წარმოადგენენ მშენებლობებთან დაკავშირებული ნარჩენი გრუნტების ნაყარს და საყოფაცხოვრებო აბიოტურ და ბიოტურ ნარჩენებს. ანთროპოგენური საყოფაცხოვრებო ნარჩენებით ძირითადად ამოვსებულია მშრალი ეროზიული ხრამები, როგორც არის მაგალითად: ქალაქის საზღვრებში მტკვრის მარცხენაპირეთში შემდეგი მდინარეები და ხევები: მდ. გლდანულასწყალი, ხევძმარისხევი, კუკიისხევი, ჩულურეთისხევი, დოლაბაურისხევი, ვაზისუბნისხევი, ორხევი და სხვ. ხოლო მტკვრის მარჯვენაპირეთში - კრწანისისხევი, ნავკისისხევი, ავანთხევი, გაბაანთხევი, ვარაზისხევი და მრავალი სხვა (ჯანელიძე ქ. და სხვები 2016).

ტექნოგენური ნარჩენი გრუნტები უმთავრესად გვხვდება კარიერების დამუშავებისა (მდ. მტკვრის და მისი მთავარი შენაკადების ქალა-კალაპოტების სივრცეში) და სამოქალაქო ნაგებობების სიახლოვეს, ანდა მეტროს გვირაბებიდან გამოტანილი გრუნტის სანაყაროების უბნებში, რომელიც ქალაქის საზღვრებში ასევე იყრებოდა მშრალ ხევებში, ანდა მათი მნიშვნელოვანი რაოდენობა გამოიყენებოდა დამენყრილი ფერდობების გასამაგრებლად. ამის კლასიკურ მაგალითად გამოგვადგება მდ. ვერეს ხეობის მარჯვენა ფერდის დამენყრილი ტერიტორია, სადაც შეტანილი იქნა რამდენიმე ათასი კუბ. მეტრის მოცულობის ნამსხვრევი მასა. საგულისხმოა, რომ ამ სახის ტექნოგენური გრუნტი ზოგიერთ უბანზე, მაგალითად, თავისუფლებისა და გმირთა მოედნები, მდ. ვერეს ხეობის მარჯვენა ფერდობის დამენყრილი (ე.წ. „ვაკის მენყერი“) ზონა. ტექნოგენურ-ანთროპოგენური გრუნტების სიმძლავრეები მერყეობენ ერთეული მეტრებიდან ოთხი - ათეული მეტრის საზღვრებში.

ტექნო-ანთროპოგენური ნაყარი გრუნტები, საინჟინრო-გეოლოგიური კლასიფიკაციით მიეკუთვნება განსაკუთრებული თვისებების შედგენილობის და მდგომარეობის ჯგუფს. ერთმანეთში უნესრიგოდ არეული აბიოტური და ბიოტური წარმოშობის ფხვიერი შეუკავშირებელი და რბილშეკავშირებული გრუნტებით, წარმოდგენილს სრულიად სხვადასხვა ფრაქციით და გრანულომეტრიული შედგენილობით - დანყებული კაჭარ-ლოდნარით და დამთავრებული კენჭნარ-ლორლით და ქვიშა-თიხნარით. მათი ფიზიკო-მექანიკური თვისებები მკვეთრად იცვლება ნაყარის გამკვრივების დროის მიხედვით. გ.ჯაფარიძის (ჯაფარიძე გ. 1984) მონაცემებით ამ გრუნტების მზიდი თვისებების მაქსიმალური მაჩვენებელი თბილისის მშენებლობის გამოცდილებიდან შეადგენს  $0,5\text{კგ}^{\text{d}}/\text{სმ}^2$ . სიმკვრივე ბუნებრივ გარემოში -  $1,68-1,93\text{გრ}/\text{სმ}^3$ ; ჩონჩხის -  $1,35-1,65\text{გრ}/\text{სმ}^3$ ; ხვედრითი წონა  $2,68-2,75\text{გრ}/\text{სმ}^3$ ; ბუნებრივი ტენიანობა -  $34-51\%$ , ფორიანობა -  $34-51\%$ , შიგა ხახუნის კუთხე ბუნებრივ პირობებში -  $18^{\circ}$ , შეჭიდულობის ძალა- $0,1\text{კგ}^{\text{d}}/\text{სმ}^2$ -ზე. XX საუკუნის 80-ან წლებში დამუშავებული გრუნტების გასამუშალებული ფიზიკურ-მექანიკური

მასხასიათებლების თვისობრიობის მიხედვით (СНП - IV-82) დამჯდარი გრუნტების დამუშავების კატეგორიაა -24ა/-II, ხოლო შეცემენტებულის-24ბ-III; გრუნტების სიმკვრივე-1,80-1,90გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობის კოეფიციენტი - 0,80-0,60; ფილტრაციის კოეფიციენტი - 2,0-0,5მ/დღე-ღამე; შინაგანი ხახუნის კუთხე - 18-25; შეჭიდულობა - 0,1-0,51კგ<sup>დ</sup>/სმ<sup>2</sup>; დეფორმაციის მოდული - 50-170კგ<sup>დ</sup>/სმ<sup>2</sup>

დაუნაწევრებელი მეოთხეულის ელუვიურ-დელუვიური კომპლექსის ნალექები (Qed) თბილისის ტერიტორიის თითქმის ყველა მორფოლოგიურ-გენეტიკური ტიპის რელიეფის ზედაპირს ფარავენ. ამის მთავარი განმაპირობებელია მეოთხეულამდელი სუბსტრატის გამოფიტვა-დენუდაციური პროცესებისადმი უკიდურესად მაღალი სენსიტიურობა და გამოფიტული მასალის მატრანსპორტირებელი ოპტიმალური გარემო. გეოლოგიურად ეს ორი სახის ნალექები მჭიდრო დინამიკურ კავშირშია რომ არ გვექონდეს საქმე ინტენსიური გამოფიტვის პროცესებთან არ წარმოიქმნებოდა ელუვიური ნალექები, ხოლო მათი დანვიმების დენუდაციით და მდნარი თოვლით გამოწვეული ტრანსფორმაციის გარეშე ვერ წარმოიქმნებოდა მაღალი ენერგეტიკული პოტენციალის რელიეფის ზედაპირზე რბილშეკავშირებული ფაციესის დელუვიური ნალექები, რომლებიც ფარავენ ქალაქის ტერიტორიის თითქმის მთელ სივრცეს, დაწყებული ქვაბულის შემომსახვრელი ქედების მოვაკებული თხემების, პედიმენტებისა და მათი ფერდობების ძირიდან მდ.მტკვრის პირველი ტერასის ზედაპირის ჩათვლით.

პირველყოვლისა დელუვიური ნალექების, როგორც რბილშეკავშირებული დისპერგირებული თიხური ფაციესის მომცემი პირველადი წყარო არის ძირითადი სუბსტრატის დამოკიდებულება კლიმატის რეაქციისადმი და ელუვიური ზონის ფორმირება. ამ მხრივ თბილისის სივრცეში არსებული სუბსტრატის 80%-მდე ხასიათდება გამოფიტვისა და დენუდაცია-ეროზიული პროცესებისადმი მაღალი მგრძნობიარობით. ჩვეულებრივ ელუვიური ნალექები ძირითად სუბსტრატში წარმოქმნიან გამოფიტვის ზონას და იმისდა მიხედვით თუ ქანები როგორი მგრძნობიარობით გამოირჩევა კლიმატური ფაქტორების ზემოქმედებასთან გამოფიტვის პროცესების მსვლელობასთან დამოკიდებულებაში და რელიეფის ზედაპირის როგორ დახრილობასთან გვაქვს საქმე, ფორმირდება გამოფიტვის ქერქის შესაბამისი ზონა. ელუვიური წარმონაქმნის სიმძლავრეების გამოფიტვის პროცესების სიჩქარეების მიხედვით ანაწილებენ სამ სტადიად (სერგევი ე., 1982): 1) ინტენსიური გამოფიტვის პერიოდი, რომლის დროსაც ფორმირდება 50%-დე სიმძლავრის გამოფიტვის ზონა; 2) შენელებული გამოფიტვის პერიოდი, როდესაც გამოფიტვის ქერქის სიმძლავრე იზრდება 80%-მდე და 3) გამოფიტვის ჩაქრობის პერიოდი, როდესაც ფორმირდება გამოფიტვის ქერქის მაქსიმალური სიმძლავრე მოცემულ ბუნებრივ პირობებში. გამოფიტვის ქერქის ფორმირების ზონების დანაწილებას სხვადასხვა ავტორები განსხვავებულად წარმოგვიდგენენ. ჩვენ თბილისის გეოლოგიური გარემოს პირობებისათვის მართებულად მიგვაჩნია ნ.კოლომენსკის (კოლომენსკი ნ. 1952) მიერ დამუშავებული სქემა, სადაც ავტორი გამოყოფს 4 ზონას, რომელიც აღმავალ ჭრილში წარმოდგენილია შემდეგი სახით: I ზონა - მონოლითური, სადაც ტემპერატურის წლიური რყევადობა უკიდურესად მცირეა, ახასიათებს პრაქტიკულად მუდმივი ტენიანობა და იწყება ჰიდრატაცია; II ზონა - ლოდა-ბელტური, ნამსხვრევი, ხშირი ნაპრალებით, ტემპერატურისა და ტენიანობის დაბალი რყევადობით, ჰიდრატაციის პროცესის დასაწყისი; III ზონა - წვრილნამსხვრევი ლორღით, ხვინჭით და თიხოვანი ფრაქციის შემავსებლით, ტემპერატურისა და ტენიანობის დიდი რყევადობით წლის განმავლობაში, დაჟანგვის, ჰიდრატაციისა და გამოფიტვის პროცესებით; IV ზონა - წვრილნამ-

სხვრევი-დისპერსიული რბილშეკავშირებული თიხოვანი ფაციესით ხვინჭისა და ლორღის მონანილობით. ეს ზონა გამოირჩევა სუბსტრატის ქიმიურ-მინერალური შედგენილობის სრული გარდაქმნით, რომელიც მთლიანად დაკავშირებულია კლიმატურ პირობებთან და ქანების ტენიანობასთან. გამოფიტვის ქერქის დისპერსიული ზონა გამოირჩევა შედარებით ერთგვაროვანი საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებებით, ადვილად ემორჩილება ჩარეცხვას და დეფორმაციულ ზემოქმედებას.

საყურადღებოა, რომ თბილისის ტერიტორიის ფარგლებში, ვაკე და დამრეცი რელიეფის სივრცეში გამოფიტვის ელუვიური ზონა ფართოდ არის წარმოდგენილი და მათი სიმძლავრეები მერყეობენ უმეტესად 5-20მ საზღვრებში. გამოფიტვის ქერქის ელუვიური ნალექებიდან დელუვიური გენეზისის წარმოქმნაში მონანილობენ მხოლოდ III და IV გამოფიტვის ზონები (განსაკუთრებით IV დისპერსიული), რომელთა სტრუქტურული ბუნება და წყალმდეგობა ადვილად ემორჩილება დაწვიმების დენუდაციურ და მდნარი თოვლით გამოწვეულ ეროზიას. რაც შეეხება გამოფიტვის ქერქის I და II ზონებს, მათი საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების თანახმად დამუშავებული გრუნტების გასაშუალებული ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლებისა (СНП IV-82), შეიძლება გამოყენებული იქნეს არამალლივი ნაგებობების მშენებლობებისათვის. ამ სახის გრუნტების სიმკვრივე იქნება 1,95გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობის კოეფიციენტი (e,%)-0,40; ფილტრაციის კოეფიციენტი (K<sub>ფ-მ/დლე-ლამე</sub>)-15-80%; შინაგანი ხახუნის კუთხე-φ<sup>0</sup>-28-35<sup>0</sup>; შეჭიდულობა-с МПа-1კგ<sup>4</sup>/სმ<sup>2</sup>-0,91-0,18; პირობითი წინაღობა МПа-1კგ<sup>4</sup>/სმ<sup>2</sup>; დეფორმაციის მოდული МПа-1კგ<sup>4</sup>/სმ<sup>2</sup>.

ამრიგად, დელუვიური ნალექების მომცემი წყარო არის სუბსტრატის ქანების დამოკიდებულება კლიმატის რეაქციისადმი და ელუვიური ზონის ფორმირება კონკრეტულად მისი IV და III ზონა. თბილისის სივრცეში არსებული სუბსტრატის 80%-მდე ხასიათდება გამოფიტვისა და დენუდაცია-ეროზიული პროცესებისადმი მაღალი მგრძნობიარობით. მართალია დელუვიური ნალექები საერთოდ წარმოდგენილია უმეტესად შრეობრიობას მოკლებული თიხა-ქვიშის ფაციესით, მაგრამ დიდი დახრილობის ფერდობებზე წარმოქმნილ დელუვიურ ნალექებში გამოერევა გამოფიტვის უხეში მასალა. რაც შეეხება ფერდობების ძირში და ქვაბულის არეალში ფორმირებულ დელუვიონს, იქ სადაც ღვარცოფტრანსფორმირებადი წყალსადინარების ბაზისური ზონა თანხვედრილია დელუვიური ნალექებით დაფარული სივრცის, პროლუვიური ნალექების უხეში მასალა ერევა მასში, ხოლო ზოგიერთ უბანზე გარკვეულ ფართობზე იფარება იმით. იმისდა მიხედვით თუ რა შედგენილობის ქანების სუბსტრატში ფორმირდება ფერდობის დელუვიური ნალექები, მათი სიმძლავრეები მერყეობენ დიდ დიაპაზონში - 2-3 მეტრიდან დაწყებული 20-30მ-დე.

მაგალითად, დიღმის სანერგე მეურნეობის ტერიტორიაზე ლიაყავისფერი მაკროფოროვანი თიხების დელუვიური ნალექები ყოველგვარი მინარევების გარეშე შეადგენს 2-5მ; რუსთაველის გამზირზე სასტუმრო „მარკოპოლოს“ ტერიტორიაზე შრეობრიობას მოკლებული თიხნარი დელუვიური 18მ სიმძლავრისაა; „ვაკის სასაფლაოსთან“ ქვიშა-თიხნარი 5-10%-მდე; ნამსხვრევი მასალის ჩანართებით 18მ სიმძლავრისაა; დაბა წყნეთში რუსთაველის ქუჩის სივრცეში - 20მ-დეა, ვაჟა-ფშაველას და ყაზბეგის გამზირისა და დელისის მიდამოებში მოყვითალო ჟანგისფერი თიხა-თიხნარი-ქვიშით და რუხი ფერის გამკვრივებული თიხის ნამსხვრევეებით - 20-28მ; მდ.მტკვრის მარცხენა სხვადასხვა სიმაღლის ტერასების ზედაპირზე 10-40მ სიმძლავრის დელუვიურ-პროლუვიური მაკროფოროვანი ლიოსისებური თიხნარ-ქვიშნარის ფაციესი 10-40მ სიმძლავრის ფარგლებშია (ნერეთელი ჯ. 1959).

ამრიგად, დელუვიური და დელუვიურ-პროლუვიური ნალექები გამოირჩევა დაბალი ლითონ-ფიკაციით. მათი ლითოლოგიური და გრანულომეტრიული შედგენილობა, ტენიანობა, კონსისტენცია და თიხოვანი ქანების აქტიურობის ხარისხი, როგორც დომინანტი დელუვიური წარმოშობის რბილშეკავშირებული გრუნტებისათვის, მათი საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები მკვეთრად ცვალებადია და დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა პეტროლოგიური შედგენილობისა და სიმტკიცის ქანების სუბსტრატთან გვაქვს საქმე. კონკრეტულად, დილმის სანერგე მეურნეობის ტერიტორიაზე ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევებით (ე.წერეთელი, 1999) დელუვიური ნალექები, რომელიც ფარავენ მდ.მტკვრის ჭალისზედა პირველ ტერასას და სამხრეთიდან შემოსაზღვრულია მეორე ტერასის სერით, გამომუშავებული დენუდაცია-ეროზიული პროცესებისადმი მაღალი მგრძობიარობის ნეოგენის არგილიტებისა და ქვიშაქვების სუბსტრატზე წარმოდგენილია 2,9-5,0მ სიმძლავრის მოყვითალო-მოყავისფრო თეთრი ფერის მარილების ჩანართებით, ნახევრად მაგარი კონსისტენციის მაკროფოროვანი თიხებით, რომელთა ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლებია: ბუნებრივი ტენიანობა - 19,87-34,24% საზღვრებში; ჰიგროსკოპიული ტენიანობა - 4-49-7,19%; გრუნტების მოცულობითი წონა ბუნებრივ ტენიანობაში - 1,85-1,97გრ/მ<sup>3</sup>; ხვედრითი წონა - 2,70-2,75გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობა - 42,7-50,2%; მტვრისებური და თიხური ფრაქციების შემადგენლობა (0,05-0,001მმ) მერყეობს 56-დან 69%-მდე, მათ შორის >0,001 - 18-32%; ქვიშოვანი ნაწილაკების - 22-31%-ში; თიხური გრუნტების პლასტიკურობის სიდიდეებია: დენადობის ზღვარი - 42-56%, პლასტიკურობის ზღვარი - 22-31%; პლასტიკურობის რიცხვი - 23-32%; სრული ტენტევალობა - 27,2-36,6%. ამ გრუნტების კონსისტენცია უმეტეს შემთხვევაში მაგარი ან ნახევრად მაგარია, იშვიათად ძნელპლასტიკური. შესაბამისად თიხების პირობითი წინალობა  $R_0$  შემდეგია: მაგარი და ნახევრად მაგარი გრუნტებისათვის 2.4კგ/სმ<sup>2</sup>, ძნელპლასტიკურისათვის - 1,5კგ/სმ<sup>2</sup>.

თბილისის სივრცეში დელუვიური ნალექები განსაკუთრებით ფართო გავრცელებით სარგებლობენ მტკვრის მარჯვენაპირეთის ზონაში, რომლებიც წარმოდგენილია თიხა-თიხნარების, მტვროვანის, ქვიშნარების ფაციესით და ლორღის და მსხვილნატეხოვანის ჩანართებით, დამარილიანებულია სულფატური და კარბონატული მარილებით. მათი სიმძლავრეები მერყეობენ დიდ დიაპაზონში 3-40მ.

დელუვიური ნალექების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები მასივში წარმოდგენილია რბილშეკავშირებული, ძნელად პლასტიკურიდან ნახევრად მაგარი და მაგარი კონსისტენციამდე, ძვრისადმი წინალობის ცვლილებებით მნიშვნელოვან პარამეტრებში მათ ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დახასიათებას ვიძლევიტ გ. ჯაფარიძის (1984) მასალებზე დაყრდნობით, სათანადო ცვლილებების საზღვრებში: მზიდი თვისებები - 1,5-3,0კგ/სმ<sup>3</sup>; ბუნებრივი ტენიანობა - W 10-21%; სრული ტენტევალობა - 26-35; სიმკვრივე ბუნებრივი - 1,60-1,81გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობა - 39-40%; ფორიანობის კოეფიციენტი საწყისი: 0,18-1,16, საბოლოო - 0,51-1,01%. მათი პლასტიკურობის მახასიათებლებია: პლასტიკურობის რიცხვი - 14-19%; დენადობის ზღვარი - 34-41%, გრანულომეტრიული შედგენილობა: ქვიშა - 30; მტვროვანი - 43-44; თიხა - 13-28%; წინალობა ძვრისადმი: ბუნებრივ მდგომარეობაში -  $\phi$ -20-28<sup>0</sup>; შიგა ხახუნის კუთხე 0,18-0,48; წინალობა წყალგაჯერებულ გარემოში  $\phi$ -12-20<sup>0</sup>, შიგა ხახუნის კუთხე C-0,11-0,8; კოეფიციენტი f-0,21-0,36; კუმშვადობის კოეფიციენტი - 0,15-0,07; დეფორმაციის მოდული E-24-38კგ/მ<sup>2</sup>.

მძიმე თიხნარები და თიხები საყოფაცხოვრებო დატვირთვის მოხსნის შემდეგ და ტენიანობის გაზრდის შემთხვევაში ავლენს მიდრეკილებას გაჯირჯევებისაკენ, რომლის ძალამ შეიძლება მიაღწიოს 1.2კგ/სმ<sup>2</sup>-ზე.

დელუვიური ნალექები რამდენადმე განსხვავებული ლითოლოგიური და საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებებით წარმოგვიდგება მდ. მტკვრის ხეობის მარცხენა ფერდობზე და მისი ტერასების ზედაპირებზე.

უმთავრესად წარმოდგენილია მაკროფოროვანი მსუბუქი ლიოსისებური თიხნარით, საშუალო თიხნარებისა და ქვიშნარის შუაშრეებით, ლორღისა და იშვიათად ხვინჭის ჩანართებით. ამ სახის გრუნტები მასივში ხასიათდება საკმაოდ მდგრადი ნიშნებით და საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებებით. ახასიათებს მოყვითალო-ნაცრისფერი შეფერილობა, მაღალი ფორიანობა და ფხვიერი აღნაგობა, შეიცავს კარბონატებისა და სულფატების მნიშვნელოვან რაოდენობას. მშრალ მდგომარეობაში ფერდობები ხასიათდებიან მდგრადი ვერტიკალური მდგომარეობით. მათში წყალშელწევადობა მნიშვნელოვანია, არანყალმედეგია, ადვილად ლბება და ირეცხება.

გ. ჯაფარიძის (ჯაფარიძე გ. 1984) მონაცემებით ამ გრუნტების გრანულომეტრიულ შემადგენლობაში მონაწილეობენ ქვიშა - 5-52%, მტვერი - 33-82, თიხა - 13-22. მათი სიმკვრივეა 1,53-1,85გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობა - 30-51%; ფორიანობის კოეფიციენტი: საწყისი - 0,82-1,10; საბოლოო - 0,45-0,83; ბუნებრივი ტენიანობა - 6-23; სრული ტენიანობა - 17-40%; კონსისტენცია მაგარი; მზიდი თვისებები - 2,0-2,5კგ<sup>d</sup>/სმ<sup>2</sup>-ზე; პლასტიკურობის რიცხვი - 12-17; დენადობის ზღვარი - 32-48; დაშლის დრო წყლის გარემოში 30წმ - 4 წუთი, წინალობა ძვრისადმი ბუნებრივ გარემოში -  $\phi$ -19-28<sup>0</sup>; შეჭიდულობის ძალა C-0,15-0,45კგ<sup>d</sup>/სმ<sup>2</sup>; წყალგაჯერებულ გარემოში  $\phi$ -11-22<sup>0</sup>; შიგა ხახუნის კუთხე C-0,07-0,16; დაჯდომის მოდული - 113-247; ჯდომადობის კოეფიციენტი - 0,015-0,027.

ამრიგად, თბილისის ტერიტორიის საინჟინრო გეოდინამიკური მდგომარეობისა და სირთულის დადგენის თვალსაზრისით ერთ-ერთი გადამწყვეტი ადგილი უკავია დელუვიურ ნალექებს, როგორც მენყრული პროცესების წარმოქმნა-რეაქტივაციის ბაზისური საფუძველი.

მეთხეულის კოლუვიური ნალექები ( $Q_{IV}^4C$ ) თბილისის ტერიტორიის ფარგლებში სარგებლობენ ფართო გავრცელებით ქვაბულის შემომსაზღვრელი ქედების ძირში და მდინარეთა ხეობების ფერდობებზე, რომლებიც გამომუშავებულია კლდოვან და ნახევრადკლდოვან ქანებში, ასევე საკუთრივ ქვაბულის სივრცეში არსებული წყალგამყოფი სერების კალთებზე. კოლუვიური ნალექები, რომლებიც მიეკუთვნებიან გრავიტაციული მოვლენების ჯგუფს ძირითადად ორი სახით წარმოგვიდგება - ქვათაცვენა და კლდენაზვავი, რომელთა წარმოშობის პირობები და საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები ერთმანეთისგან მკვეთრად განსხვავებულია.

ქვათაცვენის კოლუვიონი წარმოიქმნება ქედებისა და მდინარეთა ხეობების კალთების ძირში, უმეტესად 40<sup>0</sup>-მდე დახრილობის კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი აგებულების ფერდობებზე, ძირითადი სუბსტრატის გამოფიტული პროდუქტების შედეგად სხვადასხვა დიამეტრის ჩამონაშალის სახით, რომლებიც ზოგჯერ შლეიფებსაც წარმოქმნიან. ეს არის გამოფიტვისა და დაშლის პროდუქტების დანაგროვები მასა გამოწვეული გრავიტაციული ძალებით. მასალის დაგროვების შესაბამისად გორვის წინალობა იზრდება. ამის გამო ნამსხვრევი მასალის გრანულომეტრიული შედგენილობა საწყისი ზონიდან ბაზისამდე იცვლება, როგორც ზედაპირულად, ასევე ვერტიკალურ ჭრილში. საწყის ეტაპზე მსხვილი მასალა ჭარბობს ბაზისის ზონაში, შემდეგ ეტაპზე მსხვილი მასალა თანდათანობით ივსება წვრილი ნამსხვრევი ლორღოვან-ხვინჭოვანი და თიხნარ-ქვიშნარით, მაგრამ დამოკიდებულია იმაზე თუ რა სიმტკიცის ქანების პროდუქტს წარმოადგენს. მაგალითად, ქვიშნარი წარმოქმნილი მკვრივ ქვიშაქვებზე იძლევა მასალას 30-50სმ-მდე, დაქვემდებარებული მონაწილეობით ლორღოვან-ხვინჭის 10-30%-მდე,

ხოლო ნაშალი, რომელიც წარმოიქმნება თიხოვან ფილიტიზირებულ ფიქლებზე და არგილიტებზე წარმოდგენილი არიან წვრილი, ნამსხვრევი, უმეტესად ფურცელა ღორღით (10-20სმ-მდე). სტაციონარული კვლევებით დადგენილია, რომ გაშიშვლებულ ფერდობებზე, რომელთა ზედაპირების დახრილობა 20%-ზე ნაკლებია, პრაქტიკულად წყდება გრავიტაციული პროცესი, ჩამოცვენილი მასის მოძრაობა ჩერდება და მისი საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები თანდათან ტიპური ფხვიერ-შეკავშირებული გრუნტების რიგში გადადის.

ამრიგად, თბილისის სივრცეში არსებული კოლუვიონი მიეკუთვნება დანალექი გრუნტების იმ ჯგუფს, რომელთა ფხვიერ შემაკავშირებელ ნაწილაკებს შორის საერთოდ არ არსებობს კავშირი, განსხვავებით კლდოვან კარბონატულ ქანებში წარმოქმნილი ქვანაშალისაგან, სადაც გრავიტაციული პროცესების შეწყვეტის შემდეგ ჩამოშლილი უხეშნამსხვრევი მასა თანდათან იწყებს გამკვრივებას და გადადის ნახევრად კლდოვან ბრექჩიებში.

სამწუხაროდ კოლუვიური გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების შესახებ საქართველოში სპეციალური კვლევები არ ჩატარებულა, ამიტომ მის ზოგად შეფასებას ვიძღვევით „სახმშენის“ მიერ სხვადასხვა მხარეებში ჩატარებული კვლევების გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების განზოგადებული გასაშუალებულ მახასიათებლებზე დაყრდნობით (M. СНИП W-5-82). ღორღოვან-ხრემოვანი გრუნტებისთვის ზომით 80მმ-მდე და 30%-მდე ქვიშნარ-თიხნარის შემავსებლით. გრუნტის სიმკვრივე - 1,95გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობის კოეფიციენტი - 0,40; ფილტრაციის კოეფიციენტი (K<sub>ф</sub> მ/დღე-ღამე) – 30-80; შინაგანი ხახუნის კუთხე (φ<sup>0</sup>) – 28-35<sup>0</sup>; შეჭიდულობა (1კგ<sup>დ</sup>/სმ<sup>2</sup>) – 0,01-0,18; პირობითი წინალობა - (1კგ<sup>დ</sup>/სმ<sup>2</sup>) 8; დეფორმაციის მოდული (E-1კგ<sup>დ</sup>/სმ<sup>2</sup>) – 500.

თბილისის ტერიტორიის სივრცეში პლეისტოცენამდელი ქანების საინჟინრო-გეოლოგიურ ფორმაციებში, რომლებიც წარმოადგენენ ნალექწარმოქმნისა და ქანთა ფორმირების განმსაზღვრელ სუბსტანტს, მათში შემავალი სხვადასხვა ლითო-პეტროგრაფიული შედგენილობის მიხედვით, რომელთა თვისებები დამოკიდებულია, ერთის მხრივ, გრუნტების მდგრადობაზე საინჟინრო საქმიანობასთან მიმართებაში, ხოლო, მეორეს მხრივ, ყოველი სახეობის ქანის ექსტენსიური დამოკიდებულება გეოლოგიური პროცესებისა და მოვლენების მიმართ მათი მგრძობიარობისა და რეცეპტორული თვისებების მიხედვით, საინჟინრო-გეოლოგიურ ფორმაციებში გამოვყოფთ და ვაჯგუფებთ შესაბამის ლითოლოგიურ-სტრატეგრაფიულ კომპლექსებში. თუმცა, ხშირად ერთი და იმავე სტრატეგრაფიულ-ლითოლოგიური მასვის ჭრილში მორიგეობენ საინჟინრო ნაგებობების მიმართ არაერთგვაროვანი მდგრადობისა და ეგზოგეოდინამიკური პროცესების მიმართ მაპროვოცირებელი ფაქტორების მკვეთრად განსხვავებული რეცეპტორული თვისებების მქონე ქანები, რომელთა გამიჯვნა და ცალკე ერთეულად გამოყოფა საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკაზე შეუძლებელი ხდება. ასეთ შემთხვევაში ვკმაყოფილდებით ტექსტური აღწერით გეოლოგიური მასივის ჭრილში არსებული ქანის საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების შეფასებით. ამ მიმართულებით გეოლოგიურ მასივებში სუბსტრატის ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების შეფასებასთან დაკავშირებით ყველაზე ოპტიმალურ მიმართულებად მიგვაჩნია თ. სავარენსკის კლასიფიკაცია ვ. ლომთაძის (ლომთაძე ვ. 1977) მიერ განხორციელებული ცვლილებებით და გადაამუშავებული კლასიფიკაციით, სადაც გამოყოფილია 5 ჯგუფი:

1. კლდოვანი - მაგარი ქანები;
2. ნახევრად კლდოვანი - შედარებით მაგარი ქანები;

3. რბილი შეკავშირებული ქანები;
4. ფხვიერი შეუკავშირებელი ქანები;
5. განსაკუთრებული შედგენილობის და მდგრადობის თვისებების ქანები.

თბილისის ტერიტორიაზე ჩამოთვლილი ჯგუფებიდან სუბსტრატის ქანების კლასიფიკაციიდან შედის პირველი სამი. მათგან დომინანტ ადგილს იკავებენ ნახევრად კლდოვანი და რბილშეკავშირებული ქანები, სადაც ე. სერგეევის (სერგეევი ე. 1982) მიხედვით ამ სახის ქანების სიმტკიცე ბუნებრივ გარემოში კუმშვადობაზე 10-70 МПа საზღვრებში მერყეობს, ხოლო მათი სიმაგრის ხარისხი მ.პროტოდიაკონოვის მიხედვით I-II ერთეულის საზღვრებშია, ხოლო სიმაგრის კოეფიციენტი - 20-10. ე. სერგეევის კლასიფიკაციით ამ სახის კლდოვანი ქანების სიმკვრივე ბუნებრივ გარემოში აღემატება 140 МПа-ს.

თბილისის ტერიტორიაზე ყველაზე ახალგაზრდა სუბსტრატის ნალექები წარმოდგენილია ზედა პლიოცენის აღჩაგის წყების კონტინენტური მოლასური ფორმაციით (N<sub>2ak</sub>). კონტინენტური მოლასები იკავებენ მხოლოდ საგურამო-იალნოს ქედის თხემისპირა ზონას, რომლის ფართობი 7%-ს არ აღემატება. ეს ნალექები თანხმობით მოსდევს ზედა სარმატის წყებას, რომლის ლითოლოგიურ შედგენილობაში მთავარ ადგილს იკავებენ კონგლომერატები, რომლებიც ერთმანეთისაგან გამოყოფილია თიხა-თიხნარებისა და მსხვილმარცვლოვანი საშუალო სიმტკიცის ქვიშაქვების 2-4მ სიზრქის დასტებით. მოლასური ნალექების ჭრილში კონგლომერატები იკავებენ 80%-მდე, რომლებიც უმთავრესად წარმოდგენილია კარგად დამუშავებული დანალექი ქანებით. მოლასური ნალექების ჭრილის ზედა და ქვედა ნაწილებში კონგლომერატები 20მმ-ზე ზევით იკავებენ საერთო გეოლოგიური მასის 5%-მდე, 20-2მმ-ში - 11%; ქვიშის-18%-მდე, ხოლო ალევროლიტურ-პელიტური ნაწილაკების - 3-5%-მდე. კონგლომერატების წყებაში ფაციალური ცვლილებებიდან გამომდინარე ფილტრაციის კოეფიციენტის მაჩვენებლები იცვლებიან 4,58-დან 20,34 მ/დღე-ღამეში კონგლომერატების ცემენტს წარმოადგენენ ქვიშა-თიხოვანი, ქვიშა-კიროვანი და კირქვა-თიხოვანი მასა, უმეტესად შეხებითი ან ფორების შევსებადი. კონგლომერატების ცემენტის სახეობიდან და ხარისხიდან გამომდინარე მათი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები და საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები იცვლება დიდ დიაპაზონში - ნახევრად კლდოვანი მაგარი გრუნტებიდან (სიმტკიცე ბუნებრივ მდგომარეობაში 50-80 МПа) სუსტად შეკავშირებულ-ნახევრადფხვიერ მდგომარეობამდე. ასევე დაბალია თიხურ ცემენტზე არსებული კონგლომერატების სიმტკიცე, რომელთა მაჩვენებელი ბუნებრივ გარემოში შეადგენს 10-16 МПа -ს, ხოლო წყალგაჯერებულ გარემოში ეცემა 3-6 МПа -მდე, დარბილების კოეფიციენტით - 0,3-0,4-მდე. ამასთან, მაცემენტებელი მასის სუსტი კავშირისა და ატმოსფერული ნალექების თავისუფალი ინფილტრაციის გამო უმეტესად გადადიან გაფხვიერების მდგომარეობაში, რომელთა მოცულობითი მასა 2,0-2,2გრ/სმ<sup>3</sup>-დან ეცემა 1,80-1,99გრ/სმ<sup>3</sup>-მდე, შესაბამისად იზრდება წყალშთანთქმის მაჩვენებელი - 1,79%-მდე, ხოლო ფილტრაციის კოეფიციენტი - 2,4მ/დღე-ღამეში და მეტზე.

კონტინენტური მოლასური ნალექების ჭრილში თიხური ქანები იკავებენ საშუალოდ 15%-მდე, თუმცა მასივის ჭრილის შუა ნაწილში აჭარბებენ კონგლომერატებს. თიხური ქანების ცალკეული შრეების სიზრქეები მერყეობენ 0,2-2,0მ-დან - ორი ათეული მეტრის ფარგლებში. თიხური ქანები შემადგენლობით არაერთგვაროვანია, ზოგიერთ ჭრილში ჭარბობენ ალევრიტული, ქვიშოვანი და პელიტური ფრაქციები, ზოგან კარბონატული. პელიტური თიხების სტრუქტურებში წვრილდისპერსიული კოლოიდები ხშირად შეიცავენ 98-99%, მაშინ როდესაც

ქვიშოვან სახესხვაობებში მათი შემადგენლობა მხოლოდ 36-40%. თიხოვანი ქანები მონტმორილონიტური შედგენილობისაა და დაბალი და საშუალო ლითიფიკაციით ხასიათდებიან, კონსისტენციით მაგარი (B-0,01-0,02), პლასტიკური (B-0,04-0,09) და დენადია (B-1,7-1,9), განსაკუთრებით მათი თიხნაროვანი სახეობები.

**ცხრილი 7** თიხა-თიხნარების ძირითადი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები (ცაგურიშვილი ა., 1981).

თვისებები	თიხები	თიხნარი
სიმკვრივე მასივში	1,95-2,03გრ/სმ <sup>3</sup>	1,89-2,28გრ/სმ <sup>3</sup>
ბუნებრივი ტენიანობა	10,5-19,7%	14,5-29,7%
ფორიანობა	14-38%	-
პლასტიურობის რიცხვი	17-28	10-15
დენადობის ზღვარი	21-46	35-36
შიგა ხახუნის კუთხე ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში	17 <sup>0</sup> 12 <sup>1</sup> -25 <sup>0</sup> 14 <sup>1</sup>	20 <sup>0</sup> 30 <sup>1</sup> -27 <sup>0</sup> -15 <sup>1</sup>
შეჭიდულობა	1,050-1,5კგ <sup>d</sup> /სმ <sup>2</sup>	0,100-1,5კგ <sup>d</sup> /სმ <sup>2</sup>

კონტინენტური მოლასური ნალექების ფორმაციაში შეყვანილი გვაქვს ასევე ზედა სარმატის ლაგუნურ-კონტინენტური ფაციესის (N<sub>1</sub><sup>3</sup>S<sub>3</sub>) ნალექები. ამ ნალექების კომპლექსი თბილისის სივრცეში გვხვდება მხოლოდ მდ. მტკვრის მარცხენა მხარეში, მდ. გლდანულას აუზის შუა ნაწილში და საგურამო-იალნოს ქედის დაბალ და საშუალომთიან ზონებში. ამ სტრატиграფიულ-ლითოლოგიური ხასიათის ნალექები ქართლის ტერიტორიაზე „ნაცხორის წყების“ სახელწოდებით არის ცნობილი, რომლებიც თანხმობით მოჰყვებიან შუა სარმატს და ასევე თანხმობით იფარებიან პლიოცენის მოლასებით. ლითოლოგიურად ზედა სარმატის ნალექები ძირითადად წარმოდგენილია საშუალო და სქელშრეებრივი ქვიშაქვებითა და ქვიშიანი თიხების მორიგეობით, რომელთა შორის გამოერევა კონგლომერატებით შემდგარი დასტები, ზოგჯერ მიკროკონგლომერატების მონაწილეობით, ხშირად გადასული გრაველიტებში. მთლიანობაში ზედა სარმატულ ნალექებში დომინირებს ქვიშაქვების წყების მორიგეობა უსტრუქტურო კარბონატულ თიხებთან, ფერად თიხებთან და თიხნარებთან. ქვიშაქვები ხლართულ და ირიბშრეებრივი თვისებებით ხასიათდებიან, რომელთა ცალკეული შრეების სიზრქე მერყეობს 4 მეტრიდან 20 მეტრამდე.

ლაგუნურ-კონტინენტური ფაციესის ქანები საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების მიხედვით მიეკუთვნებიან კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი გრუნტების ჯგუფს, დაქვემდებარებული მონაწილეობით რბილშეკავშირებულით. კლდოვანი ქანების თვისებებით ხასიათდებიან ქვიშაქვები და კონგლომერატები, რომლებიც რელიეფის საერთო ფონზე წარმოქმნიან ამაღლებული სერების მარკირებულ დასტებს და დენუდაციურ-ეროზიული პროცესების მიმართ გამოირჩევიან სიმტკიცით, მცირე დეფორმირებადობით და ნაკლები წყალშეღწევადობით. გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მახასიათებლებს ვიძლევიტ გეოლოგ ა. ცაგურიშვილის (ცაგურიშვილი ა., 1981) და გარემოს ეროვნული სააგენტოს 2016წ. მდ. გლდანისწყლის აუზის საინჟინრო-გეოლოგიური ანგარიშის მონაცემებზე დაყრდნობით (გარემოს ეროვნული სააგენტო, 2016).

ქვიშაქვები მინდვრშპატიანი, პოლიმიქტური, ცემენტირებული თიხნარ-კარბონატულ ცემენტზე, ფოროვანი და კონტაქტურ-ფოროვანი ცემენტაციის, წვრილი და უხეშმარცვლოვანი შედგენილობის, ზოგ უბანზე გრაველიტების ლინზებისა და შუაშრეების მონანილეობით. ცალკეული შრეების სიზრქე მერყეობს 0,1-1,0მ-მდე, ხშირია 3-5 და 10-15 სიზრქის დასტები. გამომდინარე ქვიშაქვების შედგენილობისა და მათი განსხვავებული ცემენტაციისა და მდგრადობის განმსაზღვრელი თვისებები მერყეობს შესუსტებული კლდოვანიდან - ნახევრადკლდოვანი გრუნტების ინტერვალში. მათი სიმკვრივე ბუნებრივ პირობებში მერყეობს 1,68-2,7გრ/სმ<sup>3</sup> საზღვრებში, წყალგაჯერებულ გარემოში ფორიანობა 5,6-25%, წყალშთანთქმა - 2,31-13,2%. სიმტკიცის საზღვრები: ბუნებრივ გარემოში 3,2-6,5 Мпа, წყალგაჯერებულში - 1,3-4,8 Мпа. ქვიშაქვები ხასიათდებიან დარბილებადი ( $K_{\text{ღ}}-0,36-0,4$ ) და არადარბილებადი ( $K_{\text{ღ}}-0,8-1,0$ ) თვისებებით.

ზედა სარმატის წყების ნალექებში კონგლომერატები იკავებენ დაქვემდებარებულ ადგილს, ლინზების, შუაშრეებისა და ცალკეული დასტების სახით - 0,5-1,0-დან 15-20მ-ის დიაპაზონში. კონგლომერატები წარმოდგენილია ძირითადად ცარცისა და პალეოცენის კარბონატული და ტერიგენული ქანების კარგად დამუშავებული წვრილი და მსხვილი კენჭებით, შეცემენტებული კირით, კირ-ქვიშოვანი და ქვიშა-თიხოვანი მასით, ფოროვანი, კონტაქტურ-ფოროვანი, ზოგან ბაზალური ცემენტით. კონგლომერატების სიმტკიცის მაჩვენებელი მასივში ძლიერ ცვალებადია, რომელიც დამოკიდებულია ცემენტაციის სახეობასა და გამოფიტვის ხარისხზე. მათი დროებითი წინაღობა მასივში მერყეობს 15-20 Мпа-ში, ხოლო წყალგაჯერებულში - 12,4 Мпа-ში. მათი დაღობადობის კოეფიციენტი  $K_{\text{ღ}}-0,6-0,62$ . კონგლომერატებში გამომუშავებული ფერდი მდგრადია და ხშირად წარმოქმნის მნიშვნელოვან ქარაფებს. კონგლომერატებისათვის დამახასიათებელია სელექტური გამოფიტვა, მენყრული და მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების განვითარებით.

ზედა სარმატის წყების ნალექებში თიხები იკავებენ მნიშვნელოვან ადგილს, რომელთა წყების სიმძლავრეები, მოქცეული ქვიშაქვებისა და კონგლომერატების ნალექებს შორის ცალკეული შრეებისა და წყებების სახით, მერყეობენ 0,1-5მ-დან დაწყებული - 5-50 მეტრის წყებების სახით.

თიხურ ქანებს, როგორც რბილი შეკავშირებული გრუნტების სახეობებს, ახასიათებთ შემდეგი საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები: ბუნებრივი ტენიანობა - 9,5-25,4%, მოცულობითი მასა ბუნებრივ გარემოში - 1,71-2,18გრ/სმ<sup>3</sup>; ხვედრითი წონა - 2,47-2,72გრ/სმ<sup>3</sup>. მათი გრანულომეტრიული მახასიათებლებია: 0,05მ ფრაქციის ქვიშის შემცველობა - 5,0-8,5%; მტვროვანი ნაწილაკები (0,05-0,005მმ) - 49-50%; თიხური (<0,005მმ) - 42,47%. მათი კონსისტენციური მახასიათებლებია: დენადობის ზღვარი - 54-59%, პლასტიურობის ზღვარი - 30-31%, ხოლო პლასტიურობის რიცხვი - 24-28%. ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში მათი შინაგანი ხახუნის კოეფიციენტი შეადგენს - 0,400-0,470, ხოლო შინაგანი ხახუნის კუთხე  $\varphi-21^{\circ}48'-25^{\circ}12'$ . წყლოვან გარემოში მათი წინაღობის მაჩვენებლები ეცემიან  $c - 0,217-0,300$  და  $\varphi - 12^{\circ}15'-16^{\circ}42'$ , შესაბამისად ეცემა შეჭიდულობის ძალა - 0,5-1,50კგ<sup>ძ</sup>/სმ<sup>2</sup>-დან 0,350-0,5კგ<sup>ძ</sup>/სმ<sup>2</sup>-მდე. აღნიშნული წინაღობის მაჩვენებლების ასეთი რყევადობა დამოკიდებულია იმაზე თუ რა სახის თიხურ გრუნტებთან გვაქვს საქმე - მონტმორილონიტურთან, ჰიდროქარსიან თუ კალციუმთან. გრუნტზე დასაშვები დატვირთვა - 2-4კგ/სმ<sup>2</sup>-ზე. მათი სიმაგრის კოეფიციენტი არის 1,5, ხოლო დამუშავების კატეგორია - VI-a. დანვიმების შემდეგ თიხური გრუნტი იფარება ერთგვაროვანი

10-20სმ-ის მინისებრი ქერქით. კლდოვანი და რბილშეკავშირებული გრუნტების მასივში ძლიერ გახშირებულია მენყრული პროცესების გააქტიურება.

ქვედა მოლასური ზღვიური ფორმაცია აერთიანებს ქვედა და შუა სარმატის და მოცუნის (კონკური და ყარაგანულის ჰორიზონტების) საინჟინრო-გეოლოგიურ კომპლექსებს.

ქვედა და შუა სარმატული საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსის ( $N_1^3S_1-N_1^3S_2$ ) ზღვიური ქვიშაქვა-თიხოვანი ფაციესი დაქვემდებარებული გავრცელებით სარგებლობენ მდ. მტკვრის მარცხენა მხარეზე „თბილისის ზღვის“ ჩრდილოეთით და მდ. გლდანისწყლის აუზის ზედა ნაწილში და იკავებენ საერთო ფართობის 12%-მდე. ამ კომპლექსის ნალექებით აგებულია აგრეთვე ავჭალის სინკლინის გული და მამკოდის ჩრდილოეთით არსებული მონოკლინური სტრუქტურული სერი, რომელიც ხასიათდება შედარებით მტკიცე და დენუდაციური პროცესებისადმი მდგრადი ქვიშაქვებით. ამ კომპლექსის გავრცელების ჩრდილო და ჩრდილო-აღმოსავლური და სამხრეთ-აღმოსავლური ნაწილების ჭრილებში ჭარბობს თიხები, ხოლო ცენტრალურ და სამხრულ ნაწილებში - ქვიშაქვები და წარმოადგენენ მარკირებულ ჰორიზონტს, როგორც გეოლოგიურად, ასევე მორფოდინამიკური თვალთახედვით და ქმნიან კლდოვანი რელიეფის იერსახეს.

მთლიანობაში ეს საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი წარმოადგენილია საშუალო სიმტკიცის კლდოვანი და რბილშეკავშირებული ქანებით.

ქვიშაქვები მკვრივია, გრაუვაკული, კარბონატული ცემენტიტ, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი, ზოგიერთ ჭრილში გადადის მიკროკონგლომერატების შუაშრებში. ქვიშაქვების ცალკეული შრეების სიზრქეები მერყეობენ 30სმ-დან-3მეტრში, ხოლო ცალკეული დასტების სიმძლავრეები 5-10მ-დან-100მ-დე. ქვიშაქვების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები მერყეობს ფართო დიაპაზონში და მჭიდროდ უკავშირდება გრანულომეტრიულ შედგენილობას და ცემენტაციის ხარისხს, რომლის შესაბამისად ზედა ჰორიზონტებში იცვლება გამოფიტვის ხარისხი. მათი მდგრადობის მაჩვენებლები შეფასებული მასივის გამოფიტვის ზონის გარეთ, შემდეგია (ცაგურიშვილი ა., 1981), სიმკვრივე ბუნებრივ გარემოში 2,45-2,58გრ/სმ<sup>3</sup>; წყალშთანთქმა - 1,14-2,27%; სიმტკიცე - 39-70 Мпа, წყალგაჯერებულ გარემოში - 29,6-60 Мпа, დარბილების კოეფიციენტი - 0,67-0,99. ქვიშაქვების სიმტკიცე 25 ციკლის გაყინვის პირობებში მცირდება - 27,8-60 Мпа-მდე, ყინვაგამძლეობის კოეფიციენტი - 0,67-1,0. სიმკვრივის გამძლეობით გამოირჩევიან მტკიცედ შეცემენტებული კვარციანი ქვიშაქვები, ხოლო უმცირესი გამძლეობით უხემარცვლოვანი (გრაველიტური) ქვიშაქვები. ქვიშაქვების სიმაგრის კოეფიციენტი 4-6, ხოლო დამუშავების კატეგორია - IV-V.

ამ საინჟინრო-გეოლოგიურ კომპლექსში თიხები, სადაც იკავებენ 25-30%-მდე, ქვიშაქვების წყებაში ცალკეული ფენებით და არამძლავრი წყებებით არიან წარმოდგენილი კარბონატული, უმეტესად ცხიმოვანი, ზოგჯერ ქვიშოვანი შემცველობით. თიხების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მახასიათებელია:

ბუნებრივი ტენიანობა - 10-30%; სიმკვრივე ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში - 1,56-1,88გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობა - 41,3-69,0%; პლასტიურობის რიცხვი - 18,1-35,8%; დენადობის ზღვარი - 36,5-41,45%; გაჯირჯევა - 5,8-29,7%; დაშლის დრო წყლოვან გარემოში - 1,0-1,5 საათიდან 24 საათამდე; წინალობა ძვრისადმი ბუნებრივ გარემოში - შიგა ხახუნის კუთხე  $\varphi - 10^{\circ}20'$ , შეჭიდულობის ძალა - 0,2-0,6 კგ/სმ<sup>2</sup>; წყალგაჯერებულ გარემოში მცირდება ორჯერ; დასაშვები დატვირთვა გრუნტზე - 1,5-3,0 კგ/სმ<sup>2</sup>-ზე. თიხების სიმაგრის კოეფიციენტი - 1,0-1,5; დამუშავების კატეგორია VI-ა და VII. ამ კომპლექსის გრუნტების განივი ტალღის გავრცელების საანგა-

რიშო სიჩქარე ( $Vs30m/წმ$ ) ქვიშაქვებისათვის გამოთვლილია 290 - C, ხოლო თიხებისათვის - 150 - D საზღვრებში.

მიოცენის ქვედა მოლასური ზღვიური ფორმაციის საინჟინრო-გეოლოგიურ კომპლექსში ( $N_1^2$ ) ლითოლოგიური ფაციესის ერთგვაროვნებისა და გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მონაცემების სიახლოვიდან გამომდინარე გაერთიანებული გვაქვს ყარაგანულ-კონკურის ( $N_1^2K_G-K_N$ ), ჩოკრაკის ( $N_1^2+C^V$ ) და თარხნულის ( $N_1^2+r$ ) ლითოლოგიურ-სტრატиграფიული ნაღველები, რომლებიც წარმოდგენილი არიან ქვიან-თიხიანი ქანებით, მერგელების შუაშრეებით, თიხებით, მერგელებით, ქვიშაქვებით, კონგლომერატებით, კარბონატული თიხებით და მერგელეების შუაშრეებით. ამ კომპლექსის ქანებით აგებულია მხოლოდ ქ. თბილისის ტერიტორიის მდ. მტკვრის მარცხენაპირეთის დაბალმთიანი ზონა და იკავებენ მნიშვნელოვან სივრცეს. მათგან დომინირებენ ქვიშაქვა-თიხოვანი ფაციესის ქანები მერგელების შუაშრეებით, ზოგან კონგლომერატების მონაწილეობით, ხოლო აღმოსავლეთ ნაწილში შეიმჩნევა თიხური ფაციესისა და მერგელების შუა შრეების ზრდა. ამ კომპლექსის მაქსიმალური სიმძლავრეები აღწევენ 200მ-მდე.

ამ ჯგუფის ქანებს საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების მიხედვით მიეკუთვნებიან რბილი შეკავშირებული დაბალი სიმტკიცის, მდგრადობის და დეფორმირებად თიხოვან გრუნტებს, ხოლო ქვიშაქვოვანი ფაციესის ქანები - ნახევრად კლდოვანი, არასაკმარისად მტკიცე (უმეტესად დაქვეითებული) გრუნტების ჯგუფს. ამ კომპლექსის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დახასიათებას ვიძლევიტ გეოლოგ ა. ცაგურიშვილის (ცაგურიშვილი ა., 1981) მონაცემებზე დაყრდნობით.

თიხები მუქი ცისფერი შეფერილობის, უმეტესად კარბონატული, მძიმე და ქვიშიანი, ზოლებრივი, ლითიფიცირებული, გამკვრივებული, ხშირად მორიგეობენ ქვიშაქვებთან. მათი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლებია: ბუნებრივი ტენიანობა - 11-30%; სიმკვრივე ბუნებრივ გარემოში - 1,56-1,88გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობა - 41-69,7%; კონსისტენცია - ძნელპლასტიკური და ნახევრად მაგარი; პლასტიკურობის რიცხვი - 18,1-35,8%; დენადობის ზღვარი - 36,35-41,45%; გაჯირჯევა - 5,8-29,7%; დაშლის დრო წყალში - 1,0-1,5-დან 24 საათამდე; ძვრისადმი წინაღობები ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში: შიგა ხახუნის კუთხე -  $10^{\circ}9' - 24^{\circ}8'$ ; შეჭიდულობის ძალა - 0,2-0,6კგ/სმ<sup>2</sup>; წყალგაჯერებულ გარემოში შიგა ხახუნის კუთხე და შეჭიდულობის ძალა მცირდება ორ-სამჯერ. დასაშვები დატვირთვა - 1,5-3,0კგ/სმ<sup>2</sup>-ზე. დამუშავების კატეგორია VI-ა-VII. თიხების გამოფიტვის პროცესში წარმოიქმნება წვრილნამსხვრევის ზონა - 0,5-5,0მ საზღვრებში.

ქვიშაქვების სიმკვრივე და მდგრადობა დამოკიდებულია მათი ცემენტის შემადგენლობაზე. მათგან თიხურ ფაციესზე ცემენტირებული ქვიშაქვები ხასიათდება დაბალი სიმტკიცით, ზოგჯერ გაფხვიერებამდე, კარბონატულ მინერალებზე ცემენტირებული კი უმეტესად განეკუთვნება ნახევრად კლდოვანი ქანების ჯგუფს. ქვიშაქვების ცემენტაციის პირობებიდან გამომდინარე მათი სიმკვრივე მერყეობს 2,3-2,5გრ/სმ<sup>3</sup>-ში; ფორიანობა 6,21-11,73%; სიმტკიცე მასივში 19,6-65,6 Mpa; წყალგაჯერებულ გარემოში - 13,8-51,0 Mpa; 25 ციკლზე გაყინვა-გაღების პირობებში ეცემა 11-42 Mpa-მდე. ქვიშაქვების დალბობის კოეფიციენცია - 0,50-0,75; უმცირესი მდგრადობით დატვირთვისა და გამოფიტვის პროცესებთან მიმართებაში გამოირჩევიან თიხებით ცემენტირებული უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვები. გამოფიტვისას იძლევიან ღორღ-ლოდნაროვან პროდუქტს შევსებული თიხნარებით, იშვიათად კვარციან ქვიშებს. ქვიშაქვების სიმაგრის კოეფიციენცია - IV.

ამ კომპლექსის ნალექებში მერგელები ძირითადად წარმოდგენილია შუაშრეების სახით - 5-10სმ სიზრქით, რომლებიც უმეტესი გავრცელებით სარგებლობენ მტკვრის მარცხენაპირეთის აღმოსავლურ ნაწილში თარხნულ და ჩოკრაკულ ჰორიზონტებში. მერგელები პელიტური სტრუქტურისაა (75-80%). მათი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლებია: ტენიანობა - 15,5-22,3%; ფორიანობა - 35-37%; სიმტკიცე მასივში - 16-35 Мпа, წყალგაჯერებულ გარემოში - 10-25 Мпа; დაღობადობის კოეფიციენტი - 0,6-0,7. გამოფიტვა-დენუდაციური პროცესებისადმი არამდგრადია და წარმოქმნიან თხელფურცლოვან ღორღს და თიხა-ხრემოვან მასას.

კონგლომერატები უმთავრესად განლაგებულია ჩოკრაკის ფუძეში უთანხმოდ სხვადასხვა ჰორიზონტებში, წარმოდგენილი არიან კარბონატული და ვულკანოგენურ-ტერიგენული კენჭნარით და წარმოქმნიან ცალკეულ შრეებს და დასტებს 0,5-1,0მ-დან 3,0-5,0მ-მდე. კონგლომერატების ცემენტი კიროვანი, კიროვან-ქვიშიანი და ქვიშა-თიხოვანია და ჭრილში იკავებენ 10-20%-მდე. კონგლომერატები თავიანთი სიმტკიცით მიეკუთვნებიან დაბალი სიმტკიცის ნახევრად კლდოვანი გრუნტების ჯგუფს, სიმტკიცით მასივში 15-35 Мпа-ით, ხოლო წყალგაჯერებულ გარემოში - 10-20 Мпа.

ტერიგენულ-ზღვიურ ფორმაციაში გაერთიანებული გვაქვს ქვედა მიოცენის ( $N_1^2$ ) და ოლიგოცენის ( $P_3^{1-2}$ ) ქანების წყებები.

ქვედა მიოცენის კონახურის ( $N_1^1cr$ ) და საყარაულოს ( $N_1^1sc$ ) საინჟინრო კომპლექსები წარმოდგენილი არიან მტკნარწყლიანი კონტინენტური ფაციესის ქანებით, რომელთა 80-90%-მდე იკავებენ მტკვრის მარცხენაპირეთის სივრცეს. თუმცა ქვედა მიოცენის ამ ორი წყების ლითოლოგიური ფაციესი მკვეთრად განსხვავებულია ერთმანეთისაგან, სადაც კონახურის წყებაში დომინირებს თიხოვანი ფაციესი, ხოლო საყარაულოს წყებაში კვარც-არკოზული სქელშებრივი ქვიშაქვები, რომელთა საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები და გეოდინამიკური მახასიათებლები მნიშვნელოვნად განსხვავებულია ერთმანეთისაგან. აქედან გამომდინარე ქვედა მიოცენის ამ ორი წყების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების დახასიათებას ვიძლევიტ განცალკევებულად, სადაც აღნიშნული წყებების გეოტექნიკური თვისებების დახასიათებისათვის საჭირო მონაცემების ინფორმაციის განზოგადებას ვიძლევიტ გ.ჯაფარიძის (ჯაფარიძე გ. 1984), ა.ცაგურიშვილის (ცაგურიშვილი ა. 1981) და გარემოს ეროვნული სააგენტოს მასალებზე დაყრდნობით.

ქვედა მიოცენის ( $N_1^1cr$ ) წყების ნალექების საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი გვხვდება მხოლოდ მტკვრის მარცხენაპირეთის სივრცეში, რომლის ჭრილის ქვედა ზონა ლითოლოგიურად წარმოდგენილია არაკარბონატული თხელშრეებრივი მუქი შეფერილობის თიხებით, ანდა ქვიშაქვებისა და თიხების მორიგეობით, რომელიც პარალელიზდება საყარაულოს ჰორიზონტთან, ხოლო ზედა - თანხვედრილია ტიპიური მაიკოპის თიხებთან -ლითიფიცირებული გაარგილიტებული თიხებით, რომელშიც ხშირად გვხვდება მცირე სიმძლავრის ქვიშაქვებისა და ქვიშებში გადასული გაფხვიერებული ქვიშაქვები, მერგელოვანი ქანების შუაშრეები და ფენები. კონახურის წყების ჭრილში ზოგან გამოიყვანა სფეროსიდერიტებისა და სიდერიტების სეპტარიები. მათი სიმძლავრეები მერყეობენ 400-900მ.

კონახურის ლომპლექსში შემავალი ქანები ხასიათდებიან შემდეგი საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებებით. მაღალლითიფიცირებული გაარგილიტებული თიხები იკავებენ ჭრილის ზედა ნაწილს 80-90%-მდე. თიხური ქანები თხელშრეებრივია, იზომორფული სტრუქტურით, ჩაქურჩის დარტყმით იხლიჩებიან თხელ ფირფიტებად, ხასიათდებიან მაგარი კონსისტენციის თვისებ-

ბით და მიეკუთვნებიან ნახევრად კლდოვანი დაბალი სიმტკიცის ქანების ჯგუფს. მათი ბუნებრივი ტენიანობის საშუალო მაჩვენებელია 8-10%, წყალმდეგია და წყალში არ იშლება, საშუალოდ გაჯირჯევადაა (უტოლდება 0,09-ს), დაჯდენის მოდულის სიდიდით 25მმ და სიმაგრის კოეფიციენტით - 2.

ამ ჰორიზონტის თიხები მიეკუთვნებიან მძიმე ცხიმოვან თიხებს, სადაც თიხური ფრაქციის შემცველობა მერყეობს 33-62%-ში; სიმკვრივე ბუნებრივ მასივში 2,74-2,75გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობა 35-41%; პლასტიურობის რიცხვი - 18-37% (საშ. 27-30%); დენადობის ზღვარი - 40-45% (საშ.≈41%); მაგარი კონსისტენციის (<0); დალბობადობისადმი მდგრადი და ნაწილობრივ მდგრადი. თიხური ქანების ძვრისადმი წინალობის მაჩვენებელია: შიგა ხახუნის კუთხე ბუნებრივ გარემოში  $\phi - 15^{\circ}23' - 31^{\circ}25' (\approx 20^{\circ}12')$ ; შიგა ხახუნის კოეფიციენტი (f) -0,275-0,400 ( $\approx 0,353$ ). შეჭიდულობის ძალა (C) – 0,1 Мпа. 0,200-0,950კგ<sup>ფ</sup>/სმ<sup>2</sup> ( $\approx 0,595$ ); წყალგაჯერებულ გარემოში -  $\phi - 26^{\circ}42' - 31^{\circ}37'$  ტენიანობის გაზრდის პირობებში (26,42-31,9%) შიგა ხახუნის კუთხე და შეჭიდულობის ძალა მცირდება  $\phi - 2 - 8^{\circ}$ -ით ანუ საშუალოდ ეცემა 12-16<sup>0</sup>-მდე, ხოლო შეჭიდულობის ძალა ეცემა 0,05-0,550-მდე.

არგილიტისმაგვარი თიხების ფარდობითი დეფორმაცია შეადგენს 0,023-0,040 (საშ.  $\approx 0,029$ ). კუმშვადობის კოეფიციენტი 0,002-0,05 (საშ.  $\approx 0,003$ ); დეფორმაციის მოდული (E-0,1 Мпа), რომელიც ბუნებრივი ტენიანობის (21,75-33,5%) და 6კგ<sup>ფ</sup>/სმ<sup>2</sup> დატვირთვის პირობებში მერყეობს 57-135-დან 65-212მმ/მ-ზე ( $\approx 29$ )

თიხური ქანების კომპლექსი განიცდიან ინტენსიურ გამოფიტვას და გადადიან მაღალ ელუვიონში (e), რომელთა სიმძლავრეები მერყეობენ 5-20მ საზღვრებში. გამოფიტვის ზონაში თიხების ტენიანობა იზრდება 17,63-35,74%-მდე, ხოლო ფორიანობა 48,98%-მდე, შესაბამისად ეცემა სიმკვრივე - 1,64-1,94გრ/სმ<sup>3</sup>-ში.

თიხური ქანები გამოფიტვის ზონაში იღებენ საშუალოზე მაღალი გაჯირჯევის ხასიათს, სადაც გაჯირჯევის საშუალო მაჩვენებელი შეადგენს 14,84%, ხოლო გაჯირჯევის წნევები - 0,703-0,538კგ/სმ<sup>2</sup>, შესაბამისად ნიმუშის გასწვრივ და განივკვეთში დაჯდენის მოცულობა შეადგენს საშუალოდ 15,8%.

ჰიპერგენიზირებული ელუვიური თიხების ბუნებრივი ტენიანობა მერყეობს 15,87-39,13% საზღვრებში ( $\approx 25-29\%$ ); სიმკვრივე - 1,64-1,94გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობა - 38,4-53%-ში, ამ სახის თიხები მაღალპლასტიკური თვისებებით ხასიათდება, უმთავრესად ნახევრადმაგარი კონსისტენციის (0,002-0,21). ძვრის წინალობის შიგა ხახუნის კუთხე ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში შეადგენს -  $\phi 13-20^{\circ}$ , შეჭიდულობის ძალა (C-0,1 Мпа) – 0,250-1,40კგ<sup>ფ</sup>/სმ<sup>2</sup>; ტენიანობის ზრდასთან ერთად (2-11%) წინალობის მაჩვენებლები მცირდება ორჯერ. თიხები ხდებიან ძლიერ გაჯირჯევადადი (ფართობითი გაჯირჯევა - 0,15-0,33). გაჯირჯევის ტენიანობა - 26,27-41,71% (საშუალო  $\approx 38,42\%$ ). გაჯირჯევის დაწნევების რიცხვითი მაჩვენებლები დაბალია, საშუალოდ 0,431-1,124კგ<sup>ფ</sup>/სმ<sup>2</sup>. ჯდენადობის მოდული ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში 26,13-34,82% და სიმკვრივის 1,64-1,394გრ/სმ<sup>3</sup>-ის პირობებში იცვლება დიაპაზონში 57-137მმ/მ-ზე, (საშუალოდ 90,77მმ/მ.) შესაბამისად მიმდინარეობს გამკვრივება ფორიანობის კოეფიციენტის შეცვლით საშუალოდ 1,039-დან 0,863კგ/სმ<sup>2</sup>, ხოლო სიმკვრივის - 1,72-დან -1,85გრ/სმ<sup>3</sup>-მდე. კონახურის ჰიპერგენიზირებული თიხები მიეკუთვნებიან ძლიერ კუმშვად ქანებს.

ქვედა მიოცენის საყარაულოს წყების (N<sub>1</sub><sup>1</sup>Sc) საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი მონაწილეობას ღებულობს მდ. მტკვრის ორივე მხარის სამხრეთ ნაწილში და წარმოდგენილია

კვარც-არკოზული ქვიშაქვების მძლავრი წყებით და თიხებისა და მიკროკონგლომერატების შუაშრეებით. ამასთან, უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვების ყველაზე დიდი გავრცელებით აღინიშნება ამ ქანებით აგებული დასავლური ნაწილის ზონა (მცხეთა-გლდანის უბანი). აღმოსავლური მიმართულებით ქვიშაქვები ხდებიან უფრო წვრილმარცვლოვანი, თანაც საგრძნობლად მცირდება ამ წყების სიმძლავრე და საერთო ჭრილში იზრდება თიხური ქანების მონაწილეობა და თავისი თვისებებით უახლოვდება ოლიგოცენის ნალექებს. რაიონის ცენტრალურ ნაწილში (ორმოიანის სინკლინის სამხრულ ფრთაში) სოფ. დიღმისა და თბილისის წყალსაცავის უბნებში ქვიშაქვების წყება თავისი შემადგენლობით ძლიერ გვანან ერთმანეთს და ძირითადად წარმოდგენილი არიან შუა ეოცენის ვულკანოგენური წყების გადარეცხვის პროდუქტით. საყარაულოს წყების ნალექების სიმძლავრე მერყეობს 450მ-დან (სოფ. მარტყოფთან ნორიოს ანტიკლინის ჩრდ. ფრთა) – 1200-1800მ-მდე (მუხათგვერდი, სოფ. გლდანთან) (პაპავა დ., 1971). საყარაულოს წყებაში ქვიშაქვები იკავებენ ჭრილის 80%-მდე. სალი ქვიშაქვები მოთეთრო-ღია ნაცრისფერი შეფერილობისაა, გამოფიტულ ზედაპირზე იღებენ მოყვითალო-მოყავისფრო ფონს, უმეტესად უხეში და მსხვილმარცვლოვანი ტექსტურით ხასიათდებიან, ზოგან გადადიან გრაველიტში. ქვიშაქვების ცემენტი არ არის ერთგვაროვანი, უმეტესად ცემენტი კარბონატულია და გამოირჩევა მაღალი სიმტკიცის კარბონატული კონკრეციების ნაირსახეობით და ბუნებრივ ჭრილში ჰქმნიან კლდოვანი რელიეფის ფონს. თიხოვან ფაციესზე ცემენტირებული ქვიშაქვები ადვილად იფიტებიან და განიცდიან გაფხვიერებას, განსაკუთრებით მსხვილმარცვლოვანი კვარც-მინდვრისშპატიანი შედგენილობის, გამოფიტვის ზონაში ადვილად იფიტებიან და განიცდიან გაფხვიერებას და ზოგჯერ 1,0-1,5მ სიღრმეზე გადადიან სუსტად გამკვრივებულ ქვიშებში.

ქვიშაქვების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები მათი შედგენილობისა და ცემენტაციის სახეობიდან გამომდინარე მერყეობენ დიდ დიაპაზონში - კლდოვანი მტკიცე ქანებიდან, ნახევრადკლდოვანი დაბალი და განსაკუთრებულად დაბალი სიმტკიცის საზღვრებში. სალი გამოუფიტავი ქვიშაქვების სიმკვრივე მერყეობს 2,34-2,53გრ/სმ<sup>3</sup>, ფორიანობა - 3,96-15,7%-ში; წყალშთანთქმა - 1,58-6-7%. გეოლოგიური მასივის სიმტკიცე ბუნებრივ გარემოში მერყეობს 21,9-53,8 Мпа-დან - 100-120 Мпа-ის ფარგლებში, წყალგაჯერებულ გარემოში - 1,60-40,1 Мпа-ში; დარბილების კოეფიციენტი - 0,3-0,9; 25 ციკლზე ჩატარებული გაყინვა-გაღობის სიმტკიცე ეცემა 16,6-35 Мпа-მდე, ხოლო ყინვაგამძლეობის კოეფიციენტი - 0,81-0,97. სალი და მაგარი ქვიშაქვების სახესხვაობების დასაშვები დატვირთვა მიღებულია 6კგ/სმ<sup>2</sup>.

თიხები ჭრილის მთელ წყებაში წარმოდგენილი არიან მცირე სიმძლავრის დაქვემდებარებული შუაშრეებით და დასტებით, მაღალლითიფიცირებული, გაარგილიტებული და დაფიტულია. ახასიათებთ შეფერილობა ღია და მუქი ნაცრისფერიდან შავ ფერამდე, რომლებიც გამოფიტვის პირობებში იღებენ მოყვითალო და მუქ ყავისფერ შეფერილობას. თიხები თხელშრეებრივია, იზომორფული ტექსტურით, ჩაქუჩის დარტყმით იტკეჩებიან თხელ ფირფიტებად. ზედაპირზე დაფარულია იაროზიტის ფიფქებით და იღებენ მაიკოპის თიხების ჰაბიტუსს. თიხებში თიხური ფრაქციის შემცველობა შეადგენს 30-60%. მათი სიმკვრივე ბუნებრივ გარემოში - 2,60-2,70გრ/სმ<sup>3</sup>-ია, ფორიანობა 30-40%. თიხები ბუნებრივ სალ მდგომარეობაში მკვრივი, მაგარი კონსისტენციის არიან და მიეკუთვნებიან დაბალი სიმტკიცის ნახევრად კლდოვანი გრუნტების ჯგუფს. თიხური ქანები ატმოსფეროსთან კონტაქტში განიცდიან ძლიერ გამოფიტვას და გადადიან მაღალ ჰიპერგენიზირებულ ელუვიონში.

ტერიგენული ზღვიური ფორმაციის ოლიგოცენის საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი

(P<sub>3</sub>) თბილისის სივრცეში იკავებენ მნიშვნელოვან ფართობს წყნეთის, ახალდაბის, მთაწმინდის ქედის ჩრდილო კალთაზე, მსხალდიდის, თხილვანას, ლისის და თელოვანის სოფლების საზღვრებში, თბილისის წყალსაცავის სამხრულ დაბოლოებაში.

თბილისის ტერიტორიაზე ოლიგოცენური ნალექები დაყოფილია ორ ნაწილად: ქვედა ოლიგოცენის შესატყვისი „ხადუმის ჰორიზონტი“, ზედა, შუა და ქვედა ოლიგოცენი.

„ხადუმის ჰორიზონტი“ თანხმობით გადადის ზედა ეოცენიდან და წარმოდგენილია უმკთავრესად დაფიქლებული კარბონატული თიხური ქანებით, ზოგიერთ უბანში მორიგეობენ ქვიშაქვების შუაშრეებით. ხადუმის ჰორიზონტის თიხა-ქვიშაქვების წყება 250მ სიმძლავრემდე აღწევს. ხადუმის ჰორიზონტს თანხმობით აგრძელებენ შუა და ზედა ოლიგოცენის ნალექები, წარმოდგენილი მძლავრი სქელშრეებრივი ქვიშაქვებით და თიხებით მდ. მტკვრის მარჯვენა მხარეზე, მორიგეობენ ალევრიტული თიხების დასტებთან და ქვიშაქვების შუაშრეებთან, რომელთა განსხვავებული მარცვლოვანების (წვრილიდან უხემ მარცვლოვანამდე), ზოგან თიხა-კიროვანი და კიროვანი ცემენტაციით გადადიან გრაველიტებში და წარმოადგენენ შუა ეოცენის ტუფოგენების გადარეცხილ მასალას. შუა და ზედა ოლიგოცენის ნალექებში თბილისის სივრცის დასავლეთ ნაწილში გამოყოფილია 10-150მ-მდე სიმძლავრის 7 მარკირებული ქვიშაქვების დასტა (პაპავა დ., 1971), რომლებიც კლდოვანი ქანებისათვის დამახასიათებელი თვისებებით ჰქმნიან გრავიტაციული პროცესებისათვის ხელსაყრელ რამდენიმე ათეული მეტრის სიმაღლის მკვეთრად გამოკვეთილი რელიეფის ფორმებს. ოლიგოცენური ნალექების საერთო სიმძლავრე 1000მ აღემატება.

ოლიგოცენის ნალექები საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების მიხედვით მიეკუთვნებიან რბილშეკავშირებულ ძლიერ ლითიფიცირებულ და ხისტი კავშირით ცემენტირებულ ნახევრად კლდოვან, საშუალო და დაბალი სიმტკიცის ქანების ჯგუფს, რომელთა ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებულია.

მათგან, თიხოვანი ფაციესის ლითიფიცირებული არაკარბონატული არგილიტები და თაბაშირის შემცველი და დაფიქლებული სუბარგილიტები მასივში წარმოდგენილი არიან მუქი ნაცრისფერიდან შავ ფერამდე, ზოგჯერ მომწვანო ფერის, ფურცლოვან ტექსტურაში მყოფი ქანებით, რომელთა ცალკეული ფენების სიმძლავრე მერყეობს 10-20სმ-დან 50-80სმ-ის საზღვრებში. ამ ჯგუფის ქანები (განსაკუთრებით თიხოვანი) გამოირჩევიან გამოფიტვის პროცესებისადმი უკიდურესად მაღალი მგრძნობიარობით, რომელთა ბუნებრივ გამიშვლებებში გვხვდება იაროზიტის, რკინის ჟანგეულების გამონაყოფები და თაბაშირის კრისტალები. ამ სახის ქანებში გამოფიტვის ზონის სიღრმე 5-15მ საზღვრებში მერყეობს. შესაბამისად მკვეთრად ეცემა მათი საინჟინრო-გეოლოგიური მახასიათებლები და დაბალი სიმტკიცის ქანებიდან გადადიან განსაკუთრებულად დაბალში, რომლის დროსაც თიხოვანი გრუნტები გადადიან ტიპური რბილი შეკავშირებული თიხების კატეგორიაში და საგრძნობლად იზრდება ეგზოგეოდინამიკური მოვლენების წარმოშობა-გააქტიურების რისკები, რომელთა ჰიპერგენიზებული არგილიტების თიხოვან გრუნტებში გადასული თიხური ფრაქციის შემცველობა იზრდება 50-60%-მდე და მიეკუთვნებიან მძიმე თიხების გრუნტების რიგს მაღალპლასტიკური, ნახევრადმკვრივი კონსისტენციით.

## ცხრილი 8 თიხური ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები

ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები	არგილიტი	სუბარგილიტი	თიხები
მოცულობითი მასა - გრ/სმ <sup>3</sup>	2,53	2,20	1,49-1,86
კუთრი წონა - გრ/სმ <sup>3</sup>	2,62	2,68	2,60-2,76
ფორიანობა - %	5,58-9,95	17,7-26	39-51
ბუნებრივი ტენიანობა ერთეულ ნაწილში	0,02	0,15	0,53
კონსისტენციის მაჩვენებელი	<0	<0	0,02-0,21
შიგა ხახუნის კუთხე <sup>0</sup>	39	26	8-13
შექიდულობის ძალა - კგ/სმ <sup>2</sup>	-	1,675	0,250-1,140
სიმტკიცის ზღვარი ბუნებრივ გარემოში -Mpa	50	17	-
წყალგაჯერებულ გარემოში	7,9	<0,32	-

ელუვირებული თიხები ძლიერ გაჯირჯვებადია, გაჯირჯვების ტენიანობა - 0,15-0,33, გაჯირჯვების ტენიანობის მაჩვენებელი - 26,27-41,71%, ხოლო გაჯირჯვების დაწნევიით რიცხვითი მაჩვენებელი საშუალოდ - 0,413-1,124 კგ/სმ<sup>2</sup>-ზე. ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში - 26,13-34,82% ჯდენადობის მოდული მასივში 1,64-1,94გ/სმ<sup>3</sup>-ში იცვლება 57-137მმ<sup>3</sup>/მ-ის დიაპაზონში, რომლის საშუალო მაჩვენებელი შეადგენს 90,77მმ<sup>3</sup>/მ-ს, შესაბამისად მიმდინარეობს გამკვრივება, ფორიანობის კოეფიციენტის ცვლილებით საშუალოდ 1,039-დან - 0,863კგ/სმ<sup>2</sup>-ში, ხოლო მოცულობით მასის - 0,72-დან 1,85გრ/სმ<sup>2</sup>-ში.

შუა და ზედა ოლიგოცენის ნალექები თანხმობით აგრძელებენ ხადუმის ჰორიზონტს. ამასთან თუ მის ქვედა ჰორიზონტებში დომინირებს თიხოვანი ფაციესის ქანები ქვიშაქვების შუაშრეებით, ზედა ჰორიზონტები უმეტესად წარმოდგენილია სქელშრეებრივი ქვიშაქვებით, ლითიფიცირებული თიხოვანი ფაციესის არგილიტებით და ალევრიტების დასტებით. ანდა წარმოდგენილი არიან მათი თანაბარი მორიგეობით.

ქვიშაქვები ნაცრისფერი და მომწვანო ნაცრისფერი შეფერილობისაა, განსხვავებული მარცვლოვანებით - წვრილმარცვლოვანიდან უხეშმარცვლოვანებამდე, ზოგან გადადიან გრაველიტებში და შეცემენტებული არიან კიროვანი და თიხა-კიროვანი მასალით. ქვიშაქვები შედგენილობით პოლიმიქტურია და წარმოდგენილია შუა ეოცენის ტუფოგენების გადარეცხილი მასალით.

ქვიშაქვების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები მათი შედგენილობისა და ცემენტაციის მიხედვით ცვალებადია და მერყეობს მნიშვნელოვან დიაპაზონში. მათი სიმკვრივე ცვალებადობს 2,1-2,18გრ/სმ<sup>3</sup>-ში. (საშუალო  $\approx$ 2,495გრ/სმ<sup>3</sup>); ხვედრითი წონა 2,62-2,78გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობა - 5,78-19%; ბუნებრივი ტენიანობა - 4,5-5,0% წყალშთანთქმა - 2,6-16,1 ( $\approx$  9,35%); სიმტკიცე მასივში - 12,85 Mpa ( $\approx$ 55,5), წყალგაჯერებულში 6,9-32 Mpa. დარბილების კოეფიციენტი 0,36-0,75; სიმაგრის კოეფიციენტი - IV, ხოლო სიმაგრის მიხედვით საკმაოდ მაგარი (პროტო-დიაკონოვის მიხედვით). ოლიგოცენური ქანების განივი ტალღების გავრცელების საანგარიშო სიჩქარე (Vs 30/წმ) მათი ლითოლოგიური შედგენილობის მიხედვით შეფასებულია 540-B და 290-C (6. წერეთელი).

როგორც ზემოთ აღვნიშნავდით შუა და ზედა ოლიგოცენის სქელშრეებრივი ქვიშაქვების

დასტები მასივში მერყეობენ 10-20მ-დან 100-150მ-მდე, სადაც გეოლოგ დ. პაპავა (1972) მდ. მტკვრის ხეობის დასავლეთ ნაწილში გამოყოფს 7 მარკირებულ დასტას.

ამრიგად, საკუთრივ გამოუფიტავი ქვიშაქვები მასივში თავისი სიმტკიცის მიხედვით მიეკუთვნებიან გამძლე და საშუალო გამძლეობის (ე. სერგეევი) კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების კატეგორიას (ვ. ლომთაძე), ხოლო ჭრილში მორიგეობით წარმოდგენილი არგილიტები და ალევროლიტები, ნახევრად კლდოვანი დაბალი სიმტკიცის ქანების ჯგუფს. მაგრამ, ვინაიდან ეს ქანები ჭრილში შრემორიგეობით არიან წარმოდგენილი შეუძლებელი ხდება მათი გამიჯვნა მასივში სიმტკიცის მიხედვით და ცალ-ცალკე გამოყოფა საინჟინრო-გეოლოგიურ რუკაზე. გამონაკლისს წარმოადგენს მხოლოდ ის მტკიცე ტუფოგენური ქვიშაქვების დასტები, რომელთა გეომორფოლოგიური ბუნება ამის საშუალებას იძლევა.

ზედა ეოცენის ( $P_2^3$ ) ტერიგენულ-ფლიშური ფორმაცია იკავებს თბილისის ტერიტორიის ფართო სივრცეს, როგორც თრიალეთის ქედის ჩრდილო კალთაზე, ასევე მისი აღმოსავლური დაძირვის ნაოჭებში, რომელთა დიდი ნაწილი დაფარულია მეოთხეულის ნალექებით და გახსნილია მხოლოდ მდინარეთა ხეობების ფერდობებზე, მათი წყალგამყოფი სერების კალთებზე და მაღალი ტერასების საფეხურებში. ამ ფორმაციის საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი ლითოლოგიურად წარმოდგენილია სხვადასხვა ხარისხით ლითიფიცირებული და განსხვავებული შედგენილობისა და ანიზოტროპული თვისებების მქონე დანალექი ქანებით და ზიგომორფულ ტექსტურაში დაფიქლებული თიხებით, ალევროლიტებით, არგილიტებით, მერგელებით და დაქვემდებარებულ მდგომარეობაში მყოფი (30-40%-მდე) სხვადასხვა შედგენილობის ქვიშაქვების, ზოგჯერ კონგლომერატების მორიგეობით. ამ ნალექების სიმძლავრე მერყეობენ 850-1250მ ფარგლებში (პაპავა დ. 1071).

თიხური ქანები და მერგელები ჭრილში ქმნიან ცალკეულ შუაშრებს 5-10სმ-დან 0,5-1,0მ-მდე და აგრეთვე 20-30მ და მეტის დასტებს. ამ ქანებს ახლად გახსნილ ჭრილში ახასიათებთ მოლურჯო-ნაცრისფერი შავ ფერამდე შეფერილობა, უმთავრესად პელიტური, ზოგან ქვიშოვანი და კარბონატული ტექსტურით, ხშირად გათაბაშირებული იაროზიტების, თაბაშირის კრისტალებისა და ფირფიტების გამოყოფით, დაფიქლებული დაშრეებაზე, ზოგიერთი გაარგილიტებული ზიგომორფული ტექსტურით. ამ სახის ქანები ზედაპირზე ყველგან ინტენსიურად არიან გამოფიტული და დანაპრალიანებული ფიზიკური გამოფიტვის შედეგად - 1-2სმ-დან - 10-15სმ-ის დიაპაზონში, საშუალოდ 15მ სიღრმემდე.

ამ კომპლექსის ქანების მასივში გაცილებით ნაკლები სიღრმის და სიძლიერის გამოფიტვასთან გვაქვს საქმე წვრილ და საშუალო მარცვლოვან ტუფოგენურ და პოლიმიქტურ ქვიშაქვებთან, ცემენტირებული კარბონატული და თიხური მასით. მათი გამოფიტვის ზონის სიღრმე 2-5მ ფარგლებში მერყეობს და ფიზიკური გამოფიტვის ნაპრალების სიგანე უმეტესად 2-3სმ-ის ფარგლებშია, თუმცა ხშირად გვხვდება ტექტოდისლოკაციური - ლოკალური ხასიათის ნაპრალები 5-50სმ ფარგლებში, რომლებიც კოლმატირებულია გამოფიტვის თიხა-ლორლოვანი პროდუქტით, სადაც საკუთრივ მათ ზედაპირზე გამოფიტული და დანაპრალიანებული ქვიშაქვები (განსაკუთრებით სქელშრებრივი) იძლევიან მსხვილ ლოდნარ-ლორლოვან გრავიტაციულ პროდუქტს. ქვიშაქვების გამოფიტვის ზონის სიღრმე უმთავრესად შემცირებულია იმიტომ, რომ მათი წყებები შუაშრების სახით მოქცეულია წყალგაუმტარი თიხური ქანების შრებს შორის. ამ წყების ქანები წყალშემცველია მხოლოდ გამოფიტვის ზონაში, სიღრმეში მათში წყალშენევადობა თანდათან კლებულობს და 30-40მ სიღრმის ქვემოთ პრაქტიკულად განწყლოვანება

წყდება. გამონაკლისს წარმოადგენს სეიდაბადის ანტიკლინის სივრცეში ტექტონიკური რღვევით ამომავალი გოგირდწყალბადოვანი წყლები 5ლ/წმ დებიტით და 21<sup>0</sup>-იანი ტემპერატურით (ჯაფარიძე გ. 1984).

ამრიგად, ზედა ეოცენის კომპლექსის ქანები საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების მიხედვით გამოფიტვის ზონის ქვემოთ მასივში, ე. სერგეევის კლასიფიკაციის მიხედვით მიეკუთვნებიან მტკიცე და არასაკმარისად მტკიცე ნახევრად კლდოვანი ქანების ჯგუფს, რომელთა ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მახასიათებლებს ვიძლევიტ გ. ჯაფარიძის, ა. ცაგურიშვილის და ზ. ჩანტლაძის ნაშრომებზე დაყრდნობით (ცხრილი 3).

მ. პროტოლიაკონოვის კლასიფიკაციის მიხედვით ამ ქანების სიმაგრის ხარისხი და სიმაგრის კოეფიციენტი შესაბამისად წარმოადგენს: ქვიშაქვებისათვის - სიმაგრის ხარისხი - IV, სიმაგრის კოეფიციენტით - 6; ქვიშაქვებისა და არგილიტების მორიგეობის პირობებში სიმაგრის ხარისხი - IV-ა, ჯ კოეფიციენტი სიმაგრის - 5; ლითიფიცირებული თიხოვანი ქანებისათვის - საშუალო სიმაგრის V და სიმაგრის კოეფიციენტით 4.

კონკრეტულად თიხური ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ა. ცაგურიშვილის მონაცემებით მერყეობენ შემდეგ დიაპაზონში: ბუნებრივი ტენიანობა - 7-30%. სიმკვრივე - 1,85-1,98გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობა - 23-44%; პლასტიურობის რიცხვი - 18-23%; თიხური ფრაქციის - შემცველობა - 44-77%; ქვიშის - 9-18%; მტვრისებური ფრაქციის - 14-43%. შიგა ხახუნის კუთხე ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში - 17-26<sup>0</sup>, წყალგაჯერებულ გარემოში - 15-18<sup>0</sup>, შეჭიდულობის ძალა (C-0,1 Mpa) – 0,2-დან-1,65კგ/სმ<sup>2</sup>; გაჯირჯევა 0,5-დან-28%-მდე. თიხური ქანების კონსისტენცია მაგარი და ნახევრად მაგარი, იშვიათად რბილპლასტიკური და მაგარპლასტიკური - გამოუფიტავი არგილიტები. მაღალლითიფიცირებულ მერგელებს და არგილიტებს უმეტესად ახასიათებს ნახევრად კლდოვანი, საშუალო და დაბალი სიმტკიცის, არალბობადი თვისებები. ასევე დაბალი და საშუალო სიმტკიცის ნახევრად კლდოვან ქანებს მიეკუთვნებიან კონგლომერატების შუაშრეებისა და ლინზების წყებები. ზედა ეოცენის ნალექების ქანებში ტალღების გავრცელების საანგარიშო სიჩქარე (Vs 30მ/წმ) ნ. წერეთლის მიერ გამოთვლილია: დაფიქლებული თიხებისათვის -375-C; ქვიშაქვებისათვის - 700B; მერგელოვანი არგილიტებისათვის - 500B.

ცხრილი 9

ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მახასიათებლები	ქანების დასახელება			
	ქვიშაქვები	ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით	არგილიტებისა და ქვიშაქვების მორიგეობა	არგილიტი
მოცულობითი მასა გრ/სმ <sup>3</sup>	2,5	2,5	2,5	2,5
ხვედრითი წონა გრ/სმ <sup>3</sup>	2,71	2,71	2,75	2,72
ბუნებრივი ტენიანობა %	3,8	3,7	3,4	7,0-30
ფორიანობა %	12	12	12	12-23
ფორიანობის კოეფიციენტი	0,19	0,17	0,16	0,12
წყალშთანთქმა %	5,33	3,73	-	-
სიმტკიცის ზღვარი მასივში Mpa	49,3	54,5	56	2,19
წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში	42,4	33,2	33,4	19,9
დარბილების კოეფიციენტი K <sub>ღ</sub>	0,7	0,7	0,5	0,3

სიმაგრის კოეფიციენტი $K_{სიმ}$	4,24	5,45	5,6	2,19
დარბილების კოეფიციენტი $K_{დ}$	0,7	0,7	0,5	0,3
სიმაგრის კოეფიციენტი $K_{სიმ}$	4,24	5,45	5,6	2,19
მ. პროტოდიაკონოვის მიხედვით ქვიშაქვების სიმაგრის ხარისხი და სიმაგრის კოეფიციენტი:	IV-საკმაოდ მაგარი			

შუა ეოცენის ვულკანოგენ-დანალექი ფორმაციის საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი ( $P_2^2$ ) თბილისის ტერიტორიის სივრცეში იკავებს შედარებით მოკრძალებულ ფართობს თელეთის ანტიკლინური ქედის აღმოსავლეთ დაბოლოებაში, ბოტანიკური ბაღისა და ახალგაზრდობის ხეივანის არეალში, მდ. ნავკისისწყლის (დაბახანის) ხეობაში, მდ. მტკვრის ორივე მხარეზე მეტეხის ხიდან, თბილისი-კოჯრის გზატკეცილზე საკუთრივ კოჯრის ტერიტორიაზე და მცხეთის ანტიკლინის ორივე ფრთაში. ლითოლოგიურად უმთავრესად წარმოდგენილი არიან ტუფოგენური წარმონაქმნებით და ხასიათდებიან მკვეთრი ფაციალური ცვალებადობით. ქრისტის ქვედა ნაწილში დომინირებენ მუქი ნაცრისფერი თიხური ფაციესის ფიქლები, მერგელეებისა და ბიტუმინოზური თიხაფიქლების მორიგეობით, მოყვითალო-მონაცრისფრო შრეებრივ ტუფოგენურ ქვიშაქვებთან ერთად; ზემოთ - ნორმალურ-დანალექი და ტუფოგენური ქანების წყება თანხმობით იცვლება ტუფბრეჭიებით, ტუფოგენური ქვიშაქვებით და ლოდბრეჭიული კონგლომერატების შუაშრეებით.

ტუფოგენურ წყებაში გამოყოფენ: 1) ქვედა - დაბახანის წყებას, წარმოდგენილს თიხა-კიროვანი ფიქლებით, შენაცვლებით პორფირიტების მსგავს ქვიშაქვებთან; 2) ზედა - კონგლომერატებისა და კვარციანი ტრაქიტების ბრეჭიების წყებას ძლიერ აშლილი დაშრევებით (ე.წ. „ხლართულშრეებრივი წყება“), რომელიც შეესატყვისება შუა ეოცენის ზედა ნაწილს (სურ. 20-21).



სურ. 20



სურ. 21

დ. პაპავა შუა ეოცენის ნალექებს 3 წყებად ანაწილებს:

1. ქვედა - შრეებრივი - ფერადი ტუფოგენური;
2. შუა - ტუფობრეჭიული წყება;
3. ზედა - შრეებრივი ტუფოგენური.

ასეთი დანაწილება ყველგან არ არის შესაძლებელი, რადგან ადგილი აქვს ხშირ ფაცი-ალურ ჩანაცვლებას - ზედაში - შრეებრივი ნაწილის ტუფობრეჩიებით, ხოლო ქვედაში - ტუფო-გენური წყების სრული ჩანაცვლება შრეებრივი ქანებით.

ტუფობრეჩიული წყების ყველაზე კარგად გამოკვეთილი ჭრილები გვაქვს მდ. მტკვრის მარ-ცხენა ნაპირზე მეტეხის ხიდსა და „ორთაჭალჰესს“ შორის, რომელიც აგებენ მამადავითის ან-ტიკლინის თაღურ ნაწილს, სადაც ტუფობრეჩიები, ტუფოკონგლომერატები მძლავრი შუაშრე-ები, ეგრეთ წოდებული „ხლართულშრეებრივი წყება“ წარმოდგენილია მსხვილი ნამსხვრევებით, კაჭარებით, ნუმულიტიანი კირქვებით, ლოდებით და კირიანი ქვიშაქვებით, რომელთა ზომები რამდენიმე სანტიმეტრიდან 10-15მეტრის წყებებით მორიგეობენ ერთმანეთში. თუმცა თბილისი-კოჯრის გზატკეცილზე თელეთისა და თაბორის ქედებზე (შავნაბადა, ყარა-ოლლი, სოლანლული და სხვ.) ლოდების ზომები გაცილებით პატარაა და მათში გვხვდება ანდეზიტ-ბაზალტების გამ-ხოლოებული გამოსავლები შიდაფორმაციული განფენების სახით (ა. ცაგურიშვილი).

საერთოდ შუა ეოცენის კომპლექსის გაშიშვლებული სიმძლავრეები 100-250მ ფარგლებში მერყეობს, თუმცა მათი რეალური სიმძლავრეები დადგენილი ჭაბურღილებით ლისის ტბასთან შეადგენს 1000მ, სართიჭალის უბანში 600მ, ტაბახმელაში 250მ, რუსთავში - 200მ და ს. შავსუ-დარში - 30მ (დ. პაპავა).

„ხლართულშრეებრივი“ ლოდაბრეჩიები და საშუალო და წვრილმარცვლოვანი ტუფო-ბრეჩიები, რომლებიც დომინირებენ კომპლექსის ზედა ნაწილში, წარმოდგენილია რამდენიმე ათეული მეტრის დასტებით, ცალკეული შრეების სიზრქით 2-5მ-დან 10-15მ-მდე. „ხლართულშ-რეებრივი წყების“ ყველაზე დიდი სიმძლავრეები (100მ-მდე) გვხვდება ნავთლულში. თელეთის სივრცეში მათი სიმძლავრეები მცირდება 20-30მ-მდე, ხოლო სეიდაბადის სერზე - 5მ-მდე და დასავლეთით მთლიანად ისოლება.

მართალია ვულკანოგენური კომპლექსი მთლიანობაში წარმოდგენილია ვულკანოგენური წყებების (ტუფოკონგლომერატები, ტუფობრეჩიები, ტუფქვიშაქვები და ანდეზიტ-ბაზალტები) დომინანტობით, რომლებიც შეიცავენ არგილიტებისა და ქვიშაქვების შრეებს არამდგრადი განლაგებით მასივში და მთლიანობაში ჰქმნიან მტკიცე და მაღალი მდგრადობის საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების მქონე კლდოვანი ქანების გრავიტაციულ ფლატეებს. მიუხედავად ამისა თბილისის ტერიტორიის სხვადასხვა სივრცეში ამ კომპლექსში შემავალი ცალკეული ფი-ზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები მნიშვნელოვნად განსხვავებულია მასივისაგან.

მაგალითისათვის, ქალაქის აღმოსავლეთ განაპირა ტერიტორიის ფარგლებში გეოლოგ ა. ცაგურიშვილის (ცაგურიშვილი ა., 1981) მონაცემებით წარმოდგენილია შემდეგი სახით (იხ. ცხრილი 10).

ცხრილი 10

ლითოლოგია	სიმკვ-რივე გრ/სმ <sup>3</sup>	ფორი-ანობა %	სიმტკიცე Мпа			კოეფიციენტი	
			ბუნებრივ გარემოში	წყალგაჯე-რებულ გარემოში	გაყინვის პირობებში	დალბობის	ყინვა-გამძლეობის
ტუფობრეჩია, საშუალო ზომის ნამსხვრევი მასალით გამოფიტული	2,49	2,02	49,0	37,0	25,0	0,75	0,67

უხეშმარცვლოვანი მასიური ქვიშაქვები	2,23	7,2	25,4	14,0	-	0,55	-
საშუალო მარცვლოვანი ზოლოვანი ტუფი	2,64	1,56	96,9	74,6	61,5	0,77	0,82
წვრილმარცვლოვანი რქატყუარიანი ტუფი (ტუფმერგელი)	2,45	3,28	44,8	33,7	33,7	0,75	1,0
იგივე, სუსტად გამოფიტული	2,34	4,82	42,0	27,4	25,5	0,65	0,9
ტუფქვიშაქვა	2,4	3,10	68,0	49,9	-	-	-
იგივე ტუფქვიშაქვა	2,52	10,9	66,0	58,3	-	-	-

გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ 2007 წელს თბილისში, სოლოლაკის ახალგაზრდობის ხეივანში, საცხოვრებელი კომპლექსის სამშენებლო მოედანზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევებით (გარემოს ეროვნული სააგენტო, 2007) შუა ეოცენის ვულკანოგენურ-დანალექი წყების კლდოვანი ქანების მასივში გამოიყო ერთმანეთისაგან მეტ-ნაკლებად განსხვავებული ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით 3 ბლოკი, სადაც ბლოკი I - აგებულია „დაბახანის წყების“ ქანებით; ბლოკი II – „დაბახანისა“ და „ხლართულმრეებრივი“ წყებების ქანებით, ხოლო ბლოკი III - საკუთრივ „ხლართულმრეებრივი წყების“ ჰორიზონტის ქანებით.

ქვემოთ ვიძლევიტ მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მახასიათებლებს N11 ცხრილის სახით.

ბლოკი I										
ლითოლოგია	ტენია- ნობა%	სიმკვრივე გრ/სმ <sup>3</sup>	ფორი- ანობა %	წყალშთან- თქმა %	სიმტკიცე Mpa			ანიზო- ტროპული კოეფიციენტი	შეჭიდულობა (გამომშრალი) Mpa	
					ბუნებრივ გარემოში	წყალნა- ჯერი	დაღობს ბადობის კოეფი- ციენტი			
შედარებით საღი ქვიშაქვები, არგილიტების შუაშრებით	4,79	2,24	18,76	9,49	38,7	17,5	0,45	1,49	7	
ტუფბრეკჩიები, ტუფქვიშაქვები	5,40	2,11	24,5	2,69	28,9	9,6	0,33	1,50	14,5	
მონოლითური ტუფბრეკჩიები და ტუფქვიშაქვები	5,77	2,39	12,93	5,76	38,1	16,2	0,43	1,64	8,0	
შედარებით საღი არგილიტი ტუფქვიშაქვების თხელი შუაშრებით	2,87	2,52	5,78	3,85	28,7	26,1	0,6	0,66	36	
ბლოკი II										
მონოლითური ტუფბრეკჩიები და ტუფქვიშაქვები	5,78	2,99	10,43	3,82	100,9	45	0,45	0,86	23	
ბლოკი III										
„ხლართულშრებრივი წყების“ მასიური ტუფქვიშაქვები, ტუფბრეკჩიები, ანდეზიტების კირქვების და უხეშნატეხოვანი ტუფოგენების მსხვილი ლოდნაროვანი ბრეკჩიები	6,03	2,44	10,88	5,68	67-108	36	0,33	1,51	8	

ბლოკი II განცალკევებულია ძველი ტექტონიკური რღვევით, რომელიც ინკრუსტირებულია კალციტით.

სიმტკიცის მიხედვით შუა ეოცენის ვულკანოგენური წყების ქანები მასივში მიეკუთვნება მტკიცე კლდოვანი ქანების ჯგუფს, წყალნაჯერ მდგომარეობაში საშუალო სიმტკიცის სამივე ბლოკის ამგები ქანები ხასიათდებიან ანიზოტროპული თვისებებით, რომლის კოეფიციენტი მერყეობს 0,66-დან 1,64-მდე.

შუა ეოცენის ვულკანოგენური წყების ქანების განივი ტალღების გავრცელების საანგარიშო სიჩქარედ ( $W_s$  30მ/წმ) (ნ. წერეთელი) მიღებულია: არგილიტებისათვის 540 B; ქვიშაქვისათვის - 700 B; ტუფქვიშაქვისათვის - 1050 A; ტუფბრექჩიებისათვის - 1400 A.

მართალია შუა ეოცენის ვულკანოგენურ-დანალექ წყებაში არსებული ნალექები მთლიანობაში მიეკუთვნებიან კლდოვანი ქანების ჯგუფს ძნელად გამოფიტვადი თვისებებით, მაგრამ მათი ფაციალურად განსხვავებული ლითოლოგიური შედგენილობის ჭრილებში იმდენად დარღვეულია ქანების მორიგეობის კანონზომიერება, რომ პროფ. გ. ჯაფარიძე გვთავაზობს ამ კომპლექსის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების მაჩვენებლები მოცემული იქნეს გასაშუალებულ ერთეულებში.

ამ მოსაზრებაზე დაყრდნობით გ. ჯაფარიძე ვულკანურ-დანალექი ფორმაციის „ხლართულშრეებრივი წყების“ ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ მახასიათებლებს იძლევა შემდეგი სახით: მოცულობითი მასა - 2,47-2,51 გრ/სმ<sup>3</sup>, ხვედრითი წონა - 2,67-2,77 გრ/სმ<sup>3</sup>; ფორიანობა - 9-13%; სიმტკიცე ბუნებრივ პირობებში - 60-122 Mpa. ასეთ დიდ დიაპაზონში ცვლილებები გამოწვეული უნდა იყოს ლითოლოგიური შედგენილობის სიჭრელით, თუმცა ყურადღებას იმსახურებს ის გარემოება, რომ ავტორით ტუფოგენური წყების ჭრილში ქანების სიმტკიცე კანონზომიერად იზრდება სიღრმესთან დაკავშირებით. მაგალითად, 10-20მ სიღრმეზე მათი სიმტკიცე მერყეობს 50-დან 80 Mpa-მდე; 30მ სიღრმეზე 52-დან 96 Mpa-მდე; 40მ სიღრმეზე 56-დან 97 Mpa-მდე, ხოლო 60მ სიღრმეზე - 73-126,4 Mpa-ში.

ამრიგად, თბილისის ტერიტორიის სივრცეში არსებული პლეისტოცენამდელი სუბსტრატის საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსის ქანებიდან გარემოს ცვლილებების პირობებში ყველაზე არამდგრადი თვისებებით გამოირჩევიან არგილიტები და სხვა სახის ლითოფიცირებული თიხოვანი ქანები და მიეკუთვნებიან ნახევრად კლდოვან, საშუალო და დაბალი სიმტკიცის, ხოლო გამოფიტვის ზონაში განსაკუთრებით დაბალი სიმტკიცის ქანების ჯგუფს. რაც შეეხება ქვიშაქვებს, მათი ყველა სახეობა მიეკუთვნება ნახევრად კლდოვანი მტკიცე და კლდოვანი მაღალი სიმტკიცის ქანების ჯგუფს, თუმცა კლიმატის ცვალებად გარემოში მათი უმრავლესობის სიმტკიცე საგრძნობლად ეცემა. ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოირჩევიან თიხოვანი ქვიშაქვები, ხოლო გამოფიტვის პროცესებისადმი მაღალი მდგრადობით ხასიათდებიან გრაუვაკული ქვიშაქვები, ტუფოქვიშაქვები და ტუფბრექჩიები.

ქვემოთ (ცხრილი 12) ვიძლევიტ გ. ჯაფარიძის მიერ თბილისის ტერიტორიისათვის დამუშავებულ კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მახასიათებლებს.

## ცხრილი 12

ქანების დახასიათება	ბუნებრივი ტენიანობა	მოცულობითი მასა	სკელეტის მოცულობა გრ/სმ <sup>3</sup>	ხვედრითი ნონა გრ/ სმ <sup>3</sup>	ფორიანობა %	სიმტკიცის ზღვარი Мпа	
გრაუვაკული ქვიშაქვები არგლიტების შუაშრეებით	5	2,4	2,36	2,75	15	62,5	42,3
ქვიშაქვები	3,8	215	2,4	2,71	12	49,3	42,4
ქვიშაქვები არგლიტების ზოლებით	3,7	2,5	2,41	2,71	12	54,5	33,2
არგლიტების მორიგეობა ქვიშაქვებთან	3,4	2,5	2,42	2,75	12	56,0	33,4
არგლიტები ქვიშაქვების ზოლებით	4	2,5	2,4	2,72	12	29,6	19,9
არგლიტები ქვიშაქვების შუაშრეებით	5,8	2,5	2,38	2,76	14	23,3	21,0
ტუფქვიშაქვები	3	2,5	2,4	2,71	10	68,0	49,9

## 10. გეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების წარმოქმნა-განვითარების განმაპირობებელი მთავარი ფაქტორები და მათი შეფასების მეთოდოლოგია

ეგზოგეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების (განსაკუთრებით სტიქიურის) განვითარება-რეაქტივიზაციის კანონზომიერება შეუძლებელია სწორად იქნეს შეფასებული, გაანალიზებული და დადგენილი სტიქიური მოვლენების რისკი მოსახლეობისა და ინფრასტრუქტურული ობიექტების მიმართ და მთლიანად სამოქმედო არეალი ისეთი ჰიპერმონყვლადი რეგიონისათვის, როგორც თბილისის ტერიტორიაა, თუ არ იქნება თანამედროვე დონეზე შეცნობილი და რეალიზებული გეოგრაფიული გარემოს სისტემაში შემავალი ყველა ელემენტის სათანადო დონეზე, რომლებიც მოქმედებენ სინერგიზმში, როგორც ერთიანი ფუნქციონალური კატეგორია საშიში გეოლოგიური პროცესების დროსა და სივრცეში განვითარების კანონზომიერების შესახებ.

ეგზოგეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების წარმოქმნა-რეაქტივიზაციაზე მოქმედებენ მულტიფაქტორთა ერთობლიობა, როგორც ერთიან სინერგიზმში, ასევე ინდივიდუალურად, რომლებიც იცვლებიან სივრცესა და დროში იმისდა მიხედვით თუ როგორია ამა თუ იმ პროცესის და მოვლენის (თუ მოვლენათა ჯგუფის) ფონური განვითარების ბაზისური სუბსტანტი, რომელიც იწყება შესაბამისი ტერიტორიის სუბაერალურ მდგომარეობაში გადასვლის დღიდან.

ამრიგად, ამა თუ იმ გეოლოგიური პროცესის მოვლენათა სახეობების არსებობა დამოკიდებულია გეოლოგიური გარემოს იმ მუდმივად არსებულ დეტერმინანტულ სუბსტანტზე, როგორც არის იმ ტერიტორიის ამგები ქანებისა და რელიეფის სინერგიზმი, რომლის გეოლოგიური გარემოს ობსერვაციულ არეალში და პროცესგანმაპირობებელი ქანების შესაბამისი რემიდაციულ-რეცეპტორული თვისებების პირობებში მიმდინარეობს მისთვის დამახასიათებელი გეოლოგიური პროცესები და მოვლენები ფონურ მდგომარეობაში მანამ, ვიდრე მასზე არ მოახდენს ფეთქებად რეაგირებას სტოქასტიკურ მდგომარეობაში მყოფი და დროში ცვალებადი პროცეს-მაპროვოცირებელი ფაქტორ-აგენტები. პირველყოვლისა ამ სახის ფაქტორ-აგენტების ჯგუფს მიეკუთვნებიან დროში ძნელად პროგნოზირებადი უარყოფითი მეტეოროლოგიური მოვლენები, მინისძვრები და ტექნოგენური წნეხი.

ვინაიდან გეოლოგიური პროცესებისა და მოვლენების წარმოქმნის მთავარი განმაპირობებელი სუბსტანტია ამგებელი ქანების ლითოლოგიური შედგენილობა, მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, რელიეფის გეომორფოლოგიური თავისებურება და მათი მგრძნობიარობა, რომელიც გეოლოგიური ისტორიის განვითარების ეტაპებზე ტექტონიკური პროცესების რეჟიმის და პალეოგეოგრაფიული პირობების ცვლილებებით დაწყებული, დიაგენეზისიდან ჰიპერგენეზისის ჩათვლით, აუცილებელ პირობას წარმოადგენდა ამ საკითხების სრულყოფილად განხილვა, რომელიც მოცემულია ნაშრომის წინა თავებში - გეოლოგიური აგებულების; ტექტონიკური თავისებურების; ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებებისა და მათი სივრცობრივი გავრცელებისა და გეომორფოლოგიური შეფასების თავებში, ამიტომ მათზე აქ აღარ შევჩერდებით და ცხრილის სახით (ცხრილი 13) მოვახდენთ მხოლოდ ქანების, როგორც ეგზოგეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების განმაპირობებელი სუბსტანტის სივრცობრივ დანაწილებას საინჟინრო-გეოდინამიკური თვისებების მიხედვით ჩვენს მიერ შემუშავებული მეთოდიკის საფუძველზე.

ქ. თბილისის სივრცეში ეგზოგეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების განმარტებული ქანების კლასიფიკაციური მახასიათებელი

საინჟინრო-გეოლოგიური ფორმაციები, მათი ლითოლოგიურ-გეოლოგიური კომპლექსები მასივში და სტრატეგრაფიული დონე	ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების მახასიათებლები მასივში	თანამედროვე ეგზოგეოდინამიკური პროცესების წამყვანი დომინანტები	ქანების დენუდაცია გრავიტაციული და ეროზიული პროცესებისადმი მდგრადობის შეფასების კრიტერიუმში მასივში	მორფოგეოგრაფიული მდებარეობა
1) ფლუვიალური ფორმაცია: 1) პოლოცენური ( $Q_{IV}^{4a}$ ) ჭალა-კალაპოტის კომპლექსი კაჭარ-კენჭნაროვანი (70%) ქვიშა-ქვიშნარის შემავსებლით.	ფხვიერი შეუკვშირებელი მსხვილნამსხვრევი, საშუალოდ და ადვილად რეცხვადი, მაღალი წყალგამტარი თვისებებით	მდინარეთა ნაპირების წარეცხვა და კალაპოტების პერიოდული გარეცხვა-აკუმულაცია	განსაკუთრებულად დაბალი და დაბალი მდგრადობის	მდ. მდ. მტკვარი, გლდანულასწყალი, ვერე, დიდმისწყალი
2) ზედა პლეისტოცენური ( $Q_{III}^{a}$ ) ალუვიური კენჭნარ-კაჭარი (65%) ხრეშისა და ქვიშა-ქვიშნარით (35-40%).	ფხვიერი ნატეხოვანი, ზოგან სუსტად შეცემენტებული, მაღალი წყალგამტარი საშუალოდ რეცხვადი და დაბალი წყალმედვე თვისებებით	ზედაპირული (ფერდობული) გადარეცხვა, სუსტი დახრამვა, ზოგიერთ უბანზე ნაპირების ეროზიული წარეცხვით სანაპირო მეწყრების განვითარება	დაბალი მდგრადობის	მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების მდ. მდ. გლდანულას, დიდმისწყლის ჭალისზედა პირველი ტერასები.

<p>3) შუა და ქვედა პლეისტოცენის ალუვიონის მაღალი ტერასული ნალექები (<math>Q_{1-11}</math>) კაჭარ-კენჭნარის (43%) ხეივანის (10,5%) და ქვიშის (51%), თხილური ფრაქციის შემცველობით, თაბაშირით საკმაოდ შეტენიებული, გადასული კონგლომერატები.</p>	<p>მსვლი უხეშმასხვრევი სხვადასხვა სიმტკიცის თაბაშირით ცემენტირებული კონგლომერატებით, შეზღუდული წყალგამტარი თვისებებით, ფერდობზე საშუალო მდგრადობით და ნალექების სიმკვრივით - 2,1-2,5 გრ/სმ<sup>3</sup></p>	<p>ზედაპირული (ფერდობული) გადარეცხვა, დახრამვა, იშვიათად არაღრმა მენყრული წარმონაქმნები</p>	<p>ცვალებადი მდგრადობის - საშუალოდან დაბალი მდგრადობამდე</p>	<p>მდ. მტკვრის ტერასები</p>
<p>4) ქვედა პლეისტოცენ-ზედა პლიოცენის (<math>Q_1-N_2^3 al</math>) - კონგლომერატები კაჭარ-კენჭნარით, წვრილი კაჭარის დომინირებით, საკმაოდ მტკიცედ შეტენიებული კარბონატული და თაბაშირის შემცველი ქვიშა-თიხნარებით.</p>	<p>მსვლინატეხოვანი ხისტკავშირიანი, ნახევრად კლდოვანი დაბალი სიმტკიცის, იკავებენ კერტიკულურ კედელს, საშუალო წყალშემღვავადობით და დარბილებადი თვისებებით.</p>	<p>ზედაპირული (ფერდობული) გადარეცხვა, დახრამვა, გრავიტაციული ჩამოშლა, ზოგან ლოდნაროვანი ბლოკებით.</p>	<p>საშუალო მდგრადობის</p>	<p>მდ. მტკვრის მარცხენა ტერასა ქაშუეთის სერის სამხრეთ კალთაზე.</p>
<p>5) მეოთხეულის დაუნაწევრებელი ტბურ-ჭაობის ნალექების კომპლექსი (<math>Q_{1b}</math>) - თიხები, ლამი წვრილმარცლოვანი ქვიშით, კენჭნარით, წვრილი ლორღის ჩანართებით და სულფატური მარილების მონაწილეობით.</p>	<p>განსაკუთრებული თვისებებისა და მდგრადობის ფხვიერი შეუკავშირებელიდან რბილშეკვშირებულთ, დენადპლასტიკურ-რიდან რბილპლასტიკურ-რამდე, მაღალი ლობადო-ბის; წყალგაჟერებული, წყალარამდეგი, სიმტკიცისა და დეფორმაციის მოდულის დიდ დიაპაზონში ცვალებადობით ძვრისადმი დაბალი წინაღობით და უკიდურესად დაბალი მზიდი თვისებებით.</p>	<p>დაჭაობება, დამრეც ფერდობებზე მცირე სიმძლავრის დენადი მენყრების წარმოქმნა</p>	<p>უკიდურესად დაბალი მდგრადობის</p>	<p>ვაკის პარკის არეალი, ლისის ტბის მიდამოები, დიღმის დეპრესია</p>
<p>6) ქვედა და შუა პლეისტოცენის ალუვიურ-ტბური ნალექების კომპლექსი (<math>Q_{1-11} al</math>). ზედა ჰორიზონტი - მოყვითალო-მონაცრისფრო მაკროფლორის თიხნარი კენჭნარ-ქვიშნარის შემცველობით და მათი შრებით; ქვედა - მოლურჯო-მონაცრისფრო მკვრივი თიხნარი, მკვეთრად გამოკვეთილი ლენტური სტრუქტურით</p>	<p>რბილშეკვშირებული რბილპლასტიკურამდე, ნახევრად მაგარი და მაგარი კონსისტენციის, უმეტესად ძნელად წყალშემღვავადი თვისებებით, სიმტკიცისა და წყალმდგრადობის დიაპაზონის დიდი ცვლილებებით, დაბალი ფილტრაციის თვისებებით.</p>	<p>მენყრული და სუფობიური პროცესები</p>	<p>ცვალებადი მდგრადობის - საშუალოდან დაბალი მდგრადობის საზღვრებში</p>	<p>ვაკე-საბურთალოს მეორე და მესამე ტერასების გავრცელების არეალი, გმირთა მოედანი-ციციკისა და მუხათგვერდის ტერიტორია</p>

<p>7) ჰოლოცენის პროლოვიური ნალექების კომპლექსი (<math>Q_{IV}^2 st</math>). ერთმანეთში არეული ქვალორდი (60-70%) ქვიშა-თიხნარით.</p>	<p>ფხვერნატეხოვანი რბილშეკავშირებული განსხვავებული მდგომარეობისა და თვისებების, ნახევრად პლასტიკური, საშუალოდ და ადვილად რეცხვადი</p>	<p>ზედაპირული გადარეცხვა; ლვარცოფული ნაკადების მეორადი სედიმენტაცია</p>	<p>დაბალი მდგრადობის</p>	<p>თბილისის სივრცეში არსებული ყველა მდინარისა და მშრალი ხეობების ბაზისურ ზონაში დალექილი</p>
<p>II ფერდობითი ფორმაცია 8) თანამედროვე ჰოლოცენის ტექნოგენურ-ანთროპოგენური (<math>Q_{IV}^4 tan</math>) ერთმანეთში უნესრიგოდ არეული აბიოტური და ბიოტური წარმოშობის ქვა-ღორღი, ქვიშა-თიხვანი და ორგანული მასა.</p>	<p>განსაკუთრებული შედგენილობისა და თვისებების ფხვიერნატეხოვანი რბილშეკავშირებული</p>	<p>თავსხმა ნვიშების შემთხვევაში ტექნოგენური გრუნტი ხშირად იღებს მონანილოვას ხრამნატანის პროცესში</p>	<p>დაბალი მდგრადობის</p>	<p>უნესრიგოდ მიმოფანტული ქალაქის სივრცეში და მშრალ ხეობებში</p>
<p>9) დაუნაწევრებული მეოთხეულის ელუვიურ-დელუვიური ნალექების კომპლექსი (<math>Q_{ed}</math>) - ლითოლოგიური და გრანულომეტრიული შემადგენლობით ძლიერ ცვალებადი: ლოდა-წვრილნამსხვრევი ღორღი ხვინჯისა და თიხვანი ფრაქციებით (ქვედა ელუვიური ჰორიზონტი), თიხნარით, თიხითა და ქვიშნარით, რომელშიც მნიშვნელოვანი პროცენტით მონანილოვს ნამსხვრევი მასალა ელუვიურის ზედა ჰორიზონტი და დელუვიური ნალექები - უმეტესად წარმოდგენილი შრეებრიობას მოკლებული თიხა-ქვიშის ფაციესით</p>	<p>რბილშეკავშირებული უხეშნამსხვრევი, რბილპლასტიკურიდან ნახევრად მაგარ კონსისტენციამდე, ძირის წინააღობის ცვალებადობით მნიშვნელოვან პარამეტრებში, არანყალმდემი, ადვილად ლბობადი.</p>	<p>მეწყრული მოვლენები, დახრამვა, ზედაპირული წარეცხვა</p>	<p>დაბალი მდგრადობის</p>	<p>სარგებლობენ ფართო სივრცითი გავრცელებით თითქმის ყველა მორფოლოგიურ-გენეტიკური რელიეფის ზედაპირზე. ქედების კალთების ძირში და მდ. ხეობების ფერდობების დაბალ ნიშნულზე უმეტესად 5-10-მდე დახრილობის საზღვრებში.</p>

<p>10) მეოთხეულის კოლუვიური ნალექები (Q<sub>4</sub>) - ერთმანეთში ქაოტურად არეული დაუხარისხებელი წვრილი ნამსხვრევი მასალა ქვიშა-ლორღით შევსებული</p>	<p>უხეშნამსხვრევი ფხვიერი შუეკაჭირებელი სტრუქტურის, მაღალი წყალგამტარი თვისებებით</p>	<p>ქვათაცვენა მუდმივად განახლებადი გრავიტაციული ველით</p>	<p>დაბალი მდგრადობის</p>	<p>ქვაბულის შემოსაზღვრელი ქედების კალთებისა და მდინარეთა ხეობების ფერდობების ძირში, რომელთა 20%-ზე მეტი დახრილობის ზედაპირებზე შიშვლდებიან ძირითადი ქანები.</p>
<p>III კონტინენტური მოლასების ფორმაცია</p> <p>11) ზედა პლეისტოცენის აღრავილის (N<sub>2</sub>a k) წყება თიხა-თიხნარის, ქვიშების, უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვებისა და კონგლომერატების მორიგეობა</p>	<p>რბილშეკვშირებული და სუსტად შეცემტებული უხეშნამსხვრევი ნახევრად კლდოვანი, დაბალი სიმტკიცის, წყალარამდგრადი, ადვილად რეცხვადი, ფერდობებზე არამდგრადი</p>	<p>გრავიტაციული ჩამოშლა, დახრამვა, ღვარცოფული და მენწყული პროცესები; ეროზიული დანაწევრება ბედლენდური ხასიათის.</p>	<p>უკიდურესად დაბალი მდგრადობის</p>	<p>საგურამო-იალნოს ქედის თხემისპირა ზონა</p>
<p>12) ზედა სარმატის ლაგუნურ-კონტინენტური ფაციესის ნალექები (N<sub>1</sub><sup>3</sup>S<sub>3</sub>) - ქვიშაქვები განსხვავებული ცემენტაციის და სიმტკიცის, სუსტად დაშრვებული ქვიშის თიხებით და მიკროკონგლომერატების შუაშრებით; თიხები, რომლებიც მასივის ჭრილში იკავებენ მნიშვნელოვან ადგილს მოქცეული არიან ქვიშაქვებსა და კონგლომერატებს შორის ცალკეული შრეებისა და წყებების სახით.</p>	<p>რბილშეკვშირებული მკვრივი, ძნელად ლბობადი; ნამსხვრევეკვშირებული ქვიშა-თიხოვანი კირ-ქვიშოვანი და ბაზალური ცემენტით, ნახევრად კლდოვანი და საშუალო სიმტკიცის კლდოვანი.</p>	<p>გრავიტაციული ჩამოშლა, მენწყები.</p>	<p>რელიეფის ენერგეტიკული პოტენციალიდან გამომდინარე იცვლება დაბალსა და შედარებით საშუალო მდგრადობას შორის, სადაც ნახევრად კლდოვანი ქვიშაქვების მარკირებული დასტები დენუდაციონური ზიული პროცესების მიმართ გამოირჩევიან სიმტკიცით.</p>	<p>მდ. მტკვრის მარცხენაპირეთი, მდ. გლდანულას აუზის შუა ნაწილი, საგურამო-იალნოს ქედის დაბალი და საშუალომთიანის ზონები.</p>

<p>IV მიოცენის ქვედა მოლასური ზღვიური ფორმაცია.</p> <p>13) ქვედა და შუასარმატული საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი (<math>N_1^3 S_1 - N_1^3 S_2</math>) - ქვიშაქვები კარბონატული ცემენტით და კვარციანი ქვიშაქვები, თიხები ქვიშოანი კირქვები, კარბონატული ქვიშები.</p>	<p>რბილშეკუმირებული მაგარი კონსისტენციის, ლობობადი; ადვილად გამოფიტვადი და ხისტკავშირიანი, ქვიშაქვები სხვადასხვა მიწერაღური შედგენილობის ცემენტით ნახევრად კლდოვანი დაბალი სიმტკიცედან, მტკიცედ შეცემენტებული კვარციანი ქვიშაქვების კლდოვანით, რომლებიც მასივში ქმნიან მარკირებულ ჰორიზონტს.</p>	<p>მეწყრები, გრაფიტაციული დენუდაცია, ეროზიული დახრამევა</p>	<p>ცვალებადი მდგრადობის - საშუალოდან - მაღალში</p>	<p>მდ. მტკვრის მარცხენა მხარე - მდ. გლდანისწყლის აუზის ზედა ნაწილი, მამკოდის ტერიტორია თბილისის ზღვის ჩრდილოეთით.</p>
<p>14) მიოცენის ქვედა მოლასური ზღვიური ფორმაციის ყარაგან-კონკურის (<math>N_1^2 kg-kn</math>), ჩოკრაკულის (<math>N_1^2 tc</math>) და თარხნულის (<math>N_1^2 tr</math>) წყებების საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი. ქვიშოან-თიხიანი ქანები მერგელების შუაშრებით, თიხები, მერგელები, ქვიშაქვები, კონგლომერატები</p>	<p>რბილშეკუმირებული დაბალი სიმტკიცის, მდგრადობისა და დეფორმადობის, ნახევრად კლდოვანი და კლდოვანი დაბალი სიმტკიცის.</p>	<p>მეწყრები, დახრამევით ეროზია, გამოფიტვა და გრავიტაციული დენუდაცია.</p>	<p>ცვალებადი მდგრადობის - საშუალოდან-დაბალში</p>	<p>მდ. მტკვრის მარცხენაპირეთის დაბალმთიანი ზონა</p>

<p>V ტერიტორიულ-ზღვიური ფორმაცია.</p> <p>15) ქვედა მოიცენის კონსახურის წყების საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი. (N<sub>1</sub><sup>1</sup> cz) - არაკარბონატული თხელშრებრივი თიხები, ქვიშაქვებისა და თიხების მორიგეობა (ჭრილის ქვედა ზონა); ლითოფიცირებული გარგილიტებული თიხები, მცირე სიმძლავრეების ქვიშაქვების და მერგელების შუაშრები.</p>	<p>რბილშრებრივი მკვრივი, უმეტესად მაგარი კონსისტენციის, ზოგჯერ გაჯირჯეხადი, ნახევრად კლდოვანით დაბალი, სიმტკიცის, ლობადი, გამოფიტვისადმი არამდგრადი</p>	<p>ეროზიული პროცესები, დახრამევა, ინტენსიური გამოფიტვა, მეწყრული მოვლენები</p>	<p>საშუალო და დაბალი მდგრადობის</p>	<p>მდ. მტკვრის მარცხენაპირეთის დაბალმთიანი ზონა</p>
<p>16) ქვედა მოიცენის საყარაულოს წყების (N<sub>1</sub><sup>1</sup> sc) საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი - კვარც-არკოზული ქვიშაქვების მძლავრი წყებები თიხებისა და მიკროკონგლომერატების შუაშრებით.</p>	<p>განსხვავებული სიმტკიცის - კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი; რბილშრებრივი-რბილშრებრივი მძლავრი ცირებული დაფიქლებული იზომორფული ტექსტურის ბუნებრივ მდგომარეობაში მკვრივი, მაგარი კონსისტენციის, წყალარამდევი.</p>	<p>ეროზიულ-დენუდაციური პროცესები, ინტენსიური გამოფიტვა, მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენები</p>	<p>საშუალო და დაბალი მდგრადობის</p>	<p>მდ. მტკვრის დაბალმთიანი ზონის ორივე მხარეში</p>

<p>VI ტერიტორიულ-ზღვიური ფორმაციის</p> <p>17) ოლიგოცენის საჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი (P<sub>3</sub><sup>1</sup>-<sup>2</sup>) - დაფიქლებული კარბონატიული თიხები, არგილიტები, ზოგჯერ თქრილში ქვიშაქვების შუაშრეებით (ქვედა ჰორიზონტი); მძლავრი სქელშრეებრივი ქვიშაქვები თიხების შუაშრეებით, ალევრიტული თიხების დასატები (ზედა ჰორიზონტი)</p>	<p>რბილმეკვშირებული მკვრივი, უმეტესად მაგარი კონსისტენციის, დაფიქლებული, ზიგომორფული ტექსტურით, ნახევრად კლდოვანი, დაბალი სიმტკიცის, კლდოვანი ცვალებადი სიმტკიცის უმეტესად საშუალო სიმტკიცის.</p>	<p>ინტენსიური გამოფიტვა, ეროზიული პროცესები, მენჯრულ-გრავიტაციული მოვლენები, ღვარცოფული სახის ხრამნატანი</p>	<p>საშუალო და დაბალი მდგრადობის. გამოფიტვის პროდუქტი 1მ<sup>2</sup>-ზე შეადგენს საშუალოდ 5,3 კგ/მ<sup>2</sup></p>	<p>იკავებენ მდ. მტკვრის ორივე მხარის ფართო სივრცეს.</p>
<p>VII ზედა ეოცენის ტერიტორიულ-ფლიშური ფორმაციის</p> <p>18) საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი - სხვადასხვა ხარისხით ლითიფიცირებული დაფიქლებული თიხები, ალევროლიტები, არგილიტები, მერგელები და დაქვემდებარებული მდგომარეობაში მყოფი სხვადასხვა შედგენილობისა და ცემენტაციის ქვიშაქვები, იშვიათად კონგლომერატების მორიგეობით.</p>	<p>ხისტი კვშირის მქონე იზომორფულ ტექსტურაში დაფიქლებული თიხური ქანები ნახევრად კლდოვანი, არასაკმარისად მტკიცე და დაბალი სიმტკიცის; კლდოვანი - საშუალო სიმტკიცის.</p>	<p>ინტენსიური გამოფიტვა, გრავიტაციული ჩამოშლა, ეროზიული და აქტიური ღვარცოფული პროცესები.</p>	<p>საშუალო და დაბალი მდგრადობის. გამოფიტვის პროდუქტი საშუალოდ 1მ<sup>2</sup>-ზე შეადგენს საშუალოდ 3,79 კგ/მ<sup>2</sup></p>	<p>თრიალეთის ქედის ჩრდილო კალთა და მდ. მტკვრის მარჯვენა მხარე.</p>

<p>VIII შუა ეოცენის ტერიტორიულ-ფლიშური ფორმაციის 19) ვულკანოგენურ-დანალექი საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი - თიხური ფაციესის ფიქლები, მერგელები და ბიტუმინიზირებული თიხაფიქლების მორიგეობით შრეებრივ ტუფოგენურ ქვიშაქვებთან (ჭრილის ქვედა ნყება), ტუფბრეჩიები, ტუფოგენური ქვიშაქვები და ლოდბრეჩიული კონგლომერატები - ე.წ. „ხლართულ-შრეებრივი ნყება“ (ზედა ნყება).</p>	<p>ხისტი კავშირის მქონე ზიგომორფულ სტრუქტურაში დაფიქლებული ლითოფიციტებულის ნახევრად კლდოვანი საშუალო სიმტკიცის და შესუსტებული წყალმდეგობის; კლდოვანი - მაღალი სიმტკიცის, წყალმდეგი.</p>	<p>თიხური ფაციესის ფიქლები ინტენსიურად გამოფიტვადი; გრაფიტაციული ჩამონაშალის მასალის სიჭარბით - 2,5კ/მ<sup>2</sup>-ზე; კლდოვანი - სუსტად გამოფიტვადი, გრაფიტაციული ჩამონაშვენიით - 0,5კ/მ<sup>2</sup>-ზე</p>	<p>საშუალო და მაღალი მდგრადობის</p>	<p>თელეთის ანტიკლინური ქედის აღმ. დაბოლოება - ბოტანიკური ბაღისა და ახალგაზრდობის ხეივანის არეალში, მდ. მტკვრის ორივე მხარეზე მტეხის ხიდთან; მცხეთის ანტიკლინის ორივე ფრთა.</p>
--	---	--	-------------------------------------	--

## 10.1. რელიეფის ადგილი და როლი ტერიტორიის საინჟინრო-გეოდინამიკური პირობების შეფასების პროცესში

გეოლოგიური გარემოს სისტემის ერთ-ერთი მთავარი შემადგენელი ელემენტი-რელიეფი წარმოადგენს ადამიანის სამეურნეო-საინჟინრო საქიამობის ფუძემდებლურ საფუძველს, რომლის დადებითი და უარყოფითი როლი უშუალოდ ირეკლება კონკრეტული ადამიანის ყველა სახის საქმიანობის სფეროში, ასევე ქვეყნის განვითარების პოტენციალში. რაც უფრო რთულია რელიეფის პლასტიკა, მით უფრო ძნელი ხდება მისი ათვისება სხვადასხვა სახის სამოქალაქო, სახაზო ობიექტებისა თუ სასოფლო-სამეურნეო მიზნებისათვის. მეორეს მხრივ, „რელიეფის ენერგეტიკული პოტენციალი“ პირდაპირ დამოკიდებულებაში ირეკლება ეგზოგეოდინამიკურ მოვლენათა სახეობების წარმოქმნა-გააქტიურების თავისებურებებში. განსაკუთრებით ეს ეხება კავკასიის ცენტრალური სეგმენტის საქართველოს ალპურ-ჰიმალაის ტიპის რელიეფს, რომელიც ჩამოყალიბდა ხანგრძლივი გეოლოგიური ისტორიის მანძილზე აქტიურად მიმდინარე დიდი დიაპაზონის ნიშანცვალებადი ტექტონიკური მოძრაობებისა და რელიეფის პლასტიკის გარდამქმნელი ეგზოგეოდინამიკური პროცესების სინერგიული ზემოქმედებით. ნეოტექტონიკური მოძრაობების ასეთმა ენერგიამ განაპირობა ვერტიკალური მორგოლოგიური საფეხურებისა და ლანდშაფტურ-კლიმატური ზონების ჩამოყალიბება - დაწყებული მთათაშორისი ტექტონიკური დეპრესიებით, დაბალი და საშუალო მთიანეთით და დამთავრებული მაღალმთიანი ალპური და ნივალურ - გლაციალურით.

გეომორფოლოგიური ანალიზი გვიჩვენებს, რომ რელიეფის მორფო-კლიმატური ზონების ჩამოყალიბების შემდეგ რელიეფწარმოქმნის მორფოგენეზისში საბოლოოდ შედის ეგზოგენური მორფოდინამიკა, სადაც მორფო-კლიმატური ზონალობის შესაბამისად ფორმირდება მორფოსკულპტურული რელიეფის შესატყვისი გენეტიკური კომპლექსები, რომელთა საზღვრებში დომინირებს იმ მორფო-კლიმატური ზონისათვის დამახასიათებელი ეგზოგეოდინამიკური რელიეფწარმოქმნელი ან გარდამქმნელი პროცესები და მათთვის დამახასიათებელი რელიეფის გენეტიკური ტიპები.

დროის გეოლოგიურ მასშტაბში ეგზოგეოდინამიკური პროცესების დინამიკური განვითარება მიმდინარეობს მით უფრო ინტენსიურად და სწრაფად, რამდენადაც მოცემული რელიეფის მორფოსტრუქტურული ჰიფსომეტრიული საფეხურები მდებარეობენ უფრო მაღლა. შესაბამისად იზრდება რელიეფის ზედაპირის დახრილობის სიდიდეები და მდინარეთა ეროზიული ჩაჭრის სიღრმეები, ჰორიზონტალური დანანევრების კოეფიციენტები და რაც მთავარია, გრავიტაციული ველების დაძაბულობები. ამ მოცემულობებიდან გამომდინარე გეოლოგიური გარემოს ობსერვაციულ სივრცეში რიგი ეგზოგეოდინამიკური პროცესების წარმოქმნა-მსვლელობის ინტეგრალურ დამოკიდებულებას გამოვსახავთ „რელიეფის ენერგეტიკულ პოტენციალში“. თუმცა რელიეფის ერთგვაროვანი ენერგეტიკული პოტენციალის პირობებშიც კი დენუდაცია - ეროზიული პროცესების ინტენსივობის ხარისხი დამოკიდებული იქნება ამგებელი ქანების მდგრადობა - სენსიტიურობის თვისებებზე და მორფო-კლიმატურ ზონალობაზე.

საქართველოს ტერიტორიაზე განხორციელებული მრავალი რეგიონალური და რეჟიმულ-სტაციონარული კვლევებით დადგენილი გვაქვს რელიეფის დახრილობის იმ გრავიტაციული ველების დაძაბულობის სიდიდეები, რომელთა საზღვრებში დომინირებს ამა თუ იმ პროცესისა და

მოვლენის წარმოქმნა-რეაქტივაცია. შესაბამისად „რელიეფის ენერჯის პოტენციალში“ მისი ზედაპირის დახრილობის და გრავიტაციული დაძაბულობის კატეგორიები მოცემული გვაქვს შემდეგ კლასებში:

3<sup>0</sup>-მდე - იდეალურად ბრტყელი ზედაპირი; 3-8<sup>0</sup>-ვაკე - ზედაპირი; 8-15<sup>0</sup> - დამრეცი; 15-25<sup>0</sup> - სუსტად დახრილი; 25-35<sup>0</sup> - საშუალოდ დახრილი; 35-45<sup>0</sup> - ძლიერ დახრილი; 45-65<sup>0</sup> - ზომიერად ციცაბო; 65-90<sup>0</sup> - ფლატე კარნიზიანი ფერდობები.

კონკრეტულად, თბილისის ტერიტორიის სივრცეში 3<sup>0</sup>-მდე - იდეალურად ბრტყელი ზედაპირის სივრცეში დომინირებს გრუნტის წყლების შეტბორვები, დაჭაობება და მდინარეთა ნაპირების წარეცხვა;

3-8<sup>0</sup> - დახრილობის ვაკე-ზედაპირების პირობებში, უმთავრესად მდინარეთა ტერასები-სა და მთიანი ზონის პედიმენტების სივრცეში, იწყება ფართობული ეროზიის განვითარების ნიშნები, დისპერსიული ხასიათის დელუვიური ნალექების ფორმირება, სუფოზიურ-ჯდენადი პროცესები, დახრამვის ნიშნები და ზედაპირული მენყრების სუსტი განვითარება;

8-15<sup>0</sup> - დამრეცი რელიეფის პირობებში ადგილი აქვს ფართობული ეროზიის აქტიურ განვითარებას და მძლავრი დელუვიური ნაფენების ფორმირებას, სადაც შემდგომში წარმოიქმნებიან დენად-პლასტიკური მენყრები, ხრამწარმოქმნისა და სუფოზიური მოვლენების აქტიური პროცესები;

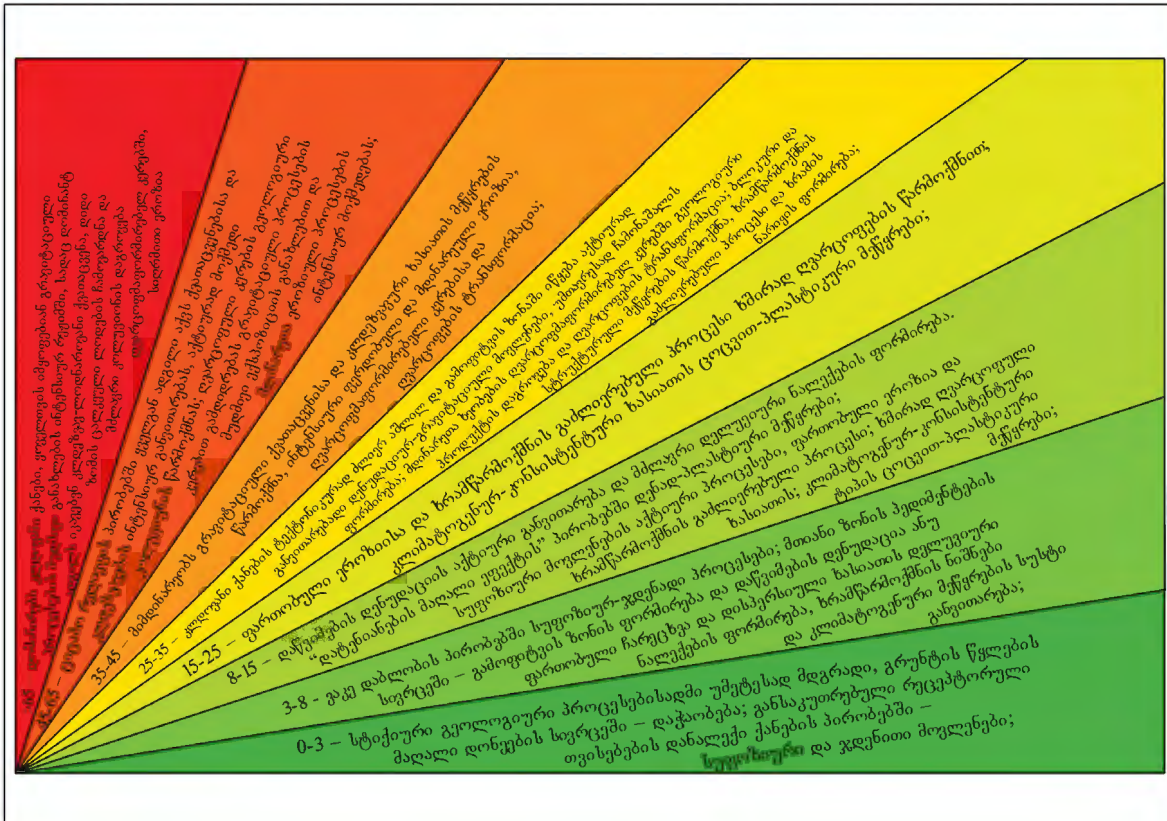
15-25<sup>0</sup>-იანი სუსტად დახრილი რელიეფის პირობებში, უმთავრესად ფორმირდებიან პლასტიკური და ცოცვითი მენყრები, იწყება ფართობული ეროზიისა და ხრამწარმოქმნის გაძლიერებული პროცესი,

25-35<sup>0</sup> - ის საშუალოდ დახრილი რელიეფის პირობებში ნახევრად კლდოვანი და კლდოვანი ტექტონიკურად აშლილ და გამოფიტულ ქანებში იწყება აქტიურად განვითარებადი გრავიტაციული მოვლენების წარმოქმნა და ჩამონაშალის ფორმირება, მდინარეთა ხეობებში ღვარცოფმაფორმირებელი პროდუქტების დაგროვება, ბლოკური და სტრუქტურული მენყრების წარმოქმნა;

35-45<sup>0</sup> - ის ძლიერ დახრილ ფერდობებზე მიმდინარეობს გრავიტაციული ქვათაცვენისა და კლდეზვავური ხასიათის მენყრების განვითარება და ღვარცოფმაფორმირებელი კერების ინტენსიური ფორმირება;

45-65<sup>0</sup> - ის ციცაბო რელიეფის პირობებში თითქმის ყველგან ადგილი აქვს გაძლიერებული გრავიტაციული ქვათაცვენებისა და კლდეზვავების ინტენსიურ განვითარებას, აქტიურად მოძრავი კოლუვიონის წარმოქმნას, ღვარცოფული კერების გეოლოგიური პროდუქტით გამდიდრებას და გრავიტაციული პროცესების მუდმივი ექსპოზიციის განახლებას.

65<sup>0</sup>-ზე ზევით დახრილი რელიეფის ფლატე ფერდობები ყოველთვის აგებული არიან კლდოვანი ქანებით და იმყოფებიან გრავიტაციული პროცესების მუდმივი განახლების რეჟიმში, სადაც დომინანტ ადგილს იკავებენ კლდეზვავ-ლოდნაროვანი ქვათაცვენა და დიდი ზომის ცალკეული ლოდების ჩამოვარდნა. თუმცა ამ კატეგორიის გრავიტაციული ენერჯის რელიეფი თბილისის ტერიტორიის სივრცეში იკავებენ უმცირეს ფართობებს. 0,05 კმ<sup>2</sup>.



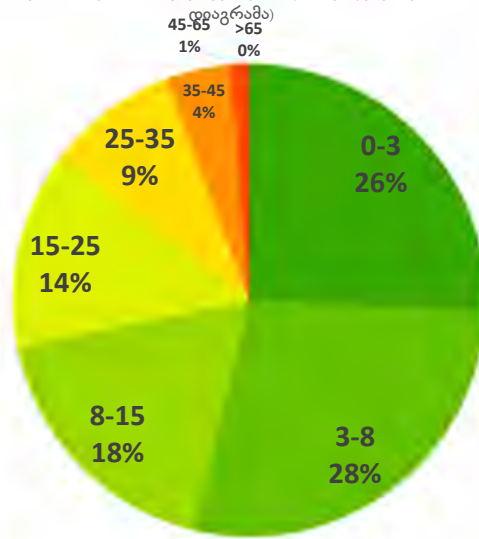
გრაფიკი 7

ამრიგად, თბილისის ტერიტორიის სივრცეში ჩატარებული საინჟინრო-გეოდინამიკური კვლევებით მიღებული შედეგების გაანალიზების საფუძველზე დადგენილია ცალკეული მოვლენათა სახეობების განვითარების დინამიკური რეჟიმის დამოკიდებულების კორელაციური კავშირი „რელიეფის ენერგეტიკული პოტენციალის“ კლასიფიკატორულ ინდიკატორებსა და გეოლოგიური გარემოს სუბსტრატის მგრძობიარობასთან მიმართებაში შესაბამისი ობსერვაციის პირობებისთვის. თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში „რელიეფის ენერგეტიკული პოტენციალის“ ცალკეულ კლასში სხვადასხვა სახის გეოლოგიური პროცესის ტრანსფორმაციული რეჟიმი მიმდინარეობს განსხვავებულად.

მართალია თბილისის ტერიტორიის მორფოლოგიურ-კლიმატური ზონები მოქცეულია ვაკე-ბარის, დაბალმთიანი მთისწინეთისა და საშუალომთიანი რელიეფის სივრცეში, სადაც 15<sup>0</sup>-მდე დახრილობის არეალი იკავებს მთელი ფართობის 72%, რომლის ხელსაყრელი ბუნებრივი გარემო ჰქმნის მისი ოპტიმალური ათვისების პირობებს, მაგრამ მისი გეოლოგიური გარემოს სენსიტიურობა და მაღალი მგრძობიარობის სინერგიზმი გეოლოგიური პროცესების მაპროვოცირებელ ფაქტორ-აგენტებთან ერთად, ერთ-ერთი მთავარი გამსაზღვრელი რჩება საშიში ეგზოგეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების განვითარება-რეაქტივაციის.

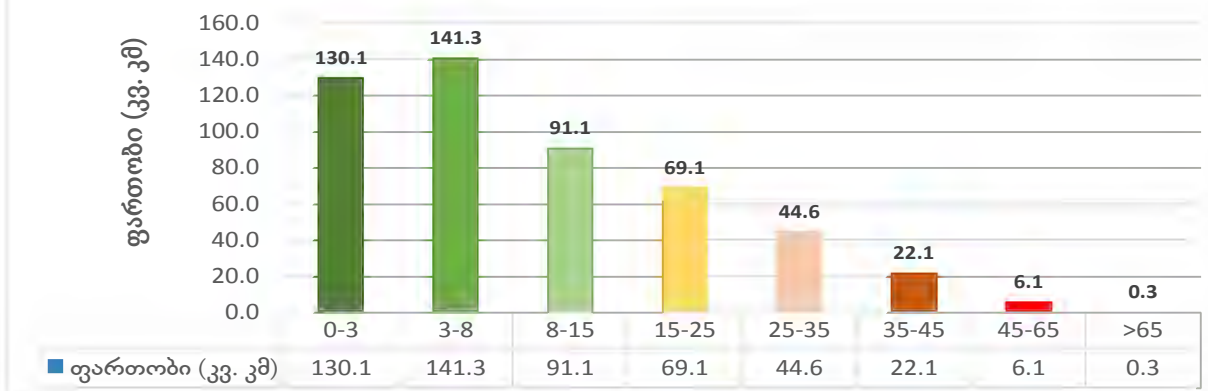
ამრიგად, „რელიეფის ენერგეტიკული პოტენციალის“ ამ კრიტერიუმით დანაწილება და მისი ცალკეული მოვლენების განვითარების სივრცითი განსაზღვრა ეგზოგეოდინამიკური მდგომარეობის შეფასების რუკაზე შესატყვისი, ლითოლოგიური აგებულების მასივის სივრცეში და გეოლოგიური სახეობების პროცესების მგრძობიარობასთან კავშირში, იძლევა იმის საშუალებას, რომ შეიქმნას მოცემული სივრცის ეგზოგეოდინამიკური პროცესებით და მათგან წარმოქმნილი მოვლენების საშიშროების რისკის შეფასების ეფექტური საფუძველი.

ფერდობების დახრილობის (გრადუსი) და მათი ფართობული (%) გავრცელების დამოკიდებულების დიაგრამა



დიაგრამა 1. თბილისის ტერიტორიის რელიეფის ფერდობების დახრილობის (გრადუსი) და მათი ფართობული (%) გავრცელების დამოკიდებულების დიაგრამა.

ფერდობების დახრილობის (გრადუსი) და მათი ფართობული (%) გავრცელების დამოკიდებულების დიაგრამა



გრაფიკი 8. ფერდობების დახრილობა (გრადუსი) ფართობული გავრცელების (კვ. კმ) მიხედვით

## 10.2 კლიმატურ-მეტეოროლოგიური ფაქტორების როლი ეგზოგეოდინამიკური პროცესების წარმოქმნა - რეაქტივაციაში

კლიმატური ფაქტორი, რომელიც გეოლოგიურ წარსულში წარმოადგენდა ერთ-ერთ დომინანტს დედამიწის ზედაპირის ეგზომორფოგენეზის ჩამოყალიბებაში და მრავალსპექტრიანი დანალექი ქანების ფორმირებაში, ასევე წარმართველია თანამედროვე ეგზოგენური გეოლოგიური პროცესების წარმოქმნა-რეაქტივაციაში. იმისდამიხედვით, თუ რომელ კლიმატურ სარტყელში (ტროპიკული, ზომიერი, არქტიკული თუ ალპურ-ნივალური) იმყოფებოდა სუბაერალურ მდგომარეობაში გადასული ტერიტორია და რა სახის გეოლოგიური ქანებით იყო აგებული, შე-

საბამისად იწყებდა განვითარებას ამა თუ იმ სახის ეგზოგეოლოგიური პროცესი და კონტინენტური ხასიათის დანალექი ქანები. მიგვაჩნია, რომ კლიმატი, როგორც მოცემული ტერიტორიის ამინდის გრძელვადიანი რეჟიმი შესაბამისი გეოგრაფიული გარემოს პირობებისათვის, რომელშიდაც მიმდინარეობს ამა თუ იმ სახის ეგზოგეოლოგიური პროცესის განვითარება, უნდა იქნეს განხილული როგორც სტატიკური ფუნქცია მათი ფონური მდგომარეობის შესაფასებლად და ასე გაგრძელდება მანამ, ვიდრე არ მოხდება დამყარებული კლიმატური რეჟიმის შეცვლა კლიმატმაფორმირებელი მეტეოროლოგიური ელემენტების (ჰაერის ტემპერატურა, ნალექები, ტენიანობა და სხვა) გადახრებით ფონურზე ზევით და დაბლა. მეტეოროლოგიური ელემენტების ასეთი გადახრები უშუალოდ აისახება ეგზოგეოლოგიური პროცესების მსვლელობის რეჟიმში ან მოხდება მათი გააქტიურება, ანდა გადავა სტაბილიზაციის რეჟიმში. კლიმატისა და ეგზოგეოლოგიური პროცესების ამ სახის გადახრების კანონზომიერების დადგენა განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს სტიქიური ეგზოგეოლოგიური პროცესების შემეცნებასთან დაკავშირებით, როგორც დიდი უარყოფითი შედეგების მომტანი სოციალურ-ეკონომიკური და ადამიანთა მსხვერპლის თვალსაზრისით.

საქართველოს მასშტაბით ასეთი სახის მაღალი საშიშროების სტიქურ გეოლოგიურ პროცესებს მიეკუთვნება პირველყოვლისა მენყრულ-გრავიტაციული, ღვარცოფული და მდინარის ეროზიული პროცესები.

საქართველოს ტერიტორიაზე განხორციელებულმა მრავალწლიანმა სხვადასხვა მასშტაბის საინჟინრო გეოდინამიკურმა კვლევებმა და რეჟიმულ-სტაციონარულმა დაკვირვებების ანალიზმა და განზოგადობამ საშუალოება მოგვცა დაგვემყარებინა კორელაციური კავშირი ზემოთ ნახსენები გეოლოგიური პროცესების მსვლელობის დინამიკური რეჟიმის ცვლილებასა და პროცესმაპროვოცირებელი ატმოსფერული ნალექების რაოდენობრივ გადახრებთან კლიმატის საშუალო მრავალწლიური ნორმიდან შესაბამისი რეცეპტორული თვისებების მქონე ქანებთან კლიმატურ-გეოლოგიური გარემოს პირობების ურთიერთ გამსაზღვრელ სინერგიზმში. მიღებული შედეგის კორელაციური კავშირი გეოლოგიური გარემოს მგრძობიარობისა და პროცესმაპროვოცირებელი ნალექების რაოდენობრივ მაჩვენებლებთან ადასტურებენ, რომ ამ სახის სტიქიური მოვლენების დინამიკური რეჟიმის გადახრები, ინტენსივობის ხარისხი და გააქტიურების ტენდენციების პერიოდები ემთხვევა ატმოსფერული ნალექების დადებით და უარყოფით გადახრებს მრავალწლიურის საშუალო ნორმიდან. გამოვიყენეთ რა ნალექების ყოველწლიური სიდიდეების გადახრის მაჩვენებლები მრავალწლიურის საშუალო სტანდარტული ინდექსიდან და მათი კორელაციური კავშირი მენყრულ-ღვარცოფული პროცესების დინამიკური მდგომარეობის რეჟიმთან მიმართებაში შესაბამისი გეოლოგიური გარემოს პირობებისათვის, შესაძლებელი გახდა დამუშავებული ყოფილიყო საქართველოს პირობებისათვის მენყრულ-ღვარცოფული მოვლენების დინამიკური რეჟიმის განმსაზღვრელი სიდიდეები.

შესაბამისად კლიმატოგენური მენყრული პროცესების დინამიკური რეჟიმის კოდირებისათვის შემოგვაქვს შემდეგი კატეგორიები:

1. ფონურზე დაბალი (სტაბილური), როდესაც ატმოსფერული ნალექების და „ტენიანობის ეფექტის“ წლიური მაჩვენებლები იმყოფება მრავალწლიურის საშუალო ნორმის ზღვრულის დაბლა;
2. ფონური, როდესაც წლის განმავლობაში მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობრივი მაჩვენებელი და დეფორმირებადი ჰორიზონტის და „ტენიანობის ეფექტი“ ექცევა მრავ-

ვალწლიური ნორმის საზღვრებში, ანუ კლიმატის სტატისტიკური რეჟიმის პირობებში; ამ შემთხვევაში სხვა დამატებითი პროცესმაპროვოცირებელი ფაქტორების გამორიცხვის პირობებში, მენყრული პროცესების დინამიკა მიმდინარეობს ფონური რეჟიმის დონეზე;

3. სტრესული, როდესაც წლის განმავლობაში მოსული ატმოსფერული ნალექები აჭარბებენ საშუალო მრავალწლიურს 200მმ-მდე. ამ შემთხვევაში დეფორმირებადი ჰორიზონტის ოპტიმალური რეცეპტორული თვისებებით აგებული ფერდობების არეალში იწყება მენყრული პროცესების გააქტიურების ტენდენცია ფონურზე ზევით და ხშირად დინამიკაში მოდიან ზღვრული ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობაში მყოფი მენყრული სხეულები, ან მენყერსაშიში ფერდობები;

4. ექსტრემალური - როდესაც მენყრული პროცესების გააქტიურება იწყება ნალექების მოსვლის შემთხვევაში 400მმ-მდე საშუალო მრავალწლიური ნორმის ზევით. ამ შემთხვევაში ცოცხლდება ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობაში მყოფი თითქმის ყველა მენყრული სხეული, დინამიკაში მყოფი მენყრები გადადიან ექსტრემალურ რეჟიმში, ხოლო სენსიტიური გეოლოგიური გარემოს პირობებში მენყრული პროცესებისადმი მაღალი რეცეპტორული თვისებების მქონე ფერდობზე წარმოიქმნებიან ახალი მენყრები.

5. პაროქსიზმული-იმისდა მიხედვით თუ ატმოსფეროს რა სახის ცირკულაციურ რეჟიმთან გვექნება საქმე და ატმოსფერული ნალექები მოვა 400 – 600 მმ-ზე მეტი მრავალწლიური ნორმის ზემოთ, რომელსაც თან დაერთვის „დატენიანობის ეფექტის“ ზრდა ზღვრულ შესაძლებლობამდე გააქტიურდება სტაბილურ მდგომარეობაში მყოფი ყველა მენყრული სხეული, წარმოიქმნება მრავალი ახალი და მენყრული პროცესების ექსტრემალური გააქტიურება შეიძლება გადავიდეს რეგიონალური ხასიათის პაროქსიზმულ რეჟიმში. ამ სახის მენყრების გააქტიურების არაერთი პარადიგმა გვაქვს ქვეყნის მასშტაბით.

ცხრილი 14.

მეტეო-სადგური	დაკვირვების წლები (რაოდენობა)	ნალექების დადებითი გადახრები მმ-ში და მათი გადახრების კოეფიციენტი (K <sub>დად.</sub> ) დაკვირვების წლები და რაოდენობა განმეორებადობა კოეფიციენტი								ნალექების დეფიციტი		
		<200	K <sub>დად.</sub>	200-400	K <sub>დად.</sub>	400-600	K <sub>დად.</sub>	>600	K <sub>დად.</sub>			
თბილისი - დილომი												
	1963-1979 (16)	5	0,31	2	0,12	-	-	-	-	1960-1980 (21)	14	0,70
	1982-1997 (15)	4	0,26	-	-	-	-	-	-	1981-2000 (19)	16	0,84
	2002-2012 (10)	4	0,4	3	0,3	-	-	-	-	2001-2014 (13)	7	0,53
სულ	1963-2012 (19)	13	0,31	5	0,12	-	-	-	-	1960-2014 (52)	37	0,71
თიანეთი	1936-1959 (23)9	0,39	5	-	-	-	-	-	-	1938-1971 (33)	17	0,50
	1963-1980 (17)	11	0,64	2	0,11	1	0,05	-	-	1981-1999 (18)	9	0,50
	1982-2010 (28)	5	0,17	1	0,03	-	-	-	-	2004-2013 (9)	8	0,88
სულ	1936-2010	25	0,33	8	0,10	-	-	-	-	1938-2013 (75)	34	0,45

თუ მენყრული მოვლენების წარმოქმნა-გააქტიურების პროცესში კლიმატურ-მეტეოროლოგიური პირობები თამაშობენ სტიმულატორის როლს ატმოსფერული ნალექების შიდაწლიური რაოდენობის გადახრები მრავალწლიურის საშუალო მაჩვენებლებთან, რომელზედაც დამოკიდებულია ფერდობების განყოფანების ხარისხი და ლატენტურად მიმდინარე „დატენიანობის ეფექტის“ ენერგეტიკული დამუხტვა, რაზედაც დამოკიდებულია დამენყვრისადმი მიდრეკილი ქანების კონსისტენტური ცვლილებები და ძვრისადმი წინააღმდეგობის დაქვეითება კრიტიკულ ზღვრამდე, კლიმატურ პირობებთან დაკავშირებული ღვარცოფული მოვლენების ტრანსფორმაცია მთლიანად განსაზღვრულია დღე-ღამეში წვიმის სახით მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობასა და ინტენსივობაზე.

ზოგადად, ატმოსფერული ნალექების ღვარცოფმაფორმირებელი პოტენციალი განისაზღვრება მათი ინტენსივობით და დროის ხანგრძლივობით. თუმცა ღვარცოფმაფორმირებელი საინჟინრო-გეოლოგიური პირობებისა და წყალშემკრები აუზების მორფოლოგიური თავისებურებებიდან გამომდინარე მოსული თავსხმა წვიმების რაოდენობრივი მაჩვენებელი სხვადასხვაგვარად რეაგირებენ ღვარცოფული პროცესების ფორმირების ხასიათზე. შესაძლებელია ნალექების ერთიდაიგივე რაოდენობის პირობებში თუ ღვარცოფმაფორმირებელ კერებში არ დახვდა შესაბამისი რაოდენობის გეოლოგიური პროდუქტი იმ შემთხვევაში ადგილი ექნება ჩვეულებრივ წყალმოვარდნებს. ტიპური ღვარცოფების ფორმირება დამოკიდებულია გეოლოგიური გარემოს მგრძობიარობაზე და ღვარცოფმაფორმირებელ კერებში გეოლოგიური პროდუქტის ფორმირების პოტენციალზე. აქედან გამომდინარე ღვარცოფების ფორმირების ინტენსივობა და მათი ენერგეტიკული პოტენციალი უნდა იქნეს დაფუძნებული გეოლოგიურ გარემოს მგრძობიარობასა და დღე-ღამეში მოსული წვიმის წყლების რაოდენობრივი მაჩვენებლების სინერგიზმზე.

საქართველოში რელიეფის უკიდურესად რთული მორფოგრაფიული პირობებიდან გამომდინარე ხშირად ნალექების პლუვიომეტრული გრადიენტები განსხვავებულია ართუ რეგიონის სხვადასხვა სივრცეში, არამედ ერთიდაიმავე ქედის სხვადასხვა კალთაზე და სხვადასხვა სიმაღლეზე. ამით არის განპირობებული, რომ თავსხმა წვიმების სივრცით-დროითი განაწილების კანონზომიერება მეტეოსადგურების სიმწირის გამო დღემდე სათანადო დონეზე არ არის შესწავლილი. ამას ემატება ადგილის გეოლოგიური გარემოს პირობების მრავალფეროვნება და ამგებელი ქანების არაერთგვაროვანი დამოკიდებულება კლიმატური ფაქტორებისადმი.

საქართველოში განხორციელებული მრავალწლიური რეგიონალური ხასიათის კვლევებითა და რეჟიმულ-სტაციონალური დაკვირვებებით ტერიტორიის სხვადასხვა მორფოგრაფიული პირობებისა და გეოლოგიური აგებულების კლიმატის მგრძობიარობასთან დამოკიდებულებაში, დადგენილია საქართველოსთვის დღე-ღამეში მოსული ატმოსფერული ნალექების ის ოპტიმალური პარამეტრები, რომლის დროსაც კლიმატთან შესაბამისი მგრძობიარობის ქანებისა და ღვარცოფმაფორმირებელი გეოლოგიური პროდუქტის რეცეპტორული ცვლილებების პირობებში რა სახისა და ინტენსივობის ღვარცოფები წარმოიქმნებიან.

საქართველოში ტრანსფორმირებადი ღვარცოფებისათვის, წლის თბილ პერიოდში (IV-IX) ღვარცოფმაფორმირებელი ნალექების ქვედა ზღვრად შესაბამისი გეოლოგიური გარემოს პირობებისათვის მიღებული გვაქვს დღე-ღამეში მოსული ნალექები 30-მმ დიაპაზონში, რომელიც შეესაბამება ღვარცოფების ფორმირების ფონურ მდგომარეობას, რომლის დროსაც უმეტესად ფორმირდება ე.წ. „ხრამნატანის“ ნარიყი. 30-50 მმ დიაპაზონი არის ის საწყისი რაოდენობა დღე-ღამეში მოსული ნალექებისა, როდესაც ღვარცოფმაფორმირებელი გეოლოგიური კე-

რების არსებობის შემთხვევაში ტიპიური ღვარცოფული ნაკადების ფორმირება იწყება. 50-80 მმ-ის დიაპაზონში წარმოიქმნება დიდი მოცულობისა და ენერჯის ექსტრემალური რასიათის ღვარცოფები,თუ იქნება შესაბამისი რაოდენობის ღვარცოფმაფორმირებელი გეოლოგიური პროდუქტი, სხვა შემთხვევაში საქმე გვექნება დიდი სიძლიერის წყალმოვარდნებთან. 80-100 მმ და მეტი ნალექების მოსვლის შემთხვევაში,რომლებიც გაჯერებული იქნებიან გეოლოგიური პროდუქტით უმეტეს შემთხვევაში ფორმირდებიან კატასტროფული ხასიათის ღვარცოფები.

იმასთან დაკავშირებით, რომ ტიპიური ღვარცოფმაფორმირებელი განმსაზღვრელი ელემენტების (გეოლოგიური პროდუქტის შემქმნელი კერები და წყალშემკრებები) არეალები უმეტესად იკავებენ მდინარეთა აუზების ზემო წელს, მიზანშეწონილად ჩავთვალებთ ღვარცოფტრანსფორმირებადი მეტეომონაცემების გაანალიზებისას ვეყრდნობით არა მარტო დილომის მეტეოსადგურის მონაცემებს, რომელიც მდებარეობს ქალაქის ქვაბულის დაბალ ჰიფსომეტრიულ ნიშნულზე, არამედ დაგვეშუშავებინა უფრო მაღალ ჰიფსომეტრიულ სიმაღლეებზე მდებარე თბილისი-მთაწმინდის, კოჯრის, მანგლისის და თიანეთის მეტეოსადგურების მონაცემებიც (იხ.ცხრილი-15), რომელთა ჰიდრომეტრიული მდებარეობა მეტ-ნაკლებად შეესაბამება ღვარცოფმაფორმირებელ მდინარეთა აუზების სათავეებს.

**ცხრილი 15. ღვარცოფული ნალექების დღე-ღამური რაოდენობა და განმეორებადობის კოეფიციენტი მოცემული წლების ინტერვალებში**

მეტეოსადგური	დაკვირვების წლები	დაკვირვების წლების რაოდენობა	ნალექების დღე-ღამური რაოდენობა მმ-ში და მათი განმეორებადობის კოეფიციენტი (Kგანმ)				საერთო რაოდენობა	
			30-50	50-80	80-100	>100	დაკვირვების წლები	ტრანსფორმ ღვარცოფი
აბს. სიმაღლე								
თბილისი-დილომი	1960-1980	20	21 (Kგანმ1,05)	5 (K-0.5)	1 (K-0.05)	1 (K-0.05)	20	28 (K-1.40)
436	1981-2000	19	19 (K-1.0)	7 (K-0.36)	1 (K-0.05)	1 (K-0.05)	19	28 (K-1.40)
	2001-2014	13	17 (K-1.30)	9 (K-0.69)	2 (K-0.15)	-	13	28 (K-4.23)
სულ	1960-2014	54	53 (K-0.98)	21 (K-0.33)	4 (K-0.07)	-	54	78 (-1.44)
თიანეთი	1936-1960	24	63 (K-2.62)	6 (K-0.25)	1 (K-0.04)	1 (K-0.04)	24	71 (K-2.95)
1099	1961-1970	9	22 (K-2.44)	9 (K-1.0)	1 (K-0.1)	1 (K-0.11)	9	33 (K-3.66)
	1971-1980	9	35 (K-3.88)	9 (K-1.0)	1 (K-0.11)	-	9	45 (K-5.0)
	1981-2011	30	51 (K-1.70)	2 (K-0.06)	3 (K-0.10)	3 (K-0.10)	30	59 (K-1.96)
სულ	1936-2011	72	165 (K-2.20)	21 (K-0.25)	3 (K-0.09)	1 (K-0.04)	72	208 (K-2.88)
კოჯორი	1955-1965	10	24 (K-2.4)	8 (K-0.8)	1 (K-0.1)	1 (K-0.1)	10	34 (K-3.4)

1338	1966-1976	10	32 (K-3.2)	4 (K-0.4)	-	2 (K-0.2)	10	38 (K-3.8)
	1977-1986	9	19 (K-2.11)	4 (0.044)	1 (K-0.11)	1 (K-0.1)	9	25 (K-2.78)
	1987-1992	5	7 (K-1.4)	1 (K-0.2)	-	-	5	8 (K-1.6)
სულ	1955-1992	37	82 (K-2.22)	17 (0.5)	2 (K-0.06)	4 (K-0.11)	34	105 (K-2.84)
მანგლისი	1955-1960	5	11 (K-2.2)	1 (K0.2)	-	-	5	12 (K-2.4)
1194	1961-1980	19	35 (K-1.8)	8 (K-0.42)	2 (K-0.11)	-	19	45 (K-2.4)
	1982-1992	10	19 (K-1.9)	2 (K-0.2)	-	-	10	21 (K-2.1)
სულ	1955-1992	37	65 (K-1.8)	11 (K-0.3)	2 (K-0.05)	-	37	78 (K-2.0)
თბილისი-მთაწმინდა	1959-1980	21	33 (K-1.6)	4 (K-0.19)	-	2 (K-0.1)	21	39 (K-1.85)
766	1981-1991	10	13 (K-1.3)	-	-	-	10	13 (K-1.3)
სულ	1959-1991	32	46 (K-1.4)	4 (K-0.1)	-	2 (K-0.06)	32	52 (K-1.62)
მთლიანად		232	411	74	11	7	232	512

### 10.3 მიწისძვრების გავლენა მენყრულ-გრავეტაციული მოვლენების განვითარებაზე და მასშტაბებზე

საქართველოს მეოთხეულის ტექტონიკის ხასიათი განისაზღვრება პრაქტიკულად თითქმის ყველა იმ სიღრმული რღვევების გამოცოცხლებით, რომლებიც წარმოქმნილი არიან ალპური გეოდინამიკის ციკლში. ამათგან, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ცალკეულ იმპულსებს, ბლოკების მოძრაობა რღვევების გასწვრივ მიმდინარეობდა თითქმის მთელი მეოთხეული პერიოდის განმავლობაში და ეს რღვევები მნიშვნელოვნად ართულებდნენ როგორც კავკასიონის, ასევე ანტიკავკასიონის თალურ აზევეებს და ახდენენ მათათაშორისი ბაქნური დეპრესიის მეგასინკლინორიუმის მოზაიკური ხასიათის ბლოკებად დანაწილებას და იწვევენ ტექტონიკურ მიწისძვრებს.

ლითოსფეროში გრავეტაციული და ტექტონიკური ძალების მუდმივი მოქმედების შედეგად ქანები ყოველთვის დაძაბულ მდგომარეობაში იმყოფებიან, რაც ქმნის მათში პოტენციური ენერჯის დაგროვებას, ხოლო ქანებში დაგროვილი ენერჯის ცვლილებები-ანუ ენერჯის დაგროვება თუ გამოთავისსუფლება, დაკავშირებულია ლითოსფეროს ამგებელი ბლოკების გადაადგილებასთან, რომელიც გამოწვეულია ფილაქნების ურთიერთ ქმედებებით. კავკასიის სეისმოტექტონიკური ბუნება განპირობებულია არაბეთისა და ევრაზიის ფილაქნების ურთიერთქმედებებით, სადაც არაბეთის ფილაქნის მოძრაობა ჩრდილოეთით 3-4 სმ შეადგენს, მათ შორის კავკასია-ყირიმის ჰორიზონტალური გადაადგილება საშუალოდ 1-2 სმ ფარგლებშია, ხოლო ანატოლიისა და ირანის მიკროფილაქნებისა, 3-5-7 სმ აღწევენ ნელინადში (ჯიბლაძე ე. 1977). საერთო ჯამში ლითოსფეროში მიმდინარე ტექტონიკური მოძრაობები და მათ მიერ შექმნილი ტექტონიკური ბლოკების ზონაში ფორმირდებიან სეისმოაქტიური რღვევები. ე. ჯიბლაძის (ჯიბლაძე ე. 1977) მოსაზრებით სეისმურობის აქტიურობა უნდა განისაზღვროს არა მარტო

ფილაქნების ურთიერთქმედებებით, არამედ იმ პროცესებითაც, რომელიც ფილაქნების შიგნით მიმდინარეობს, სადაც მრავალ ფაქტორთა შორის მაინც მთავარ როლს თამაშობს გრავიტაციული ძალებით გამოწვეული მოძრაობები და მათი სწრაფვა ჰიდროსტატიკური წინააღმდეგობის აღდგენისაკენ.

საქართველოს მეოთხეული ტექტონიკის ბუნება განისაზღვრება პრაქტიკულად ალპურ ციკლში წარმოქმნილი თითქმის ყველა სიღრმეული რღვევების გამოცოცხლებით. ამასთან თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ცალკეულ იმპულსებს, ბლოკების მოძრაობა რღვევების გასწვრივ მიმდინარეობდა თითქმის მთელი მეოთხეულის პერიოდის განმავლობაში და ეს რღვევები საგრძნობლად ართულებდნენ, როგორც კავკასიონისა და ანტიკავკასიონის თალურ აზევეებს, ასევე მთათაშორისი დეპრესიების მეგასინკლინორიუმს. თავის მხრივ ნეოტექტონიკური მოძრაობების აქტიურობა განაპირობებდა მთელი მეოთხეული პერიოდის განმავლობაში და მის თანამედროვე ეტაპზე სეისმურ აქტივობას. ამ მხრივ, თანამედროვე ტექტონიკური მოძრაობების ყველაზე მკაფიოდ გამოკვეთილ ფორმას წარმოადგენს ტექტონიკური მინისძვრები, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ არ შეიძლება სეისმური მოძრაობების რაოდენობრივი მახასიათებლები აღემატებოდეს ტექტონიკური მოძრაობების მახასიათებლებს, ის მხოლოდ მისი ნაწილია. მართალია კავკასიის სეისმური რეგიონი ალპურ-ჰიმალაური სეისმური სარტყლის მცირე აზია-ირანის ჩრდილო განაპირა რეგიონს მიეკუთვნება და მისი სეისმურობის სიძლიერე უფრო ნაკლებია ვიდრე ირანისა და თურქეთის ტერიტორიებზე წარმოქმნილი მინისძვრებისა, მიუხედავად ამისა კავკასიაში და კონკრეტულად საქართველოში წარმოქმნილი მინისძვრები თავისი დამანგრეველი შედეგებით და თანმდევი უარყოფითი გეოდინამიკური პროცესების განვითარებით (მენყრულ-გრავიტაციული, ღვარცოფული მოვლენები) ალპური მთათა სისტემის ერთ-ერთ ურთულეს გეოდინამიკურ მოვლენათა რიცხვში შედის.

ბოლო პერიოდში გეოლოგიის, გეოფიზიკის და საინჟინრო სეისმოლოგიის მეცნიერებებში მინისძვრებთან დაკავშირებით მიღწეულია სრულყოფილად გადაჭრის ისეთი საკითხები, როგორც არის მათი წარმოქმნის ადგილები, ენერგია, ინტენსივობა და საინჟინრო ნაგებობების მდგრადობის სეისმომდეგობის უზრუნველყოფა, ხოლო რაც შეეხება საკითხს მინისძვრებით წარმოქმნილი მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების შესაძლო წარმოქმნის წინასწარი ადგილის დადგენას ეს თითქმის შეუძლებელია, არადა მათგან მიყენებული ეკონომიკური ზარალი ძალიან დიდია და ხშირად მთავრდება ადამიანთა მსხვერპლით. სამხრეთ კავკასიაში ბოლო პერიოდში ამ სახის მინისძვრებთან დაკავშირებული მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების წარმოქმნის კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს: 1963 წლის ჩხალთის (მდ. კოდორის აუზი) 9 ბალის ინტენსივობის მინისძვრის შედეგად წარმოქმნილი რამდენიმე კმ<sup>2</sup> ფართობზე გრანდიოზული მენყერი და მრავალი მცირე ზომის. რაც შეეხება 1991 წლის აპრილში რაჭა-იმერეთის ასევე 9 ბალის მინისძვრებს, ამან გამოიწვია 20 000-ზე მეტი მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენის წამოქმნა-გააქტიურება, მდინარეთა წყალსადინარებში დაგროვდა კოლოსალური რაოდენობის ღვარცოფტანსფორმირებადი მყარი მასალა, მათი ზემოქმედების ზონაში მოექცა 1500-მდე დასახლებული პუნქტი, სამოსახლოდ უვარგისი გახდა 3330-ზე მეტი ჰა მინის ფართობი და ამ მოვლენების შედეგად დაიღუპა 50-მდე ადამიანი.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების წარმოქმნა-გააქტიურებას ადგილი აქვს არა მარტო მინისძვრების ეპიცენტრალურ ზონებში, არამედ მათგან მნიშვნელოვნად დაცილებული, ეგრეთწოდებული „ტრანზიტული“ ხასიათის ჰორიზონტალურად

გამავალი უფრო დაბალი ენერჯის (4-5 ბალის და ზევით) ტალღების დროსაც, რომელთა მრავალი კლასიკური მაგალითები გვაქვს საქართველოში. მაგალითისთვის, 1988 და 1991 წლების სპიტაკისა და რაჭა-იმერეთის მიწისძვრებით, რომლის დროსაც ამოძრავდა ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობაში მყოფი ძველი ტექტოსეისმოგენური აჭარის მაღალმთიანეთში არსებული დანის-პარაულის მენყერი 10 კმ<sup>2</sup> ფართობზე, რომელიც დღემდე იმყოფება აქტიურ დინამიკაში. მიწისძვრების ენერჯით დინამიკაში მყოფი მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების დადგენას და მათი კადასტრებისა და ბაზისური ინფორმაციის შედგენას დიდი მნიშვნელობა აქვს იმიტომაც, რომ საქართველოში მიწისძვრების დაფიქსირების ინსტრუმენტალური პერიოდი სულ რაღაც ერთ საუკუნეს ითვლის და მათი წარმოქმნის ისტორიული მონაცემები უკიდურესად მცირეა. არადა საქართველოში მიწისძვრებით პროვოცირებული მენყრულ-გრავიტაციული (ე.წ. „ტექტოსეის-მოგრავიტაციული“) მოვლენების მორფოლოგიური ფენომენები დაფიქსირებული ისტორიული პერიოდების არაერთ ასეულს შეადგენს, ამიტომ ამ სახის მოვლენების წარმოქმნის დროსა და სივრცეში დადგენა საშუალებას იძლევა შეივსოს მიწისძვრების მნაცემთა ბანკი მათი ადგილის მიახლოებითი, დროისა და ინტენსივობის. ამ სახის მორფოგეოლოგიური ფენომენების დადგენა მნიშვნელოვანია იმიტაც, რომ მათი წარმოქმნის არეალში უდაოდ უნდა არსებობდეს ცოცხალი ტექტონიკური რღვევები, რომლებიც გეოლოგიურად შესაძლებელია არც კი კარტირდებოდეს.

საყურადღებოა, რომ მიწისძვრებით გამოწვეული ტექტოსეისმოგრავიტაციული პარადიგმები საკმაოდ ბევრია თბილისის ტერიტორიის სივრცეშიც, როგორც ისტორიული - კუს ტბა, სოლოლაკი, წყნეთი, ახალდაბა, უკანახევი, როგორც ძველი სეისმოგრავიტაციული, ასევე ბოლო წლებში გააქტიურებული, მამკოდის, გლდანის, საცხენისის, ნორიოს, მარტყოფის და მრავალი სხვა, წარმოქმნილი თბილისის 2002 წლის მიწისძვრებით. ამ მიმართულებით საშიშროება მომავლაშიც მუდმივად იქნება, რადგან როგორც ხატოვნად აღნიშნა ცნობილმა მეცნიერ-სეისმოლოგმა გ.გაბრიჩიძემ (2005) დედაქალაქის ტერიტორია მოქცეულია „ტექტონიკური რღვევების აბლაბუდაში“.

უდავოა, რომ არ ჰქონოდა ადგილი თბილისის სივრცეში 2011-2015 წლებში 7 სხვადასხვა სიძლიერის მიწისძვრებს (კიკეთთან ახლოს-2011.07.09, მაგნიტუდა-5; მარტყოფთან- 2011.09.02, მაგნიტუდა-2,6 ; გლდანის ტბასთან-2013.01.22, მაგნიტუდა-2,9; მარტყოფთან- 2013.08.04, მაგნიტუდა-2,5; ნორიოსთან-2013.08.04, მაგნიტუდა-3,1; სართიჭალასთან - 2015.06.01, და სართიჭალას სამხრეთით - 2015.05.27, მაგნიტუდა 2,5), რომლებმაც 2015 წლის 13-14 ივნისს მნიშვნელოვანი როლი ითამაშეს მამადავითის ქედის სივრცეში ფლიშურ ნალექებში არსებული ტექტონიკური რღვევის კრიტიკულ დაძაბულობამდე მდგრადობის შესუსტებაში, რასაც თან დაერთო უხვი ატმოსფერული ნალექების მოსვლა და კლდეზვავ-მენყრული პროცესების განვითარება (ე.წ. ახალდაბის დიდი მენყერი), არ ექნებოდა ადგილი ამ სახის კატასტროფული ხასიათის ღვარცოფების განვითარებას. არადა, როგორც ეგზოგეოდინამიკური პროცესების განხილვის თავში ვიხილავთ ამ ბოლო პერიოდში მენყრულ-გრავიტაციული პროცესების და ღვარცოფების განვითარებამ ექსტრემალური ხასიათი მიიღო.

## 10.4 ტექნოგენური წნეხი თბილისის გეოლოგიურ გარემოზე და გეოეკოლოგიური გართულებების მასშტაბები

საყოველთაოდ აღიარებულია, რომ ადამიანსა და ბუნებრივ გარემოს შორის არსებობს ისტორიულად დამკვიდრებული, ურთირთსაწინააღმდეგო ხანგრძლივი, მუდმივად განვითარე-

ბადი და მზარდი პროცესი, რომელიც განაპირობებს მრავალსაფეხურიანი რთული ჰეტეროგენული სისტემის „ბუნება-საზოგადოების“ ფორმირებას, როგორც სამართლიანად აღნიშნავს აკად. სერგეევი (სერგეევი ე. 1989), საერთოდ გეოგრაფიული გარსის (ატმოსფეროს, ბიოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ლითოსფეროს) დაცვის საკითხებში ბოლო პერიოდამდე ყველაზე ნაკლები ყურადღება ექცეოდა პრობლემებს, რომელიც დაკავშირებული იყო გეოლოგიური გარემოს დაცვისა და რაციონალური გამოყენების საკითხებთან. შეუფასებლობა იმისა, თუ რა მასშტაბში შეუძლია მიიღოს გეოლოგიურმა გარემომ გარედან მიღებული დატვირთვა გადამწყვეტ მნიშვნელობას ახდენს, მთლიანად ბუნებრივ გარემოზე, განსაკუთრებით ტექნოგენური გეოეკოლოგიური პროცესების წარმოქმნა-განვითარების ხასიათზე და მასშტაბებზე, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს რეგიონალური გლობალური მასშტაბების გეოეკოლოგიური კრიზისები. მიუხედავად იმისა, რომ ამ დარგის საყოველთაოდ აღიარებული ისეთი მეცნიერები, როგორებიც იყვნენ ვ. ვერნადსკი, ა. ჰოვარდი, ზ. სერგეევი. ა. სიდორენკო, რ. ლეგატი ლ. კოტლიაკოვი და მრავალი სხვა, რომლებმაც მეთოდოლოგიურად და თეორიულად დაამუშავეს ტექნოგენური (ანთროპოგენური) დატვირთვის მუდმივად მზარდი საშიშროების რისკი და მათი ნეიტრალიზაციის ნეგატიური ზემოქმედების შედეგების საკითხები, ჯერჯერობით ამ ურთულესი სახეობების მართვის საკითხები ჯერ კიდევ ჩასახვის პროცესშია.

ტექნოგენური ზემოქმედების იმპულსები გეოლოგიურ გარემოზე განსაკუთრებით შთამბეჭდავია დიდი ქალაქების ურბანულ სივრცეში, რომელიც განვითარების ყველაზე ხანგრძლივ პერიოდს მოიცავს და შესაბამისად განიცდიან ანთროპო-ტექნოგენური ზემოქმედების ყველაზე დიდ პრესინგს, სადაც ერთდროულად ზემოქმედებენ სტატიკური, დინამიკური, ქიმიური და ანთროპოგენური დატვირთვის სხვადასხვა სახეები. ყოველივე ეს კი განაპირობებს ლითესფეროს ზედა ჰორიზონტების დიდ დინამიურობას, რომლებიც გამოისახება არა მარტო საინჟინრო ნაგებობების მდგრადობაში, არამედ უპირველეს ყოვლისა ანთროპო-ტექნოგენური ხასიათის გეოლოგიური პროცესების ნეგატიურ შედეგებში ქალაქის ნორმალური ფუნქციონირების თვალსაზრისით. ამ მხრივ, დიდი ქალაქების რიგში თბილისი გეოეკოლოგიური გართულებების თვალსაზრისით იკავებს ერთ-ერთ უმძიმეს პოზიციას (წერეთელი ე. და სხვ. 2001 წ.).

ამრიგად, როგორც ნაშრომის „პრობლემის აქტუალობაში“ არის ნათქვამი თბილისის ტერიტორიის სივრცეში გეოეკოლოგიური გართულებების მთავარ განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს უკიდურესად რთული, და სენსიტიურად მაღალი მგრძობელობის გეოლოგიური გარემოს პირობებში ადამიანის საქმიანობით წარმართული უდიდესი პრესინგი გარემოს ეკოსისტემაში. ამასთან, როგორც მშენებლობებთან დაკავშირებული გეოლოგიური გართულებების მონიტორინგული შემოწმებები გვიჩვენებენ, რომ ამ სახის გართულებები უმეტესად გამოწვეულია არა მარტო მშენებლობის დაბალი ხარისხით, არამედ სამშენებლო პროექტების მომზადებისათვის საჭირო ჩატარებული კვლევების უკმარისობით.

ბუნებრივია გარემოს სივრცეში მიმდინარე ცვლილებები თავისი ენერგეტიკული პოტენციალის მიხედვით მეტნაკლებად ექვივალენტურია ადამიანის სამეურნეო-საინჟინრო საქმიანობით დახარჯულ ენერგიასთან, ანდა ადამიანის საქმიანობის უარყოფითი ეფექტი აღემატება ბუნებაში არსებული სხვადასხვა სახის მოვლენების მდგრადობის პოტენციალს, განსაკუთრებით მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენებისადმი.

თბილისის ტერიტორიის სივრცეში ადამიანის საინჟინრო-სამეურნეო საქმიანობით გამოწვეული გეოეკოლოგიური გართულებები და გეოლოგიურ გარემოში ეგზოგეოდინამიკური

პროცესებისა და მოვლენების წარმოქმნა-რეაქტივიზაციის თვალსაზრისით ნათლად იკვეთება მათი ურთიერთ საპირისპირო ორი კატეგორია: 1. ბუნებრივ-ანთროპო-ტექნოგენური, და 2. ანთროპო-ტექნოგენური.

1. ბუნებრივ-ანთროპოგენური, რომლის დროსაც ყოველი სახის გარემოს გეოეკოლოგიური ცვლილებების და გეოლოგიური გარემოს სისტემაში განვითარებული ეგზოდინამიკური პროცესების და მოვლენების წარმოქმნა-რეაქტივიზაციის მასშტაბები დაკავშირებულია ადამიანის სამეურნეო-საინჟინრო საქმიანობასთან, მაგრამ უმეტესად გარემოს ლანდშაფტის ეკოლოგიური ცვლილებებისა და გეოლოგიური გარემოს სისტემაში ეგზოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების წარმოქმნა-განვითარების ენერგეტიკული პოტენციალი ბევრად უნდა აღემატებოდეს ადამიანის საქმიანობით დამუხტულ ენერგიას.

მეორეს მხრივ, ბუნებრივ-ანთროპოგენური პროცესები და მოვლენები შეიძლება წარმოიქმნას ადამიანის საინჟინრო-სამეურნეო ზემოქმედების გარეშე, მაგრამ მათი შემდგომი განვითარების ხარისხობრივ და რაოდენობრივ მაჩვენებლებს მთლიანად განსაზღვრავს ანთროპოგენური ფაქტორები, სადაც მოცემული ტერიტორიის გეოლოგიური გარემოს სისტემის პოტენციალი მნიშვნელოვნად მიდრეკილი უნდა იყოს ამა თუ იმ სახის ეგზოგეოდინამიკური პროცესების წარმოქმნისაკენ, მაგრამ, ვიდრე არ იქნება მასზე ადამიანის ზემოქმედება იმ მასშტაბით, რომ პოტენციურად ენერგეტიკულად დამუხტულ მდგომარეობაში მყოფი გეოლოგიური გარემო არ იქნება გამოყვანილი ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობიდან, მანამდე ის ინარჩუნებს არსებულ იმანენტურობას, რის შემდეგ ბუნების შინაგანი ენერგია დამოიკიდებლად მოქმედებს გეოლოგიური პროცესების გეოდინამიკაზე. ამ სახის მრავალი მაგალითი გვქვს თბილისში. ამ მხრივ, განსაკუთრებით შთამბეჭდავია შეშელიძის ქუჩაზე არსებული გრანდიოზული მენყერი, რომელიც მე-20 საუკუნის 70-იან წლებში წარმოიქმნა ტრამვაის ხაზის გაყვანის პროცესში, როდესაც იქ არსებული სერის კალთის ჩამოჭრის შედეგად ენერგეტიკულად დამუხტული ფერდობი გამოვიდა ნონასნორობის მდგომარეობიდან და მას შემდეგ იმყოფება აქტიურ დინამიკაში. ასეთივე მდგომარეობაშია თბილისის შემოვლითი საავტომობილო გზა, რომლის ექსპლუატაციაში შესვლისთანავე მრავალ ადგილზე ისეთი მასშტაბის მენყები წარმოიქმნა, რომ საინჟინრო ღონისძიებებმა შედეგი ვერ მოგვცა და საჭირო გახდა ახალი ალტერნატიული ხაზის შერჩევა. თუმცა, სამწუხაროდ, იქაც ექსპლუატაციაში შესვლისთანავე მენყრებმა დაიწყო გააქტიურება.

2. ანთროპო-ტექნოგენური უარყოფითი ზემოქმედება გეოგრაფიული გარემოს ეკოსისტემაზე, ანდა გეოლოგიურ გარემოში ეგზოდინამიკური პროცესების შესაძლო წარმოქმნა-რეაქტივიზაცია იწყება მაშინ, როდესაც გეოგრაფიული გარემოს ეკოსისტემაში და გეოლოგიურ გარემოში არსებული დამყარებული ჰომეოსტატიზმი გამოყავს პოტენციური მდგომარეობიდან ადამიანის მიერ დახარჯულ ენერგიას.

უფრო მარტივად, გეოგრაფიულ გარემოში მიმდინარე ყოველი სახის ცვლილებები, რომელიც არ უკავშირდება მის სისტემაში მიმდინარე კლიმატურ-გეოლოგიურ ფაზისურ ცვლილებებს მიეკუთვნება ანთროპო-ტექნოგენურს და ისინი უმეტესად დაკავშირებულია ადამიანის წინდაუხედავ, თუ შეგნებულად გაუთვალისწინებელ საქმიანობასთან, თუ რა უარყოფითი შედეგები შესაძლოა მოყვას მას.

თბილისში ამ სახის პარადიგმები მრავალი გვაქვს. მაგალითად, ურბანიზაციის სწრაფმა ზრდამ და ტერიტორიის სივრცის ათვისებამ სამეურნეო-საინჟინრო საქმიანობის გეომეტ-

რიული პროგრესით ზრდა-გაფართოებაში, ყოველგვარი ლანდშაფტურ-გეოლოგიური დატვირთვა-ამტანიანობის შეფასების გარეშე სრული ტრანსფორმაცია განიცადა იქ არსებულმა ბუნებრივმა ლანდშაფტმა და არამარტო ჩამოყალიბდა ტიპური ტექნოგენური ლანდშაფტი, არამედ მკვეთრად შეცვალა ადგილობრივი კლიმატი. აღარაფერს ვამბობთ ტექნოგენური ზემოქმედებებით გეოლოგიურ გარემოში გამოწვეულ ისეთ შეუბრუნებელ ცვლილებებზე, როგორც არის არასწორად წარმართული საინჟინრო საქმიანობით ქალაქის ქვაბულის სივრცეში მინისქვეშა წყლების დინამიკური ცვლილებებით გამოწვეული შეტბორვები (დღეისათვის 11 ასეთი უბანი გვაქვს) თავისი უარყოფითი შედეგებით.

რაც შეეხება ტექნოგენური საქმიანობით გამოწვეულ მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების წარმოქმნა-განვითარების ტემპებს და მათგან გამოწვეულ უარყოფით შედეგებს, სცილდება ყოველგვარ ობიექტურობას, რადგან ქალაქის სივრცეში არსებული ამ სახის მოვლენების 60%-ზე მეტი უკავშირდება არასწორად წარმართულ კვლევებს. მაგალითისათვის, არავითარ შემთხვევაში არ წარმოიქმნებოდა სოფ. გლდანში მნიშვნელოვან ფართობზე გზის გაყვანის პროცესში ძირითად ქანებში გრანდიოზული მენყერი, რასაც მოჰყვა მასზე არსებული 4 მაღალი დაბვის ელექტრო გადამცემი საყრდენის ნაქცევა, სწორად რომ ყოფილიყო შეფასებული იქ არსებული გეოლოგიური პირობები. ასევე არ განვითარდებოდა ლიბანის ქუჩის სივრცეში გრანდიოზული მენყერი, რასაც მოჰყვა 9 სართულიანი საცხოვრებელი სახლის მწყობრიდან გამოყვანა და რეალური საშიშროება შეუქმნა სკოლის შენობას, რომ არ ჰქონოდა ადგილი ადამიანთა არასწორად წარმართულ კვლევებს და საქმიანობას. არასწორად შეფასებულ გეოლოგიურ პირობებთან გვაქვს საქმე აგრეთვე თბილისი-წყნეთის საავტომობილო გზის გაყვანის პროცესში, როდესაც არ იქნა შეფასებული და გათვალისწინებული თითქმის მთელი გზის გასწვრივ ფერდობის ამგები თიხაფიქლების სტრუქტურული განლაგება, ანუ შრეების წოლის ელემენტებისა და რელიეფის დახრილობის თანხვედრა, რის გამოც კლიმატური ფაქტორებისა და გრავიტაციული ძალების ზემოქმედებით ნაკვეთილი შრეებიდან პერიოდულად ხდება მათი ჩამოშლა ჩამოცურება და საავტომობილო გზის პერიოდული შეფერხება.

## 11. ქ. თბილისში განვითარებული გეოლოგიური პროცესების საინჟინრო-გეოდინამიკური შეფასება

როგორც ცნობილია ისტორიულად დიდი ქალაქების ურბანული სივრცე ყოველთვის განიცდის ტექნო-ანთროპოგენური დატვირთვის განუსაზღვრელ წნეხს. ამ მიმართულებით თბილისის თავისი რთული გეოლოგიური გარემოს პირობებისა და უკიდურესად მგრძობიარე ტექნოგენური დატვირთვისა და ტექნო-ეგზოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების წარმოქმნა-განვითარებისადმი და მათგან ქალაქის მოსახლეობისა და ინფრასტრუქტურული ობიექტებისადმი მიყენებული ნეგატიური შედეგებით მიეკუთვნება განსაკუთრებულად რთულ და გეოეკოლოგიურად „არაჯანსაღ“ მდგომარეობაში მყოფი დიდი ქალაქების ჯგუფის კატეგორიას.

როგორც ნაშრომის პრობლემის აქტუალობაში და გეოლოგიური გარემოს ათვისების საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების და გეოდინამიკური მდგომარეობის შეფასების მეთოდოლოგიურ საფუძვლებში ავლნიშნავდით, ბუნებრივ-ტექნოგენური და გეოლოგიური პროცესებისა და მოვლენების ფართო მასშტაბით განვითარება-რეაქტივაცია და გეოეკოლოგიური გართულებების კრიზისულ მდგომარეობამდე მიყვანა განაპირობა, გეოლოგიური გარემოს ეგზოგეოდინამიკური პროცესებისადმი მაღალი მგრძობიარობისა და მრავალსახეობრივი ბუნებრივ-ტექნოგენური ფაქტორების გვერდით, ქალაქის სივრცეში ოპტიმალურად ასათვისებელი ფართობების თითქმის არ არსებობამ. მით უმეტეს, როდესაც 21-ე საუკუნის დასაწყისიდან ქალაქი მოიცვა ქალაქმშენებლობის ბუმმა და ტერიტორიის ათვისება წარმართა საინჟინრო-გეოლოგიური თვალსაზრისით ისეთ ძნელად რეალიზებად სივრცეებში, რომელიც ახლო წარსულში მეთოდოლოგიურად ითვლებოდა მიუღებლად. თანაც, როგორც პრაქტიკა გვიჩვენებს შემდეგი ტექნო-გეოლოგიურ პროცესებთან დაკავშირებული გართულებების უმეტესობა გამომწვეულია სამშენებლო პროექტირებისათვის საჭირო გეოლოგიური ინფორმაციის უკმარისობით. ამას ემატება ბოლო პერიოდში, გეოლოგიური გარემოს მაღალსენსიტიურობასთან ერთად, პროცესმაპროვოცირებელი კლიმატურ-მეტეოროლოგიური ფაქტორების მკვეთრი ცვალებადობა და მიწისძვრების გააქტიურება. ამით არის განპირობებული, რომ ხშირად ტექნო-ეგზოგეოდინამიკური მოვლენების ფართო მასშტაბით განვითარებას ადგილი აქვს გეოლოგიური გარემოს ისეთ სივრცეში, სადაც ადრე არ ყოფილა დაფიქსირებული. ამის ნათელი დადასტურებაა გეოლოგიური სამსახურის მიერ 1980-2000 წლებისათვის დამუშავებული ინფორმაციული ბიულეტენი - „მინისქვეშა ჰიდროსფეროს ეკოლოგიური მდგომარეობისა და საშიში გეოლოგიური პროცესების შესწავლის და პროგნოზირების შესახებ“, სადაც მონიტორინგული კვლევებით 2000 წლისთვის დაფიქსირებული იყო 60 მენყრულ-გრაფიტაციული სხეული, 62 ღვარცოფტრანსფორმირებადი მდინარე, ხევი და მინისქვეშა წყლების შეტბორვის 11 უბანი, რასაც თანსდევს უკიდურესად უარყოფითი ქმედებები შენობა-ნაგებობების დეფორმაციებისა და მენყრულ-სუფოზიური მოვლენების სახით.

გამომდინარე იქიდან, რომ ქალაქში ოპტიმალურად ასათვისებელი ფართობები პრაქტიკულად ამოწურულია, ქალაქის გაფართოება და დაპროექტება-მშენებლობა მიმდინარეობს უკიდურესად რთულ მორფოსტრუქტურულ და საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებში - იკვეთება ისეთი დიდი დახრილობის და ენერგეტიკულად მაღალი გრაფიტაციული პოტენციალის მქონე

ფერდობები, როგორებიც არის მამადავითის, ნუცუბიძის, იყალთოს, ნაძალადევი-მახათის, მდ. ვერეს, დიღმულას და გლდანისწყლის აუზებში შემავალი ფერდობები, ასევე ქალაქის ქვაბულის სივრცეში საყოფაცხოვრებო ნარჩენებისა და ტექნოგენური გრუნტებით დამარხული ნახევრად მშრალი ხევები და მაღალი რემიდაციულ-რეცეფტორული თვისებების მქონე განსაკუთრებული შედგენილობის, მდგომარეობისა და თვისებების მქონე ტბიურ-ჭაობიანი ნალექები, რომლებიც ტექნოგენურ გრუნტებთან ერთად მიეკუთვნებიან უკიდურესად დაბალი საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების მქონე ქანებს - გამოირჩევიან მეტად მაღალი რეაქციით ტექნოგენური დატვირთვისადმი და გეოდინამიკური პროცესების მაღლი გააქტიურებით. მით უმეტეს, როგორც ნაშრომის წინა თავებში ავლნიშნავდით, ქალაქის სივრცეში, ისედაც რთული გეოლოგიური გარემოს პირობებში, ეგზოგეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების პროვოცირების კლიმატური და სეისმური ფაქტორების გამოძახილთან ერთად, მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების პროგნოზირებაში ვფიქრობთ დომინანტი ადგილი მაინც ტექნოგენურ დატვირთვისას უკავია. მიგვაჩნია, რომ ამის პირდაპირი მაჩვენებელი უნდა იყოს მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების მონაცემები, რომელიც თუ 2000 წლისთვის 60 ერთეულის საზღვრებში იყო დარეგისტრირებული, დღეისათვის მათი რიცხვი 500 აღემატება და ქ. თბილისის სივრცეში ბუნებრივ-ტექნოგენური ზემოქმედების ერთიანი სინკრეტული სინერგიზმის ზემოქმედების პირობებში მიაღწიეს ცვლილებების იმ კრიტიკულ ზღვარს, რის შემდეგ იწყება საშიში გეოლოგიური პროცესების უკიდურესად გართულებული გეოეკოლოგიური კოლაფსი დიდი ეკონომიკური ზარალით და ადამიანთა მსხვერპლით, რომელთა არასრული სტატისტიკური მონაცემებით XX საუკუნის დასაწყისიდან მათმა რიცხვმა 200-ს გადააჭარბა.

თბილისში განვითარებული ეგზოგეოდინამიკური პროცესებიდან განსაკუთრებულ ადგილს იკავებენ მენყრულ-გრავიტაციული და ღვარცოფული პროცესები და მოვლენები, რომლებიც საჭიროებენ ყოველ მხრივ შესწავლას და მართვითი ღონისძიებების შემუშავებას. თბილისისათვის 21-ე საუკუნის დასაწყისამდე დიდ საშიშროებას წარმოადგენდა აგრეთვე მდ. მტკვრის ხეობაში პერიოდულად წარმოქმნილი წყალდიდობები, მაგრამ მდინარის ნაპირების 4-5მ სიმაღლის რკინა-ბეტონის არტახებში მოქცევამ თბილისის საზღვრებში ფაქტობრივად უზრუნველყო მათი მაღალი საშიშროების გაუვნებელყოფა.

რაც შეეხება ქალაქის სივრცეში არსებულ სხვა სახის ეგზოგეოდინამიკურ პროცესებს, როგორიც არის გამოფიტვა-დენუდაცია, ფერდობული ჩამორეცხვა (ანუ დანვიმების დენუდაცია), მდინარეთა ნაპირების წარეცხვა, დახრამვა და სუფოზიური მოვლენები) ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი სახეობები უშუალო მონანილეობას ღებულობენ მენყრულ-გრავიტაციული და ღვარცოფული მოვლენების წარმოქმნა-განვითარებაში, ამიტომ ამ სახის პროცესების მოკლე დახასიათებას ვიძლევიტ მენყრულ-გრავიტაციული და ღვარცოფული მოვლენების შეფასების პროცესში.

საყოველთაოდ აღიარებულია, რომ თანამედროვე საინჟინრო-გეოდინამიკური პროცესების ჩამონათვალთა პრობლემებს შორის მენყრულ-გრავიტაციულ მოვლენებს პრიორიტეტული ადგილი უკავიათ არამარტო მათგან მიყენებული ეკონომიკური ზარალით, არამედ საყოველთაო და ფართო გავრცელებით ყველა მორფოლოგიურ-კლიმატურ ზონაში.

მსოფლიო მასშტაბის სტატისტიკით მენყრულ-გრავიტაციული პროცესების 70%-მდე ადამიანის საინჟინრო-სამეურნეო საქმიანობასთან არის დაკავშირებული. ამავე დროს, მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენები თავიანთი წარმოშობის, მექანიზმის, კინემატიკისა და მორ-

ფოლოგიის ნიშნებით იმდენად მრავალფეროვანია, რომ საინჟინრო გეოდინამიკაში მათი კლასიფიკაციის მახასიათებლების რიცხვმა ერთ ასეულს გადააჭარბა.

დღემდე არსებული მენყერ-გრავიტაციული მოვლენებისადმი გამოყენებული კლასიფიკაციური მახასიათებლები სხვადასხვა სირთულით და უტყუარობით ასახავს პროცესის არსს და მოვლენების თავისებურებას და გარკვეულწილად აკმაყოფილებს ფორმალური ლოგიკის მოთხოვნებს. მაგრამ, საქართველოში მენყერებთან დაკავშირებული მრავალწლიური კვლევების შემდეგ მივედით იმ დასკვნამდე, რომ თუ გვინდა საჭიროების შემთხვევაში განხორციელებული იქნეს მენყერსაწინააღმდეგო ოპტიმალური ღონისძიებები, პირველყოვლისა უნდა ვიცოდეთ მოცემული ტერიტორიის სივრცეში არსებული მენყერების, ან შესაბამისი გეოლოგიური გარემოს პირობებში მათი შესაძლო წარმომქმნელი, რა სახის სასტარტო რისკ-ფაქტორების ენერგია განაპირობებს მენყერსაშიში ფერდობების წონასწორობის მდგომარეობიდან გამოყვანას და მენყრული სხეულების დინამიკაში მოყვანას. ამის გათვალისწინებით მენყრული სხეულები, გეოლოგიურ მასივში დაჯგუფებული გვაქვს იმ ნიშნების მიხედვით თუ რა სახის მენყერწარმომქმნელი განმსაზღვრელი ფაქტორი განაპირობებს დეფორმირებადი ჰორიზონტის თავისებურებებს. ამავე დროს, აუცილებელია მენყრული მოვლენების სახეობები დაყოფილი იყოს გეოლოგიური ნიშნის მიხედვით, რაც განაპირობებს გეოლოგიური მასივის დეფორმირებადი ჰორიზონტის თავისებურებებს, - მენყრული სხეულის დამენყვრის სიმძლავრეს, სტრუქტურას, მოძრაობის მექანიზმს და პროცესის განმეორებადობის რეჟიმის ხასიათს. ამ ნიშნების მიხედვით გამოყოფილი გვაქვს მენყრების ორი კლასი:

ა) მენყრები განვითარებული ლითიფიცირებულ და ტექტონიკურად აშლილ კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი სუბსტრატის ქანებში. როგორც წესი ამ კლასის ქანები გამოირჩევიან დეფორმაციის მაქსიმალური სიმძლავრით, ფართობული გავრცელებით, მეტ-ნაკლებად ერთგვაროვანი სტრუქტურით და მოძრაობის მექანიზმით;

ბ) მენყრები, რომელთა წარმოქმნა უკავშირდება მეოთხეული პერიოდის ფერდობის ფხვიერ-შეკავშირებული ნალექებისა და გამოფიტვის ქერქის აქტიურ ზონას. ამ სახის მენყრები წარმოშობის ხასიათის, ფერდობების განყოფილების, მოძრაობის მექანიზმით, კინემატიკით და სხვა ნიშნებით ხასიათდებიან დიდი ჰეტეროგენულობით (ე. წერეთელი 2003).

მენყერწარმომქმნელი რისკ-ფაქტორებიდან, რომლებიც მოქმედებენ, როგორც მენყერსაშიში ფერდობების ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობიდან გამომყვანი სასტარტო მექანიზმი, თბილისის ტერიტორიის სივრცეში დარეგისტრირებული გვაქვს შემდეგი ჯგუფის მენყრები:

1. სანაპირო (ბაზისური) მენყრები, რომელთა წარმოშობა პირდაპირ უკავშირდება მდინარეთ ნაპირების ეროზიული და წყალსაცავების სანაპიროების წარეცხვას;

2. კლიმატოგენური (ანუ კონსისტენტური) მენყრების წარმოქმნა-გააქტიურება დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების რაოდენობრივ მაჩვენებლებთან შიდაწლიურ რეჟიმში, გრუნტის წყლების არსებობასთან და ტექნოგენური წყლების ჩაჟონვასთან დამენყვრისადმი მიდრეკილ ფერდობებში, რაც იწვევს დამენყვრისადმი მგრძობიარე დანალექ ქანებში ლატენტურად მიმდინარე „დატენიანების ეფექტით დამუხტვას“, მათ კონსისტენტურ ცვლილებებს და ძვრის წინაღობის დაქვეითებას კრიტიკულ ზღვრამდე.

3. ტექტოსეისმოგენური მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენები არსებითად განსხვავდებიან ამ სახეობის მოვლენების ყველა სხვა გენეტური ტიპებიდან. ახასიათებთ აზონალური განვითარება და ლოკალიზდებიან სხვადასხვა რანგის ტექნიკური დისლოკაციების ზონაში, განსა-

კუთრებით ზონათშორისო აშლილობების სივრცეში. სეისმოგენური მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების მრავალსახეობებიდან განსაკუთრებით უნდა გამოიყოს ლოკალური სეისმოგენური რღვევების ეფექტი, როდესაც ძლიერი მიწისძვრების შედეგად ძირითადი ქანებით აგებულ ფედობებზე წარმოიქმნებიან ახალი ნაპრალები, რომელთა გასწვრივ შემდგომში მიმდინარეობს სტრუქტურული ხასიათის მნიშვნელოვანი გადაადგილებები.

4. სუფოზიური მენყრები - გენეზისური თვალსაზრისით საკმაოდ სპეციფიურია და კავკასიის რეგიონში მათ შესახებ ინფორმაცია სამეცნიერო ლიტერატურაში მეტად მწირია. ამ სახეობის მენყრები წარმოიქმნებიან მეოთხეული, განსაკუთრებულად ლიოსური და ლიოსისებური ჯგუფის ნალექებში, რომელთაც ახასიათებთ განსახვავებული შედგენილობა, მდგომარეობა, დაბალი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები და მაღალი წყალგამტარობა. სუფოზიური მენყრები წარმოიქმნებიან დაბალი დახრილობის ფერდობებზე გეოლოგიური სხეულის დეფორმირებადი ჰორიზონტის ზონაში ლიოსისებური თიხოვანი ქანების სტრუქტურის ჰიდროდინამიკური დაშლით და მიწისქვეშა წყლებით მინერალური მასის გამოტანის გზით, სადაც უმეტეს შემთხვევაში თან სდევს თალის ჩამოშლა ან ზედაპირის ჯდენა და მენყრული მასის სახით დადადგილება. პროცესის განვითარების შემდგომ ციკლში სუფოზიური მოვლენები უმეტეს შემთხვევაში განიცდიან დინამიკურ განვითარებას, მხოლოდ რეგრესულად.

ვინაიდან ქალაქის სივრცეში არსებული ყველა მენყერი ასახულია მოცემულ კადასტრულ აღწერილობაში, ამიტომ ქვემოთ ვიძლევი მათი წარმოშობის მიხედვით დაჯგუფებული მენყრული მოვლენების ზოგად დახასიათებას სახეობების მიხედვით, თუ რა ინტენსივობით და აქტივობით არიან წარმოდგენილი ქალაქის სივრცეში და ამ ჯგუფში შემავალი ზოგიერთი მენყრული სხეულის პარადიგმის სახით აღწერას.

თბილისის სივრცის განვითარებისა და ნორმალური ფუნქციონირების საიმედოების ერთერთ მთავარ ხელშემშლელ ფაქტორს არსებული და განვითარებადი ეგზოგეოდინამიკური პროცესებიდან წარმოადგენს მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენები. თუმცა მათი უკიდურესად რთული გეოლოგიური გარემოს პირობებიდან გამომდინარე ბუნების ამ სახის სტიქიურ მოვლენებს ადგილი ჰქონდა ისტორიულ-გეოლოგიურ წარსულშიც, ტექტო-სეისმური და ეროზიული პროცესების განვითარების საერთო ფონზე, რომელთა გეომორფოლოგიურ ფენომენებს წარმოადგენს მამადავითის ჩრდილო ფერდობი, სოლოლაკის და წყნეთის მრავალი უბანი, თელეთის ქედის დაბოლოება, მუხათგვერდის, საგურამო-იალნოს ქედების სამხრეთ კალთები, მახათას ქედი და მდ. ვერეს, დილმისწყლის და გლდანულას აუზებში არსებული მათი მრავალი წარმონაქმნის მორფოლოგიური ფორმები.

დღეისათვის მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების განვითარების მასშტაბები მათი მაფორმირებელი ბუნებრივი გეოლოგიურ-კლიმატური ფაქტორებისა და ტექნოგენური წნეხით მიღებული ენერჯით მისულია იმ კრიტიკულ ზღვრამდე, რომლის იქით იწყება გეოეკოლოგიური კატაკლიზმები.

მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების საერთო ფონზე ქალაქის სივრცეში დომინანტ ადგილს იკავებენ (70%-მდე) კლიმატური (კონსისტენტური) მენყრები, რომელთა წარმოქმნა-გააქტიურება თუ მათი დროებით სტაბილიზაციაში გადასვლა მთლიანად შესაბამისობაშია გეოლოგიური გარემოს ობსერვაციულ სივრცეში მოქცეული დატენიანობის განწყობისადმი მიდრეკილი რეცეპტორული თვისებების მქონე ქანებთან, რომელთა კრიტიკული დატენიანება იწვევს მენყრებისადმი მიდრეკილ ფერდობებზე მათი სტრუქტურული კავშირის დარღვევას

და სინკრეტულ სინერგიზმში მიღებული კინემატიკური ენერგიით მძვრელი ძალების ამოქმედებას. კონსისტენტური მენყრების ამ სახით მიღებულ კრიტიკულ განყოფანებას „გრუნტის დატენიანების ეფექტს“ ვუნოდებთ.

კონსისტენტური ტიპის მენყრები წარმოიქმებიან უპირველესად საფაროვან ფერდობულ ნალექებში, გამოფიტვის ქერქის აქტიურ ზონაში და სუბსტრატის სუსტად ლითოფიცირებულ და ტექტონიკურად ძლიერ აშლილ თიხოვან ქანებში.

როგორც ზემოთ ავლნიშნავდით ამ სახის მენყრების წარმოქმნაში მთავარი ადგილი უკავია ქანების „დატენიანების ეფექტით“ გამონვეული ენერგეტიკული პოტენციალით მძვრელი ძალების ამოქმედებას, ხოლო საკუთვრივ „დატენიანების ეფექტის“ ენერგეტიკული პოტენციალის შექმნაში გადამწყვეტ ადგილს იკავებს ატმოსფერული ნალექების საშუალო მრავალწლიური ნორმიდან გადახრილი დადებითი და უარყოფითი სიდიდეები, რაზეც აგებულია მენყრების სივრცობრივ-დროითი დინამიკური მდგომარეობის ინდიკატორები-ფონურიდან ექსტრემალურის ჩათვლით. „დატენიანების ეფექტზე“ მნიშვნელოვან ადგილს იკავებენ აგრეთვე გრუნტის წყლები, განსაკუთრებით ქალაქის დახშულ დეპრესიებში და შეტბორვის უბნებში, გარკვეულ მონაწილეობას ღებულობენ აგრეთვე ტექნიკური და საკანალიზაციო წყლები.

ძირითადი დეფორმირებადი ჰორიზონტის განყოფანების წყაროებისა და ქანების ინფილტრაციული თვისებების მიხედვით, მენყრული ფერდობის დეფორმაციის სიღმეები უმეტესად განისაზღვრება აერაციის ზონით 10-დან 20-მდე საზღვრებში. თუმცა, უმეტეს შემთხვევაში ატმოსფერული ნალექების რეჟიმის ცვლილებებით განპირობებული შესუსტებული ზონები იმყოფებიან 6-10მ-ის სიღრმის საზღვრებში.

კონსისტენტური მენყრებისათვის დამახასიათებელია მოძრაობის მექანიზმის და მორფოლოგიური ფორმების გეომეტრიზაციის ჰეტეროგენულობა. მათ შორის დომინირებენ პლასტიკური, დენდაპლასტიკური და რთული მენყრები (60%-მდე), დენადი და სრიალის ტიპის (10%-მდე თითოეული). დინამიურობის ხარისხის მიხედვით კონსისტენტური მენყრები წარმოდგენილი არიან აქტიურ, საშუალო აქტივობის და პოტენციურ მდგომარეობაში მყოფი მენყრებით, რომელთა მდგომარეობა ახლოს არის ზღვრულ წონასწორობასთან და გადადიან დინამიკაში, როგორც კი ატმოსფერული ნალექების წლიური ნორმა გადააჭარბებს 200 მმ-მდე საშუალო მრავალწლიურს. მენყრული პროცესების სტაბილურობა მიიღწევა, როდესაც ატმოსფერული ნალექების რაოდენობრივი და დეფორმირებადი ჰორიზონტის „დატენიანების ეფექტი“ მოცემულ პერიოდში (წელი/სეზონი) იმყოფება საშუალო მრავალწლიური ზღვრული სიდიდეების დაბლა.

რეგიონალურ პირობებში კონსისტენტური მენყრების განვითარების რეჟიმში გამოიყოფა მენყრული პროცესების გააქტიურების 3 ეტაპი: 1) მენყრული პერიოდის მაქსიმალური აქტივიზაციის პერიოდები, რომელიც დაკავშირებულია ატმოსფერული ნალექების ექსტრემალურ მოსვლასთან და როგორც ამ ზონის მეტეოსადგურების მონაცემები გვიჩვენებს მათ დიდ პაროქსიზმებს შორის ხანგრძლივობა უნდა მერყეობდეს 6-14 წელიწადის დიაპაზონში; 2) მენყრული პროცესების საშუალო ხანგრძლივობის პერიოდები, რომლებიც უმთავრესად მოიცავენ წლებს-მენყრული პროცესების ექსტრემალურ პერიოდებს შორის; 3) ფონური აქტივიზაციის პერიოდები, როდესაც წლის განმავლობაში მოსული ატმოსფერული ნალექები და „დეფორმირებადი ჰორიზონტის დატენიანების ეფექტი“ საშუალო მრავალწლიური ნორმის საზღვრებშია.

თბილისის ტერიტორიის სივრცეში კლიმატურ-კონსისტენტური ხასიათის მენყრების

კლასიკურ მაგალითს წამოადგენს ვაკის გრანდიოზული მენყერი, 30 ჰა-ზე მეტი ფართობით, რომელიც მდ. ვერეს ხეობის მარჯვენა ფერდზე წამოიშვა გასული საუკუნის 30-ან წლებში და დღემდე წარმოადგენს პრობლემას. მისი შესწავლა დაიწყო გასული დაიწყო 40-იანი წლებიდან „საქგეოლოგიამ“ და „კავშირპროგრანსის“ ინსტიტუტმა, რომლის მენყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებების შემუშავებაში მონაწილეობდნენ საბჭოეთის ცნობილი სპეციალისტები და მეცნიერები აკად. ნ. მასლოვის ხელმძღვანელობით, რომელთა მიერ შეთავაზებული იყო არაერთი საინჟინრო ღონისძიება, თუმცა მისი სრული გაჯანსაღება დღემდე ვერ მოხერხდა. ვაკის მენყერი გეოლოგიურად იკავებს სივრცეს მდ. მტკვრის ვაკის მესამე ტერასის ბაქნის საზღვარზე, ხოლო მისი ენური ნაწილი მთავრდება მდ. ვერეს კალაპოტში, რომლის სიგრძე სამხრეთიდან ჩრდილოეთით მერყეობს 200-350 მ. საზღვრებში.

ვაკის მენყრის საზღვრებში გამოიყოფა ორი ერთმანეთისგან განცალკევებული დიდი და პატარა მენყრული ცირკები. დიდი მენყრული სხეული იწყება ყოფილი მე-9 საავადმყოფოს ტერიტორიაზე, ხოლო პატარა ე.წ. „მილიციის ხრამის“ რაიონში, რომელიც ამავე დროს წამოადგენს მათი სხეულების გამყოფ საზღვარს.

ვაკის მენყერი განვითარებულია ტბიურ-ალუვიურ და ფერდობულ ნალექებში, რომელთა სუბსტრატს წამოადგენს ზედა ეოცენის თიხაფიქლების, ახალშრეებრივი დაფიქლებული ქვიშაქვების მორიგეობა და სქელშრეებრივი ტუფოგენური ქვიშაქვების წყება, რომელთაც განცდილი აქვთ მკვეთრად გამოკვეთილი დინამომეტაფორიზმი და ინტენსიურად დისლოცირებული არიან. მტვროვანი თიხა-თიხნარებით, საკმაოდ მკვრივი, მკვეთრად გამოკვეთილი შრეებრივობით და ნიჟარისებრი მონატეხებით, თაბაშირისა და კარბონატების შემცველობით, საშუალოდ 13%-მდე. ამ წყების სიმძლავრეებს უჩვენებენ 30-45 მ სიღრმეებში;

ტბიური ნალექების ზედა წყება-მოყვითლო-მონაცისფრო ძირითადად წარმოდგენილია ნაკლებად მკვრივი თიხნარ-ქვიშნარით კარბონატების შემცველობით 10-15% საზღვრებში, რომლის სულ ზედა ჰორიზონტებში მონაწილეობს ალუვიური ნალექები საშუალო ცემენტაციის კონგლომერატებით. ამ წყების სიმძლავრე დადგენილია 30 მ-ის საზღვრებში.

აკად. ნ. მასლოვით (1947) ტბიურ ნალექებს დიაგენეზი არ განუცდიათ. მათ გამკვრივებაზე უნდა ემოქმედათ საკუთარი წონით გამოწვეულ დიაგენეზისის პროცესს და კარბონატულობას, რასაც უნდა მოჰყოლოდა მათი საკმაოდ მაღალი სტრუქტურული შეჭიდულობა.

„საქგეოლოგიის“ მონაცემებით გრუნტის წყლები მთლიანად მოიცავენ ტბიური ნალექების ორთავე ჰორიზონტს და ნაწილობრივ ალუვიონს, რომელთანაც დაკავშირებულია გაფანტული დაცემენტება დაღმავალი წყაროების გამოსავლებით. გრუნტის წყლების ქვედა ორი ჰორიზონტი უშუალოდ უკავშირდება მოლურჯო-მონაცისფერო ტბიური ნალექების ქვედა ჰორიზონტს და მათი კონტაქტია უშუალოდ სუბსტრატის ქანები.

მენყრული ფერდობის გრუნტის წყლებით „დატენიანების ეფექტში“ გარკვეულ როლს თამაშობენ, როგორც ატმოსფერული ნალექების ინფილტრაცია უშუალოდ მენყრულ სივრცეში, ასევე ვაკის ტერასის ფარგლებიდან მიღებული დამატებითი კვება და საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო წყლები, რომელთა მნიშვნელოვანი ნაწილი წყაროების სახით ხვდება მენყრული სხეულის სივრცეში.

მიუხედავად ზემოთ მოყვანილი მონაცემებისა, ნ. მასლოვს (1947) ტბიური ნალექების კომპლექსში დადგენილი აქვს დატენიანების განსაზღვრული დეფიციტის პერიოდულობა, რაც ავტორის მიხედვით ამ კომპლექსის გამშრალება და დატენიანების მატება დაკავშირებული უნდა

იყოს მისი ბმულობით და საერთო შეჭიდულობის შემცირების პერიოდული ცვილელეებებით.

იმდენად რთულია ვაკის მენყერი და ის ტბიური ნალექები, რომელშიდაც განვითარდა ეს მენყერი, რომ დღემდე მათი წარმოქმნის მიზეზების შესახებ სპეციალისტებს შორის ერთიანი შეხედულება არ არსებობს.

პირველ ყოვლისა არ უნდა ინვევდეს ეჭვს, რომ ვაკის მენყერი უშუალოდ უკავშირდება მდ. ვერეს სიღმითი და გვერდითი ეროზიული პროცესების ზემოქმედებას, რომლის მომზადების პერიოდი გეოლოგიურად მოიცავს ხანგრძლივ ეტაპს. მენყრულმა ფერდმა ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობიდან თანდათანობით ინყო გამოსვლა, როდესაც მდ. ვერეს სიღმითი ეროზიული პროცესები შეიცვალა ხეობის მარჯვენა ნაპირის ინტენსიური წარეცხვით. ამავე დროს დაინყო ტბიური ნალექების (განსაკუთრებით ზედა წყების) ძლიერი დატენიანება, რამაც გამოიწვია ფერდობის წონასწორობის დარღვევა და მენყრის განვითარება. მოძრავი მენყრული მასის დატვირთვა იმდენად დიდი იყო, რომ არა მარტო გადაადგილდებოდა ქვედა ჰორიზონტის მაღალი სიმკვირივის თიხა-თიხნარის წყებებზე, არამედ ნაწილობრივ წარიტაცა თან და მდინარის კალაპოტთან შექმნა ამონწეხვა-ამობურცვის ზვინული, რომელიც ნათლად ფიქსირდება მორფოლოგიურად. შემდეგ ეტაპზე მდინარემ გააგრძელა თავისი სიღმითი და გვერდითი ეროზიული პროცესი, წარეცხა თავის დროზე შექმნილი ამონწეხვის ზვინული, რასაც მოჰყვა ფერდობზე მენყრული პროცესის ახალი გააქტიურება. ამასთან ერთად მენყრულმა პროცესმა დაინყო რეგრესული განვითარება, თანდათანობით გადაადგილება სამხრეთით და ჩათრევა თავის მოქმედების სფეროში ახალ-ახალი უბნების და ბოლოს მიაღწია ვაკის ტერასის ბაქნამდე. შემდეგში მენყრული მასა თანდათან ზრდიდა თავის მოცულობებს, რის შედეგად მდ. ვერეს დაბალი ტერასისა და ნაწილობრივ მდინარის კალაპოტში მენყრული მასის დინამიური დატვირთვის შედეგად მოხდა არა მარტო ტბიური ნალექების ქვედა კომპლექსის ამონწეხვა, არამედ ძირითადი გამოფიტული თიხაფიქლოვანი შრეებისაც და წარმოიქმნა თავისებური ამონწეხვის ზურგობი, რამაც შეანელა მდინარის მარჯვენა ნაპირის წარეცხვის პროცესი.

ამრიგად, მთელი ამ პერიოდის მანძილზე მდ. ვერეს ეროზიული პროცესებისა და მენყრული ფერდობის „დატენიანების ეფექტის“ რეჟიმული ცვლილებების შედეგად ვაკის მენყრის დინამიკაში მენყერსაწინააღმდეგო მრავალსახეობრივი კაპიტალური ღონისძიებების განხორციელებამდე ადგილი ჰქონდა მენყრული პროცესების ციკლურ განვითარებას - დროებითი სტაბილიზაციიდან აქტიურ დინამიკამდე. საერთოდ ინსტრუმენტალური დაკვირვებები დაიწყო 1945 წელს, 4 გასწორზე, სადაც მენყრულმა სხეულმა ზედა ნაწილში აჩვენა, რომ ამ ნაწილში ყოფილი სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ბიბლიოთეკის ტერიტორიაზე მისი გადაადგილება დაფიქსირდა 13-18 მმ-ის სიჩქარით თვეში, ხოლო „მილიციის ხევის“-20 მმ-მდე.

1947 წელს „კავგიპროტრანსის“ ინსტიტუტის მიერ ჩატარებული კვლევებით 1936-1947 წლის 11 წლების პერიოდში სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ტერიტორიისა და მეტეოსადგურის სივრცეში მენყრული სხეულის გადაადგილებას ადგილი უნდა ჰქონოდა 2-დან 5მ ფარგლებში. მენყრულ უბანში ძველი მაცხოვრებლის გადმოცემით, სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის მენყრით დანგრეული გარაჟის ტერიტორიაზე 35 წლის პერიოდში მენყრული ბორტი გადაადგილდა მხოლოდ 10-13 მ-მდე. „კავგიპროტრანსის“ ინსტიტუტის გადმოცემით კი „მილიციის ხევის“ მიდამოებში მენყრული სხეული 20 წლის მანძილზე გადაადგილდა მხოლოდ 5-7მ-ზე ხოლო ამავე ინსტიტუტის მონაცემებით 1949 წლიდან მენყრული პროცესები გაგრძელდა მხოლოდ 1975 წლამდე, ხოლო 1957-1958 წლებში მენყერსაწინააღმდეგო ნაგებობების

განხორციელების შემდეგ მნიშვნელოვნად ჩაქრა მენყრის სხეულის მოძრაობები. 1969 წელს „საქგეოლოგიის“ მიერ განახლებული კვლევებით მენყრის სხეულის დინამიკამ აჩვენა, რომ 4 თვის მანძილზე მენყრული სხეულის ჰორიზონტალური გადაადგილება დაფიქსირდა მხოლოდ 31 მმ-ის ფარგლებში, ხოლო ვერტიკალური მოწყვეტის ბორტთან 30მმ-ში. ინსტიტუტ „კავგიპროგრანსის“ მიერ დეტალური (1:500) ტოპო-აგეგმითი შედარებითი კვლევების ბაზაზე დადგენილი იქნა, რომ 1947-1969 წლების პერიოდში ადგილი ჰქონდა მენყრის სამხრეთული ბორტის ჩამოქცევას და მენყრის სხეულის გაზრდას თავში, შუა და დასავლურ ნაწილებში, დაახლოებით 30მ საზღვრებში, რაც შეადგენს საშუალოდ თვეში 100მმ-ს. ამავე დროს შეიმჩნევა ტერიტორიის ზედაპირის ზრდა მენყრის პასიურ (კონტრფორსის) ნაწილში, დაახლოებით 2.0-2.5მ-ით. ამავე დროს საკონტოლო ნიველირების შემონმებით დადგენილი იქნა, რომ მდ. ვერეს მარჯვენა სანაპიროზე აგებული ეროზიისგან დამცავი კედელი, დასავლეთით დაახლოებით 70მ-ს სიგრძეზე მენყრული პროცესების ზემოქმედების შედეგად, რამდენადმე დეფორმირებული და აწეული იყო 2,0-2,5 მ-ზე, რაც იმის მაჩვენებელი უნდა იყოს. რომ მენყრული სხეულის დინამიკური ზემოქმედების გამოსახულებაში უკვე მუშაობს არა მდინარის სანაპირო გარეცხვა, არამედ მენყრული პროცესებით გამოწვეული მისი სხეულის ზედა ნაწილის პერიოდული დინამიკური ზემოქმედება და მისი დაწვევის ძალების გამოხატულება მენყრული სხეულის ქვედა ნაწილზე. მენყრული სხეულის ამ სახის დინამიკური ზემოქმედება უჩვენებს აგრეთვე იმ ფაქტზე, რომ მენყრული სხეულის პერიოდულ გააქტიურებას ადგილი აქვს უმთავრესად მის ზედა მონინავე ზონაში, სადაც მენყრული სხეულის გააქტიურების ნიშნები გამოისახება მის რეგრესულ განვითარებაში, ერთის მხრივ, მენყრული სკარპის ჩამოქცევაში, ხოლო მეორეს მხრივ, გრაბენული სახის სუფოზიურ ჩაქცევებში - 10-15 მ სიღრმეზე, რომელსაც ადგილი ჰქონდა 1960-იან წლებში სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტისა პოლიკლინიკის ტერიტორიაზე, სადაც მენყრული ნყვეტები მიუახლოვდა პოლიკლინიკის ფუნდამენტს 1-2მ-მდე.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ვაკის მენყრის დინამიკური აქტივობის შეჩერებისა და მისი სხეულის სტაბილიზაციის პროცესში გადაყვანის მიზნით, იმ კატეგორიაში, რომ შესაძლებელი გახდეს დამენყრილი ტერიტორიის სრულფასოვანი ათვისება, ინსტიტუტ „კავგიპროგრანსის“ მიერ დამუშავებული იქნა მენყრული სხეულის გაჯანსაღების კომპლექსური ვარიანტი, რომელთა უმრავლესობა ბოლო 50 წლის მანძილზე განხორციელებულია. შედეგად გახდა შესაძლებელი შექმნილიყოს არა მარტო ნ. დუმბაძის სახელობის „მზიურის ბავშვთა ქალაქის, დასვენებისა და კულტურის პარკი“, არამედ ვაკის მენყრის ტერიტორიის დიდ სივრცეში განხორციელებული ყოფილიყო საქალაქო საინჟინრო მშენებლობა, თუმცა მთლიანობაში ვაკის მენყრის სრული გაჯანსაღების მისაღწევად ჯერ კიდევ საჭიროა მნიშვნელოვანი ღონისძიებების განხორციელება.

ქ. თბილისის გეოლოგიურმა კვლევამ გვიჩვენა, რომ აღნიშნული ტერიტორია, ხასიათდება საშიში გეოლოგიური პროცესების ფართო გავრცელებით, რითაც დიდ ზიანს აყენებს ინფრასტრუქტურულ ობიექტებს და მოსახლეობას. კერძოდ, საავტომობილო გზებს, ხიდებს, სხვადასხვა დანიშნულების საინჟინრო ნაგებობებს და კომუნიკაციებს, ხოლო ცალკეულ დასახლებულ პუნქტებში, საცხოვრებელ სახლებს (გარკვეულ ნაწილში დღეისთვის ცხოვრობენ მუდმივად).

საკვლევი ტერიტორიის ფარგლებში ფართოდაა გავრცელებული მენყრულ-გრავიტაციული (მენყრები, კლდეზვავები, ქვათაცვენები), ეროზიული (მდინარეთა ნაპირების გარეცხვა, ფერდობების დახრამვა, ფართობული ეროზია) და ღვარცოფული მოვლენები. აღნიშნული გე-

ოლოგიური პროცესების დინამიკა, გავრცელების თავისებურება და აქტიურობის ხარისხი დაკავშირებულია გეოლოგიურ, მორფოლოგიურ, კლიმატურ და სეისმურ ფაქტორებთან. ზემოდ აღნიშნული ბუნებრივი პროცესნარმომქმნელი და პროცესნარმართველი ფაქტორების გარდა, სულ უფრო მნიშვნელოვან როლს იძენს ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა. კერძოდ სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობა, ინფრასტრუქტურული ობიექტების არასწორი ექსპლუატაცია, ტყის მასივების ქრა და ა.შ.

ქვემოთ მოცემულია ვიზუალური საველე კვლევის მონაცემებზე და საფონდო მასალებზე დაყრდნობით შემუშავებული, ცალკეული საშიში გეოლოგიური პროცესების შეფასება, საშიშროების რისკის განსაზღვრა, პროცესების ტიპიზაცია და მათი გამომწვევი უმთავრესი ფაქტორების ანალიზი.

## 11.1 გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების კატეგორიები

საველე და კამერალური კვლევების საფუძველზე შედგენილი იქნა ქ. თბილისის გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების (დარაიონება) რუკა, რომელიც გეოლოგიური საშიშროების რისკის მიხედვით (მეწყურულ-გრავიტაციული, ღვარცოფული და ეროზიულ-დენუდაციური პროცესები) დაყოფილი იქნა: მაღალ, საშუალო და დაბალ ზონებად (გრაფიკი 3, დიაგრამა 3).

**მაღალი** - ტერიტორიები, სადაც რელიეფი დახრილია 20<sup>0</sup>-ზე მეტი კუთხით და ძლიერ დანაწევრებულია, ამგები ქანები სხვადასხვა მზიდი თვისებებით გამოირჩევიან და მათი წოლის ელემენტები ძირითადად თანხვედრილია ფერდობების დახრილობის მიმართულებებთან. წყალსადინარების ქალა-კალაპოტის ზონები, სადაც მიმდინარეობს დატბორვები და მდინარეთა ნაპირების ინტენსიური გარეცხვა და გამოირჩევიან სტიქიური გეოლოგიური პროცესების მასშტაბური განვითარებით.

**საშუალო** - ტერიტორიები, სადაც რელიეფი ნაკლებად დახრილია 3-20<sup>0</sup> საზღვრებში და სუსტადაა დანაწევრებული, ამგები ქანები სხვადასხვა მზიდი თვისებებით გამოირჩევიან; გეოლოგიურ აგებულებაში დომინირებს განსხვავებული სიმტკიცისა და მდგრადობის დანალექი ქანები და მათი გადამფარავი ფერდობული, ალუვიურ-ტბიური და ლიმიტირებულად ტექნოგენური ნალექები; მიწისქვეშა წყლები შედარებით ახლოსაა ზედაპირთან, დატბორვებს იშვიათად აქვს ადგილი და სტიქიური გეოლოგიური პროცესები მასშტაბურ ხასიათს არ ატარებენ. საფრთხეების ამ კატეგორიაში სხვა გეოლოგიურ პროცესებთან ერთად (მეწყერი, ქვათაცვენა) ხშირია ფერდობული ეროზია; დროებით წყალსადინარებში ხრამის ტიპის ღვარცოფების ტრანსფორმაცია.

**დაბალი** - ტერიტორიები, სადაც რელიეფი ძირითადად სწორია, დანაწევრების ხარისხი უმნიშვნელო. სუბსტრატის ქანები გამოირჩევიან შედარებით მდგრადი მზიდი თვისებებით, მიწისქვეშა წყლები ძირითადად ღრმა ცირკულაციისაა, დატბორვებს ადგილი არა აქვს და სტიქიური გეოლოგიური პროცესები პრაქტიკულად არ ფიქსირდებიან და ტერიტორიის დაზიანების ხარისხი უმნიშვნელოა. მიმდინარეობს გამოფიტვის ელუვიური პროცესები, განსაკუთრებით მთიანი ზონის პედიმენტების სივრცეში; მეოთხეულის ნალექებში ფორმირებული მიწისქვეშა წყლები არაღრმა ცირკულაციისაა, ადგილი აქვს შეტბორვებს.

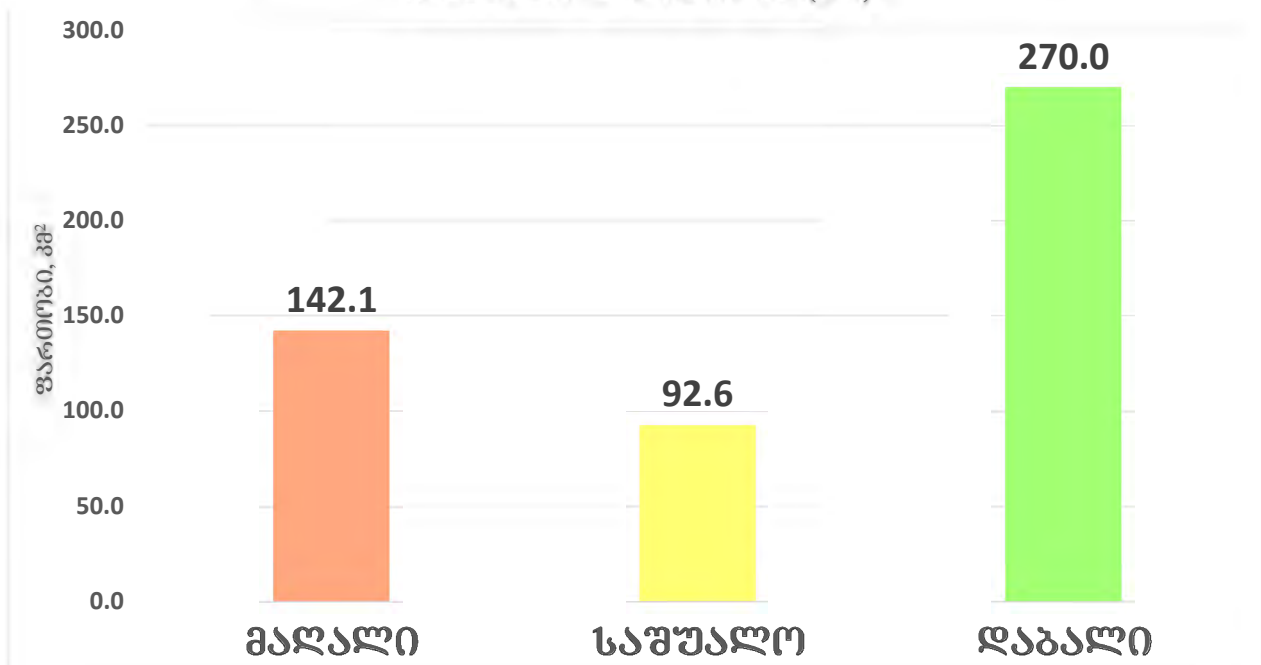
მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ დღეისათვის თბილისის ტერიტორია გეოლოგიური გარემოს პირობებიდან და ტექნოგენური პრესინგიდან გამომდინარე იმდენად დაძაბულია, რომ

პრაქტიკულად აბსოლუტურად სწორი რელიეფის ზედაპირის შემთხვევაშიც კი (3<sup>0</sup>-ზე დაბალი) დაფიქსირებული გვაქვს, როგორც ბუნებრივი სუფოზიური, დაჯდომადი, შეტბორვითი მოვლენები, ასევე ტექნოგენური ფაქტორებით გამოწვეული აქედან გამომდინარე ქალაქის საფრთხეების ზონირების რუკაზე, კატეგორიაში „აბსოლუტურად უსაფრთხო“ ზონის სივრცე გამოყოფილი არა გვაქვს.

რაც შეეხება, იმ ტერიტორიებს, რომლებიც გეოდინამიკური პირობებიდან გამომდინარე მოქცეულია მაღალი საშიშროების მქონე არეალებში, განვმარტავთ, რომ რა თქმა უნდა აღნიშნულ ტერიტორიებზე მიზანშეწონილი არ არის სამშენებლო საშიშროების წარმოება (ჭალაკალაპოტის ზონებში სრული აკრძალვით), თუმცა მშენებლობისთვის „უვარგისი“ ტერიტორიები (გარდა წყალსადინარების ჭალაკალაპოტის ზონებისა და მასშტაბური, ღრმა განლაგების მენყრული სხეულების არეალებისა) ქ. თბილისისთვის ნაკლებად გვაქვს. ყველაფერი დამოკიდებულია წინასწარი კვლევების დეტალურობაზე, კონსტრუქციულ გადაწყვეტილებაზე (მათ შორის დამცავი ღონისძიებების განხორციელება), შესაბამისად მნიშვნელოვნად გაზრდილ ფინანსურ დანახარჯებზე და ამასთანავე მშენებლობა უნდა განხორციელდეს ლანდშაფტის მნიშვნელოვანი ცვლილების გარეშე.

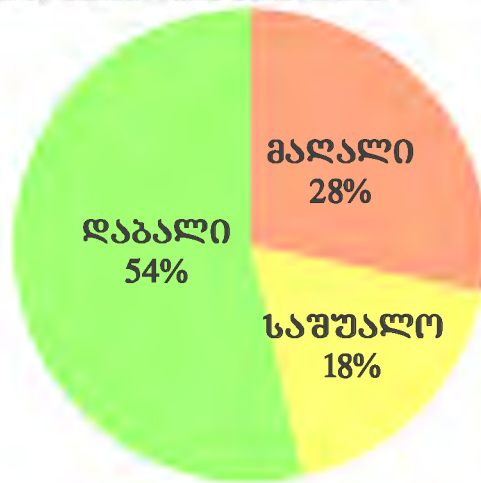
მსოფლიოში და მათ შორის საქართველოში შემუშავებულ და დანერგილ თანამედროვე მეთოდოლოგიებზე დაყრდნობით (Gaprindashvili G. 2016; Gaprindashvili G. 2014; Castellanos Abella EA, 2007, 2008; Guideline for Landslide Susceptibility 2007; Glade T 2005; Manual for landslide inventory 2013; van Westen C.J., 2006; Van Westen, C.J., 1993), მომზადდა გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების (დარაიონება) რუკა.

ქ. თბილისში საშიშროების რისკის კატეგორიაში მოქცეული ტერიტორია (კმ<sup>2</sup>)



გრაფიკი 9

ქ. თბილისში საშიშროების რისკის კატეგორიაში მოქცეული ტერიტორიის ფართობული გადანაწილება



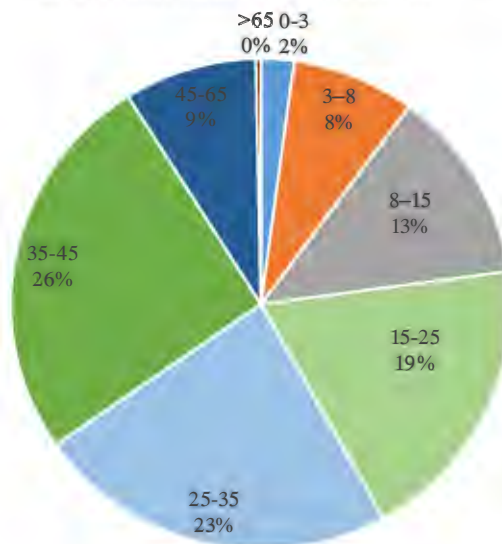
დიაგრამა 2

## 11.2 მენყრული პროცესები

მენყრული პროცესების საშიშროების რისკის შეფასებისას განსაკუთრებული როლი ენიჭება, როგორც ტერიტორიის რელიეფის (ფერდობების) დახრილობებს და გეოლოგიურ აგებულებას (დანალექების ლითოლოგიურ შედგენილობას), ასევე მენყრული სხეულის მასების მოცულობებს.

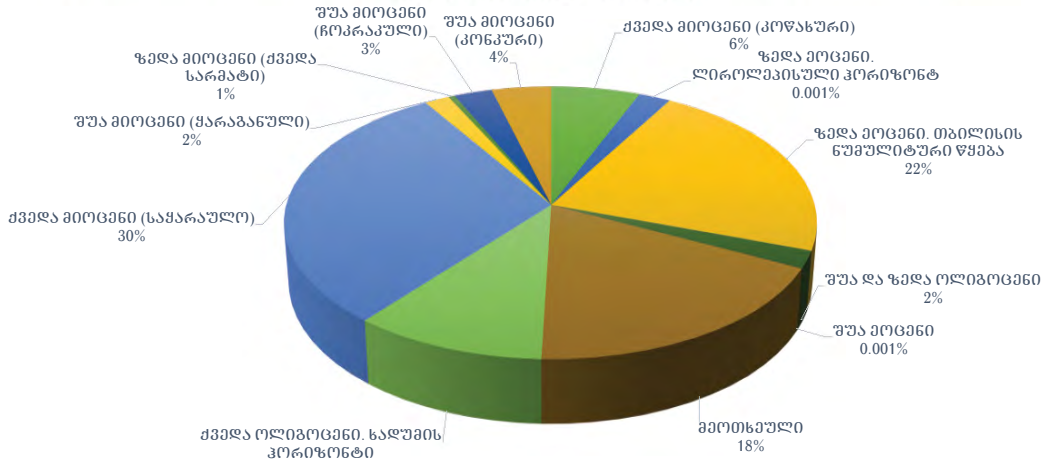
ფერდობების დახრილობის და მენყრებით დაზიანებადობის დამოკიდებულების დიაგრამიდან (დიაგრამა 3-4) ნათლად ჩანს, რომ მენყრებით დაზიანებული ფართობის 26%-ის დახრილობა 35-45°-ის საზღვრებშია, ხოლო ფართობის 55%-ის დახრილობა 8-35°-ში, რაც მენყრების საერთო ფართობის 81%-ია. ასევე გასათვალისწინებელია 45-65°-იანი დახრილობის მენყრული ფერდობები, რომლებიც შეადგენენ ფართობის მხოლოდ 9%-ს.

ფერდობების დახრილობის (გრადუსი) და მენყრებით დაზიანებადობის (%) დამოკიდებულების დიაგრამა



დიაგრამა 4

**ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულების (ასაკი) და მეწყრებით დაზიანებადობის (%) დამოკიდებულების დიაგრამა**



დიაგრამა 3

დიაგრამა 4

ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულების და მეწყრებით დაზიანებადობის დამოკიდებულების დიაგრამის (დიაგრამა) მიხედვით, პროცესებით ყველაზე მეტად დაზიანებულია ქვედა მიოცენური (საყარაულო) (30%), ზედა ეოცენური (თბილისის ნუმულიტური წყება) – 22%, ქვედა ოლიგოცენური (ხადუმის ჰორიზონტი) – 10%, ქვედა მიოცენური (კონახური) – 6% და მეოთხეული ასაკის (18%) ასაკის დანალექები.

სხვადასხვა დინამიკაში მყოფი მეწყრული სხეულების მოცულობების მიხედვით ხდება მათი დაყოფა ენერგეტიკულ კლასებად (ცხრილი 16).

ცხრილი 16. მეწყრების ენერგეტიკული კლასები

N	მეწყრების კლასები	მოცულობა, მ <sup>3</sup>
1	მცირე	ასეული
2	საშუალო	ათასეული
3	დიდი	ათიათასეული
4	ძალიან დიდი	ასიათასეული
5	გრანდიოზული	ათეული, ასეული მილიონი და მეტი

ზემოთ მოყვანილი ცხრილის საფუძველზე საკვლევ რაიონში მეწყრული სხეულები დაიყო შემდეგ კლასებად (ცხრილი 17).

## ცხრილი 17. მენყრების დაყოფა ენერგეტიკული კლასების მიხედვით

მენყრების კლასები	რ/ბა	მოცულობა, მ <sup>3</sup>	უდიდესი მენყრები და მათი მოცულობა, მ <sup>3</sup>	საშუალო, მაქსიმალური სიმძლავრეები, მ <sup>3</sup>
მცირე	7	0-100	95	72
საშუალო	137	100-1000	999	550
დიდი	248	1000-10000	9827	3947
ძალიან დიდი	124	10000-100000	98086	28414
უზარმაზარი	24	>100 000	11715414	967453
სულ	540			

## 11.2.1 სანაპირო (ანუ ბაზისური) მენყრები

სანაპირო (ანუ ბაზისური) მენყრების წარმოქმნა-განვითარებისა და მათი პროგნოზის განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს ზღვის, მდინარეთა და წყალსაცავების ეროზიული პროცესებით ნაპირების წარეცხვა, მათი მრფოდინამიკა და ამგები ქანების ეროზიისადმი მდგრადობის კრიტერიული მახასიათებლები. იმისდა მიხედვით თუ რა ადგილი და გეომორფოლოგიური მდებარეობა უკავიათ ნაპირების გეოლოგიური აგებულების ქრილში ქანების ეროზიული მდგრადობის თვალსაზრისით ეს დამოკიდებულია ნაპირამგები ქანების ეროზიული პროცესებისადმი მგრძნობიარობის ხარისხზე. ამ თვალსაზრისით ეროზიული მდგრადობის შეფასების ინდიკატორისათვის შემოგვაქვს მცნება „ეროზიული წარეცხვის კრიტიკული ჰორიზონტი“, რომელსაც განვიხილავთ 4 კატეგორიაში: ძლიერ დაბალი წყალმედვეობის, დაბალი წყალმედვეობის, საშუალო წყალმედვეობის, მაღალი წყალმედვეობის.

საქართველოში სანაპირო მენყრების დიდი წრფივი გავრცობით ხასიათდებიან შავიზღვისპირეთში, ბარისა და დაბლობის ზონებში დიდი მდინარეების გასწვრივ და დიდ წყალსაცავებში. დროის ფაქტორთან დაკავშირებით გამოიყოფა, როგორც ისტორიულ-გეოლოგიურ ასპექტთან, ასევე თანამედროვე გეოლოგიურ მოვლენებთან დაკავშირებული მენყრები.

სანაპირო-ბაზისური მენყრები, რომლებიც დაკავშირებული არიან თანამედროვე გეოლოგიურ მოვლენებთან, მათი წარმოქმნა-გააქტიურებისა და პროგნოზის განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს გვერდითი ეროზიული წარეცხვის მოქმედების პოტენციალი.

სანაპირო-ბაზისური მენყრების ფორმირების გაცილებით რთულ მექანიზმთან გვაქვს საქმე წყალსაცავების ზონაში, რადგან საქართველოს 12 დიდი წყალსაცავი განლაგებულია ერთმანეთისაგან სრულიად განსხვავებული გეოტექტონიკური, მორფოგეოლოგიური აგებულების, თანამედროვე ტექტონიკური მოძრაობების დიაპაზონისა და სეისმური აქტივობის ზონებში.

კვლევებით დასტურდება, რომ მენყრული პროცესების მნიშვნელოვანი მოსამზადებელი ეტაპი იწყება წყალსაცავების წყლის შევსების მომენტიდან, რომელსაც თან სდევს

ნაპირების ამგები ქანების მაღალი განვლოვანება, გრუნტის ნყლების დონეების მნიშვნელოვანი ანევა, ჰიდროსტატიკური ეფექტის გაზრდა და ფერდობების განსაკუთრებულ გრავიტაციულ-სტატიკურ დაძაბულობაში მოყვანა. საკუთრივ მენყრების დინამიკაში მოყვანა იწყება ნყალსაცავებში ნყლის აქტიური დონის დანევის ფაზაში, რომლის დროსაც მიწისქვეშა ნყლები ჰიდროსტატიკური რეჟიმიდან გადადიან ჰიდროდინამიკურში. ამასთან, რაც უფრო სწრაფად და დიდი მოცულობებით ხდება ნყლის დონის დანევა, მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს მენყრული პროცესები.

თბილისის სივრცის მდინარეთა აუზებში წარმოქმნილი სანაპირო მენყრები შეზღუდული გავრცელებით ხასიათდებიან. კონკრეტულად, ვინაიდან საკუთრივ მდ.მტკვრის ნაპირების უმეტესობა აგებულია კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ეროზიული პროცესებისადმი მდგრადი ქანებით და ამავე დროს მისი ნაპირების უმეტესობა შემოსაზღვრულია ნაპირდამცავი კედლებით, ამიტომ ნაპირების წარეცხვას ადგილი აქვს მხოლოდ დიდი ნაპირდამცავი კედლების სივრცეში, მაგრამ მისი ნაპირები იმდენად დაბალი სიმაღლეებით ხასიათდებიან, რომ მორფოლოგიურად მათი წარეცხვის შემთხვევაში ეროზიული მენყრები ვერ წარმოიქმნება. რაც შეეხება მდ.მტკვრის შენაკადებს მათგან ეროზიული პროცესებით წარეცხილი ნაპირები გვხვდება მდინარეების ვერეს, დიდიწყლის და განსაკუთრებით გლდანისწყლის აუზებში.

ამავე დროს, უნდა აღინიშნოს, რომ ვინაიდან მდინარეთა ხეობებში ეროზიული პროცესებით წარმოქმნილი სანაპირო მენყრები და საკუთრივ მდინარეთა ნაპირების ეროზიული წარეცხვის სიდიდეები თითქმის ერთმანეთის თანხვედრილია, ამიტომ იქ, სადაც ვიხილავთ მდინარეთა ეროზიული პროცესებით წარმოქმნილ მენყრებს, ბუნებრივია ვეხებით მდინარეთა ეროზიული პროცესების მასშტაბებსაც, აქედან გამომდინარე, ცალკე აღარ განვიხილავთ მდინარეთა ეროზიული პროცესების ხასიათსა და მასშტაბებს.

როგორც კლიმატოგენურ-კონსისტენტური მენყრების განვითარებაში აღვნიშნავდით მდ. ვერეს აუზში ეროზიული პროცესების ზემოქმედებით სანაპირო მენყრები გვაქვს მხოლოდ ვაკის მენყრის სახით, რომელშიდაც მდინარემ ამ მენყრის წარმოქმნაში მონაწილეობა მიიღო მხოლოდ საწყის ეტაპზე, როდესაც მდინარის მარჯვენა მხარეზე წაირეცხა მის მიერვე გამომუშავებული დაბალი ტერასები და დაარღვია ფერდობის მდგრადობის ჰომოსტატიზმი, რის შემდეგ ვაკის მენყრის დინამიკური რეჟიმი მიმდინარეობდა „დატენიანობის ეფექტის“ და გრავიტაციული ენერჯის ზემოქმედების სინერჯიზმში.

ეროზიული პროცესებით გამოწვეული მენყრები, რომლებიც მნიშვნელოვან საშიშროებას უქმნიან მოსახლეობას და საინჟინრო ობიექტებს უფრო მეტ ყურადღებას იმსახურებენ როგორც საკუთრივ მდ. გლდანისწყლის ხეობა, ასევე მისი შენაკადები. შესაბამისად მდ.გლდანისწყლის ხეობაში ნაპირების ეროზიული წარეცხვის სიგრძე შეადგენს 6586 მ-ს, უსახელო მდინარეში-741 მ-ს, ტურის ხევში-523 მ-ს, უსახელო ხევში-286 მ-ს, ხოლო მთლიანად მდ. გლდანისწყლის აუზში ნაპირების ეროზიული წარეცხვის საერთო სიგრძე შეადგენს 8132 მ-ს (გარემოს ეროვნული სააგენტო, 2016).

2011 წლის ივნისის თვეში დიდი რაოდენობის ატმოსფერული ნალექების მოსვლამ გამოიწვია არამართო ღვარცოფები, არამედ მდინარეების წარეცხვა და მენყრების განვითარება ს.ს. მარტყოფისა და ცხვარიჭამიას ტერიტორიაზე მდ.მდ. მარტყოფისხევის (ტეკალისხევის), ალისხევის და წელუბნისხევიში.

კონკრეტულად მდ. მარტყოფისხევი, რომელსაც წარსულში წაურეცხია ქალა და ქალისზედა პირველი ტერასა, 2011 წელს წაირეცხა 6-8 მ სიმაღლის ქალისზედა II ტერასის საფეხური, 5-10 მ სიგანის ზოლში, რასაც მოჰყვა ჩამოქცევითი მენყრების განვითარება. ნაპირების წარეცხვის საერთო საერთო სიგრძემ 240 მ შეადგინა, საფრთხე შეუქმნა ტერასის ზედაპირზე გამავალ ასფალტის საფარიან გზას, ტრანსფორმატორის და მაღალი ძაბვის საყრდენ ბოძებს. ამჟამად მანძილი მენყრის მოწყვეტის სკარპსა და - მის ბაზისს შორის 1,5-3,0 მ-მდეა. გარემოს ეროვნული სააგენტოს სპეციალისტების მიერ დასახული ღონისძიებებით ეროზიული წარეცხვის შესამცირებლად აუცილებელია: მდინარის კალაპოტის განმენდა, დაზიანებული ნაპირსამაგრების აღდგენა და მათი დაფუძნება იმ სიღრმემდე, სადაც ეროზიულ პროცესებს ეკარგებათ ენერგია, აკრძალვა მდინარის კალაპოტში საყოფაცხოვრებო ნარჩენებისა და სამშენებლო მასალის.

მდინარეთა ნაპირების წარეცხვის პროცესს ადგილი აქვს აგრეთვე მდ. ალისხევის ხეობის შუა და ქვემო დინებაში. იმასთან დაკავშირებით, რომ მდინარეს ახასიათებს დაბალი სიმკვრივის ქვატალახოვანი ღვარცოფების ხშირი გავლა ბუნებრივია მას თან სდევს ეროზიული პროცესებისადმი დამყოლი ნაპირების წარეცხვა. მდინარე ნაპირების წარეცხვას აწარმოებს 4 უბანზე. კერძოდ მდინარის მარჯვენა ნაპირზე მოქალაქე გია იორამაშვილის საკარმიდამო მონაკვეთის გასწვრივ 100მ. სიგრძის მონაკვეთზე მთლიანად წაირეცხა, როგორც ნაპირსამაგრი, ასევე დაბალი ქალისზედა ტერასა და მასზე გამავალი ადგილობრივი მნიშვნელობის გზა, რის შემდეგ შეწყდა ტრანზიტით მიმოსვლა. ამჟამად მდინარე გაედინება მოსახლეობის საკარმიდამო ნაკვეთების გასწვრივ და რეალურ საფრთხეს უქმნის მათ მდგრადობას.

მდინარის აქტიურ წარეცხვას აქვს ადგილი ასევე მისი მარცხენა ნაპირის 3 უბანზე, რომლის საერთო სიგრძე 222 მ-ს შეადგენს. მდინარის მარცხენა ნაპირის პირველ მონაკვეთზე მთლიანად წაირეცხა ქალისზედა პირველი ტერასა 3 მ-მდე სიგანის ზოლში, მწყობრიდან გამოიყვანა ფილებიანი ნაპირსამაგრი, წყალმომარაგების მილსადენი და ორი ნაპირის დამაკავშირებელი რკინის კონსტრუქციის ხიდი. რეალურ საშიშროებას უქმნის აგრეთვე სოფლის რამდენიმე მოსახლის საკარმიდამოს.

მდ. გლდანისწყლის შენაკადმა - ლელუბანის ხევა 2011 წლის გაზაფხულზე, თბილისი-თიანეთის გზის მარცხენა ფერდობზე ეროზიული წარეცხვის შედეგად წარმოქმნა 120მ სიგრძის და 100მ სიგანის პლასტიკური მენყერი, რომელმაც გადაკეტა საავტომობილო გზის ნაწილი და მდ.გლდანისხევის ნაწილი, რამაც გამოიწვია მდინარის წყლის ნაკადის ნაწილობრივი შეგუბება. დღემდე შეგუბებული კალაპოტი ვერ გაიხსნა, რადგან მდინარის კალაპოტი ამ მონაკვეთზე აგებულია ეროზიისადმი მდგრადი 15-20მ სიმძლავრის სქელშრეებრივი ქვიშაქვებით. მთლიანობაში მდ. გლდანისწყლის აუზში დაფიქსირებულია ნაპირების ეროზიული წარეცხვის 8132მ და ეროზიული პროცესებით ფორმირებული 22 მენყერი.

აღნიშნული სიტუაციიდან გამომდინარე და მომავალში მოსალოდნელი საშიშროებისაგან მოსახლეობისა და კომუნიკაციების დაცვის მიზნით ზემოთ აღნიშნული სპეციალისტები თავაზობენ შემდეგი სახის ღონისძიებებს: მდინარის კალაპოტში არსებული აკუმულირებული მასალის გატანა განმენდა; დაზიანებული ნაპირსამაგრი ნაგებობების უმოკლეს პერიოდში აღდგენა და წყლის ნაკადის ენერგიის შემცირების მიზნით ნაკადმიმართველი ნაგებობების განხორციელება (სურ. 22-23).



სურ. 22



სურ. 23

მიუხედავად იმისა, რომ მდ. მდ. მარტყოფისხევი და ალისხევი არ შემოდიან ქ. თბილისის ადმინისტრაციულ საზღვრებში, ისინი წარმოადგენენ მდ. ლოჭინის შენაკადებს და ამ აუზებში განვითარებული სტიქიური გეოლოგიური პროცესები მთლიანობაში მონაწილეობენ მდ. ლოჭინში განვითარებული ღვარცოფული და ეროზიული პროცესების ფორმირებაში, საჭიროდ ჩავთვალეთ მათ ხეობებში განვითარებული პროცესების შეფასებაც.

### 11.2.2 კლიმატოგენური (კონსიტენტური) მენყრები

საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატოგენური მენყრები ხასიათდებიან საყოველთაო და მასობრივი გავრცელებით (70%-მდე), რომელთა წარმოქმნა-გააქტიურება, თუ დროებით სტაბილიზაციაში გადასვლა მთლიანად შესაბამისობაშია გეოლოგიური გარემოს სივრცეში მოქცეული დატენიანების განწყობისადმი მიდრეკილი რეცეპტორული თვისებების მქონე ქანებთან, რომელთა კრიტიკული დატენიანება იწვევს ფერდობზე მათი სტრუქტურული კავშირის დარღვევას და მძვრელი ძალების ამოქმედებას. ქანების ამ სახით კრიტიკულ განწყოვანებას, რომლებსაც ახასიათებთ რეცეპტორული თვისებები „დატენიანების ეფექტს“ ვუწოდებთ.

საქართველოს ტერიტორიაზე განხორციელებულმა მრავალწლიური რეგიონალური და სტაციონარული კვლევების განზოგადოებამ გვიჩვენა, რომ კლიმატოგენური ხასიათის მენყრების პროვოცირებაში დომინანტ ადგილს იკავებენ პერიოდულად ცვალებადი ატმოსფერული ნალექებით გამოწვეული „დატენიანების ეფექტი“. თუმცა მათ განწყოვანებაში ატმოსფერული ნალექების გვერდით შესაბამის გეოლოგიურ-ტექტონიკურ პირობებში გარკვეული დოზით მონაწილეობას დებულობენ მინისქვეშა გრუნტის წყლებიც, ღრმა ჰორიზონტების ტექტონიკური აშლილობების ზონებიდან შემოსული და კარსტული წყლები, ასევე წყალსაცავებიდან და სამელიორაციო სისტემებიდან ინფილტრირებული წყლები.

ეს პრობლემა განსაკუთრებით საგულისხმოა მენყრული პროცესებით მოწყვლადი და გეოლოგიურად ისეთი რთული რეგიონისათვის როგორც საქართველოა, სადაც მრავალსპექტრიან კლიმატურ პირობებში-ზღვისპირეთიდან დაწყებული მაღალმთიანი ალპურ-ნივალურით ზონით დამთავრებული და ნოტიო სუბტროპიკულიდან მშრალი არიდული სარტყლით, ადგილი აქვს მენყერმაპროვოცირებელი მეტეოროლოგიური ელემენტების (ატმოს-

ფერული ნალექები, ტენიანობა და სხვა) მკვეთრ სივრცობრივ-ზონალურ და რაოდენობრივ-დროით ცვალებადობას არასტაციონალურ რეჟიმში.

მიგვიჩნია, რომ მენყრების განვითარების ინტენსივობა და სივრცობრივი მასშტაბები გეოლოგიური გარემოს შესაბამის ობსერვაციულ პირობებში იცვლება წლის განმავლობაში მოსული ატმოსფერული ნალექების ზღვრული სიდიდეების გადახრის მაჩვენებლებით საშუალო მრავალწლიური ნორმიდან. ამიტომ კლიმატი, როგორც ამინდის რეჟიმის დამახასიათებელი განმსაზღვრელი ტერიტორიისათვის, რომელიც რეალიზდება მენყრული პროცესების განვითარებაში გარკვეული ამინდის მეშვეობით, უნდა იქნეს განხილული, როგორც სტატიკური ფუნქცია მათი ფონური მდგომარეობისათვის. ყოველი ტიპის კლიმატში, კონკრეტული გეოლოგიური გარემოს სენსიტიურობიდან და მისი რეცეპტორული თვისებებიდან გამომდინარე მენყრული პროცესების ინტენსივობისა და აქტივობის ხარისხი იცვლება პროცესმაპროვოცირებელი მეტეოროლოგიური ელემენტების ზღვრული სიდიდეების გადახრით საშუალო მრავალწლიურის ნორმიდან.

თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ საქართველოში დაფიქსირებული მენყრული პროცესების 70%-მდე განპირობებულია კლიმატურ-მეტეოროლოგიური პირობებით და ამასთან ბოლო პერიოდში მათი მასშტაბური განვითარება-რეაქტივაცია დადასტურებულია სტატისტიკურად არასტაციონარულ რეჟიმში მიმდინარე უარყოფითი მეტეოროლოგიური ელემენტების რაოდენობრივი და თვისობრივი გადახრა-გაზრდით და გახშირებით კლიმატის გლობალური ცვლილებების საერთო ფონზე, გასაგები გახდება კორელაციური კანონზომიერების დადგენის საჭიროება მენყრული პროცესების განვითარებასა და კლიმატურ-მეტეოროლოგიურ პარამეტრებს შორის.

საქართველოს ტერიტორიაზე განხორციელებული მრავალწლიური სხვადასხვა მასშტაბის რეგიონალური ხასიათის საინჟინრო-გეოდინამიკური და გეომონიტორინგული კვლევების, ასევე რეჟიმული დაკვირვებების სტატისტიკური ანალიზის შედეგების კორელაციური დამოკიდებულება პროცესმაპროვოცირებელი მეტეოროლოგიური ელემენტების მონაცემებთან ადასტურებენ, რომ „კლიმატოგენური“ მენყრული პროცესების დინამიკური რეჟიმი პირდაპირ დამოკიდებულებაშია მოსული ატმოსფერული ნალექების გადახრის სიდიდეებთან შიდაწლიურ ინტერვალში მრავალწლიური სტატისტიკური ნორმიდან მოცემულ კლიმატურ-გეოლოგიური გარემოს სივრცეში და ეს კავშირი მყარდება დამენყვრადი ფერდობების ამგები ქანების რეცეპტორული და რეცეპტორული თვისებებიდან გამომდინარე „დატენიანების ეფექტის“ მეოხებით. მენყრული პროცესების სტაბილურობა მიიღწევა, როდესაც ატმოსფერული ნალექების რაოდენობრივი მაჩვენებელი და დეფორმირებადი ჰორიზონტის „ტენიანობის ეფექტი“ მოცემულ პერიოდში (წელი, სეზონი, თვე) იმყოფება საშუალო მრავალწლიური ზღვრული სიდიდეების დაბლა, ხოლო რამდენადაც იზრდება ატმოსფერული ნალექების წლიური რაოდენობა საშუალო მრავალწლიურ ნორმასთან მიმართებაში, მით შესაბამის სენსიტიურ გეოლოგიურ გარემოში პროპორციულად იზრდება მენყრული პროცესების გააქტიურების ხარისხი და რისკი.

კვლევებით დასტურდება, რომ იმისდა მიხედვით თუ რა სახის ატმოსფეროს ცირკულაციურ რეჟიმთან გვექნება საქმე კლიმატოგენური მენყრების გააქტიურების ხარისხი გეოლოგიური გარემოს მგრძობიარობის რელევანტურობიდან გამომდინარე შეიძლება იყოს ლოკალური, რეგიონალური ან გლობალური ხასიათის (მთელი ქვეყნის მასშტაბით). შესაძლებელია მენყრული პროცესების მაპროვოცირებელი ატმოსფერული ნალექების რა-

ოდენობრივი განაწილების კრიტერიუმები არ შეესაბამებოდა სხვა რეგიონების მენყრების წარმოქმნა-რეაქტივაციას, მაგრამ, ვფიქრობთ ამ მიმართულებით დამუშავებული მეტოლოგიური მიდგომა პასუხობს „კლიმატოგენური მენყრების“ განვითარების საერთო კონცეფციას (ბოლაშვილი და სხვ. 2014; წერეთელი და სხვ. 2014).

ქვეყნის კლიმატურ-გეოლოგიური პირობებიდან გამომდინარე, ექსტრემალური ხასიათის მენყრების წარმოქმნა-რეაქტივაციის პერიოდებს შორის შუალედი მერყეობს 2-4-დან 8-11 წლის დიაპაზონში. თუმცა ხშირად გააქტიურების წყლები ქვეყნის სხვადასხვა რეგიონში არ ემთხვევა ერთმანეთს. კლიმატური პირობებიდან და დამენყრადი ქანების რეცეპტორული და რეცეფციული თვისებებიდან გამომდინარე. ამის ნათელი დადასტურებაა მენყრმაპროვოცირებელი ატმოსფერული ნალექების საშუალო მრავალწლიური ნორმიდან გადახრის გრაფიკები დასავლეთ საქართველოს ნოტიო სუბტროპიკულისა და აღმოსავლეთ საქართველოს ნახევრად არიდული და არიდული კლიმატის ზონებში. (აქ გრაფიკები)

ამრიგად, საქართველოს მიმართებაში მენყრების რეგიონალური განვითარების თვალსაზრისით იკვეთება მათი დინამიკური მდგომარეობის სამი ძირითადი ეტაპი ანუ პერიოდი (17);

1. მენყრული პროცესების მაქსიმალური რეაქტივაციის პერიოდი, რომელიც განპირობებულია ატმოსფერული ნალექების პაროქსიზმული ხასიათის ექსტრემუმებით და მათი დიაპაზონი საშუალოდ 4-11 წლის ინტერვალებით განისაზღვრება;

2. მენყრული პროცესების საშუალო გააქტიურების პერიოდი-ძირითადად მოიცავს ინტერვალს მენყრული მოვლენების ინტენსიური გააქტიურების პერიოდებს შორის;

3. მენყრული პროცესების ფონური მდგომარეობის პერიოდი. ამ სახის დინამიკაში მყოფი მენყრები სჭარბობს მენყრული პროცესების ორ წინა აქტივობის პერიოდს. ჩვეულებრივ ამ რეჟიმში მყოფი მენყრული სხეულები, იმისდა მიხედვით თუ როგორი იქნება ატმოსფერული ნალექების რაოდენობრივი მაჩვენებლები და მასთან დაკავშირებული ფერდობების „დატენიანების ეფექტი“, შეიძლება გადავიდეს სტრესულ მდგომარეობაში, ან პირიქით დროებითი სტაბილიზაციის რეჟიმში. ეს იწყება მაშინ, როდესაც მენყრული მოვლენებისადმი მოწყვლადი ფერდობების „დატენიანების ეფექტი“ არ შეესატყვისება მისი ძვრისადმი აღმძვრელ სიდიდეს. სტატისტიკური მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ამ რეჟიმში მყოფი მენყრული სხეულების ინტერვალის მერყეობს 1-დან 5 წლის დიაპაზონში.

კლიმატოგენური მენყრები წარმოიქმნებიან თითქმის კონტინენტური საფარის ყველა გენეტიკური ტიპის ნალექებში და იმ ძირითადი ქანების ფორმაციებში, რომლებიც გამოირჩევიან სუსტი მოდიფიკაციით და დატენიანებისადმი მიმღები დადებითი რეცეპტორული თვისებებით, რომელთა პირობებში მკვეთრად იცვლება მათი ფიზიკური მდგომარეობის მახასიათებლები. ამ კლასის მენყრები ძირითადად მოიცავენ აერაციის ზონას და მათი დეფორმაციის სიღრმე მერყეობს ერთეული მეტრიდან 10-30მ დიაპაზონში. დატენიანების ხარისხი წლის სეზონთან დაკავშირებით-30-70%-ში მერყეობს, ხოლო იმავე ფერდობების სივრცეში, რომელიც აგებულია „დატენიანების ეფექტისადმი“ ნაკლებად დამყოლი რეცეპტორული თვისებებით, ეს მაჩვენებელი 30-40%-ზე ნაკლებია. ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედების ზონების ქვემოთ ქანების ტენიანობა მასივში ფაქტიურად იკავებს სტაბილურ მდგომარეობას და მერყეობს 15-25%-ში.

ბოლო პერიოდში ეს პირობითი კანონზომიერება ბუნებრივი პირობების გართულები-სა და ადამიანის გეოლოგიურ გარემოში ჩართვის მაღალი პრესინგის გამო მნიშვნელოვნად

დარღვეულია, რის გამოც მენყრული პროცესების გააქტიურება მიღებულ ფონს ზემოთ თითქმის ყოველ წელს აღინიშნება. ამის დასტურია ბოლო ორი-ათეული წლის რეგიონალური გეომონიტორინგული კვლევებისა და ცალკეული მუნიციპალიტეტებიდან თხოვნის საფუძველზე მენყრებით დაზიანებული მოსახლეობისა და ინფრასტრუქტურული ობიექტების სტატისტიკური მონაცემების ანალიზი (იხ. ცხრილი 18).

ცხრილი 18

წელი	მენყერი		
	გააქტიურებული და ახლად წარმოქმნილი	ადამიანთა მსხვერპლი	მიახლოებითი ეკონომიკური ზარალი (მლნ აშშ დოლარი - USD)
2009	323	1	27.6
2010	250	3	8.7
2011	94	3	5.6
2012	325	1	11.8
2013	336	0	19.5
2014	727	0	26.7
2015	936	4	29.8
2016	780	0	17.6
2017	845	0	21.3
2018	702	1	19.6
ჯამი	5,318	13	188.2

### 11.2.3 ტექტოსეისმოგენური მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენები

ტექტოსეისმოგენური მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენები ფორმირების პირობებისა და მოძრაობის მექანიზმის მიხედვით არსებითად განსახვადებიან ყველა სხვა მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების გენეტიკური ტიპებისაგან. პირველყოვლისა მათ წარმოქმნაში გარდა დედამინის ქერქში (ანუ ლითოსფეროს სივრცეში) მიმდინარე სიღრმული ტექტოსეისმოგენური პროცესებისა სხვა სახის მიწისზედა ფაქტორები არავითარ როლს არ ასრულებენ. ამ ტიპის მენყრულ-გრავიტაციულ პროცესებს ახასიათებთ აზონალური გავრცელება და ლოკალიზებებიან სხვადასხვა რანგის ტექტონიკური დისლოკაციების ზონებში, განსაკუთრებით ზონათაშორისი აშლილობების გასწვრივ. სეისმოგენური გრავიტაციული მოვლენების მრავალსახეობიდან მენყერწარმოქმნაში განსაკუთრებით უნდა გამოიყოს ლოკალური ტექტოსეისმოგენური

რღვევების ეფექტი, როდესაც ძლიერი მიწისძვრების შედეგად სუბსტრატის მდგრადი ქანებით აგებულ მდგრად ფერდობებზე წარმოიქმნება ახალი ნაპრალები, რომელთა გასწვრივ შემდგომში მომდინარეობს სტრუქტურული ხასიათის დიდი გადაადგილებები.

ნიშანდობლივია, რომ თბილისის ტერიტორიის სივრცეში მიწისძვრებით გამოწვეული ტექტონისმოგრაფიკული მოვლენები მრავალია, რომელთა მორფოლოგიური ფენომენები მათი წარმოქმნის მიახლოებითი ასაკის და მეორადი (ლოკალური) ტექტონიკური რღვევების დადგენის საშუალებას იძლევა. პირველყოვლისა, ეს განპირობებულია თბილისის ტერიტორიის არსებობით ორ უმთავრეს გეოტექტონიკურ სტრუქტურებს შორის და მათი ვექტორული ძალების საპირისპირო მოქმედებით, რომლის დროსაც წარმოიქმნება როგორც რეგიონალური ხასიათის ტექტონიკური რღვევები, ასევე მრავალი მეორადი ლოკალური წყვეტები. ამ მეორადი ტექტონიკური რღვევებისა და წყვეტების საზღვრებში ექცევა სეისმოგრაფიკული მოვლენების წარმოქმნის პირობები, ინტენსივობა, მასშტაბები და გეოლოგიური გარემოს პირობები, რომლებიც ამუხრუჭებენ ანდა ხელს უწყობენ მათ განვითარებას.

საყურადღებოა, რომ ამ თვალსაზრისით თბილისის ტერიტორიის სივრცეში მიწისძვრებით გამოწვეული ტექტონისმოგრაფიკული მოვლენების პარადიგმები საკმაოდ მრავალია, როგორც ისტორიული წარსულის, ასევე თანამედროვე პერიოდის. ამასთან, სულ არ არის აუცილებელი სეისმოგრაფიკული მოვლენების წარმოქმნა უკავშირდებოდეს მიწისძვრების ეპიცენტრებს. მრავალი შემთხვევა გვაქვს საქართველოში, როდესაც ტრანზიტული მიწისძვრების შედეგად წარმოქმნილა სეისმოგრაფიკული მენყრები და კლდეზვავები. ამის უახლესი მაგალითები გვაქვს 1988 წლის სპიტაკის (სომხეთი) და 1991 წლის რაჭა-იმერეთის და 1992 წლების ფასანაური-ბარისახოს მიწისძვრები.

ვ. ბიუსის ნაშრომის მაკროსეისმურ აღწერილობაში თბილისისათვის მიწისძვრები 6 ბალის საზღვრებში მოიხსენიება 1803, 1819, 1859, 1896, 1940 წლებში, ხოლო ლ. ვარდანიანცი (Варданянц Л.А. 1948) დამოუკიდებელი სეისმური კერები და კერათა ჯგუფი მდებარეობენ ქ. თბილისისა და მცხეთის მახლობლად და მათთან დაკავშირებული მიწისძვრები ასეულობით რიგისაა. თბილისისათვის ბოლო პერიოდის მიწისძვრებიდან განსაკუთრებით საყურადღებოა 2002 წლის მიწისძვრების მონაცემები, რომლის ეპიცენტრი მდებარეობდა გლდანი-ნაძალადევისა და ჩუღურეთის სივრცეში თბილისის ზღვის მიმართულებით. თუმცა გეოლოგიურ რუკაზე ტექტონიკური რღვევა არ არის დაფიქსირებული (გაბრიჩიძე გ., 2005). ეპიცენტრში მისი მაგნიტუდა იყო 4,5, მიწისძვრის ინტენსივობა კი 7 ბალი. ამ მიწისძვრის შედეგად დაიღუპა 6 ადამიანი, დაზიანდა სხვადასხვა ხარისხით 2000-მდე ნაგებობა, წარმოიქმნა ბევრი ახალი მენყერი და გააქტიურდა მრავალი არსებული, განსაკუთრებით მდ.მტკვრის მარცხენაპირეთში.

საყურადღებოა, რომ თბილისის 2002 წლის მიწისძვრებს გარდა ქალაქის სივრცისა სხვა დასახლებულ პუნქტებში მნიშვნელოვანი დაზიანებები არ გამოუწვევია და არც ახალი სეისმოგენური მენყრულ-გრაფიკული მოვლენების წარმოქმნაა დარეგისტრირებული.

უნდა აღინიშნოს, რომ როგორც თბილისის სივრცეში, ასევე ყველა სხვა რეგიონში სეისმოგრაფიკული ხასიათის მენყრულ-გრაფიკული მოვლენების წარმოქმნა - გააქტიურებას ადგილი აქვს არა მარტო მიწისძვრების ეპიცენტრალურ ზონებში, არამედ მათგან მნიშვნელოვნად დაცილებული ე.წ „ტრანზიტული“ ხასიათის ჰორიზონტალურად გამავალი უფრო დაბალი ენერჯის (4-5 ბალი და ზევით) ტალღების დროსაც, რომელთა მრავალი კლასიკური მაგალითები გვაქვს საქართველოში, სადაც მენყრულ-გრაფიკული მოვლენების საერთო რაოდენობიდან ეპიცენტრალურ ზონაში მოქცეულია არა უმეტეს 10-15%-ისა, დანარჩენი მი-

ეკუთვნება მინისძვრების ტრანზიტული ენერჯის ეფექტს.

რაც შეეხება კონკრეტულად თბილისს, საქართველოს სხვადასხვა რეგიონიდან წამოსული ტრანზიტული ხასიათის სეისმურ ტალღებს, რომელთაც შესწევთ უნარი გეოლოგიურ-ტექტონიკური გარემოს პირობებიდან გამომდინარე წარმოქმნან ახალი, ან გააქტიურონ ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობაში მყოფი სეისმოგრაფიკული მოვლენები, რომელთა ენერჯია უნდა იყოს არანაკლებ 4-6 ბალის საზღვრებში. ბოლო 150 წლის პერიოდისათვის ვ. პაპიაშვილისა და ა. ახალბედაშვილის მონოგრაფიიდან „ძლიერი მინისძვრები საქართველოში“ (პაპიაშვილი ვ. 2008) გაანალიზებული მასალებიდან ასეთი აღმოჩნდა 32 შემთხვევა. თბილისში 2002 წლის მინისძვრისადმი მიძღვნილ მონოგრაფიაში 1875-2000 წლების პერიოდისათვის აღწერილია ის მინისძვრები, რომლებიც თბილისში შეგრძნობილი იქნა 3-6 ბალის ფარგლებში 112-ჯერ. ამასთან, მართალია სეისმოგრაფიის აპარატურამ შეიგრძნო სეისმოტალღების ენერჯია, მაგრამ რომელი მათგანი მოხვდა ტექტონიკური რღვევის სივრცეში მაინც უცნობი რჩება მისი გეოგრაფიული ადგილი თუ არ გვეცოდინება გეომორფოლოგიური ფენომენების წარმოშობის კოორდინატები. როგორც სეისმოლოგები აღნიშნავენ მე-20 საუკუნის 70-იანი წლებიდან თბილისში სეისმური ბიძგების რიცხვმა საგრძნობლად იმატა, რომელიც გამოწვეული უნდა იყოს ქალაქის შემომსაზღვრელი ისეთი სეისმოაქტიური სარტყლის გააქტიურებით როგორც არის ყაზბეგის, კახეთის, აჭარა-თრიალეთის (განსაკუთრებით ჯავახეთის) ნაოჭა სისტემების სიღრმული რღვევებით. ამასთან, გასათვალისწინებელია აგრეთვე ის გარემოება, რომ ტრანზიტული მინისძვრების გასწვრივ ტალღები სეისმოგრაფიკული მენყრულ-კლდეზვარული მოვლენების ტრანსფორმაციის პროცესში უფრო ეფექტურია დაბალი ინტენსივობის მინისძვრების შემთხვევაში, ვიდრე ეპიცენტრალური ზონის ვერტიკალური რხევის პირობებში. თანაც ტრანზიტული სეისმოტალღების ზემოქმედების ეფექტს მნიშვნელოვნად ზრდის გეოლოგიური გარემოს პირობები - მათი სენსიტიურობა, ლოკალური რღვევები და რეფლექსური თვისებები.

თბილისის ტერიტორიის სივრცეში მინისძვრებით გამოწვეული სხვადასხვა დროის ტექტოსეისმოგენური გრაფიკაციული მოვლენების პარადიგმები საკმაოდ ბევრია, ასევე ისტორიული და განსაკუთრებით თანამედროვე.

მეოთხეულის პერიოდის და შესაძლოა უფრო ადრინდელიც ტექტოსეისმოგენური გრაფიკაციული მოვლენებიდან აღსანიშნავია „კუს ტბა“, რომელიც მდებარეობს აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სტრუქტურის მამადავითის ანტიკლინური ქედის ჩრდილო ფერდის ზედა ეოცენის ფლიშური ნალექების (თიხაფიქლები, არგილიტები, ქვიშაქვები) წყებაში, დაბალმთიანი რელიეფის 680-750მ აბს. სიმაღლის ფარგლებში, შრეთა დახრილობის ცვლილებებით 20-50° დიაპაზონში და თანხვედრითი რელიეფის ზედაპირთან. ძირითად ქანებში წარმოქმნილი გრაფიკაციული კლდოვანი მასის მოცულობა 5000მ<sup>3</sup> აღემატება, რომლის შედეგად წარმოიქმნა ტბა, ზედაპირის ფართობით 0,047 კმ<sup>2</sup> და 8,5მ სიღრმით (გარემოს ეროვნული სააგენტო, 2012).

ამავე გეოლოგიური ასაკის და ლითოლოგიური შედგენილობის უნდა იყოს მთაწმინდის ანტიკლინური ქედის ჩრდილო კალთაზე ქვემო წყნეთის მიდამოებში 200 მ-ზე მეტი სიგრძის და 10 მ-მდე მეტი სიმაღლის საფეხურის საზღვრებში წარმოქმნილი გრაფიკაციული დეპრესია და „მთაწმინდის პანთეონი“. რაც შეეხება ბოტანიკური ბალის ტერიტორიის სივრცეში და თელეთის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლურ კალთაზე არსებულ ტექტოსეისმოგენური გრაფიკაციული მენყრული ბლოკების არსებობას, ისინი წარმოქმნილია შუაეოცენის ვულკანოგენური ქანების ბლოკებში. დღეისათვის ყველა ზემოთ აღნიშნული სეისმოგრაფიკაციული მენყრული ბლოკები იმყოფებიან ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობაში და მათ მორფოლოგიაში პროცესების განმეორებითი ნიშნები არ აღინიშნება. მათი კლასიკური მაგალითია სოლოლაკის ტექტოსეისმოგრაფიკაციული მენყერი (სურ. 24).



სურ. 24

სეისმოგრაფიკული მენყრული მოვლენების რაოდენობით და სივრცითი გავრცელების თვალსაზრისით უფრო მასშტაბურია თბილისის შემოვლითი საავტომობილო გზა მდ. მდ ნამგალასხევისა და ხევძმარის წყალგამყოფი სერის სივრცეში და ასევე საქართველოს მაგისტრალური გაზსადენის სამგორი-ნავთლულის მონაკვეთში, რომელთა მორფოლოგიური ბუნება პირდაპირ პასუხობს მათი წარმოშობის გენეზისს. ამავე დროს, ვფიქრობთ, რომ ამ ზონაში ზედა ეოცენისა და ოლიგოცენის ნალექებში გრაფიკაციული ხასიათის ტექტოსეისმოგენური განვითარება დაიწყო რელიეფის ჩამოყალიბების საწყის ეტაპიდანვე და მათ განმეორებადობას ადგილი უნდა ჰქონებოდა არაერთჯერ. ამასთან, ამ სივრცის გეოლოგიური მასივის ტექტოგრაფიკაციული დაძაბულობა იმდენად დამუხტულია, რომ საკმარისია დაირღვეს მათი დამუხტული ენერჯის ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობა, რომ მაშინვე იწყება გრაფიკაციული ენერჯის განმუხტვა და მენყრების განვითარება სეისმური აქტივობის გარეშე. ეს ნათლად გამოიკვეთა გზის გაყვანის პროცესში (სურ. 25-28).



სურ. 25



სურ. 26



სურ. 27



სურ. 28

2015 წლის 13-14 ივნისს წყნეთი-ბეთანიის საავტომობილო გზის მონაკვეთზე განვითარდა მასშტაბური და დიდი მოცულობის მენყერი. იგი განვითარებულია ჩრდილო-ჩრდ.დასავლური ექსპოზიციის 40-50<sup>0</sup>-ანი დახრილობის ფერდობზე, დანყებული მისი თხემიდან და გავრცელებული სოფ. ახალდაბის მიდამოებამდე (სურ. 29-32).



სურ. 29



სურ. 30



სურ. 31



სურ. 32

მენყერი გეგმაში ელიფსური ფორმისაა, მის მიმდებარედ განლაგებული მცირე მენყრული გააქტიურებებით. მისი სათავე განლაგებულია თხემურ ნაწილში 1415-1420 (473368,

4613653) მეტრ აბს. ნიშნულების ფარგლებში, ხოლო ბაზისს წარმოადგენს ახალდაბა-წყნეთის საავტომობილო გზის მიმდებარე ტერიტორია 1250-1280 (0473390, 4613976) მეტრი აბს. ნიშნულების ფარგლებში. მათ შორის სიმაღლეთა სხვაობა 150-180 მეტრია, სიგრძე 1კმ, ხოლო მენყრული სხეულის საშუალო სიგანე 350 მეტრი, ფართობი - 32ჰა. მენყრის ვიზუალური სიმძლავრე, გამომდინარე მოწყვეტილი შრეებიდან და გაშიშვლებებიდან, შეადგენს მის აღმოსავლურ ფრთასთან 2-3 მეტრს, ხოლო დასავლეთ ფრთასთან მერყეობს 2-3 მეტრიდან 5-9 მეტრამდე.

მენყრის აღმოსავლეთ ფრთის მიმდებარედ განვითარებულია აღმ.-დას. მიმართულების სამი მენყრული ნაპრალი, სიგრძით 20-30 მეტრი, სიგანით 0.5-დან 1.0 მეტრამდე და ხილული სიღრმით 0.2-დან 1-1.5 მეტრამდე (ნაპრალები: 1)+1309მ, 0473339, 4613833 ; 2)+1354მ, 0473349, 4613777; 3)+1401მ, 0473361, 4613676).

მენყრის დასავლეთი ფრთის მიმდებარედ განვითარებულია ორი მენყრული ნაპრალი, ერთი განლაგებული თხემთან, სამხედრო ბაზიდან 100-150 მეტრში, სიგრძით 100 მეტრამდე, სიგანით 0.2-0.4 მეტრი (სურ. N8), ხოლო მეორე 1274მ. აბს. ნიშნულთან საავტომობილო გზის ქვევით (472999, 4613805), ნახევარკალის ფორმის, სიგანით 0.5 მეტრამდე, ხოლო ხილული სიღრმით 0.5-დან 1.0 მეტრამდე (სურ. 33-34).



სურ. 33



სურ. 34

მენყრული სხეულის შემდგომი რეგრესული განვითარება ამ ეტაპზე გამორიცხულია, ხოლო სიგანეში (განსაკუთრებით მისი დასავლეთი ფრთა) სავარაუდოდ გაიზრდება (მიმდებარე ნაპრალებიდან გამომდინარე) 150-200 მეტრით, ასევე სავარაუდოა მისი წინსვლითი განვითარება.

მენყრული საფეხურები არ ფიქსირდება, რადგანაც მენყერი წარმოდგენილია კლდოვანი შრეების სარკისებური ტალღოვანი ზედაპირით, რომლებზეც აკუმულირებულია ნამსხვრევი მასალა, რომელშიც შეიძლება გამოიყოს რამოდენიმე საფეხურისმაგვარი დაგროვება, განსაკუთრებით მენყრული სხეულის ზედა ნაწილში. ნამსხვრევი მასალა და მასში სხვადასხვა ზომის კლდოვანი მონატეხებითა და ლოდებით (5-6 მეტრიდან 10-12 მეტრამდე) – სურ. 35-36.



სურ. 35



სურ. 36

მენყერი მოძრაობის მექანიზმის მიხედვით იყოფა სამ ნაწილად, ზედა ნაწილი თხემიდან წყნეთი-ბეთანიის საავტომობილო გზამდე ბლოკურ-სრიალის ტიპისაა, შემდგომ სოფ. ახალდაბამდე გადადის დენად-პლასტიკურში (სიგანით 70- 100მ), რომელიც ბოლო ნაწილში, მდ. ვერემდე ტრანსფორმირდება და ატარებს ღვარცოფულ ხასიათს (მდ. ჯოხანის ხევი). მენყერის განვითარების სრული სიგრძე თხემიდან მდ. ვერემდე (+624მ) 3.8კმ-ია. ღვარცოფულმა ნაკადმა დროებით (1-2 წუთი) შეაგუბა მდ. ვერე, თუმცა კლასიკურ შეგუბებას და მის გარღვევას ადგილი არ ჰქონია და შესაბამისად მდ. ვერეს ხარჯი მნიშვნელოვნად არ გაზრდილა. შეერთების უბანზე ცალკეული ლოდების დიამეტრი 1,5-2,0მ-ს აღწევს (სურ. 37-38).



სურ. 37



სურ. 38

მენყრული პროცესი გეოლოგიურად განვითარებულია ზედა ეოცენის წყებაში, წარმოდგენილი სქელი და მასიური ქვიშაქვებით თიხების შუაშრეებით, რომლებიც გადაფარულია 0.5-2.0 მეტრი სიმძლავრის (ზოგან მეტიც) დელუვიური თიხნაროვანი დანალექებით, დაფარული ტყის საფარით.

მენყერის მოქმედების არეალში მოექცა სამი საავტომობილო გზა: 1) პირველი – მენყერის თხემურ ნაწილში, ადგილობრივი დანიშნულების (ე.წ. „ენერგეტიკოსების“) გრუნტის გზა, რომელიც მოწყვეტილია რამდენიმე ასეული მეტრის სიგრძეზე და ასევე მის მიმდებარედ აღმართული მაღალი ძაბვის ანძა; 2) მეორე – წყნეთი-სამადლოს დამაკავშირებელი ცენტ-

რალური საავტომობილო გზა ჩანყვეტილია 350 მეტრ სიგრძეზე (სურ. 39). მესამე – ნყნეთი-ახალდაბის დამაკავშირებელი ასფალტირებული საავტომობილო გზა, დაზიანებული და გადაფარული მყნყრული ღორღოვან-ლოდნაროვან-თიხნაროვანი მასებით (სურ. 40).



სურ. 39



სურ. 40

გეოლოგიური პერიოდების ტექტოსეისმოგენური მყნყრებიდან განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ბაგები-ნყნეთის მაღალი ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზის ტრასის სივრცეში არსებული გრანდიოზული მყნყერის რომლის შეფასება მოახდინეს გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგებმა (ი. ჩხეიძემ, ო. ქურციკიძემ, ლ. ქებულაძემ), რომლებმაც დაადგინეს მყნყრულ უბანზე ელექტრო გადამცემი ანძების მდგრადობის უსაფრთხოების საკითხი. განმეორებით მყნყრული ტერიტორიის შეფასება მოხდა 2015 წელს იმავე სააგენტოს გეოლოგების მიერ (ე. ნერეთელი, შ. ლობჟანიძე, გ. კუნჭულია, თ. გერკეული). დადგენილი იქნა, რომ საქმე გვაქვს უკიდურესად რთულ ტექტოსეისმოგენურ მყნყერთან, რომლის ფართობი 40 ჰა-მდეა, ხოლო დეფორმაციის სიღრმე 5-ათეულ მეტრამდე უნდა იყოს. როგორც მორფოლოგიური პირობები გვიჩვენებს, ამ ტიპიურ ტექტოსეისმოგენურ მყნყერს დროთა განმავლობაში არაერთხელ მიუღია სტაბილური მდგომარეობა და დიდი ხნის მანძილზე ყოფილა ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობაში, მაგრამ ბოლო პერიოდში ისევ მოსულა დინამიკაში. უდავოა მყნყრული სხეულის დინამიკაში მოყვანა უნდა განეპირობებია 1991 წლის რაჭა-იმერეთისა და 1992 წლის ფასანაური-ბარისახოს ტრანზიტული ხასიათის ჰორიზონტალური გავრცელების მაღალი ენერჯის მიწისძვრებს, 2002 წლის თბილისის 7 ბალიანი ინტენსივობის მიწისძვრებს და 2011 წლის კიკეთთან ახლოს წარმოქმნილი 5 მაგნიტუდის სიძლიერის მიწისძვრას. ამრიგად ამ მყნყრულ სხეულთან დაკავშირებით ჩვენ საქმე გვაქვს, ბოლო პერიოდის გეოლოგიური ეპოქის მიწისძვრების ზემოქმედებით წარმოქმნილ მყნყერთან. თუმცა, როგორც მყნყრული სხეულის მორფოლოგიური საფეხურებით და მათთან დაკავშირებული ეგზოტექტონიკური აშლილობებით დგინდება, მას არაერთხელ განუცდია განახლება. მყნყრული სხეული მდებარეობს დაბალმთიანი მამადავითის ქედის (775-870 მ. აბს. სიმაღლის საზღვრებში) მდ.უკანახევის აუზში რამდენიმე შენაკადით, რომელთაც ახასიათებთ ელიფსისებური პროფილის „V“-სებური ეროზიული ჩაჭრები. მდ. უკანახევის გამომუშავებული აქვს 100 მ-ზე მეტი სიღრმის ხეობა ტექტონიკურ რღვევაში.

მდ. უკანახევის აუზი გეოლოგიურად გამომუშავებულია ზედა ეოცენისა და ოლიგოცენის ტერიგენული ფლიშის თიხაფიქლების, არგილიტებისა და ქვიშაქვების ნყებაში, რომელთა

დახრილობა ჩრდილოეთურია - 15-45° ფარგლებში. ამ ნალექებზეა შემოცოცებული მენყრული სხეულის ქვემო წელში ეგზოტექტონიკური პროცესებით „დანაოჭებული“ მენყრული სხეულის ზედა მონაკვეთი, რომელიც სუსტად არის დატენიანებული და ახასიათებს ბლოკური გადაადგილება. თუმცა მენყრის ენურ ნაწილში „დატენიანების ეფექტი“ მნიშვნელოვნად იზრდება და ამ მდინარის შუა ნაწილში, სადაც ის საგრძნობლად ვინროვდება და გამომუშავებული აქვს ვინრო ეროზიული ხეობა მენყრული სხეულის ენური ნაწილი თითქმის გადაკიდებულია მასში. არსებობს რეალური საშიშროება იმისა, რომ ატმოსფერული ნალექების დიდი ოდენობით მოსვლის შემთხვევაში შეიძლება კიდევ უფრო გაიზარდოს „დატენიანობის ეფექტი“ და მენყრის ენური ნაწილი მოვიდეს დენად-პლასტიკურ დინამიკაში და არის რეალური საშიშროება იმისა, რომ ამ ნაკადებმა უშუალოდ ჩააღწიოს მდ. უკანახევის კალაპოტში, გადაკეტოს ამ მდინარის ხეობის ეს ნაწილი, რომლის გარღვევას უდავოდ მოჰყვება მნიშვნელოვანი მოცულობის ღვრაყოფების წარმოქმნა თავისი უარყოფითი შედეგებით ქალაქის იმ ზონისათვის, სადაც მდ. უკანახევი გაედინება. მით უმეტეს რომ ამ მდინარის ხეობის მარჯვენა ფერდზე არც ისე მისგან მოშორებით, 2015 წლის ივნისის თვეში წარმოიქმნა მნიშვნელოვანი მოცულობის კლდეზვავი, რომელიც ასევე უნდა იყოს გამონვეული თბილისის სივრცეში ბოლო პერიოდში წარმოქმნილი მიწისძვრებით (სურ. 41-42).



სურ. 41



სურ. 42

თბილისის სივრცეში ასევე მრავალია ისტორიული ტექტოსეისმოგენური მენყრები - ახალდაბის, ქვემო წყნეთის, საცხენისის, ნორიოს, კოჯრის და მრავალი სხვა. მათ შორის, ქალაქის სივრცეში 2015 წელს მომხდარი გეოლოგიური კატასტროფებიდან გამომდინარე განსაკუთრებულ ადგილს იკავებს მდ. ვერეს აუზში არსებული ახალდაბის მენყრულ-გრავიტაციული ბლოკი, რომელიც უდავოა წარმოიქმნა ბევრად ადრე, ვიდრე მასზე დასახლდებოდა-სოფ. ახალდაბის მოსახლეობა. ახალდაბის გრანდიოზული (არანაკლებ 30 ჰა) ტექტოსეისმოგენური მენყრული ბლოკი მდებარეობს მამადავითის ანტიკლინური ქედის ჩრდილო კალთის შუა ნაწილში, რომელიც წარმოიქმნა ზედა ეოცენის ტერიგენული ფლიშისა და ტერიგენული ზღვიურ-მოლასური ფორმაციის ტექტონიკურად ძლიერ აშლილი სუბსტატის ტექტომორფულ რელიეფში. მისი რელიეფი ბლოკურ-საფეხურებიანი მორფოლოგიით გამოირჩევა და დანაწევრებულია 10-20მ სიღრმის მცირეწყლიანი მდინარეთა „V“-ებური ჩაჭრის ხეობებით.

2015 წლის გეოლოგიური კატასტროფების დროს საკუთრივ ტექტოსეისმოგენური ბლოკი დინამიკაში არ მოსულა. თუმცა სოფლის ტერიტორიაზე გამოფიტვის ზონაში და ფერდობულ

ნალექებში მდინარეთა ხეობებში და ხევებში წარმოიქმნა მრავალი ღვარცოფი და ზედაპირული მენყრები, რითაც ძლიერი დაზიანება მიიღო სოფლის მოსახლეობამ და დაინგრა ადგილობრივი გზები (სურ. 43-46).



სურ. 43



სურ. 44



სურ. 45



სურ. 46

ისტორიული მენყრების უმრავლესობა, როგორც არის მამკოდის, რომელიც 70-ან წლებში „გაცოცხლდა“ და იძულებული შეიქმნა იქ არსებული მოსახლეობა გადაყვანილი ყოფილიყოს ახალ ადგილზე. ასევე პერიოდულად აქტიურდება საცხენისის მენყერი, რომელიც უშუალოდ „ცოცხალი რღვევის“ ზონაშია მოქცეული და საშიშროებას უქმნის იქ არსებულ „საცხენჭესის“ ნაგებობას, ამჟამად ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობაშია და არ მოსულა დინამიკაში თბილისის 2002 მაღალი ენერჯის მინისძვრების დროსაც.

თბილისის ტერიტორიაზე ბოლო პერიოდში ე.წ. „თანამედროვე სეისმოტექტონიკური“ მენყრულ-გრაფიტაციული მოვლენებიდან საგრძნობლად შეიმჩნევა მათი გააქტიურება, განსაკუთრებით თბილისის სივრცეში და მის გარეუბნებში წარმოქმნილი მინისძვრების შედეგად 2000-2005 წლებში, ასეთებია: ღოუბანის-2000წ დეკემბერში 6 ბალიანი მინისძვრები, რომელიც უშუალოდ ქალაქის სივრცეში დაფიქსირდა 5 ბალში; თბილისის ცენტრში 2002 წლის 25 აპრილის 3 კმ სიღრმეზე წარმოქმნილი 4,3 მაგნიტუდის და 7 ბალის ინტენსივობის; კიკეთის-2011წ.

09.02 და 2013წ 0,8-0,4-2,6 და 2,5 მაგნიტუდის; გლდანის ტბასთან-2013წ-3,1 მაგნიტუდის; სართიჭალის-2015წ-06,01- და სართიჭალის სამხრეთით-2015წ 05,27-2,5 მაგნიტუდის.

თბილისის სივრცეში არსებული თითქმის ყველა თანამედროვე სეისმოგრაფიკული მენყრები მეტ-ნაკლებად აქტიური დინამიკის რეჟიმში იმყოფებიან. მათგან განსაკუთრებით საყურადღებოა მდ.გლდანისწყლის აუზში წარმოქმნილი მენყრულ-გრაფიკაციული მოვლენები, სადაც გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგიის დეპარტამენტის მიერ კარტირებულია 12 მოვლენა, რომელთა საერთო მოცულობა 132 ჰა-ს აღემატება, ხოლო ზოგიერთი ცალკეული სხეულების-36-45 ჰა-ს. (8).

უდავოა, რომ არ ჰქონებოდა ადგილი თბილისის სივრცეში 2000-2015 წლებში წარმოქმნილ სხვადასხვა ენერგეტიკული სიძლიერის ზემოთ აღნიშნულ მიწისძვრებს და მათგან გამონვეულ ტექტოსეისმოგრაფიკაციულ მოვლენებს, რომლებმაც პირველყოვლისა გამოიწვიეს გეოლოგიური მასივის ენერგეტიკული დამუხტვა, არ ექნებოდა ადგილი მდ. ვერეს აუზში კატასტროფული შედეგის მომტან ისეთი სიძლიერის ღვარცოფებს, რომელიც წარმოიქმნა 2015 წლის 13-14 ივნისს.

#### 11.2.4 სუფოზიური მენყრულ-გრაფიკაციული მოვლენები

სუფოზიური მენყრულ-გრაფიკაციული მოვლენების შესახებ მონაცემები კავკასიის რეგიონში, კერძოდ საქართველოში სამეცნიერო ლიტერატურაში უკიდურესად მწირია. ამასთან, მათი წარმოშობის გეოლოგიური პირობები და გეოგრაფიული გავრცელების არეალები მკვეთრად გამიჯნულია. სუფოზიური მენყრების ქვეშ ვიხილავთ იმ მოვლენებს, რომლებიც წარმოიქმნებიან სტრუქტურულად და ფილტრაციულად არამდგრად დანალექ ქანებში.

სუფოზიურ პროცესებს ახასიათებთ ორგვარი ბუნება: როგორც ქიმიური პროცესი, როდესაც მიმდინარეობს ქანში არსებული ხსნადი მინერალების გახსნა და გამოტანა მიწისქვეშა წყლებით ე.წ. „ქიმიური სუფოზია“ და როგორც პროცესი -მექანიკური, როდესაც მიმდინარეობს მიწისქვეშა წყლების მიერ სტრუქტურულად არამტკიცე ქანების დაშლა-წარეცხვა და გამოტანა მისი წვრილი ნაწილაკების - „მექანიკური სუფოზია“.

მექანიკური სუფოზიის პირობებში ფილტრაციულად არამდგრად ქანებში მიწისქვეშა წყლების თავისუფალი მოძრაობის რეჟიმის დროს მათი კონტაქტური მოქმედების სივრცეში მიმდინარეობს შემხები ქანების სტრუქტურების მექანიკური დაშლა და გატანა, რომელთა ადგილზე დეფორმირებადი ჰორიზონტის ზონაში ქანების სტრუქტურის ჰიდროდინამიკური დაშლით წარმოიქმნება მიწისქვეშა წყლების მოძრაობის თანმხვედრი თავისუფალი სივრცეები, უმეტეს შემთხვევაში დახურული მიწისქვეშა სიცარიელების სახით (გალერეა, არხები, მღვიმეები), სადაც შემდეგში მიმდინარეობს მათი თაღების გრაფიკაციული ჩამოშლა-ჩამოქცევა, რომელთა ადგილზე შემდეგში წარმოიქმნება ოპტიმალური პირობები ხრამების წარმოსაქმნელად, ხოლო ხშირად მათ ბორტებზე ჩამოყალიბდება ბლოკურ-ცოცვითი და დენად-პლასტიკური მენყრები, სადაც შემდეგ ეტაპზე მენყრების განვითარება მიმდინარეობს რეგრესიულად.

სუფოზიური პროცესების ინტენსივობა და მენყრული მოვლენების განვითარება დამოკიდებულია ადგილის გეოლოგიური გარემოს სენსიტიურობა-მგრძობელობაზე, ხოლო მათი ინტენსივობის ხარისხი კი შემდეგ გარემოებაზე: 1) ამგებელი ქანების შედგენილობა, მათი ფიზიკურ-მექანიკური და რეცეპტორული თვისებები მიწისქვეშა წყლების კონტაქტურ ზონაში მოქ-

ცეული ქანების მექანიკური დაშლა-ნარეცხვისა თუ ქიმიურად გახსნის ხარისხზე, როგორცაა ქანების მინერალური და გრანულომეტრიული შედგენილობა, სტრუქტურული მდგრადობა, წყალმდეგობა და ხსნადობა; 2) სუფოზიური პროცესებისადმი მიდრეკილი ქანების არსებობა მორფოლოგიურად შესაბამისი რელიეფის ენერგეტიკული პოტენციალით, რომელიც ქმნის ხელსაყრელ გარემოს წყლების ფილტრაციისა და მათი მოძრაობის ხარისხის გრადიენტებზე კონტაქტის ზონაში; 3) მიწისქვეშა წყლების კვების წყაროებზე და მათი მოძრაობის პირობებზე (ლამინალური, ჭავლური და ა.შ.)

სუფოზიური პროცესების შედეგად მიწისქვეშა წყლების მოძრაობის კონტაქტური ზონის სივრსეში წარმოიქმნება სხვადასხვა მორფოლოგიური (უმეტესად დახურული ბუნების) - არხები, მღვიმეები და სხვა სახის, ფორმები. გამომუშავებულ სიცარიელებში ჭერის განსხვავებული მდგომარეობიდან გამომდინარე, დროის სხვადასხვა პერიოდში ხდება მათი გრავიტაციული ჩამოქცევა და ჩამოშლა, რომელიც შემდეგში სანინდარი ხდება ხრამების წარმოქმნის, ხოლო მათ ბორტებზე უმეტეს შემთხვევაში დენად-პლასტიკური და ბლოკურ-ცოცვითი მენყრების განვითარება. მენყრული პროცესების განვითარების შემდგომ ციკლში კი მოვლენები შეიძლება განვითარდეს რეგრესულ რეჟიმში.

საქართველოში სუფოზიური მენყრები გვხვდება მხოლოდ მისი აღმოსავლური სეგმენტის მთათაშორისი დეპრესიის მდ.მდ მტკვრისა და ალაზნის ფარგლებში, ივრის ზეგნის სივრცეში, ნაწილობრივ მცირე კავკასიონის დაბალმთიანი ართვინ-ბოლნისის ზონაში და თბილისის ტერიტორიაზე.

სუფოზიური პროცესები და მათთან დაკავშირებული მოვლენები გეოლოგიურად უმეტესად დაკავშირებული არიან მეოთხეულის დელუვიურ და ალუვიურ-ტბიური ნალექების კარბონატულ თიხნარ-ქვიშნართან, ლიოსისებურ ნალექებთან და ნეოგენის მოლასური ფორმაციის კარბონატული და თაბაშირიანი ქვიშიან-თიხიანი, ნახევრად ფხვირი კონგლომერატებისა და უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვების ფაციესის წყებებთან.

კონკრეტულად თბილისის ტერიტორიაზე სუფოზიური პროცესები და მათთან დაკავშირებული მენყრული მოვლენები და ჩაქცევები გვხვდება მდ.მტკვრის ქვაბულის ორივე მხარეზე მაღალი ტერასების საზღვრებში.

თბილისის ტერიტორიაზე სუფოზიური პროცესების საწყისი ეტაპი იწყება მიწისქვეშა წყლების გავრცელების ზონაში გეოლოგიური აგებულების რემიდაციულ-რეცეფტორული თვისებების, რელიეფის ენერჯის, მიწისქვეშა წყლების მოძრაობის მიმართულების (ჩრდილო-აღმოსავლური, ჩრდილოეთური და ჩრდილო-დასავლური) და წყლების გავრცელების მიხედვით. საკუთრივ სუფოზიური პროცესების აქტივობის ენერგეტიკული პოტენციალი დამოკიდებულია გეოლოგიური გარემოს სისტემის ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი კომპონენტის რემიდაციულ-რეცეფტორული თვისებების სინკრეტულ სინერჯიზმში მოქმედების ხარისხზე.

მდ.მტკვრის მარცხენაპირეთში მცირეფართობებისა და სიმძლავრის მენყრები მრავლად გვხვდება მდინარეთა ტერასების საფეხურებში. რაც შეეხება ჩაქცევებს, მათგან აღსანიშნავია გლდანის დიდი და პატარა ტბები, რომელთა წარმოშობა უნდა უკავშირდებოდეს სუფოზიურ პროცესებს და შესაბამისად მათი სიღრმეები უნდა მერყეობდეს 1,8-2,4 და 1,1 საზღვრებში, სადაც გლდანის დიდი ტბის ფართობი აღწევს 0,31 მ<sup>2</sup>-მდე.

მდ. მტკვრისა და მდ.გლდანისწყლის ტერასებისა და ვაკე-ბორცვიანი რელიეფის სივრცის მორფოლოგიაში ნათლად იკვეთება სუფოზიური პროცესებით ტრანსფორმირებული რელი-

ეფი-ხრამების, სუფოზიური ჯდენებისა და მენყრული მოვლენების წარმონაქმნებით.

თბილისის ტერიტორიაზე სუფოზიური პროცესებისა და მათთან დაკავშირებული მოვლენების კლასიკურ მაგალითად გამოგვადგება მდ.მტკვრის მარჯვენაპირეთის მუხათგვერდის მეოთხე და მეხუთე ტერასების სივრცეში არსებული მორფოდინამიკური ფორმები, რომელიც მოქცეულია 530 და 676 მეტრის აბსოლუტური სიმაღლეთა სხვაობის სივრცეში და მისი 16 ჰა-მდე ფართობი ძლიერ ტრანსფორმირებულია სუფოზიური პროცესებით და მათგან წარმოქმნილი მოვლენებით. ამასთან, ამ სივრცის მნიშვნელოვანი ნაწილი დაკავებული აქვს მუხათგვერდის სასაფლაოს.

სუფოზიური პროცესების საწყისი ეტაპი იწყება ან ჩაქცევებით და ბორტების სტატიკური ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობიდან გამოსვლით და მათ ზედაპირზე ხრამებისა და მენყრული მოვლენების განვითარებით. ამის მკაფიო მაგალითი გვაქვს მუხათგვერდის ტბის სახით და მის სამხრეთ ბორტზე განვითარებული მენყრებით (სურ. 47).

მუხათგვერდის სუფოზიური პროცესები და მოვლენები დაკავშირებულია ალუვიურ-ტბიური და ლიოსისებური თვისებების მქონე დელუვიური თიხნარ-ქვიშნართან და მსუბუქ თიხებთან და სხვადასხვა სიდიდის კენჭნარის ჩართულობასთან.

უმეტეს შემთხვევაში სუფოზიური პროცესების საწყისი ეტაპი იწყება მიწისქვეშა წყლების ზონაში მათი მოძრაობისა და მიმართულების მიწისქვეშა არხების გამომუშავებით. შედეგად რელიეფის მორფოლოგიური პირობებიდან გამომდინარე სამი მიმართულების არხებთან გვაქვს საქმე- ჩრდილო-აღმოსავლურის, ჩრდილოეთურის და ჩრდილო-დასავლურის. მათგან, ჩრდილოეთის და ჩრდილო-დასავლური მიმართულების სუფოზიურ პროცესებს უმეტესად თან სდევს ხრამების ფორმირება მენყრების და მენყრული საფეხურების სახით, ხოლო ჩრდილო-აღმოსავლურის მიმართულებით სუფოზიური დახურული არხებისა და მნიშვნელოვანი მოცულობის მღვიმეების ფორმირება და შემდგომში მათი თაღების ჩამოქცევა, ღია ნაპრალების წარმოქმნა და ბლოკურ-ცოცვითი მენყრების განვითარება, უმთავრესად რეგრესული ხასიათის (სურ. 48)



სურ. 47



სურ. 48

## 11.2.5 ტექნო-ანთროპოგენური მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენები

როგორც მონოგრაფიის თავში - „ეგზოგეოლოგიური პროცესებისა და მოვლენების წარმოქმნა-განვითარების განმაპირობებელი მთავარი ფაქტორებისა და მათი შეფასების მეთოდოლოგიაში“ აღვნიშნავდით, მაღალი ურბანიზაციის დასახლების სივრცეში ბუნებრივად მიმდინარე ეგზოგეოდინამიკური პროცესების წარმოქმნის გვერდით, განსაკუთრებით მენყრულ-გრავიტაციული მოვლენების სახით, ერთ-ერთ წამყვან ადგილს იკავებს ტექნო-ანთროპოგენური ზემოქმედების ენერგეტიკული პოტენციალი. ამ მხრივ, თბილისის ტერიტორია დიდი ქალაქების რიგში ერთ-ერთ დაძაბულ რეგიონს წარმოადგენს, სადაც კლიმატოგენურ-კონსისტენტური მენყრული პროცესების გვერდით, ერთ-ერთი წამყვანი ფაქტორის ფუნქციას ასრულებს მენყრების და საერთოდ მენყრულ-გრავიტაციული პროცესების წარმოქმნა-გააქტიურებაში, სადაც ტექნოგენური ფაქტორი სულ ცოტა 60-70% იკავებს.

ქვემოთ მოვიყვანთ რამდენიმე მაგალითს თბილისის სივრციდან ბუნებრივ-ტექნოგენური ქმედებებით გამოწვეულ რამდენიმე მენყრული მოვლენის დახასიათებას.

შეშელიძის მენყრის მოკლე დახასიათებას ვიძლევიტ სააქციო საზოგადოება „საქტრანსპორტის“ შ. ლლონტი, შ. მინაძე) და გარემოს ეროვნული სააგენტოს ( მ. გაფრინდაშვილი, გ. გაფრინდაშვილი, ნ. ქებულაძე, შ. ლობჯანიძე) კვლევებზე დაყრდნობით

**შეშელიძის მენყერი,** მდებარეობს ძეძვი-მახათას ამაღლების ჩრდილო-დასავლური დაბოლოების მდ. ხევძმარის შენაკად ხევებს შორის არსებულ წყალგამყოფზე მდ. მტკვრის III ტერასის საფეხურის ძირში. შეშელიძის მენყრის წარმოქმნაში გადამწყვეტი ადგილი ეკუთვნის გლდანის მასივისაკენ მიმავალი ტრამვაის ხაზის გაყვანის დროს, ფერდობის ძირის ჩამოჭრას, რასაც მოჰყვა გრავიტაციული ენერგიით დამუხტული გეოლოგიური სხეულის კრიტიკულ დაძაბულობამდე გაზრდა და ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობიდან ფერდობის გამოყვანა. დროთა განმავლობაში მენყრული პროცესი პერიოდულად აქტიურდებოდა და განიცდიდა რეგრესულ განვითარებას თანდათანობით. 80-ანი წლების დასაწყისში ამ ფერდობის თხემურ ნაწილში აიგო სამი 16 სართულიანი საცხოვრებელი სახლი. ამავე დროს 5<sup>ა</sup>-ს სახლის მშენებლობის დამთავრებიდან მალე აღმოჩნდა, რომ ამ სახლის სარდაფი იტბორებოდა გრუნტის წყლებით. 80-ანი წლის ბოლოს სარდაფი უკვე დაიტბორა მთელ სიმაღლეზე და დაიწყო გაძლიერებული ინფილტრაცია ფერდობულ ნალექებში, რასაც მოჰყვა ისედაც დინამიკაში მყოფი ფერდობის „დატენიანობის ეფექტის“ კრიტიკულ დონემდე გაზრდა და მენყრული პროცესების სწრაფი ზრდა, რის შედეგად 1992 წლისათვის წარმოიშვა ახალი მენყრული სხეული, რომელიც მიუახლოვდა საცხოვრებელ სახლს 17 მეტრზე, რამაც აშკარა საფრთხე შეუქმნა 5<sup>ა</sup> მაღლივ კორპუსს. ამასთან დაკავშირებით განხორციელდა მენყრული პროცესის შემაჩერებელი რიგი ღონისძიებები (კონტრბანკეტი, მიწისქვეშა წყლების რეგულირება, ხიმინჯოვანი კონსტრუქციები). მიუხედავად ამისა ფერდობზე მენყრული პროცესის აქტივობა თითქმის არ შეჩერებულა. უფრო მეტიც, აღინიშნება ფერდობის განყოფანების რეალური ზრდა და „დატენიანების ეფექტის“ მკვეთრი მატება, რაც უდავოა ხელოვნურ დანაკარგებთან უნდა გვექონდეს საქმე. ამას ემატება მენყერსაწინააღმდეგო 9 მ სისქის კონტრბანკეტის არსებობა და შენობებიდან ფერდობის დაძაბულ გრუნტებზე გადაცემული ხვედრითი დატვირთვა, რაც უდავოდ ზრდის, ისედაც

გრავიტაციული ენერგიით დამუხტული გეოლოგიური სხეულის კრიტიკულ დაძაბულობას.

მეწყრული პროცესებით დაძაბულ მდგომარეობაში იმყოფება ფერდობის ამგები დელუვიურ-პროლუვიური და ალუვიური ნალექები და მათი სუბსტრატის ძლიერ გამოფიტული შრეებრივი სუბარგილიტები, რომელთა დახრის კუთხე  $40-45^{\circ}$  შეადგენს, ხოლო დაქანებულია ჩრდილო-აღმოსავლეთით  $70-80^{\circ}$ -ს აზიმუტით. მთლიანობაში მეწყრული პროცესების დაძაბულობაში იმყოფება ფერდობის ამგები ქანების 40 მ სიღრმემდე. მეწყრული ფერდობი ფრონტალური ხასიათისაა, მისი საერთო ფართობი შეადგენს დაახლოებით 8 ჰა-ს. ამ ეტაპზე გეოდინამიკურად უკიდურესად დაძაბულ მდგომარეობაში იმყოფება დაახლოებით 7 ჰა ფართობი. მისი ქვედა ნაწილი ცოცვით-პლასტიკურია, ხოლო ზედა ნაწილი - ბლოკურ-საფეხურებრივი, რომელზედაც აშკარად გამოხატულია 3-4 მ სიმაღლის 4 საფეხური. მისი მოწყვეტის სკარპის სიმაღლე 5 მ-მდეა. მეწყრის ენურ ბაზისს წარმოადგენს საავტომობილო გზა, რომელიც გადის მდ.მტკვრის II ტერასის თავში და ზოგ უბანზე წარმოქმნის მეწყრულ ამონწეხვებს. მეწყრის ცოცვითი სიბრტყე 11 მ სიღრმეზეა და თითქმის ამავე დონეზეა (9,30 მ) გრუნტის წყლები.

გარემოს ეროვნული სააგენტო 2016 წლიდან დღემდე აწარმოებს ინსტრუმენტალურ დაკვირვებას მეწყრული პროცესების დინამიკაზე. საგულისხმოა, რომ ინსტრუმენტალური დაკვირვებების დაწყებიდან მეწყრული სხეულის საერთო ჰორიზონტალურმა გადაადგილებამ შეადგინა 8,9 მ, ხოლო მის შუა ნაწილში გეგმით სიმაღლითი გადაადგილების ამპლიტუდამ 5-6 მ-ს მიაღწია.

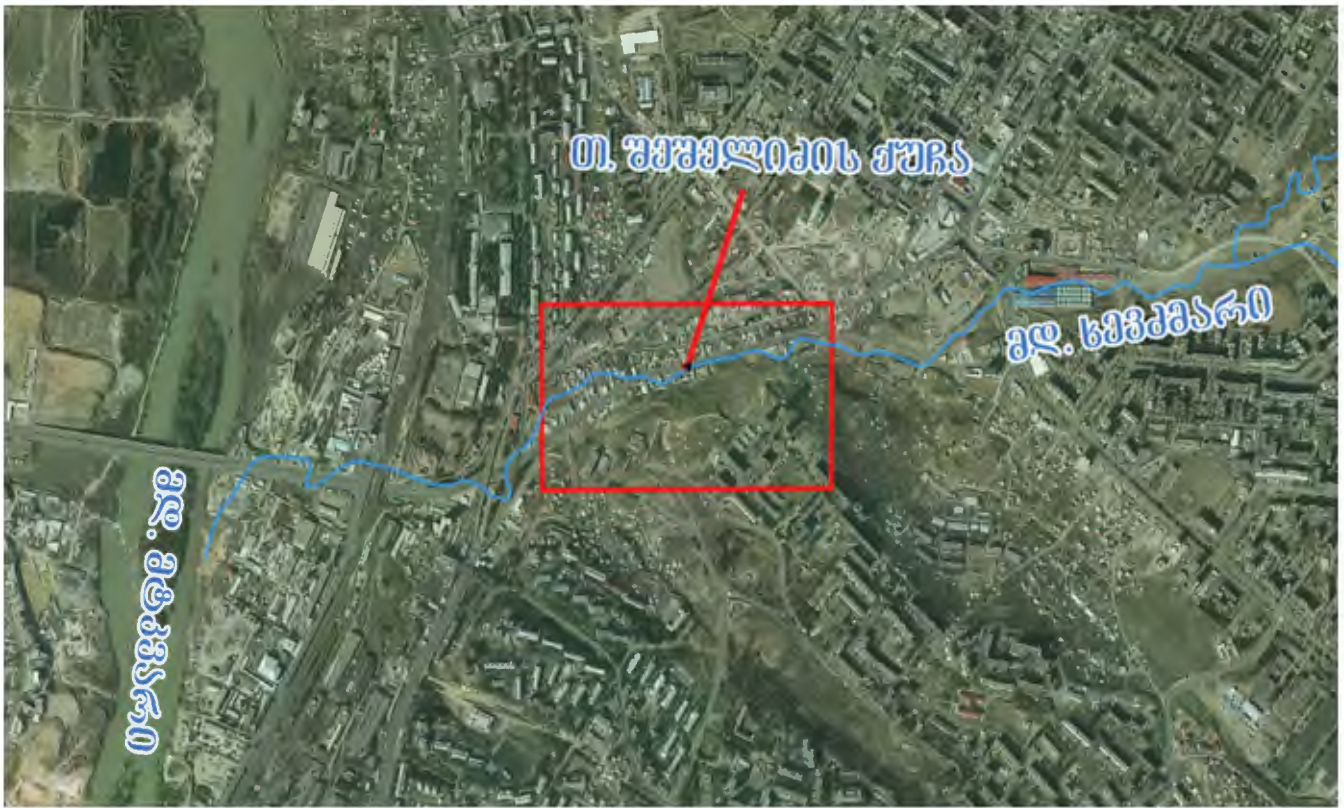
ვითვალისწინებთ შექმნილ მძიმე მდგომარეობას ტერიტორიის იმ ნაწილზე, სადაც სიტუაცია უკიდურესად გართულებულია, მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებების გატარებამდე, სამშენებლო და სხვა ტიპის აქტივობების განხორციელება დაუშვებლად მიგვაჩნია (სურ. 49-54).



სურ. 49



სურ. 50



სურ. 51



სურ. 52



სურ. 53



სურ. 54

ბუნებრივ-ანთროპოგენური ზემოქმედების შესანიშნავ მაგალითს წარმოადგენს აგრეთვე თბილისის საერთაშორისო მნიშვნელობის შემოვლითი საავტომობილო საერთაშორისო გზა, რომელიც მდებარეობს გლდანის მასივიდან აღმოსავლეთით 3 კმ-ის დაშორებით ნამგალას ლელესა და მისი მარცხენა შენაკადის ხეობაში. საპროექტო ტრასა სამხრეთ-დასავლეთიდან ესაზღვრება ხევძმარისა და ნამგალს წყალგამყოფს ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან-სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით წაგრძელებული სერი, რომლის ბრტყელი მომრგვალებული ფორმის თხემური ნაწილის სიმაღლე ადგილობრივი ეროზიის ბაზისიდან მხოლოდ 150 მ-ით მაღლდება, ჩრდილო-აღმოსავლეთით კი ტრასა ესაზღვრება, მდ.მდ. ხევძმარისა და გლდანისწყლის წყალგამყოფს. მთლიანობაში ტრასა გადის ვაკე-ბორცვიანი რელიეფის ზონაში, რომლის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობენ მაიკოპისა და მიოცენის ზღვიურ-ტერიგენული ფორმაციის ნალაქების წყებები, რომლებიც განსაკუთრებით მგრძნობიარეა ეროზიულ-გრავიტაციული და მენყრული პროცესებისადმი. რელიეფის ფორმირება, რომელიც შესაბამისი გეოტექტონიკური რეჟიმის პირობებში მიმდინარეობდა დაბალი ნეოტექტონიკური აზევებისა და ეროზიულ-გრავიტაციული პროცესების სინერგიზმში ამგებელი ქანების მაღალი რეცეპტორული და კონვერსიული თვისებების საერთო ფონზე, გამოიწვია მენყრული მოვლენების ფართო მასშტაბით განვითარება და გეომორფოლოგიური თვალსაზრისით შექმნა ტიპური მენყრულ-ეროზიული ბორცვიან-საფეხურებრივი რელიეფის ფენომენი.

ამ ტერიტორიის გეოლოგიური განვითარების შემდეგ ეტაპზე ეროზიული პროცესებისა და შესაბამისად გრავიტაციული ენერჯის შესუსტების საერთო ფონზე მენყრულმა რელიეფმა თანდათანობით დაიბრუნა პირველადი ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობა, ხოლო სუბსტრატის ქანებმა მიიღეს „მოჩვენებითი“ პირველადი სახე.

ამრიგად, აღმოჩნდა, რომ პროექტით შერჩეული გზის ტრასის მნიშვნელოვანი სივრცის რელიეფის მორფოლოგია, და მისი ამგები სუბსტრატი არ წარმოადგენდა მის საწყის პირველად სახეს, ამიტომაც მოხდა, რომ როგორც კი ტექნიკა შეეხო იქ არსებულ რელიეფს და მის ამგებ ქანებს გრავიტაციულმა ენერჯიამ „არ დააყოვნა“ მენყრული პროცესების განახლებასთან მიმართებაში.

ანთროპო-ტექნოგენური გენეზისის მენყრის კარგ მაგალითს წარმოადგენს სოფ. გლდანის ტერიტორიაზე მდ. გლდანულას ხეობის მარჯვენა ფერდობზე განვითარებული მძლავრი მენყერი, რომელიც წარმოიქმნა თბილისის შემოვლითი საავტომობილო გზის მშენებლობის პროცესში, მოიცვა ფერდობის 3 ჰა-ზე მეტი ფართობი და მთლიანად დაანგრია 4 მაღალი ძაბვის ელექტრო-გადამცემი ანძა.

არავითარ შემთხვევაში არ წარმოიქმნებოდა იმ გეოლოგიურ მასივში მენყერი, რომელიც აგებულია ნეოგენის კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი მდგრადი ქანებით, სწორად რომ ყოფილიყო გეოლოგიურად შეფასებული 12მ-ს სიღრმეზე არსებული 50სმ-ს სიმძლავრის შუაშრის სახით წარმოდგენილი არგილიტის ფენა, რომელიც როგორც კი გაიხსნა ჭრილი ამ სიღრმეზე გრავიტაციული დატვირთვის ენერგიით გამოწვეული იქნა, რამაც გამოიწვია მძლავრი მენყრულ-კლდეზვავური მასის წარმოქმნა.

თბილისის ტერიტორიაზე ანთროპო-ტექნოგენური მენყრის კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს ასევე გლდანის რაიონში ლიბანის ქუჩის N6-ში მე-20-ე საუკუნის 80-იან წლებში წარმოქმნილი მენყერი, რომელმაც მწყობრიდან გამოიყვანა 9 სართულიანი საცხოვრებელი სახლი და დიდი საშიშროება შეუქმნა სკოლის შენობას, რომლის მდგომარეობის შეფასება სთხოვა ქალაქის მერიამ გარემოს ეროვნულ სააგენტოს 2015 წელს. ამ პერიოდის შეფასებით (ე.წ. ნერეთელი, ზ. კვარაცხელია, შ. ლობჯანიძე) აღმოჩნდა, რომ მიუხედავად გატარებული სხვადასხვა სახის ღონისძიებებისა (მათ შორის ბურღსატენი ხიმინჯები, საყრდენი კედლები, ზედაპირული ნყლების ნაკადგამტარი და სხვა.) მენყრული სხეულის ცალკეული უბნები დღემდე არაერთგვაროვან დინამიკაში იმყოფებიან (პირობითად მდგრადიდან აქტიურის ჩათვლით) და განიცდიან რეგრესიულ განვითარებას, რომლის ფართობმა 7 ჰა-ს მიაღწია. მენყრული სხეულის ენამ მიაღწია საცხოვრებელი სახლის პირველი სადარბაზოს მე-2-ე სართულის დონემდე, ხოლო სკოლის აღმოსავლეთ კედელთან მოხდა მენყრული სხეულის გამონნეხვის ზვინულის ფორმირება. ამჟამად მაღალი საშიშროების ზონაში იმყოფება არა მარტო ზემოთ აღნიშნული ნაგებობები და მენყრული სხეულის კონტურში არსებული მაღალი ძაბვის ანძები, არამედ მისი რეგრესიული განვითარებიდან გამომდინარე მომავალში საშიშროების რისკის ზონაში შეიძლება აღმოჩნდეს მდ. მტკვრის მაღალი ტერასის (IV) პლატოზე არსებული მაცხოვრებლები, მათი საკარმიდამო ნაკვეთები და ინფრასტრუქტურის ობიექტები.

ლიბანის მენყერი განვითარებულია მდ. მტკვრის მესამე ტერასის სივრცეში და ნაწილობრივ მოცული აქვს მეოთხე ტერასის საფეხური. მენყერი განვითარებულია ქვედა მიოცენის თხელმრეებრივ არაკარბონატულ დაფიქლებულ ფიქლებში და კვარცარკოზული ქვიშაქვების ნყებებში, რომელიც ზემოდან დაფარულია მეოთხეულის ალუვიურ-დელუვიური ნაფენებით.

საგულისხმოა, რომ აღნიშნულმა რელიეფმა ტერასის მორფოლოგიური განვითარების ციკლის დამთავრების შემდეგ მიიღო ჰომეოსტატიზმის დაყარებული წონასწორობის მდგომარეობა, რომლის ზედაპირის გარდაქმნაში დომინირებდა არა გრავიტაციული, არამედ ფართობული ეროზია-დენუდაციის პროცესები. ამიტომ ამ ტერიტორიის არსებული ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობიდან გამოყვანა და მენყრული პროცესების წარმოქმნა შეეძლო მხოლოდ ანთროპო-ტექნოგენური ფაქტორების ზემოქმედების არამართებულად წარმართვას - მაღალი სენსიტიურობისა და რეცეპტორული თვისებების მქონე ქანების განწყლოვანება და „დატენიანების ეფექტის“ ენერგეტიკული პოტენციალის ძვრის წინააღობის კრიტიკულ დონემდე გაზრდა და სამშენებლო მოედნის ორგანიზების მიზნით ფერდობის ამგები ქანების ძირის არამართობა.

მიერი ჩამოჭრა.

დღეისათვის მენყრული მოვლენებით მოცული რელიეფის მორფოლოგია ძლიერსახეცვლილია. მენყრული სხეულის კონტურში ცალკეულ უბნებში ზედაპირის დახრილობა იცვლება 10-დან 45° საზღვრებში, მკვეთრად იკვეთება მენყრული პროცესებით სხვადასხვა დროს წარმოქმნილი 3-5 მ. სიმაღლის საფეხურები და მათ მიერ შექმნილი დებრესიული ჩადაბლებები და გრუნტის ნყლების განტვირთვის უბნებში ჭანჭრობები და დაჭაობებული ადგილები ტბორებით, მენყრული სხეულის ქვედა ზონაში ფიქსირდება აგრეთვე 3-5 მ-ის და მეტი სიმაღლის ამონწეხვის ზვინულები (სურ. 55-57).



სურ. 55



სურ. 56



სურ. 57

ტექნოგენური მენყრებისა და ხრამების განვითარების ფართო სპექტრი წარმოიქმნა აგრეთვე თბილისის შემოვლითი ახალი სარკინიგზო ხაზის გაყვანის პროცესში უმოკლეს პერიოდში ხელოვნურად დამუშავებულ ფერდობზე, სადაც მიმდინარეობს მათი პროგრესული ზრდა (სურ. 58-59).



სურ. 58



სურ. 59

### 11.3 გრავიტაციული კლდეზვავ-ქვათაცვენები

თბილისის ტერიტორიის სივრცეში მენყრულ-გრავიტაციული პროცესების გვერდით, სადაც მათი წარმოშობის მექანიზმში მთავარ როლს ასრულებს დეფორმირებადი ფერდობების „დატენიანების ეფექტით“ გამოწვეული ძვრის წინააღმდეგობის პარამეტრების დაწევა იმ კრიტიკულ დონემდე, რომლის დროსაც გეოლოგიურ მასივში არსებული გრავიტაციული ენერგია გამოიყვანს ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობიდან და გადავა შესაბამისი მოვლენის წარმოქმნაში, ცალკე განხილვის საგანს წარმოადგენს გეოლოგიურ მასივში საკუთრივ გრავიტაციული ენერგიით გამოწვეული ქვათაცვენები და კლდეზვავები, რომლებიც წარმოიქმნებიან, როგორც ბუნებრივად ადამიანის ჩარევის გარეშე, ასევე ტექნოგენური ზემოქმედებით გეოლოგიურ მასივზე. გრავიტაციული ქვათაცვენა და კლდეზვავები დამახასიათებელია გეოლოგიური მასივებისათვის, რომლებიც აგებული არიან კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანებით და რელიეფის მაღალი ენერგეტიკული პოტენციალით (20<sup>0</sup>- ზე მეტი დახრილობით).

ქვათაცვენა მიეკუთვნება გრავიტაციული მოვლენების იმ ჯგუფს, სადაც ძირითადი ქანებით აგებული გეოლოგიური მასივის ფერდობებზე და ფერდობზე ზედაპირის გაშიშვლებული ტექტონიკურად აშლილი და ფიზიკური გამოფიტვით ინტენსიურად დანაპრალიანებული ქანები კარგავენ მდგრადობას და გრავიტაციული ენერგიის ზეგავლენით ხდება მათი ჩამოშლა-ჩამოცვენა და ჩამონაშალის შლეიფების სახით დაგროვება ფერდობის ძირიდან ზევით. ქვათაცვენა იწყება ფერდობებზე და ფერდობზე რელიეფის ზედაპირის 20-45<sup>0</sup> დახრილობის ფარგლებში, რომლის ზემოთ გრავიტაციული ქვათაცვენები გადადიან კლდეზვავებში. სწორედ ამ მდინარეთა ხეობებში წარმოქმნილი გრავიტაციული ხასიათის გეოლოგიური პროდუქტები წარმოადგენს მათში ტრანსფორმირებადი ღვარცოფმაფორმირებადი კერების ფორმირების გამსაზღვრელ წყაროს და იმისდა მიხედვით თუ როგორი ინტენსივობით მიმდინარეობს ძირითადი სუბსტრატის გამოფიტვის პროცესები, შესაბამის აქტივობაში გამოისახება ღვარცოფების ფორმირება. ამასთან, მათი გრავიტაციული ენერგიის პოტენციალი გეომეტრიული პროგრესიით იზრდება, როგორც სუბსტრატის ქანების მდგომარეობასთან მიმართებაში გა-

მოფიტვის პროცესთან დაკავშირებით და რელიეფის ენერჯიის პოტენციალით (გამონატული ფერდობების დახრილობით და შეფარდებითი სიმაღლეებით), ასევე დამოკიდებულია მდინარეთა წყალშემკრები აუზების ქანების სუბსტრატის ზედაპირული გამიშვლევების ხარისხზე და მათ სენსიტიურ განწყობაზე გამოფიტვის პროცესებისადმი და შესაბამისად ღვარცოფმაფორმირებელი კერების გეოლოგიური პროდუქტით უზრუნველყოფაზე, რასაც განაპირობებს ამგებელი ქანების სენსიტიურობა, განპირობებული გამოფიტვა-დენიდაციური პროცესებისადმი. რეჟიმულ-სტაციონალური კვლევებით თბილისის ტერიტორიის ამგებელი ქანებისათვის დადგენილია, რომ დენუდაცია-გრავიტაციული და ეროზიული პროცესებისადმი მდგრადობის შეფასების კრიტერიუმები გეოლოგიურ მასივში შემდეგი სახით ნაწილდება: პლიოცენის კონტინენტური მოლასები -  $1\text{მ}^2\text{-ზე}$  - საშუალოდ  $5,3$  კგ -მი, ზედა ეოცენის ტერიგენულ-ფლიში საშუალო და დაბალი მდგრადობის- $1\text{მ}^2\text{-ზე}$  -  $3,79$  კგ-მი; შუა ეოცენის ვულკანოგენურ-დანალექი ფორმაციის ქანები - საშუალო და მაღალი მდგრადობის- $1\text{მ}^2\text{-ზე}$  -  $0,5$  კგ-მი. ამ მხრივ გამოირჩევიან საშუალო მთიან ზონაში არსებული მდინარეთა აუზები-ვერე, დილმისწყალი, გლდანულა და კრნანისის-ხევი (ტაბახმელასწყალი) და მათ ხეობებში წარმოქმნილი ქვათაცვენები და კლდეზავები. ამ მდინარეთა აუზებში გამოშუშავებულ ხეობებს ახასიათებთ ღრმად ჩაჭრილი სუბსექვენტური ვიწრო ხეობები, უმეტესად თანხვედრილი დაბალი მდგრადობის ქანების წოლის ელემენტებთან, ხოლო მათ ამგებ ქანებს ინტენსიური ტექტონიკური აშლილობა, გამოფიტვის ზონაში ფირფიტებად დაშლა (კლივაჟური ტექსტურა) და გრავიტაციული ექსპოზიციის განახლება, ანუ „ინტენსიური დენუდაციის ფუნქცია“, სადაც ადგილი აქვს დაშლილი ქანების დიდ რაოდენობრივ გადაადგილებას მოცულობების ერთეულებში და დროში. ხსენებული მდინარეთა აუზების, როგორც ტიპური მთის მდინარეების ამგებელი ქანების ტექტონიკური აშლილობა და მათი მაღალი მგრძობიარობა გამოფიტვა-დენუდაციური პროცესებისადმი და გრავიტაციული ენერჯიის ფუნქცია ფერდობებზე დაგროვილი დენუდაციური მასის გადატანაში და ქვათაცვენა-კლდეზავების წარმოქმნაში თბილისის სივრცეში იკავებენ განსაკუთრებულ ადგილს არამარტო გრავიტაციული მოვლენებისადმი, არამედ იქ ფორმირებული ყველა სახის ეგზოგეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების მხრივ. ამავე დროს, აღსანიშნავია, რომ საკუთრივ მდინარეების ღრმად ჩაჭრილი ხეობების ვიწრო ქარაფოვან ფერდობებზე გრავიტაციული ქვათაცვენებისა და კლდეზავების წარმოქმნაში, ტექნოგენური ზემოქმედების ნიშნები თითქმის არ ეტყობა. თუმცა მათ საპირისპიროდ ამ მდინარეთა აუზების ფართო წყალშემკრები სივრცის ფარგლებში მნიშვნელოვან ადგილს იკავებს ანთროპოგენური ფაქტორი - ტყის უსისტემო ჩეხვა და გადაძოვებით გამოწვეული ბუნებრივი ლანდშაფტის დეგრადაცია, რაც განუზომლად ზრდის ატმოსფერული ნალექების ზედაპირულ ჩამონადენს და შესაბამისად ქანების გამოფიტული მასის გადატანის ეფექტს უშუალოდ მდინარეთა კალაპოტებში.

თბილისის ტერიტორიაზე ტექნოგენური ზემოქმედების ნიშნები გრავიტაციული ქვათაცვენების, კლდეზავებისა და სუბსტრატის ფიქლოვანი ქანების დაშრეებაზე დაცურება (ე.წ. „მშრალად დასრიალების მენყრები“) განსაკუთრებულ ადგილს იკავებენ ქალაქის ქვაბულის სივრცეში არსებული დეპრესიების გამყოფი დაბალი სერები, მტკვრის მარჯვენა-პირეთის მაღალი ტერასების საფეხურები და მთაწმინდის ქედის ჩრდილო კალთის დაბოლოება. ამ სერების უმეტესობას ახასიათებთ მონოკლინური სტრუქტურების ასიმეტრიული აგებულება, ზოგან გადასული კუესტებში, რომელთა მორფოსტრუქტურული ფორმების უმრავლესობა მნიშვნელოვნად სახეცვლილია ტექნოგენური ზემოქმედებით. სწორედ გრავიტაციული მოვლენების

აბსოლუტური უმრავლესობა უკავშირდება მათ მორფო-სტრუქტურულ აგებულებას, როდესაც საქმე გვაქვს კომფორული რელიეფის პირობებთან, სადაც ქანების სტრუქტურულ განლაგებასა და რელიეფის ზედაპირის დახრილობების თანხვედრასთან გვაქვს საქმე.

დღეისათვის ტექნოგენური ზემოქმედებით გამოწვეული გრავიტაციული მოვლენების უარყოფით შედეგებს ვხვდებით ტექტონიკურად ძლიერ აშლილი და დიდი გრავიტაციული ენერჯის მთანმინდის, ნუცუბიძის-პლატოს, იყალთოს, ბახტრიონის, ფანასკერტელის და ნაძალადევი-მახათის ფერდობებზე. არასრული მონაცემებით ბოლო 30 წლის პერიოდში მარტო მთანმინდისა და გლდანი-ნაძალადევის არეალში ტექნოგენური ფაქტორების არასწორად შეფასების გამო დაიღუპა 8 ადამიანი.

ამ სახის გრავიტაციული მოვლენების განვითარების მასშტაბები და რისკები, განპირობებული ტექნოგენური ფაქტორებით განსაკუთრებით ყურადსაღებია ქალაქის სივრცეში საავტომობილო გზების გაყვანასთან დაკავშირებით, სადაც გამოფიტვა-გრავიტაციული პროცესებისადმი განსაკუთრებით მოწყვლადი ქანების ჩამოჭრა დიდი დახრილობის რელიეფის ამალღებული ფერდობებიდან, ზოგიერთ უბანზე კი მთლიანად სერების გაკვეთა, როგორცაც ადგილი ჰქონდა საბურთალო-ვაკის შეამაერთებელი გზის გაყვანასთან დაკავშირებით, ანდა მდ.ვერეს ხეობაში გეოლოგიურად უკიდურესად მგრძობიარე მისი მარცხენა ფერდის დამუშავების პროცესში. აღნიშნული უბნის საზღვრებში მდ. ვერეს ხეობა ყუთისმაგვარი ფორმის ასიმეტრიული პროფილით ხასიათდება - მარჯვენა დაბალი და ტერასირებული მენყრული რელიეფით და სუბსექვენტური აგებულების ფერდობით; მარცხენა-მაღალი, დიდი დახრილობის ფერდობი (20-70° საზღვრებში). მისი ამგები შრეები, რომლებიც ფერდობის საწინააღმდეგოდ არის მომართული, თავის მხრივ წარმოადგენს მდ.ვერესა და მდ.დელისის დეპრესიის მონოკლინური სტრუქტურის წყალგამყოფ სერს, რომლის ფერდობის ქარაფოვან ზედაპირზე გვხვდება გრავიტაციულ-დენუდაციური პედიმენტები.

მდ.ვერეს მარცხენა ფერდობი ამ მონაკვეთში აგებულია ოლიგოცენის ქანებით, წარმოადგეილი საშუალო და სქელშრებრივი გრაუვაკულური ქვიშაქვებით, ცემენტირებული თიხაქლორიტიან ცემენტზე, ხასიათდებიან კლდოვანი დაქვეითებული სიმკვრივის (2,235 გრ/სმ<sup>3</sup>) და სიმტკიცის (34-46 მპა) თვისებებით. მათი სიმძლავრეები ფერდობის გასწვრი ცვალებადია და მერყეობს 5-15 მ საზღვრებში.

მერგელოვანი არგილიტები, რომლებიც მორიგეობენ დაფიქლებულ ქვიშაქვებთან უმთავრესად აგებენ ფერდობის შუა და ზედა ნაწილებს, მათი დასტების სიმძლავრეები 4-10 მ ფარგლებშია და ახასიათებთ ნახევრად კლდოვანი, დაბალი სიმტკიცის თვისებები - ბუნებრივ პირობებში 19-21 მპა-ში და იზომორფული სტრუქტურა.

მთლიანობაში ამ უბნის ნალექები, რომელთა მიმართულებაა ჩრდილო-დასავლური დახრის კუთხეებით 10-25° საზღვრებში, ტექტონიკურად მნიშვნელოვნად დანაოჭებული და აშლილია. ამ უბანზე მკვეთრად იკვეთება ტექტონიკური რღვევები, რომელთა გასწვრივ ქანების ფიზიკურ-მექანიკური მზიდი თვისებები მნიშვნელოვნად დაქვეითებულია. მათგან ერთი ტექტონიკური რღვევა-ნაპრალი დიაგონალურად ორიენტირებულია ფერდობის მთელ სიგრძეზე, რომლის გასწვრივ ადგილი აქვს მინისქვეშა წყლების ზედაპირულ განტვირთვას მცირე დებიტებით. იმავე ფერდობზე, მის ქვედა ნაწილში ფიქსირდება მეორე ტექტონიკური რღვევის ზონა ქვიშაქვებით აგებულ დასტაში, რომლის სიგანე 3-5 მ საზღვრებშია და შევსებულია ძლიერ აშლილი დეზინტეგრირებული თიხნარ-ლორღოვანი მასალით.

ქვიშაქვებისა და არგილიტების წყებაში ტექტონიკური რღვევების გვერდით მნიშვნელოვან ადგილს იკავებენ გამოფიტვის ნაპრალები, რომლებიც დიდი დახრილობის ზედაპირზე მნიშვნელოვნად ანაწევრებენ კლდოვან და ნახევრად კლდოვან ქანებს სხვადასხვა სიდიდის ცალკეულ ლოდებად, ხოლო ფერდობის შუა და ზედა ნაწილებში, სადაც გამომუშავებულია ლოკალურად განვითარებული დენუდაციური პედიმენტები, შექმნილია 2-3მ სიზრქის თიხნარ-ლორღოვანი ფაციესის გამოფიტვის ზონა.

დასკვნის სახით ავლნიშნავთ, რომ შეფასებული უბნის სივრცეში გრავიტაციული ექსპოზიის ინტენსიური განახლება დაიწყო იმ პერიოდიდანვე, როგორც კი დაიწყო გზის მშენებლობა და ფერდობი გამოვიდა გრავიტაციულად დამყარებული ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობიდან და ეს გაგრძელდება გეოლოგიურად ხანგრძლივი დროის მანძილზე, ვიდრე არ დამყარდება გრავიტაციული წონასწორობა. მეორე ტექტონიკური რღვევის ზონაში აშლილი მასის გრავიტაციული ჩამოშლა და იმავე ტექტონიკური აშლილობის თავზე არსებული პედიმენტის ზედაპირზე წარმოქმნილი გამოფიტვის პროცესებით შექმნილი თიხა-ლორღოვანი გრუნტის მოხსნა. აუცილებლად შეიქმნა, რადგან მათი დამაგრება შეუძლებელი იყო. რაც შეეხება ამ უბანზე ტიპური მენყრული პროცესების განვითარებას ფერდობის გეოლოგიურ-სტრუქტურული პირობებიდან გამომდინარე მათგან საშიშროება არ ემუქრება (სურ. 60-61).



სურ. 60



სურ. 61

ზემოთ აღწერილ პრობლემებთან დაკავშირებით მეტად საყურადღებოა აგრეთვე მიმდინარე წლის 2 მაისს ვაკე-საბურთალოს დამაკავშირებელი საავტომობილო გზის თამარაშვილის ქუჩაზე, კომპანია ვისოლის ავტოგასამართი სადგურის მიმდებარე სივრცეში დიდი მოცულობის გრავიტაციული კლდეზვავის ჩამოზვავება, რითაც დიდი საფრთხე შეექმნა ავტოტრანსპორტის მოძრაობას. გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგიის დეპარტამენტის თანამშრომლებმა მ. გაფრინდაშვილმა და გ. გაფრინდაშვილმა ფორს-მაჟორულ ვითარებაში მოახდინეს სიტუაციის შეფასება. დასკვნაში ნათლად არის მოცემული თუ რა სახის ბუნებრივმა და ანთროპოგენურმა ფაქტორებმა გამოიწვია გეოლოგიური პროცესების წარმოქმნა. პირველყოვლისა ავტორები დასკვნაში აღნიშნავენ, რომ კლდეზვავის წარმოქმნა უკავშირდება გასული საუკუნის 60-იან წლებში მდ.ვერესა და დელისის დეპრესიის წყალგამყოფი კუესტური ხასიათის მონოკლინური სერის ხელოვნურად გაჭრას, რომლის შედეგად გეოლოგიურ მასივში დაირღვა

დამყარებული ჰომეოსტატიზმი და მასში დაგროვილმა ენერგიამ დაიწყო გამოთავისუფლება და გრავიტაციული ენერგიის ამოქმედება, რასაც პერიოდულად თან სდევდა კლდეზვავების წარმოქმნა, რომელსაც დროის ამ პერიოდში არაერთხელ ჰქონია ადგილი (სურ. 62-63).



სურ. 62



სურ. 63

უბანი, სადაც ადგილი ჰქონდა კლდეზვავის წარმოქმნას გეოლოგიურ მასივში გრავიტაციული ენერგიის გაზრდის საფუძველზე მდებარეობს ხელოვნურად გაჭრილი ფერდოს ზედა ნაწილში, მისი თითქმის ვერტიკალური ფლატის ოლიგოცენის ტერიგენულ-ზღვიური ფორმაციის ქვიშაქვების მარკირებულ დასტებში, რომელიც ზედაპირთან ახლოს ძლიერ დისლოცირებული, ტექტონიკურად გართულებული და დანაპრალიანებულია როგორც ტექტონიკური რღვევებით, ასევე ეგზოგენური გამოფიტვით.

ზოგადად ვაკე-საბურთალოს დამაკავშირებელი გზის ხელოვნურად გაჭრილ მონაკვეთში პერიოდულად ადგილი აქვს გრავიტაციული ქვათაცვენების პროცესებს, თუმცა ამ მასშტაბის კლდეზვავური მოვლენის წარმოქმნა იშვიათობას წარმოადგენს, ავტორებით გარკვეული როლი ითამაშა იმ დღეებში მოსულმა ნალექებმაც.

გრავიტაციული მოვლენების შესარბილებლად ქალაქის მერიის შესაბამისი სამსახურების მიერ ფერდოზე მონყობილმა მავთულის ბადეებმა, დადებითი როლი ითამაშა ამჟამად წარმოქმნილი მოვლენის შესარბილებლად. ამ ღონისძიებამ შეარბილა ვარდნის სიჩქარეც, გარდა ამისა კლდეზვავის მასის მხოლოდ ნაწილი მოხვდა გზის სავალ ნაწილში. გატარებულმა ღონისძიებებმა იხსნა ქალაქის მოსახლეობა და ტრანსპორტი შესაძლო უარყოფითი შედეგებისაგან. ასევე მოკლე პერიოდში განხორციელდა გზის განმენდა კლდეზვავისაგან, ხოლო მთასვლელების მიერ მაქსიმალურად იქნა ჩამონმენდილი როგორც დაზიანებული მონაკვეთი, ასევე მიმდებარე ფერდოები (სურ. 64-65).

მომავალში ყოველგვარი გართულებების თავიდან ასაცილებლად, რომელსაც გარკვეულ პერიოდებში აუცილებლად ექნება ადგილი, რომლის აღბათობის რეალურ შესაძლებლობას იძლევა გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ განხორციელებული გეომონიტორინგული კვლევები ფორსმაჟორულ სიტუაციაში განხორციელებულ სამუშაოებზე დაყრდნობით, საჭიროა გარკვეული ღონისძიებების გატარება, კერძოდ:

- ფერდოებზე დარჩენილი რამდენიმე დანაპრალიანებული ლოდის მოცილება, მთასვლელების ანდა სპეციალური ტექნიკის გამოყენებით;
- აღდგენა და გაძლიერება ფერდოზე არსებული დამცავი მავთულის ბადის;

- ვაკე-საბურთალოს დამაკავშირებელი გზის ფერდობებზე პერიოდულად ჩატარება განმენდითი სამუშაოები და მუდმივი მონიტორინგი.



სურ. 64



სურ. 65

თბილისის ტერიტორიაზე საინჟინრო მშენებლობების არასწორად წარმართვის შედეგად და მასთან დაკავშირებით გრავიტაციული ხასიათის მენყურულ-კლდეზვავური წარმონაქმნების პერიოდული განვითარება თავისი უარყოფითი შედეგები მრავალ ჩამონათვალთა შორის, ასევე საგულისხმოა 2011 წლის ივლისის თვეში წარმოქმნილი ბაგრატიონის ქუჩის N3-ში კლდეზვავური ხასიათის მენყერი, რომელმაც დაანგრია საცხოვრებელი სახლი და იმსხვერპლა ერთი ადამიანი (სურ. 66-67).



სურ. 66



სურ. 67

გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგიის დეპარტამენტის სპეციალისტების (მ. კვარაცხელია, შ. ლობჯანიძე, ზ. მაისურაძე) შეფასებით კლდეზვავური ხასიათის მენყერი განვითარდა მდ. მტკვრის მაღალი ტერასის საფეხურზე ეროზიული ხევის მარჯვენა ბორცის დიდი დახრილობის შუა ნაწილში, რომელიც მჭიდროდ არის დასახლებული 6-8მ სიმაღლის ჩამოჭ-

რილ ფერდობზე გამაგრებული ბეტონის კედლით, მაგრამ არ არის დაფუძნებული ძირითად სუბსტრატზე - ზედა ეოცენის თიხა-ქვიშოვანი ფაციესის შრეებზე, რომელთა ვარდნა და რელიეფის ზედაპირის დახრილობა თანხვედრილია. ფერდოს 8 მ. სიმაღლის ქარაფოვან საფეხურში არსებული დაბალი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებისა და გრავიტაციულად ზღვრულ წონასწორობაში მყოფი ქანები გამოიყვანა სტატიკური წონასწორობის მდგომარეობიდან 7 ივნისს ღამით მოსულმა 32 მმ ატმოსფერულმა ნალექებმა, მაშინ როდესაც მეტეოროლოგიური მონაცემებით თვის საშუალო მრავალწლიური ნორმა შეადგენს 72 მმ-ს.

საყურადღებოა, რომ ბაგრატიონის ქუჩაზე და მიმდებარე სივრცეში საცხოვრებელი სახლების უმრავლესობა აშენებულია ამ სახის ინჟინრული გადაწყვეტით, რაც მთელი ამ უბნის მოსახლეობა და ქალაქის მსგავსი მორფო-გეოლოგიური პირობების სივრცეში მყოფი მოსახლეობა იმყოფება გრავიტაციული ხასიათის მენყრულ-კლდეზვავური მოვლენების განმეორებადობის რისკის ქვეშ.

გრავიტაციული ქვათაცვენების კლდეზვავებისა და მენყრული ხასიათის თიხაფიქლოვანი შრეების „მშრალი წანაცვლება“ კიდევ უფრო ფართო მასშტაბით და ხშირი განმეორებადობით ფიქსირდება იმ საავტომობილო გზების სივრცეში, რომელთა მიმდებარე ფერდობი აგებულია ოლიგოცენისა და ზედა ეოცენის ტერიგენულ-ფლიშური ფაციესის დაფიქლებული თიხაფიქლების, არგილიტების, ალევროლიტების, მერგელებისა და ქვიშაქვების შუაშრეებით და ახასიათებთ სუბსექვენტური სტრუქტურა, ანუ შრეებისა და რელიეფის ზედაპირის დახრილობების თანხვედრა. ამ მხრივ გამოირჩევა ფანასკერტელი-ციციშვილისა და ბახტრიონის ქუჩები, განსაკუთრებით კი ბაგები-წყნეთის საავტომობილო გზის მდ.ვერეს ხეობის მარჯვენა ფერდი.

ბოლო პერიოდში ბაგები-წყნეთის საავტომობილო გზაზე გრავიტაციული მოვლენების გააქტიურებიდან გამომდინარე, საშიშროების რისკის შეფასებისა და პრევენციული ღონისძიებების დასახვის მიზნით ქალაქის მერიის კეთილმოწყობის სამსახურის უფროსის თხოვნის საფუძველზე გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგიის დეპარტამენტის სპეციალისტებმა (ემ.წერეთელი, ზ.კვარაცხელია, თ.თოღუზაშვილი) 2015 წლის მაისის თვეში მოახდინეს საგზაო ტრასის გრავიტაციული მოვლენების საშიშროების შეფასება და თანახმად დავალებისა რა სახის პრევენციული ღონისძიებები უნდა იქნეს გატარებული, კერძოდ განათების ძელის 12 და 28 უბნების მიმდებარედ.

ბაგები-წყნეთის საავტომობილო გზა გადის მთანმინდის ანტიკლინური ქედის დაბალი და საშუალო სიმაღლის კალთაზე, რომლის გეოდინამიკური მდგომარეობა მთლიანად განპირობებულია ტექტონიკური ბუნებით-ამგებელი ქანების ძლიერი აშლილობებით, რღვევებით და სუბსექვენტური სტრუქტურით ნარმოდგენილი, ფიზიკური გამოფიტვა-დენუდაციური პროცესებისადმი მაღალი დამყოლიანობით და დაბალი წყალმედევობით, რაც გამოიხატება მთანმინდის თხემურ ნაწილში და მის ჩრდილო ფერდზე დენუდაციური პედიმენტებისა და მოსწორებული ზედაპირების, მრავალი გრავიტაციული მენყრებით შექმნილი დეპრესიებით და პერიოდულად მოქმედი ეროზიული ხრამებით. ამასთან, გრავიტაციული მოვლენების დინამიკური რეჟიმის მთავარი განმსაზღვრელია, მთანმინდის ჩრდილო ფერდის ამგებელი ფიქლოვანი ქანებისა და რელიეფის ზედაპირის დახრილობის თანხვედრილობა. თუმცა მათ უმრავლესობას მიღებული აქვთ ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობა და თუ არ დაირღვევა მათი

წონასწორობის მდგომარეობა არასწორი ტექნოგენური ჩარევით, ისინი ინარჩუნებენ სტაბილურ მდგომარეობას.

უნდა აღინიშნოს, რომ მთანმინდის ქედის ჩრდილო ფერდის იმ ზონაში, სადაც ამჟამად გადის საავტომობილო გზა მრავალ ადგილზე გვხვდება გრავიტაციული ხასიათის ქვათაცვენები, კლდეზვავები და „მშრალი მენყრების“ წანაცვლება, თითქმის ყველა ასეთი უბნების წონასწორობის დარღვევა გამოწვეულია გზის გაყვანის პროცესში ფერდობის ამგებელი ფიქლოვანი ქანების დახრილობის თანხვედრილი შრეების ნაკვეთით გზის ვაკისის ზონაში, ხოლო იქ, სადაც საყრდენ გამოცლილ შრეებს არ გაუკეთდა გრავიტაციული ენერჯის ჩაქრობის სათანადო დაცვა დღესაც მიმდინარეობს გრავიტაციული პროცესები.

თბილისი-ქვედა წყნეთის მონაკვეთში გრავიტაციული მოვლენების განსაკუთრებულად მოწყვლადი უბნები დაფიქსირებულია სამ უბანზე, რომელთა საერთო სიგრძე 450 მ შეადგენს და ყველა მათგანი დარეგისტრირებულია სათანადო კოორდინატებში. რელიეფის მორფოლოგია გვიჩვენებს, რომ ეს უბნები ადრეც იმყოფებოდა გრავიტაციული მოვლენების პერიოდულ დინამიკაში, რასაც მოწმობს დეფორმირებული საფეხურები და დეპრესიები. ბოლო დროს ფერდოს ჩამოჭრამ და შრეების ნაკვეთამ უდაოდ გაართულა ფერდობის დინამიკური მდგომარეობა. პირველი უბნის ჩამოჭრილი ფერდოს გაგრძელებაზე გადის ნახევრად მორკალეებული ტექტო-გრავიტაციული რღვევის ხაზი, რომლის ჩრდილოეთური დაბოლოება გზის პირამდე ჩამოდის. გრავიტაციული „მშრალი მენყრის“ წანაცვლების სიგრძე 100-მდეა, მოწყვეტის საფეხურის სიმაღლე -1,5 მ-მდე, ხოლო მენყრის სიგრძე 50 მ-მდე, 45<sup>0</sup>-მდე დახრილობის ზედაპირზე (სურ. 68-70).



სურ. 68



სურ. 69

ტექტო-გრავიტაციული მოვლენებით აშლილი შრეების ძირში, მენყრული სხეულის დაბოლოებაზე წარმოქმნილია ვიწრო ეროზიული ლარტაფი, რომლის შემდგომი ჩალრმავება უდაოდ გაზრდის გრავიტაციული ველების დაძაბულობის რისკს. მის ჩრდილოეთურ გაგრძელებაზე ფერდოს ძირში ნაკვეთილ შრეებში დაწყებულია დაცურება „მშრალი მენყრების“ წანაცვლების სახით, რომელთა წანაცვლებისათვის არ არის აუცილებელი ატმოსფერული ნალექების მნიშვნელოვანი რაოდენობის მოსვლა, საკმარისია ფერდობი მოვიდეს გრავიტაციული დაძაბულობის იმ კრიტიკულ ზღვრამდე, რომ შრეებმა დაიწყოს სრიალი.



სურ. 70

მეორე უბანი, რომლის სიგრძე 200 მ-დეა გრავიტაციულ-მეწყრული უბნები წარმოქმნილია იმავე მორფო-ტექტონიკური სტრუქტურების ძლიერ აშლილ ქანებში, სადაც ადრე არა ერთხელ მოსულა დინამიკაში. ამჟამად წარმოქმნილია უშუალოდ გზის პირზე ფერდის შეჭრის შედეგად, რომელსაც შემდეგში ადგილი ექნება მის რეგრესიულ განვითარებას, რასაც ნათლად მეტყველებს რელიეფის მორფოლოგია და ხე-მცენარეების სტრაბიზმი.

მესამე უბანი ტექტო-გრავიტაციული პროცესებით ძლიერ აშლილი, დანაპრალიანებული და დაწყვეტილია ცალკეულ ბლოკებად. აქ საქმე გვაქვს ფერდობის ქვედა ნაწილის ტიპიური გრავიტაციული ხასიათის მოვლენებთან (ქვათაცვენა, ბლოკების მონყვეტა), ხოლო, მეორეს მხრივ, სქელშრეებრივი ქვიშაქვების „მშრალ დაცურებასთან“ დაფიქლებული თიხების შრეებზე.

ამრიგად, მთანმინდის ფერდობის პირველადი შეფასება გვაძლევს უფლებას აღვნიშნოთ, რომ აქ გეოდინამიკური თვალსაზრისით საქმე გვაქვს გრავიტაციული მოვლენების საკმაოდ რთულ ენერგიასთან, სადაც მუდამ ექნება ადგილი მათ პერიოდულ განახლებას, მით უმეტეს თუ შევხებით დროებით ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობაში მყოფ ფერდობებს. ეს მოსაზრება დადასტურდა შემდგომში გეომონიტორინგული შეფასების დროს, სადაც არ იქნა სათანადო დონეზე განხორციელებული ღონისძიებები გრავიტაციული ფერდობის ძირში უშუალოდ ნაკვეთილი შრეების შეხების ზონაში, იქ ყველგან გვაქვს გართულებული სიტუაცია.

რაც შეეხება გზის გარეთ არსებულ სივრცეს, რომელიც ორიენტირებულია მდ. ვერეს ხეობის მარჯვენა ფერდის და მის ღრმად ჩაჭრილი შენაკადებისაკენ, იქ საქმე გვაქვს კიდევ უფრო რთულ გრავიტაციულ მოვლენებთან, განსაკუთრებით ტექტონიკურად ძლიერ აშლილ და რღვევებით გართულებულ უბნებში. ამის კლასიკური მაგალითები გვაქვს ქვედა წყნეთის ტერიტორიაზე მდ. ვერეს ხეობის მარჯვენა ფერდობზე, ბაგებისწყლის ხეობაში (სურ. 71-72).



სურ. 71



სურ. 72

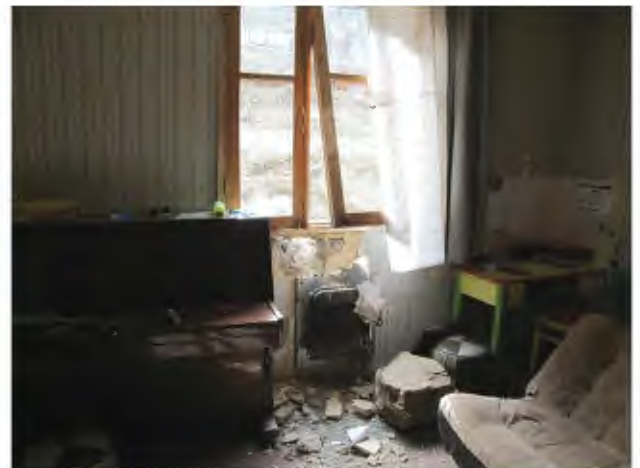
ქვემოთ მოცემულია ქ. თბილისის ტერიტორიაზე განვითარებული კლდეზვავ-ქვათაც-ვენიტი პროცესები:



მდ. ნორნორას-ხევის ხეობის მარჯვენა ფერდობი



მდ. დიღმის-წყლის ხეობის მარცხენა ფერდობი.



ვაშლიჯვრის დასახლება ყვაფების გორა



ბეთანიის სააგარაკე დასახლება



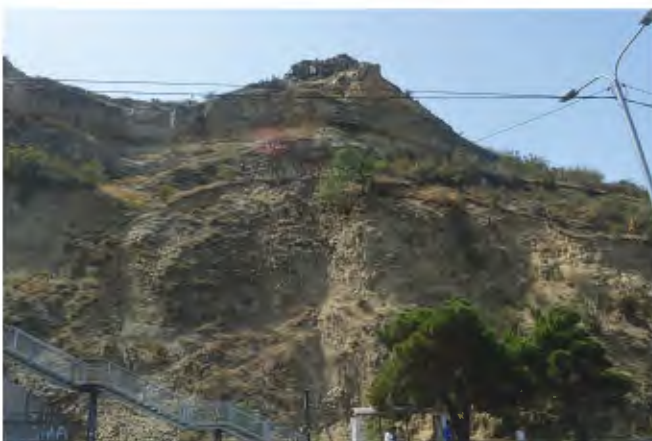
საბურთალოს პანთეონის კერძო სასაფლაოს მიმდებარედ, უნივერსიტეტის ქუჩა



ცირკის მიმდებარედ მდ. მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე (თამარ მეფის გამზირი)



სოლოლაკის ხეივნის მიმდებარედ



ფონიჭალის სასაფლაოს მიმდებარედ



ალმაშენებლის ხეივანი

## 11.4 ღვარცოფები

თბილისში სტიქიური გეოლოგიური პროცესებით გამოწვეული საშიშროების რისკით, განმეორებადობით, მიყენებული ზიანით და 90%-მდე ადამიანთა მსხვერპლით განსაკუთრებულ ადგილს იკავებენ ღვარცოფული პროცესები, როგორც ტიპური ღვარცოფული მოვლენების სახით, ასევე ღვარცოფული ხასიათის წყალმოვარდნებით. მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ თუ მე-20 საუკუნის 60-იან წლებამდე ღვარცოფულ მოვლენებთან დაკავშირებით ღვარცოფტრანსფორმირებად წყალსადინრებად ითვლებოდა 10-მდე მდინარე მუდმივი წყალსადინარით და 50-მდე დროებით მოქმედი ხევი, დღეისათვის ქალაქის ტერიტორიის გაზრდა-გაფართოებიდან გამომდინარე, მათმა რიცხვმა საგრძნობლად მოიმატა და შესაბამისად გაიზარდა მათი საშიშროების რისკიც.

თბილისის სივრცეში ღვარცოფების წარმოქმნა-ტრანსფორმაციის პირობებს განაპირობებს რთული გეოლოგიური გარემოს სისტემაში შემავალი სინკრეტულ სინერგიზმში მოქმედი მულტიფაქტორები, კერძოდ:

1. გეომორფოლოგიური თავისებურება, რომლის უკიდურესად რთული რელიეფი ჩამოყალიბდა აღმოსავლეთ კავკასიონისა და ანტიკავკასიონის აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-ბლოკური ნაგებობებისა და საქართველოს ბელტს შორის ხანგრძლივი გეოლოგიური ისტორიის მანძილზე ნიშანცვალებადი ტექტონიკური მოძრაობებისა და მდ.მტკვრის ეროზიულ-აკუმულაციური პროცესების სინერგიზმის რეჟიმში ფართო აკუმულაციური ქვაბულით და მისი შემომსაზღვრელი დაბალი და საშუალო სიმაღლის ქედებით (1000-1500მ. აბს.სიმაღლე), დიდი დახრილობებით, ხშირი და ღრმა ეროზიული ხეობების დანაწევრებით და გრავიტაციული ველების მაღალი ენერგეტიკული პოტენციალით;

2. ღვარცოფული პროცესების განმსაზღვრელი გეოლოგიური კერების მაფორმირებელი უკიდურესად მგრძნობიარე ზედა ეოცენის ფლიშისა და ტერიგენულ-ზღვიური ფორმაციებით წარმოდგენილი სუბსტანტი-ქანები, როგორც დეტერმინებადი ფაქტორი მაღალი რემიდაციულ-რეცეპტორული თვისებებით ღრმა ჰიპერგენიზაციისა და ეროზიულ-დენუდაციური პროცესებისადმი მგრძნობიარე ფონური მდგომარეობის შექმნით. თბილისის ტერიტორიაზე სტაციონარულ რეჟიმული დაკვირვებებით დადგენილი გვაქვს, რომ ღვარცოფმაფორმირებელი კერების ქანები-თიხაფიქლები, არგილიტები და დაფიქლებული მერგელები, ზედაპირზე გამოშვლების პირობებში დროის უმოკლეს პერიოდში იფარებიან გამოფიტვის ნაპრალების ხშირი ქსელით და დეზინტეგრირდებიან თხელ ფირფიტებიან და წვრილ ღორღოვან ნამსხვრევ პროდუქტად, რომლებიც ხშირად გარდაიქმნიებიან თიხურ მასად. არალბობადი მერგელების დაშლა ღორღოვან სტრუქტურამდე გრავიტაციულ ფერდობებზე იძლევიან წლის განმავლობაში ღვარცოფულ კერებში გამოფიტვის პროდუქტს საშუალოდ - 0,33-0,39 კგ/სმ<sup>2</sup>-ზე, ხოლო თიხური მერგელები შესაბამისად - 4-5-8-11 კმ/მ<sup>2</sup>-ზე. მთლიანობაში კი ზედა ეოცენის ფლიშის და ოლიგოცენის ნალექების გამოფიტვა-დენუდაციური პროცესების ინტენსივობა წლის განმავლობაში 1 ჰა ფართობზე მერყეობს - 37-53 ტონის საზღვრებში. თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ ამ წყების ნალექებში გამომუშავებული მდინარეთა წყალშემკრები აუზები იკავებენ მარაოსებურად გაშლილ საკმაოდ დიდ სივრცეებს, გასაგები გახდება თუ რამდენად მოწყვლადია თბილისის გეოლოგიური გარემოს პირობები ღვარცოფული მოვლენების პერიოდულად განვითარებასთან მიმართებაში. გარდა ამისა, ღვარცოფმაფორმირებელი გეოლოგი-

ური კერების გეოლოგიური პროდუქტით გაზრდაში, მნიშვნელოვნად უწყობენ ხელს თბილისის სივრცეში წარმოქმნილი თუ ტრანზიტული ხასიათის მიწისძვრების ხშირი გამოცხილი 4-6 ბალის ინტენსივობის, რომლებიც აბსოლუტურად საკმარისია მდინარეთა აუზების დიდი დახრილობის ფერდობებზე არსებული გამოფიტული მასალის გრავიტაციული გადაადგილებისათვის ღვარცოფ-მაფორმირებელ კერებში.

3. თბილისის სივრცეში ღვარცოფების ფორმირების მთავარ განმსაზღვრელად გეოლოგიური გარემოს მგრძნობიარობის მაღალი სენსიტიურობის გვერდით, გვევლინება თავსხმა წვიმების სახით მოსული ატმოსფერული ნალექები, რომლის ტრანსფორმაციის ფონური დონე იწყება 30-40 მმ-დან დღელამეში. ამასთან, რაც უფრო მატულობს ამ სახის ნალექების რაოდენობა და ინტენსივობა, მით უფრო მასშტაბური ხდება და შესაბამისად იზრდება ღვარცოფების საშიშროების რისკი. კვლევებით დადგენილია, რომ ექსტრემალური ხასიათის ღვარცოფული მოვლენების ტრანსფორმაცია იწყება დღე-ღამეში თავსხმა წვიმების სახით მოსული ნალექების 50-80 მმ-ის დიაპაზონში. მთიანი ზონის გეოლოგიური გარემოს ყველა რანგის მდინარისა და ხევის წყალმემკრებ აუზში, მაგრამ განსხვავებული ენერგიით, ხოლო დღე-ღამეში მოსული 80-100მმ-სა და ზევით ნალექების მოსვლის პირობებში ფორმირდება კატასტროფული ხასიათის ღვარცოფები. იმ შემთხვევაში, თუ არ იქნება ღვარცოფმაფორმირებელ კერებში შესაბამისი რაოდენობის გეოლოგიური პროდუქტი (თუმცა ასეთი იშვიათია), მაშინ ასეთ პირობებში ადგილი ექნება კატასტროფული ხასიათის წყალმოვარდნებს. ამრიგად, დღეისათვის ჩვენთვის სავსებით ცნობილია თუ რომელ გეოგრაფიულ სივრცესა და როგორ გეოლოგიურ გარემოში რა ინტენსივობის, თვისებების და ენერგიის ღვარცოფებთან გვაქვს საქმე.

თუ მივიღებთ რეალობად იმ მოსაზრებას, რომ თბილისის გეოლოგიური პირობები უაღრესად ხელსაყრელ გარემოს ქმნის ღვარცოფების განვითარებისათვის, დაწყებული ფონური მდგომარეობიდან დღე-ღამეში მოსული თავსხმა წვიმების სახით (30-40მმ საზღვრებში) და დამთავრებული ექსტრემალურით (50-80მმ) და კატასტროფულით (80-100მმ და ზევით) და გავუკეთებთ ანალიზს ქალაქის სივრცეში არსებულ ასეთი რთული ოროგრაფიული პირობებისათვის, არასაკმარისი მეტეოსადგურების მონაცემებს, მაშინაც კი ნათლად იკვეთება, რომ არათუ XX საუკუნის დასაწყისიდან, არამედ 1950 წლის შემდეგ თბილისში ადგილი ჰქონდა სხვადასხვა ენერგიის 500-ზე მეტ ღვარცოფების ტრანსფორმაციას, განმეორებადობის კოეფიციენტით - Kგან. 7.35 (იხ.ცხ. 2), თუმცა აუცილებელია აღინიშნოს შემდეგი, იმდენად რთულია ქალაქის მორფო-ოროგრაფიული პირობები, რომ მიუხედავად გეოლოგიური გარემოს ხელსაყრელი პირობებისა ხშირად მოსული ნალექები ქალაქის მთელ სივრცეში ვერ ფარავს ერთდროულად ყველგან არათუ ქვაბულის შემომსაზღვრელ მდ.მტკვრის მარცხენაპირეთის კავკასიონის მთისწინეთის საგურამო-იალნოს ქედებით, ანდა მარჯვენაპირეთის - მცირე კავკასიონის თრიალეთის ქედის განშტოებებით, არამედ მათი ცალკეული მხარეების პირობებშიც კი. ამას ნათლად უჩვენებს მეტეოსადგურების მონაცემებისა და რეალურად განხორციელებული მონიტორინგული კვლევების ანალიზი. მაგალითად, ქალაქის მარჯვენაპირეთის 4 მეტეოსადგურის მონაცემების ანალიზით დადგინდა, რომ „თბილისი-დილომის“ მეტეოსადგური, რომელიც მდებარეობს ქალაქის ცენტრში 506 აბს.სიმაღლეზე, 1960-2015 წლებში ღვარცოფმაფორმირებელ თავსხმა წვიმებს ადგილი ჰქონდა 86-ჯერ (K-გან.1,56). სამი მათგანი კი განლაგებულია თრიალეთის ქედის განშტოებებზე და ფაქტიურად მოიცავენ მდინარეთა აუზების ღვარცოფმაფორმირებელი კერების სივრცეს. მათგან, მანგლისის მეტეოსადგური, რომელიც მდებარეობს 1194. აბს. სიმაღლეზე და ფუნქციონირებდა 1955-1992

ნლებში ღვარცოფმაფორმირებელი ნალექები დაფიქსირდა 78-ჯერ (K-გან-2,1), კოჯრის მეტეოსადგური, რომელიც იკავებს 1338მ აბს.სიმაღლეს და ფუნქციონირებდა 1955-1992 წლებში ღვარცოფმაფორმირებელი ნალექები დაფიქსირებული იყო 105-ჯერ (K-გან-2,84), ხოლო „თბილისი-მთანმინდის“ მეტეოსადგურით, რომელიც მდებარეობდა 766მ აბს. სიმაღლეზე და ფუნქციონირებდა 1959-1991 წლებში ღვარცოფების ტრანსფორმაცია დაფიქსირებული იყო 52-ჯერ (K-გან-1,62), მათგან ექსტრემალური ხასიათის (50-80 მმ-ში)-4-ჯერ (K-გან-0,1), ხოლო კატასტროფული ბუნების (100მმ)-2-ჯერ (K-გან-0,006).

კიდევ უფრო საყურადღებოა, რომ ხშირად ერთი და იმავე დროის ინტერვალში მოსული ატმოსფერული ნალექები არ ვრცელდება მის მეზობლად მდებარე მდინარის აუზშიც კი. ამის კლასიკური მაგალითი გვაქვს მდ.ვერეს აუზი, სადაც 2015 წლის 13-14 ივნისს ტრანსფორმირებული კატასტროფული ღვარცოფების დროს, არათუ ქალაქის მთელ სივრცეში, არამედ მის უახლეს მდ.დიდმისწყლის აუზში საერთოდ არ დაფიქსირებულა არათუ ღვარცოფული ნაკადების გავლა, არამედ მდინარის ხარჯის მნიშვნელოვანი მატება. ასეთივე სიტუაციას ჰქონია ადგილი 1924წ 12 ივნისს, როდესაც მდ.ვერეს აუზში 1 საათის განმავლობაში მოსულ თავსხმა წვიმებს წარმოუქმნია მძლავრი ღვარცოფი და მდ.მტკვართან შეერთების უბანზე ლამის გასათევად დაბინავებული გლეხები ხარ-ურმებთან ერთად ჩაუტანია მტკვარში. თუმცა მდ.მტკვრის სხვა შენაკადებზე ძლიერი წყალმოვარდნები არ დაფიქსირებულა (ჯანელიძე ქ. 2015).

ზემოთ მოყვანილი გარემოებიდან გამომდინარე, მიგვაჩნია, რომ „თბილისი-დილომი“-ს მეტეოსადგური, რომელიც მდებარეობს ქალაქის ქვაბულის მტკვრის შენაკადების ბაზისურ სივრცეში ვერ იძლევა რეალურ სურათს ღვარცოფული პროცესების კანონზომიერების დასადგენად. ამით იყო გამოწვეული სააგენტოს გადაწყვეტილება, რომ მდ. ვერეს აუზში მონყობილიყო მეტეოროლოგიური საგუშაგოები.

არასრული სტატისტიკური ინფორმაციით თბილისის ღვარცოფმაფორმირებელ წყალსადინარებში კატასტროფული ხასიათის ღვარცოფები ტრანსფორმირებული 80-100 მმ და ზევით დღე-ღამეში მოსული თავსხმა წვიმებით, რომლის დროსაც დიდ მატერიალურ ზარალთან ერთად ადგილი ჰქონდა ადამიანთა მსხვერპლს, XX საუკუნესა და XXI-ს პირველ ათწლეულში დარეგისტრირებულია 1926წ. (22.05)-130მმ; 1935წ-147მმ; 1940წ (10.05)-109,2მმ; 1943წ. (27.06)-12,5მმ; 1943წ (27.06)-125,6მმ; 1955წ (16.05)-147,2მმ; 1972წ (8.06)-130მმ; 1979წ (14.06)-93,3მმ; 1980წ (13.05)-98,8მმ; 1983წ (29.04)-105მმ; 1997წ (19.06)-117,7მმ; 2012წ (13.05)-100მმ-მდე. რაც შეეხება 2015წ.14.06. კატასტოფებს მდ.ვერეს აუზში, გამონვეულს „თბილისი-დილომის“ მეტეოსადგურით დარეგისტრირებულია 42მმ-ის ფარგლებში, თუმცა NASA-ს სატელიტური გამოსახულებებით დაფიქსირებულია 150მმ ნალექი, რაც ლოგიკასთან ახლოსაა.

თბილისის სივრცეში კატასტროფული ხასიათის ღვარცოფებს ბოლო 90 წლის პერიოდში ადგილი უნდა ჰქონებოდა 13-ჯერ, განმეორებადობის კოეფიციენტი-Kგან-0,15, რომელსაც არასრული მონაცემებით 10-ჯერ მოჰყვა 200-მდე ადამიანის მსხვერპლი.

ამ პერიოდებს ემთხვევა თბილისში ღვარცოფებით გამონვეული ყველაზე დიდი მსხვერპლი - 1924, 1940, 1955, 1980, 2012-და 2015 წლების; რომელთა საერთო რაოდენობა -200-ის ფარგლებშია, მათ შორის 1980 წლის შემდეგ-54.

თბილისში ღვარცოფების წარმოქმნა-ფორმირების პირობების მიხედვით ორი ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული ხასიათის ღვარცოფებთან გვაქვს საქმე, იმისდა მიხედვით თუ რა სახის მორფო-ოროგრაფიული თავისებურებების, გეოლოგიური პირობების და ჰიდროგრაფიული წყალსადინარების სახეობებთან გვაქვს საქმე:

1. ღვარცოფები, რომლებიც ტრანსფორმირდებიან დაბალმთიანი მთისწინეთის ზონაში, რომელთაც არ სჭირდებათ გეოლოგიური პროდუქტის წინასწარი მომზადება და ფორმირდებიან გამოფიტვის პროდუქტის ფერდობული ეროზიით შესაბამისი ღვარცოფფორმირებადი თავსხმა წვიმების შედეგად 30-40მმ-ის და ზევით. ამ სახის ტრანსფორმირებული ღვარცოფული ნაკადების შედეგებს უმთავრესად ვხვდებით დროებით მოქმედ ხრამებში, ასევე მდ. მტკვრის მარჯვენაპირეთის დიდი დახრილობის ქუჩებზე, რომელთა დაბალი სიმკვრივის ტალახ-ქვიანი ნაკადებით ხშირად ივსება მდ.მტკვრის ქვაბული და მოაქვს დიდი მატერიალური ზარალი - იტბორება ქუჩები, მრავალი საცხოვრებელი სახლის სარდაფები და რაც ყველაზე საგანგაშოა ზოგჯერ ადგილი აქვს ადამიანთა მსხვერპლს. ამის კლასიკური მაგალითია ორთაჭალის რაიონი, სადაც 1940 წელს მოსული 160მმ-ის კოკისპირული წვიმების შედეგად მდ.კრწანისისხევისა და სოლოლაკის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლურ კალთაზე არსებულ მშრალ ხრამებში წარმოქმნილი კატასტროფული ხასიათის ღვარცოფული ნაკადები გაერთიანებული ენერგიით შევარდა აბანოთუბანში, დაანგრია ნაგებობა და იმსხვერპლა 40-მდე ადამიანი. ბოლო პერიოდში ორთაჭალის რაიონში ღვარცოფული კატასტროფები კრწანისის ხევში, რომელიც სათავეს იღებს 1030მ სიმაღლეზე სოფ.ტაბახმელასთან და უერთდება მდ.მტკვარს გორგასლის მოედნის სივრცეში გვირაბით, განმეორდა 2012 წლის 12 მაისს, როდესაც 2-3 საათის განმავლობაში მოსულმა 100მმ-ის თავსხმა წვიმებმა მშრალ ხევებში გამოიწვია წყალმოვარდნები და მეწყრული პროცესების გააქტიურება და მათი მდ. კრწანისისხევში ერთ ნაკადად წამოსულმა ღვარცოფმა განსაკუთრებული ზიანი მიაყენა გორგასლის სახელობის მოედნის მაცხოვრებლებს, მათ ინფრასტრუქტურას, გამოიწვია სახლების ნგრევა და იმსხვერპლა 5 ადამიანის სიცოცხლე.

მდ. კრწანისისხევში ასეთი მასშტაბური კატასტროფები, გარდა დიდი ატმოსფერული ნალექებისა, განაპირობა მისი ვიწრო კალაპოტის ამოვსებამ ღვარცოფული ნატანით და ადგილობრივი მოსახლეობის მიერ ხევში საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ჩაყრით, ასევე გორგასლის მოედნის სივრცეში მდ.მტკვრის კალაპოტამდე გვირაბში მოთავსებამ, რომელმაც ვერ უზრუნველყო ხე-ტყით დამძიმებული ღვარცოფული ნაკადების გატარება (სურ. 73-74).



სურ. 73



სურ. 74

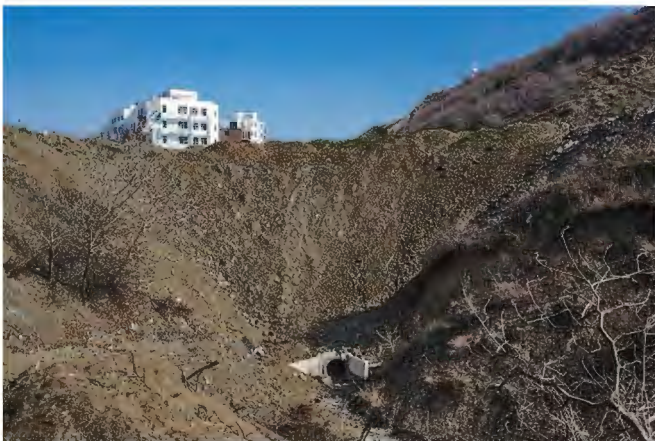
თბილისის მშრალ ხევებში სხვადასხვა სიძლიერის თავსხმა წვიმების შედეგად მრავალჯერ ჰქონია ადგილი ღვარცოფული ხასიათის წყალმოვარდნებს, რომლის შედეგად ტალახ-ქვიან ნაკადებს მრავალჯერ მიუსილავს ქალაქის ქვაბულის დაბალ ნიშნულებზე მდებარე ქუჩები და

ზოგჯერ ამოუვსია საცხოვრებელი სახლების სარდაფებიც. ყოველ ასეთ შემთხვევაზე, ეკონომიკური ზარალის გარდა თან სდევდა ქალაქის ტრანსპორტის მოძრაობის შეფერხება.

საყურადღებოა აღინიშნოს, რომ თბილისის ტერიტორიაზე არსებული ხეობების და ხევების წარმოშობა, როგორც საერთოდ რელიეფის ბუნებრივი განვითარების ამსახველი კანონზომიერება მიმდინარეობდა მეოთხეული პერიოდის გეოლოგიური ისტორიის მანძილზე - ზედა პლეისტოცენიდან დაწყებული - ჰოლოცენის ჩათვლით. ხრამების განვითარების ეროზიული პირობები დაქვემდებარებული იყო შესაბამისი გეოლოგიური გარემოსა და ჰიდროდინამიკური რეჟიმის პირობებზე, რომლის დროსაც შეუფერხებლად მიმდინარეობდა მათი ეროზიულ-აკუმულაციური პროცესების სინერგიული მოქმედება დაწყებული ფორმირების ზონიდან, დამთავრებული ადგილობრივ თუ მათ ძირითად ბაზისამდე. ამას ნათლად ადასტურებს ამ ხევების მორფოლოგიური პირობები და მათგან წარმოქმნილი ნალექების არსებობა, რაც იმას მოწმობს, რომ თუ ეროზიული პროცესების განვითარების რეჟიმში ამ ხევებს არ შეხვდებოდათ გზაზე ბუნებრივად ახლად წარმოქმნილი შემაფერხებელი რაიმე სახის გეოლოგიური მოვლენა, როგორი სახის წყლის რეჟიმთან არ უნდა ჰქონებოდა საქმე, ისინი დაუბრკოლებლად აღწევდნენ მთავარ ეროზიულ ბაზისამდე.

თბილისის ხევებში ტრანსფორმირებული ღვარცოფებისა თუ წყალმოვარდნების მთავარ ეროზიულ ბაზისამდე არ შეღწევის შემაფერხებელი ძირითადი მიზეზი გახდა ამ ხევების უმეტესი ნაწილის ინჟინრული ათვისება, მათი მოქცევა შეზღუდულ კალაპოტებში და გვირაბებში განსაკუთრებით ქალაქის ქვაბულის ქვედა ზონის ფარგლებში, რომელთა უმეტესობა არ არის გათვლილი ატმოსფერული ნალექების შესაძლო რაოდენობრივ მაჩვენებლებზე და მათგან წარმოქმნილი ღვარცოფული ნაკადების გამტარუნარიანობაზე კლიმატის გლობალური ცვლილებების საერთო ფონზე, რომელსაც გარდაუვალად თან სდევს არათუ მარტო მდინარის წყლის ხარჯის გაზრდა, არამედ სტიქიური ეგზოგეოდინამიკური პროცესების (განსაკუთრებით ეროზიულ-ღვარცოფებისა და მენყრების) თავისი უარყოფითი შედეგებით.

ამ თვალსაზრისით კავკასიის არასამთავრობო გარემოსდაცვითი ქსელების CENN-ისა და გარემოს ეროვნული სააგენტოს ექსპერტთა ჯგუფმა (ჭ. ჯანელიძე, მ. ტყაბლაძე, რ. გეთიაშვილი, გ. გაფრინდაშვილი) მოახდინეს თბილისის ქვაბულში მდ. მტკვრის შენაკადებზე ღვარცოფების ხელშემწყობი ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების ზოგადი ანალიზი და მდ.მტკვრის შენაკადების გეოეკოლოგიური ბუნების ზოგადი მიმოხილვა, სადაც განსაკუთრებული ყურადღება იყო მოქცეული ქალაქის ქვაბულის სივრცეში ჩამავალი ხევების დღევანდელ გეოეკოლოგიურ მდგომარეობაზე და გაჯანსაღების გზებზე (სურ. 75-76).



სურ. 75



სურ. 76

2. ღვარცოფები, რომლებიც ფორმირდებიან თბილისის სივრცეში საშუალომთიანი ზონის მდინარეთა აუზებში დიამეტრიულად განსხვავდებიან მცირე მდინარეებისა და ხრამებში ტრანსფორმირებული ღვარცოფული ხასიათის წყალმოვარდნებისაგან.

ამ მორფოლოგიური ზონის მდინარეთა აუზებისათვის დამახასიათებელია: გეოლოგიური პროდუქტით წინასწარ მომზადება ღვარცოფმაფორმირებელ კერებში მთავარი წყალსადინარის ყველა შენაკადში; მათი მიწოდება მდინარის მთავარ ტრანზიტში და მყარი მასალით გაჯერებული ერთ ნაკადად ტრანსფორმირება, დიდი მოცულობები, პულსაციური (ტალღური) მოძრაობები, დონეების მკვეთრი აწევები, ღვარცოფული ნაკადების დიდი სიჩქარე; უმეტესად ქვატალახოვანი ნაკადების მაღალი სიმკვრივე სტრუქტურულ-რეოლოგიური ეგრეთწოდებული ბმული კრიტერიალური თვისებები და მაღლი ენერჯის პოტენციალით და ენერჯის ჩაქრობის ზონაში ქალაქის ქვაბულის სივრცეში ფართო და დიდი სიმძლავრის გამოზიდვის კონუსების ფორმირებით, რომლის კარგი მაგალითები გვაქვს მდ.მდ. ვერეს, გლდანისწყლისა და ლოჭინის სახით.

თბილისის სივრცის მტკვრის მარცხენაპირეთის მდინარეებიდან ღვარცოფულ მოვლენებთან დაკავშირებით პერიოდულად დიდ საშიშროებას უქმნის ქალაქის მოსახლეობას და მის ინფრასტრუქტურას მდ.გლდანულას აუზში ტრანსფორმირებული მაღალი ენერჯის ბმული და არაბმული ქვატალახოვანი ღვარცოფული ნაკადები.

მდ.გლდანულა სათავეს იღებს საგურამო-იალნოს ქედის სამხრეთ კალთაზე ზ.დ. 1160-1180მ. სიმაღლეზე და უერთდება მდ.მტკვარს მარცხენა მხრიდან ქვემო-აჭაღის მიდამოებში. 397მ აბს.ნიშნულზე მდინარის საერთო სიგრძე შეადგენს 17 კმ, საერთო ვარდნა 740მ-ს, საშუალო დახრილობით 43,5%; მდინარის საერთო ფართობია - 63.6 კმ<sup>2</sup>, მისი წყალშემკრები ნარმოდგენილია მცირე მდინარეებით, რომლის ქსელის საშუალო სიხშირეა 0,64 კმ<sup>2</sup>-ზე.

მდ.გლდანულას ხანგრძლივი ინტენსიური წვიმების შედეგად ახასიათებს წყალდიდობები, თუმცა იშვიათად, როდესაც დაბალი ტერასები დაფარული იყო წყლით 1მ-ის სიღრმეზე, 750მ-ის დატბორვის სიგანით. მაგრამ, საშიშროების რისკის თვალსაზრისით განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ღვარცოფები, სადაც მდინარის აუზი თავისი შენაკადებით ღვარცოფფორმირების ვერტიკალურ სარტყელს იკავებს მთა-ტყიანისა და მთისწინეთის სტეპურ ზონებს შორის. აუზის ფარგლებში არსებული ჯამური სიგრძეა 38კმ, მათგან ღვარცოფტრანსფორმირებადი წყალსადინარების ჯამი კი 24,6 კმ-ი, რომლის კოეფიციენტი შეადგენს 0,64. მდ.გლდანულას აუზში მრავალი შენაკადიდან გეოლოგიურად ღვარცოფმაფორმირებელ კერებს ქმნიან საკუთრივ მდ.გლდანულას ხეობა და მისი 4 შენაკადი - მშრალი ხევი, ტურისხევი, უსახელო და მამკოდასხევი. გეოლოგიურად ღვარცოფმაფორმირებელ კერებს ძირითადად ქმნიან პლიოცენის მოლასები და სარმატის-ზღვიურ მოლასური ნალექების პროდუქტი და მათ სივრცეში მიმდინარე ეროზიულ-დენუდაციური და მენყრულ-გრავიტაციული პროცესები. წლის თბილ პერიოდში (IV-X) ღვარცოფფორმირებადი ქვედა ფონურის ზღვარი არის დღე-ღამეში მოსული ნალექები 30-40მმ-ში, რომლის დროსაც ძირითადად ადგილი აქვს „ხრამ-ნატანის“ ხასიათის წყალმოვარდნებს, რომელსაც თიანეთის მეტეოსადგურის მონაცემებით ბოლო 72 წლის მონაცემებით მათი განმეორებადობის კოეფიციენტი შეადგენდა 2.20-ს.

მდ.გლდანულას აუზში 2010 წლის 25 ივნისს ადგილი ჰქონდა ექსტრემალური ხასიათის ღვარცოფების ფორმირებას, რასაც ხელი შეუწყო იმ დღეს მოსულმა 47,3მმ თავსხმა წვიმებმა (თიანეთის მეტეოსადგურის მონაცემები) და იმ თვის განმავლობაში მოსულმა 100 მმ-ზე მეტმა

ნალექებმა, რომლებმაც მის შენაკადებში (ტუროსხევი, უსახელოხევი და მშრალი ხევი) გაააქტიურეს მენყრული მოვლენები და გადაკეტეს ხევეების ვიწრო კალაპოტები. შემდეგში მთავარ წყალსადინარში ტრანსფორმირებულ ღვარცოფებს შუერთდნენ მის შენაკადებში მენყრებით დაგუბებული წყლები და ერთიანი გაძლიერებული ენერგიით მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენეს სოფლის მოსახლეობას, დაანგრია თბილისის შემოგვლითი საავტომობილო გზის დამაკავშირებელი ხიდის (ესტაკადის) ნაწილი, ძირი გამოურეცხა და ავარიულად დააზიანა თბილისი-თიანეთის დამაკავშირებელი საავტომობილო ხიდი და რაც მთავარია იმსხვერპლა 2 ადამიანი. მანამდე ღვარცოფულმა ნაკადებმა ჯერ მშრალი ხევის კალაპოტში მენყრით დაგუბებული წყლების გარღვევის შედეგად დაანგრია რკინაბეტონის კონსტრუქციით აგებული ჯებირები, რომელზედაც მოლხიდების საშუალებით გადიოდა სატყეო დანიშნულების გრუნტის გზა, გარეცხა 5მ სიღრმეზე და 7-8მ სიგანეზე ხევის კალაპოტი.

მდ. გლდანულად აუზში დღე-ღამეში მოსული 50-80მმ ნალექების მოსვლის პირობებში წარმოიქმნება ტიპური დიდი მოცულობის ღვარცოფები თუ იქნება შესაბამისი რაოდენობის ღვარცოფმაფორმირებელი გეოლოგიური პროდუქტი. სხვა შემთხვევაში ადგილი ექნება მნიშვნელოვან წყალმოვარდნებს. დროის ამ მონაკვეთში მაღალი ენერგეტიკული პოტენციალის ღვარცოფებს თუ წყალმოვარდნებს ადგილი უნდა ჰქონებოდა 21-ჯერ, განმეორებადობის კოეფიციენტით -  $K_{გან-0,25}$ , ხოლო ექსტრემალური ხასიათის მოვლენებს (80-100მმ და ზევით) – 4ჯერ,  $K_{გან-0,06}$  (8).

საერთოდ, უნდა აღინიშნოს, რომ როგორც მთლიანად მდ.გლდანულას აუზში, ასევე მის ცალკეულ ღვარცოფმაფორმირებელ შენაკადებში ტრანსფორმირებული ღვარცოფული ნაკადების გენეტიკური ტიპების სახესხვაობები (ქვატალახიანი, ტალახიანი, წყალქვიანი თუ სხვა სახის) - სტრუქტურულ-რეოლოგიური ბუნება და დინამიკური თავისებურება იმაზეა დამოკიდებული თუ რა სახის გეოლოგიურ-ლითოლოგიური შედგენილობის ქანებში ხდება მათი კერების ფორმირება. მთლიანობაში მდ.გლდანულას აუზში დომინირებს წყალქვიანი ტიპის დაბალი სიმკვრივის ნაკადები, თუმცა მის ცალკეულ შენაკადებში გვხვდება (მდ.ტურისხევის) მაღალი სიმკვრივის ქვატალახოვანი ნაკადებიც (სურ. 77-78).



სურ. 77



სურ. 78

თბილისის ტერიტორიის სივრცეში მდ.მტკვრის შენაკადებს შორის მდ.ვერეს აუზი ღვარცოფული მოვლენების წარმოქმნის მულტიფაქტორული პირობებით, მათი განმეორებადობით, ღვარცოფმაფორმირებელი გეოლოგიური კერების კრიტერიალური მახასიათებლებით, ღვარცოფული ნაკადების სტრუქტურული კავშირის რეოლოგიური თვისებებით და მოძრაობის სიჩქარის განაწილების ცვალებადი თვისებებით სატრანზიციტო ზონაში ღვარცოფსადინარი კალაპოტის არაერთგვაროვანი მორფომეტრიული მახასიათებლების მკვეთრი ცვალებადობით, ქალაქისადმი მიყენებული ზიანით და საშიშროების რისკით განსაკუთრებულ ადგილს იკავებს.

პირველყოვლისა, მდ.ვერეს აუზის მორფოლოგიური განსაკუთრებულობა და ღვარცოფმაფორმირებელი ეგზოგეოდინამიკური პროცესების მაღალი პოტენციალი მკვეთრად იკვეთება ფერდობებზე პედიმენტებისა და მდინარის კალაპოტის მეანდრების შეთენილების სხვადასხვა სიმაღლეზე არსებობით და გეომორფოლოგიური სართულების ჩამოყალიბებით - ბარის ვაკე-ტერასულის და დაბალმთიანი მთისწინეთისა და საშუალომთიანი მთა-ხეობათა ზონების სახით, რაც მთლიანად განპირობებულია რეგიონის ტექტონიკური ბუნებით, ამგებელი ქანების შედგენილობით და მათი ეროზია-დენუდაციური პროცესებისადმი სელექტური მგრძნობიარობით, რომელთა ერთობლიობა გამსაზღვრელია ღვარცოფული პროცესების განვითარებისა და მოვლენების პროვოცირებაში. მთა-ხეობათა ზონაში მისი მარჯვენა ფერდობის სხვადასხვა ჰიფსომეტრიულ დონეზე მორფოლოგიურად მკვეთრად გამოკვეთილი ფორმები არის იმის მაჩვენებელი, რომ საქმე გვაქვს არა სკულპტურულ-ტერასულ საფეხურებთან არამედ მდინარის გვერდითი ეროზიული პროცესების რეჟიმში ყოფნის დროს ფერდობების ამგებელი მონოკლინური სტრუქტურის მქონე ქანების შრეების ეროზიული პროცესებით ნაკვეთის შედეგად გრავიტაციულ-მენყრული პროცესებით წარმოქმნილ მორფოლოგიურ საფეხურებთან.

დღევანდელ პირობებში მდ.ვერეს აუზის მთავარი წყალსადინარი ხეობის და მისი შენაკადების მორფოდინამიკაში განმსაზღვრელია ხეობის მკვეთრი ასიმეტრიული აგებულება, გამომუშავებული მონოკლინურ სტრუქტურაში, რაც განპირობებულია მისი ტერიტორიის ტექტონიკური თავისებურებით, ამგებელი ქანების ვირგაციულობით, ძლიერი აშლილობებით და დენუდაციურ-ეროზიული და გრავიტაციულ-მენყრული პროცესებისადმი დიდი მგრძნობიარობით. გეოლოგიური პირობების ასეთი ასიმეტრიულობა მდ.ვერეს აუზში, სადაც მიუხედავად მათი გეოლოგიური აგებულების მეტ-ნაკლებად ერთგვაროვნებისა, მკვეთრად განასხვავებს მთავარი წყალსადინარის ხეობაში და მისი შენაკადების ფერდობებზე ღვარცოფმაფორმირებელი გეოლოგიური პირობების ინტენსივობის ხასიათს.

მდ.ვერეს აუზი სათავეს იღებს თრიალეთის ქედის სისტემის სამხრეთ კალთაზე 1670მ. აბს. სიმაღლეზე და უერთდება მდ.მტკვარს მარჯვენა მხრიდან ქალაქის ქვაბულის ცენტრში - 397მ. აბს. სიმაღლეზე. მისი საერთო ვარდნა შეადგენს 1273მ-ს, ხოლო ყოველ კმ-ზე 28,3მ-ს. მდ.ვერეს აუზში არის 41 შენაკადი, თითოეული 10კმ. სიგრძეზე ნაკლები, ჰიდროქსელის საშუალო სიმჭიდროვით 0,7 კმ<sup>2</sup>/კმ<sup>2</sup>-ზე და ძირითადად იკავებს საშუალომთიან და დაბალმთიან ზონებს. მდ.ვერეს ხეობას მთელ სიგრძეზე ახასიათებს „V“-ებური და ყუთისებური მოხაზულობა. მისი საშუალო სიგანე უმეტესად 30-40მ ფარგლებშია, ცალკეულ უბნებზე ვიწროვდება 10-15მ-მდე. ხეობის მნიშვნელოვანი გაფართოება აღინიშნება ს.ბაგებთან (60-70მ) და მის ქვემო დინებაში, 150-300მ ფარგლებში სადაც მორფოლოგიურად კარგად ფიქსირდება მისი დაბალი ტერასები. ხეობის ფერდობები ძირითადად ერწყმის მის შემომსაზღვრელ ქედებს, განსაკუთრებულად მაღალი დახრილობით (60-70° და მეტი) ხასიათდება მისი მარცხენა მონოკლინური აგებულების ფერდი. მდ.ვერეს დიდი შენაკადების უმეტესობა ღვარცოფტრანსფორმირებადია, რომელთა უმეტესობას შესართავთან გამომუშავებული აქვს გამოზიდვის კონუსები, საშუალოდ 100მ-ის განზომილებაში.

ამ მხრივ განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს მდ.უკანახევში (ბაგებისხევი) ხშირად ტრანსფორმირებადი ღვარცოფები, რომელთა ფორმირების საშიშროებას განაპირობებს ხეობის

რთულ მორფოლოგიურ პირობებში განვითარებადი ეროზიულ-დენუდაციური და მენყრული პროცესები. ქვემოთ მოგვყავს ამ მდინარის მაგალითზე მდ.ვერეს აუზის შენაკადებში დამოუკიდებლად ტრანსფორმირებადი ღვარცოფების შესახებ ინფორმაცია, რომელიც გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგებმა 2015 წლის სტიქიის შემდეგ მოამზადეს.

თბილისში 2015 წელს მდ.ვერეს აუზში წარმოქმნილი კატასტროფული ღვარცოფების პერიოდში, ასევე მდ. უკანახევში, ტრანსფორმირებული იქნა საშუალო სიმკვრივის დიდი მოცულობის ქვატალახოვანი ნაკადები. მდინარის კალაპოტში არსებულმა დიდი დიამეტრის ბეტონის ორსექციანმა ნაკადგამტარმა სრულად ვერ უზრუნველყო მაღალი ენერგიით ტრანსფორმირებული მყარი ნატანისა და მოგლეჯილი ხე-მცენარეების გატარება, მოხდა ნაკადგამტარის მარცხენა სექციის ჩახერგვა, რის შემდეგ ღვარცოფული ნაკადები ზემოდან გადაეწო ნაკადგამტარს და შეიჭრა იქ მაცხოვრებლების საკარმიდამო ნაკვეთებში და ქუჩის ვაკისზე, დაანგრია იქ არსებული ბეტონის სამაგრი კედლები და დამხმარე ნაგებობები, ქვა-ტალახოვანი ნაკადებით დაიტბორა და მოსილა რამდენიმე მოსახლის საკარმიდამო, შეიჭრა სახლების პირველ სართულებში, მოსილა, დაშლამა და დაანგრია დამხმარე ნაგებობები. საჭირო გახდა რამდენიმე მოსახლის უსაფრთხო ადგილზე გადაყვანა. ამჟამად ხეობაში შექმნილია ისეთი მაღალი რისკის გეოდინამიკური დაძაბულობა, რომ ღვარცოფტრანსფორმირებადი ექსტრემალური ნალექების (50-80მმ და მეტი) მოსვლის შემთხვევაში ხეობის ფერდობებზე (განსაკუთრებით მისი მარჯვენა) უდაოდ მოხდება მენყრულ-გრავიტაციული პროცესების გააქტიურება თავისი უარყოფითი შედეგებით (სურ. 79-82).



სურ. 79



სურ. 80



სურ. 81



სურ. 82

მდ. ვერეს აუზის სივრცეში ღვარცოფული პროცესებიდან, რომელიც უმეტეს შემთხვევაში კატასტროფული ხასიათის მატარებელია განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს მის ძირითად წყალშემკრებ-ხეობაში ფორმირებული და ტრანსფორმირებული მთავარ წყალსადინარში.

მდ. ვერეს აუზის მთავარი წყალშემკრები, რომელიც იკავებს მთანმინდის ქედის საშუალომთიანი ზონის ჩრდილო კალთის ფართობს საშუალოდ 40კმ<sup>2</sup>-ზე აგებულია ზედა ეოცენის ფლიშის ტექტონიკურად ძლიერ დისლოცირებული და რღვევებით აშლილი ფლიშის ნალექებით. მათი უმეტესობა გამოირჩევა გამოფიტვის, დენუდაცია-ეროზიისა და მენყრულ-გრავიტაციული პროცესებისადმი მაღალი მგრძობიარობით და გეოლოგიურად მთლიანად მოიცავს ღვარცოფმაფორმირებელ კერას. მართალია მდ. ვერეს მთავარი წყალსადინარის ხეობას გავლილი აქვს ეროზიული ფაზების არაერთი ციკლი და ამჟამად იმყოფება სიმნიფის სტადიაში, მაგრამ მისი მარაოსებურად გაშლილი წყალშემკრების სივრცეში არსებული მდინარეთა ქსელი, რომლებიც უშუალოდ ჩაედინებიან მთავარ წყალსადინარში, მათი უმეტესობა წარმოდგენილია ხშირი დენდრიტული ჰიდროქსელით (ხორტინის კლასიფიკაციით საშუალოდ 5 რიგის) და ითვლებიან ღვარცოფმაფორმირებელი გეოლოგიური პროდუქტის (გამოფიტული და მენყრულ-გრავიტაციული მასის) მთავარ მიმწოდებელ წყაროდ. ამასთან, ამ სახის პირველი სამი რიგის ჰიდროქსელის ხეობებს ახასიათებთ „V“-ებური კონფიგურაციის ვიწრო ხეობები და ხრამები, დიდი დახრილობებით, ხშირ შემთხვევაში ნახევრად დაკიდებული ადგილობრივ ბაზისთან. გარდა ამისა ღვარცოფმაფორმირებელი კერები დასერილია სრულიად ახალგაზრდა ეროზიული ღრანტეების ხშირი ქსელით, რომელთაც ჯერ კიდევ ვერ ჩაუჭრიათ ფერდობული ნალექები და გამოფიტვის ზონა, მაგრამ მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ გეოლოგიური პროდუქტით უზრუნველყოფაში, თავსხმა წვიმების მოსვლის პირობებში მათი წვრილი ფრაქციის ჩარეცხვით გვერდითი შენაკადებისა და მთავარი წყალსადინარის კალაპოტებში. ამავე დროს ამ სახის გეოლოგიური პროდუქტით მონაწილეობა ღვარცოფტრანსფორმირებადი ნაკადების საერთო პოტენციალში ხშირად გადამწყვეტ როლს თამაშობს ღვარცოფული ნაკადების მაღალი კონსისტენციის რეოლოგიური თვისებების ჩამოყალიბებაში. ამრიგად, მდ. ვერეს ხეობაში ტრანსფორმირებულ ღვარცოფებს გეოლოგიური პროდუქტით უზრუნველყოფის დიდი პოტენციალი აქვს და მას სჭირდება მხოლოდ თავსხმა წვიმების და სხვა სახით წარმოქმნილი წყლების რაოდენობა, რომელიც დინამიკაში მოიყვანს ღვარცოფულ პროცესებს იმ შემთხვევაში, როდესაც ადგილი ექნება თავსხმა წვიმებს დღე-ღამეში 40-50მმ. თუ მას დაემატება გეოლოგიური ფაქტორებით (მენყრულ-გრავიტაციული პროცესებით) გართულება ზედაპირული ჩამონადენის რეჟიმისა, რომელსაც ხშირად თან სდევს წყალსადინარების დროებითი გადაკეცვა, მაშინ იმ პერიოდში მოსული თვასხმა წვიმებით ტრანსფორმირებული ღვარცოფების საშიშროება ორმაგად იზრდება.

თბილისის სივრცეში მაღალი ენერჯის ღვარცოფებზე (მათ შორის მდ.ვერეს აუზის შესახებ) პირველ ისტორიულ ინფორმაციას იძლევა სომეხი ისტორიკოსი ზაქარია აგულეცი - 1651 წლის კატასტროფებზე, როდესაც ავჭალისა და მთანმინდის ქუჩებზე წამოსულმა ნიაღვარებმა დიდი ზარალი მიაყენეს მოსახლეობას, ინფრასტრუქტურებს და ადგილი ჰქონდა ადამიანთა მსხვერპლს. შემდეგში თბილისში მე-20 საუკუნემდე ღვარცოფული კატასტროფების შესახებ ერთეული სტატისტიკური ინფორმაცია მოგვეპოვება - 1903,1924,1956,1960,1969 წლების შესახებ. (35).

მდ ვერეს აუზში ცალკეული შემთხვევები მაღალი ენერჯის ღვარცოფების ტრანსფორმა-

ციის შესახებ დაფიქსირებულია 1848, 1882, 1889, 1897, 1923, 1924, 1930, 1931, 1940, 1942, 1946, 1948, 1949, 1950, 1955, 1960, 1963, 1969, 1972, 1980 წლებში.

მდ. ვერეს აუზში ტრანსფორმაციის უფრო თანამიმდევრულ და სარწმუნო მონაცემებს წარმოადგენს 1960 წლის კატასტროფული წყალმოვარდნების შემდეგ თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში 1962 წელს გახსნილი სასწავლო ჰიდრომეტეოროლოგიის ლაბორატორია, რომელიც 1963 წლიდან 2014 წლის ჩათვლით აწარმოებდა დაკვირვებებს, ვიდრე 2015 წლის კატასტროფებმა არ წააღწია ხსენებული საკვლევითი ლაბორატორია. ლაბორატორია 1963 წლიდან პერმანენტულად აწარმოებდა მდ.ვერეზე წყლის მაქსიმალური ხარჯების დაფიქსირებას, კონკრეტულად: 1963წ-140მ<sup>3</sup>/წმ; 1966წ-70,3მ<sup>3</sup>/წმ; 1976წ-79,1მ<sup>3</sup>/წმ; 1982წ-109მ<sup>3</sup>/წმ; 1992წ-66,2მ<sup>3</sup>/წმ; 1993წ-41,8მ<sup>3</sup>/წმ; 1994წ-81,9მ<sup>3</sup>/წმ; 1995წ-40,8მ<sup>3</sup>/წმ; 1997წ- 106მ<sup>3</sup>/წმ; 2002წ-66,8მ<sup>3</sup>/წმ; 2007წ-48,5მ<sup>3</sup>/წმ; 2009წ-133მ<sup>3</sup>/წმ; 2010წ-30მ<sup>3</sup>/წმ; (დაფიქსირდა 3-ჯერ); 2011წ-34მ<sup>3</sup>/წმ; 2012წ-153მ<sup>3</sup>/წმ; 2014წ-30,2მ<sup>3</sup>/წმ; 2015წ. 4.06.-155,3მ<sup>3</sup>/წმ (კერესელიძე დ., 2015). რაც შეეხება 2015 წელს ტრანსფორმირებულ ღვარცოფებს, რომელიც განმეორდა 2-ჯერ მასში წარმოქმნილი ხარჯი დაფიქსირებული იყო 468მ<sup>3</sup>/წმ-ში გარემოს ეროვნული სააგენტოს ჰიდროლოგების მიერ.

თბილისის სახ. უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიური ლაბორატორიის მონაცემებზე (კერესელიძე და სხვები 2015) დაყრდნობით მოვახდინეთ მდ.ვერეს ამ პერიოდის მოცემული ხარჯების ინფორმაციის სისტემური დაჯგუფება ღვარცოფული ნაკადების ენერჯის (ხარჯის რაოდენობის) სამ კატეგორიაში: 1). კატასტროფული მასშტაბის ღვარცოფები, რომელთა მდინარის ხარჯის ენერჯია 100მ<sup>3</sup>/წმ-ს აღემატება. 1963-2015 წლებში ამ ენერჯის ღვარცოფები დარეგისტრირებული იყო 7 ჯერ. ამას დაემატა 1980წ. კატასტროფული ღვარცოფები, რომელიც გამოიწვია იმ დღის ნალექებთან ერთად დაბა წყნეთში ხელოვნური წყალსაცავის გარღვევამ, რასაც მოჰყვა 10 ადამიანის მსხვერპლი. ამრიგად, ამ პერიოდის კატასტროფული ღვარცოფებს ადგილი ჰქონდა 8-ჯერ - 1963, 1980, 1982, 1997, 2009, 2012 და 2015 წელს-ორჯერ განმეორებადობის კოეფიციენტით K-გან 0,54. 2). ექსტრემალური ხასიათის ღვარცოფები, მდინარის ენერჯით - 50-100მ<sup>3</sup>/წმ-ში ხარჯით, დარეგისტრირებულია 3 ჯერ- 1992, 1994 და 2002 წლებში, განმეორებადობის კოეფიციენტით - Kგან-0,02; 3). საშუალო სიძლიერის ღვარცოფები - ხარჯით 50მ<sup>3</sup>/წმ-მდე, დარეგისტრირებულია 6 ჯერ - 1993, 1995, 2007, 2011, 2014 წლებში, განმეორებადობის კოეფიციენტით - Kგან-0,06. მთლიანობაში 1963-2015 წლებში მდ.ვერეს აუზში ღვარცოფების განმეორებადობის კოეფიციენტი შეადგენს - Kგან - 0,37.

მდ. ვერეს აუზში ძლიერი ენერჯის ღვარცოფებს კატასტროფული შედეგებით ადგილი ჰქონდა 2015 წლის 13-14 ივნისს, რომლის დროსაც დაიღუპა 23 ადამიანი, მნიშვნელოვნად დაზიანდა და დაინგრა საცხოვრებელი სახლები და 200-ზე მეტ ადამიანს მოუწია საცხოვრებელი სახლების მიტოვება, აუნაზღაურებელი ზიანი მიაყენა ქალაქის ცენტრში არსებულ ზოოპარკს, დაიღუპა ცხოველების მნიშვნელოვანი ნაწილი, დაზიანდა და მწყობრიდან გამოვიდა მრავალი ინფრასტრუქტურული ობიექტი და საერთო ზარალმა 100 მლნ აშშ დოლარს გადააჭარბა.

მდ. ვერეს აუზში 2015 წლის 14 ივნისს ფორმირებული უდიდესი ხარჯი, რომელიც გარემოს ეროვნული სააგენტოს ჰიდროლოგებს მიჩნეული აქვთ ისტორიულად (468მ<sup>3</sup>/წმ) მიგვაჩინა მართებულად. თუმცა იმ დღის კატასტროფების ფორმირების პირობებს პირდაპირ ვერ დაუკავშირებთ მარტო მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობას.

ნიშანდობლივია, რომ 2015 წლის მოვლენები იმდენად საგანგაშო აღმოჩნდა, რომ ამ კა-

ტასტროფების წარმოქმნის შესახებ სპეციალისტებისა და მოქალაქეების მიერ მრავალი აზრი გამოითქვა „მედიაში“ და დაინერა პრესაში, მაგრამ ობიექტური შეფასება ვერ მიეცა.

გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ 2015 წელს თბილისის ტერიტორიაზე გეოლოგიური საშიშროების ზოგადი ანალიზისა და 2015 წლის ივნისის თვეში „მდ. ვერეს აუზში ღვარცოფული კატასტროფებით გამოწვეული მდგომარეობის წინასწარი შეფასების ანგარიშში“, რომელიც დამუშავდა გარემოს ეროვნულ სააგენტოში და მისანვდომი გახდა ყველა მსურველისათვის, აღვნიშნავდით, რომ მდ. ვერეს აუზში 13-14 ივნისს წარმოქმნილი კატასტროფების მთავარი მიზეზი არ იყო მხოლოდ იმ დღეს დიდი რაოდენობით მოსული ატმოსფერული ნალექები, არამედ აქ საქმე გვქონდა ბუნების მრავალსპექტრიანი, კერძოდ გეოლოგიური და ჰიდრო-მეტეოროლოგიური მულტიფაქტორული მოვლენების სინერგიზმთან.

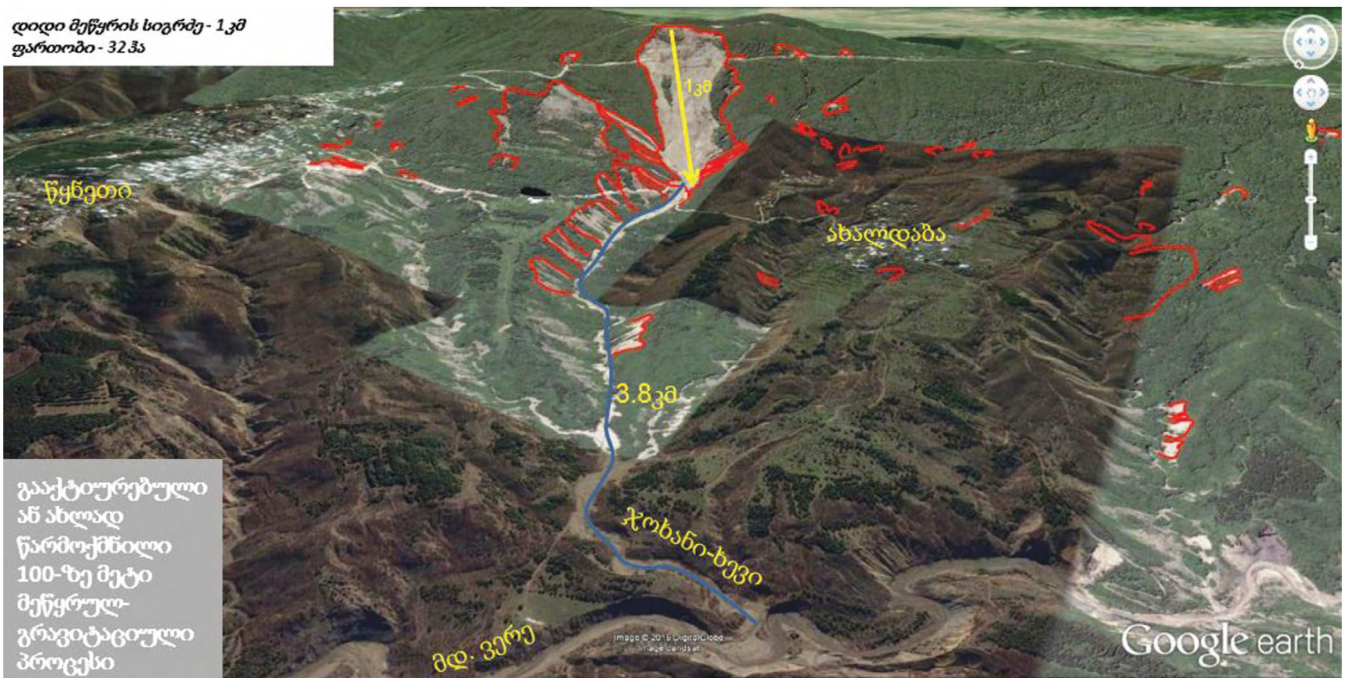
განვიხილოთ ის მულტიფაქტორები, რომელთა სინერგიზმის სინკრეტულობამ განაპირობა ამ სახის კატასტროფული მოვლენების ჩამოყალიბების მიზეზი. დიდი რაოდენობის ნალექებს რა გეოლოგიური ფაქტორები უძღოდა წინ, რომელიც თავისი ხასიათით მკვეთრად განსხვავებული აღმოჩნდა მდ.ვერეს აუზში ადრე მრავალჯერ ტრანსფორმირებული ღვარცოფული მოვლენებისაგან. კერძოდ, საშუალომთიანი თრიალეთის ანტიკლინური ქედის ჩრდილო ფერდის თხემისპირა ზონა, სადაც ფორმირებას იწყებს მდ.ვერეს აუზი, ტექტონიკურად წარმოდგენილია ძლიერ აშლილი და ცოცხალი რღვევებით გართულებული და ეროზიულ-დენუდაციური პროცესებისადმი სელექტური დამოკიდებულების ზედა ეოცენის ფლიშით. ამ მორფოტექტონიკურ ზონაში 2011-2015 წლებში 7-ჯერ ჰქონდა ადგილი 2,5-5,0 მაგნიტუდის სიძლიერის მიწისძვრების გამოძახილს; წარმოქმნილს თბილისის სეისმოტექტონიკურ ზონაში, რაც მთავარი მაპროვოცირებელი გახდა, ისედაც არამდგრადი გრავიტაციული ფერდობის კრიტიკულ დონემდე დაძაბულობის ჩამოყალიბების და ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობიდან გამოყვანის. მით უმეტეს, რომ ამ ზონაში ფერდობის მდგრადობა ისედაც შესუსტებული იყო ქედის თხემურ ზონაში ცოცხალი ტექტონიკური რღვევის არსებობით და ადრე ვერგენტულად მიმართული ამგებელი შრეების შეჭრის შედეგად წყნეთი-ბეთანიის საავტომობილო გზის მშენებლობის პროცესში, რამაც გამოიწვია გრავიტაციული ენერჯის კრიტიკულ დონემდე დამუხტვა. მნიშვნელოვანი როლი პროცესის ჩამოყალიბებაში, ასევე ითამაშა გრუნტის წყლებმა და სხვადასხვა ფაქტორებით მათი რეჟიმის მკვეთრმა ცვლილებამ.

ამას დაემატა 2015 წლის აპრილ-ივნისის თვეებში უხვი ატმოსფერული ნალექების მოვლა (წლის ნორმაზე 60%-ზე მეტი), რომელიც 13-14 ივნისის ღამეს გადავიდა თავსხმა წვიმებში. ამ ნალექების მნიშვნელოვანი ნაწილი ჩაიჭონა ტყის ხშირი საფარით დაკავებული დიდი დახრილობის ფერდობებისა და ვერგენტულად მომართული ნაპრალოვან შრეებში, რასაც მოჰყვა ანტიკლინური ქედის თხემისპირა ჩრდილო ფრთის ტექტონიკური რღვევის ზონაში 1 მლნ. მ<sup>3</sup>-მდე მოცულობის კლდეზვავური ტიპის მენყრის წარმოქმნა. ჩამოზვავებული მასის ნაწილმა დიდი დახრილობის ფერდობზე წახვეტა ძლიერ გამოფიტული და ტენით გაჯერებული ფერდობული ნაფენები ტყის საფართან ერთად და გადავიდა მენყრული მოძრაობის რეჟიმში, რომლის საერთო ფართობმა 323ა შეადგინა. მენყერი საწყის ეტაპზე პირველ 300მ-ზე მოძრაობდა გრავიტაციული ძალის გადაადგილებით ბლოკურ-ცოცვით რეჟიმში და გადაადგილების დროს ფერდობზე ტოვებდა მნიშვნელოვანი რაოდენობის ქვიშაქვების მსხვილ ბლოკებს. შემდეგ ეტაპზე სოფ.ახალდაბამდე, დაახლოებით 700მ სიგრძე გადავიდა დენად-პლასტიკურ რეჟიმში, ხოლო სოფლის გზის ქვემოთ, სადაც მენყრული მასა უშუალოდ მოექცა საკმაოდ ღრმად ჩაჭ-

რილ მდ.ჯოხანისწყლის დიდი დახრილობის კალაპოტში მენყრული მასის რეოლოგიური ბუნება მკვეთრად შეიცვალა და გადავიდა ტიპური ღვარცოფული ხასიათის დინამიკური რეჟიმის პროცესში. ნაკადმა, სანამ უშუალოდ შევიდოდა მდ.ვერეს მთავარ კალაპოტში ადგილზე დატოვა დიდი რაოდენობის ლოდნაროვანი მასა და გააგრძელა მოძრაობა უმთავრესად წვრილი ფრაქციით გაჯერებულმა სტრუქტურული ნაკადების სახით, მენყრით ჩამოტანილი დიდი რაოდენობის ხე-მცენარეებთან ერთად (დაახლოებით 4000მ<sup>3</sup>).

ამრიგად, მდ. ვერეს აუზში დატრიალებული ტრაგედიის მიზეზი იყო, ერთის მხრივ, ერთდროულად წარმოქმნილი ბუნებრივი ფაქტორების თანხვედრა, როდესაც დიდი მოცულობის მენყრული მასა ნახვეტილ ხე-მცენარეებთან ერთად მოექცა მთავარი მდინარის წყალსადინარის ერთიან სივრცეში და მივიღეთ მძლავრი ღვარცოფული ნაკადი, სადაც ერთმანეთში არეულმა მაღალი სიმძლავრის ქვატალახოვანმა ნაკადებმა ხე-მცენარეებთან ერთად დიდი სიჩქარით (ზოგი ავტორით 4-6მ წამში) იწყო მოძრაობა ქალაქის მიმართულებით. მაგრამ, იქ სადაც მდინარის კალაპოტი მოქცეულია გვირაბებში ხე-მცენარეებით დატვირთულმა ნაკადებმა ოთხჯერ ჩახერგეს ქალაქის სივრცეში არსებული გვირაბები, რაც იმას მოწმობს, რომ ღვარცოფულ ნაკადებს ექნებოდა პულსაციური ხასიათი; ჩახერგვის შედეგად 1 საათზე ნაკლებ პერიოდში შიქმნა ხელოვნური წყალსაცავი და წყლის დონემ აინია 17 მეტრამდე, რამაც გამოიწვია სვანიძის ქუჩის ტრაგედია. დაბეჯითებით შეიძლება ითქვას, რომ არ ყოფილიყოს ღვარცოფულ ნაკადებში ასეთი დიდი რაოდენობის ხე-ტყე, ამ სახის ტრაგიკულ შედეგთან არ გვექნებოდა საქმე.

მეორე კიდევ უფრო მნიშვნელოვანი ფაქტორი არის ქალაქის სივრცეში მდინარის კალაპოტის გაუაზრებელი შევიწროვება, რიგ ადგილზე გადახურვებით და მდინარისპირა ჭალის დაბალი ტერასების ინტენსიური ათვისება. ასევე საგანგაშოა, როცა ისეთი რთული გეოლოგიური გარემოს პირობებში, როგორც მდ.ვერეს აუზია, ან მის მსგავს მთიან რელიეფში, ხშირად საინჟინრო საქმიანობა მიმდინარეობს სათანადო კვლევების გარეშე, რასაც თან სდევს მენყრულ-გრავიტაციული პროცესების წარმოქმნა, თავისი უარყოფითი შედეგებით (სურ. 83-91).



სურ. 83



სურ. 84



სურ. 85



სურ. 86



სურ. 87



სურ. 88



სურ. 89



სურ. 90






სურ. 91


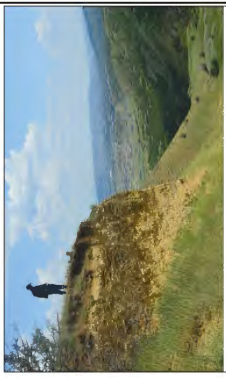


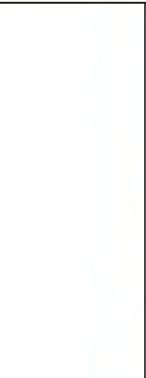

## 11.5 ეროზიული პროცესები

მდინარის ნაპირების გარეცხვა - ქ. თბილისის ტერიტორიაზე ფონდური მასალების და საველე გეოლოგიური კვლევების ანალიზის საფუძველზე ჯამში 230 მდინარის ნაპირის გარეცხვის უბანი გამოიყო, რომელთა ჯამური სიგრძე 24.955კმ-ია.

დახრამვითი და ფართობული ეროზია - ქ. თბილისის ტერიტორიაზე ფონდური მასალების და საველე გეოლოგიური კვლევების ანალიზის საფუძველზე ჯამში 46 დახრამვითი ეროზიის და 31 ფართობული (ზედაპირული) ეროზიის უბნები გამოიყო, სიღრმითი ეროზიის (დახრამვა) ჯამური სიგრძე 4.43კმ-ია, ხოლო ფართობული ეროზიის ჯამური ფართობი 81.8ჰა.





## 12. თბილისის ტერიტორიაზე გეოლოგიური პროცესების საშიშროების რისკის გონაში მოქცეული ობიექტები და მასათარებელი დასახვი ღონისძიებები




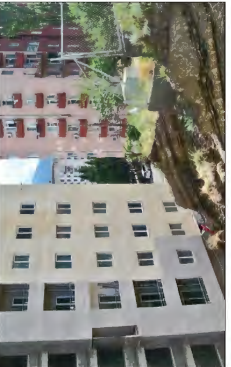

N	დასახლებული პუნქტი და პროცესის გავრცელების გეოგრაფიული არეალი	გეოლოგიური მოვლენის დასახელება და დაზიანების განზომილების ერთეული (პა/ცოდ.მ)	გეოლოგიური მოვლენებით მიყენებული ზიანი	გეოლოგიური პროცესის დინამიკური მდგომარეობა და საშიშროების რისკი	გასატარებელი ღონისძიებები	ილუსტრაცია, შენიშვნა
1	2	3	4	5	6	7
<b>მენჯრები</b>						
1	ქ. თბილისი გლდანის VII მიკრორაიონის მიმდებარედ მდ ხეცმარის მარცხენა ფერდი, სასაფლაო X-486838; Y-4627372	მენჯერი 0.65 ჰა	მენჯრული პროცესი აზიანებს სასაფლაოს. საფლაოები დაზიანებული მენჯრული მასით	საშიშროების რისკი მაღალი	შესაბამისი პროექტის საფუძველზე დამცავი ღონისძიებების გატარება, საფლაოების გადატანა	
2	მდ. ნორწორას ხევის მარჯვენა უსახელო შენაკადის მარჯვენა ფერდობი. X-476174; Y-4626014.	მენჯერი 58.57 ჰა	რეგრესიული განვითარების შემთხვევაში საფრთხე ექმნება საძოვარ ფართობებს	საშიშროების რისკი მაღალი	მუდმივი გეოლოგიური მონიტორინგი, ღონისძიებების გატარება მასშტაბებიდან გამომდინარე მიზანშეუწონელია	
3	ახალდაბის "დიდი" მენჯერი. X-473075; Y-4613991	მენჯერი 32 ჰა	წყნეთი-ბეთანის და წყნეთი-ახალდაბის საავტომობილო გზები	საშიშროების რისკი მაღალი	გატარებულია დამცავი ღონისძიებები. საჭიროა მუდმივი გეოლოგიური მონიტორინგი	

4	<p>მდ. მტკვრის მარჯვენა სანაპირო, მდ. წორწორას ხეობიდან ჩრდილოეთით 30 მეტრში არსებული უსახელო ხევი. X-476446; Y-4627924</p>	<p>მეწყერი 20.75ჰა</p>	<p>საშიშროებას უქმნის სასოფლო-სამეურნეო მიწებს</p>	<p>საშიშროების რისკი დაბალი</p>	<p>გეოლოგიური მონიტორინგი; ღონისძიების გატარება არამიზანშეწონილია.</p>	
5	<p>მდ. წორწორას ხევის მიმდებარედ არსებული უსახელო ხევის მარცხენა ფერდობი. X-476059; Y-4626709</p>	<p>მეწყერი 11ჰა</p>	<p>საშიშროებას უქმნის სასოფლო-სამეურნეო მიწებს</p>	<p>საშიშროების რისკი დაბალი</p>	<p>მუდმივი გეოლოგიური მონიტორინგი, ღონისძიებების გატარება მასშტაბებიდან გამომდინარე მიზანშეწონილია</p>	
6	<p>მდ. ხეცმარის მარცხენა შენაკადის მარჯვენა ფერდი. X-489275; Y-4627118.</p>	<p>მეწყერი 9ჰა</p>	<p>აზიანებს საძოვრებს,</p>	<p>საშიშროების რისკი დაბალი.</p>	<p>შესაბამისი კვლევის საფუძველზე დამცავი ღონისძიებების გატარება, მუდმივი გეოლოგიური მონიტორინგი</p>	
7	<p>წყნეთი-კიკეთის დამაკავშირებელ საავტომობილო გზის მარჯვენა მხარეს. X-473468; Y-4614276.</p>	<p>მეწყერი 9ჰა</p>	<p>მეწყერის რეგრესიულად განვითარების შემთხვევაში საფრთხე შეიძლება შეექმნას საავტომობილო გზას,</p>	<p>საშიშროების რისკი დაბალი.</p>	<p>მეწყერული სხეულის დატერასება და ხე-მცენარეულობის დარგვა.</p>	
8	<p>მდ. ვერეს მარჯვენა უსახელო შენაკადის მარჯვენა ფერდი. X - 469061; Y - 4614445.</p>	<p>მეწყერი 8.83ჰა</p>	<p>მეწყერის მიერ გამოწვეული ზარალი უმნიშვნელოა.</p>	<p>საშიშროების რისკი დაბალი</p>	<p>მეწყერული სხეულის დატერასება და ხე-მცენარეულობის დარგვა.</p>	
9	<p>სოფ. ტაბახმელას მიმდებარედ, მდ. დუქნისხევის მარჯვენა ფერდობის ქვედა ნაწილში. X-48 1092, Y-4611514;</p>	<p>მეწყერი 8.61ჰა</p>	<p>მეწყერის მიერ გამოწვეული ზარალი მისი აქტიურობის ხარისხიდან გამომდინარე ამ ეტაპზე უმნიშვნელოა.</p>	<p>საშიშროების რისკი საშუალო</p>	<p>მეწყერული სხეულის დატერასება და ხე-მცენარეულობის დარგვა.</p>	

10	<p>მდ. მტკვრის მარჯვენა სანაპირო, მდ. ნორნორას ხევის სამხრეთით 350 მეტრში არსებული უსახელო ხევის მარჯვენა ფერდობი X-475223; Y-4626832;</p>	მენყერი 7.3ა	<p>მენყრის მიერ გამოწვეული ზარალი მისი აქტიურობის ხარისხიდან გამომდინარე ამ ეტაპზე უმნიშვნელოა.</p>	სამიშროების რისკი საშუალო	<p>მენყრული სხეულის დატერასება, პერიოდული გეოლოგიური მონიტორინგი</p>	
11	<p>მშრალი ხევის მარჯვენა ფერდობზე X-474987; Y-4625491.</p>	მენყერი 7.623ა	<p>მენყრის მიერ გამოწვეული ზარალი მისი აქტიურობის ხარისხიდან გამომდინარე ამ ეტაპზე უმნიშვნელოა.</p>	სამიშროების რისკი საშუალო	<p>მენყრული სხეულის დატერასება, პერიოდული გეოლოგიური მონიტორინგი</p>	
12	<p>მდ. მილისხევის მარცხენა ფერდობზე X-474031; Y-4627482.</p>	მენყერი 5.63ა	<p>შესაძლებელია გადაკეცოს ხევის კალაპოტი</p>	სამიშროების რისკი საშუალო	<p>მენყრული სხეულის დატერასება, პერიოდული გეოლოგიური მონიტორინგი</p>	
13	<p>მდ. ვერეს მარჯვენა უსახელო შენაკადის მარჯვენა ფერდობი X-469188; Y-4614529;</p>	მენყერი 5.23ა	<p>მენყერი საფრთხეს წარმოადგენს საავტომობილო გზისთვის</p>	სამიშროების რისკი საშუალო	<p>გეოლოგიური კვლევების საფუძველზე მენყერსანიანადმდეგო ღონისძიებების დასახვა</p>	
14	<p>მდ. მტკვრის მარჯვენა სანაპირო, მუხათგერდის სასაფლაოსთან მიმავალ გზაზე X-478539; Y-4628081</p>	მენყერი 6.743ა	<p>მენყერი სამიშროებას უქმნის საავტომობილო გზას.</p>	სამიშროების რისკი საშუალო	<p>დეტალური გეოლოგიური კვლევების საფუძველზე მენყერსანიანადმდეგო ღონისძიებების დასახვა</p>	

				
<p>დეტალური გეოლოგიური კვლევების საფუძველზე მეწყერსაანააღმდეგო ღონისძიებების გატარება</p>	<p>მეწყერულ სხეულზე ტექნოგენური გრუნტის დაყრის აკრძალვა. გეოლოგიური მონიტორინგი</p>	<p>დეტალური გეოლოგიური კვლევების საფუძველზე მეწყერსაანააღმდეგო ღონისძიებების გატარება</p>	<p>გეოლოგიური კვლევების საფუძველზე მეწყერსაანააღმდეგო ღონისძიებების გატარება</p>	<p>დეტალური გეოლოგიური კვლევების საფუძველზე მეწყერსაანააღმდეგო ღონისძიებების გატარება</p>
<p>საშიშროების რისკი საშუალო</p>	<p>საშიშროების რისკი დაბალი.</p>	<p>საშიშროების რისკი საშუალო</p>	<p>საშიშროების რისკი საშუალო</p>	<p>საშიშროების რისკი მაღალი</p>
<p>მეწყერი მისი მდებარეობიდან გაომდინარე საფრთხის უქმნის მეწყერულ უბანში არსებულ საცხოვრებელ სახლებს საავტომობილო გზას.</p>	<p>აზიანებს კერძო საკუთრებაში არსებულ მიწებს,</p>	<p>საშიშროებას წარმოადგენს მეწყერული ფერდობის ქვედა ნაწილში არსებული საცხოვრებელი სახლებისთვის (კორპუსი) და საავტომობილო გზისთვის</p>	<p>საფრთხეს უქმნის შენობა-ნაგებობებს და საავტომობილო გზას</p>	<p>საცხოვრებელი სახლი, საავტომობილო გზა</p>
<p>მეწყერი 0.9ჰა</p>	<p>მეწყერი 0.05ჰა</p>	<p>მეწყერი 1.12ჰა</p>	<p>მეწყერი 0.39ჰა</p>	<p>მეწყერი 0.76ჰა</p>
<p>მდ. მტკვრის მარცხენა სანაპირო, არსებულ უსახელო ხევის მარცხენა ფერდობზე გავრცელებული მეწყერული უბანი, ნახალადევის რაიონი. X-482370; Y-4623138;</p>	<p>ისანის რაიონში, ნავთლულის ქუჩის მიმდებარედ, უსახელო ხევის მარცხენა ფერდობზე. X-486587; Y-4614753.</p>	<p>მდ. მტკვრის მარჯვენა სანაპირო, მაცაშვილის ქუჩა X-482235; Y-4616522;</p>	<p>ცირკის მიმდებარედ, თამარ მეფის გამზირი X-482008; Y-4618134.</p>	<p>მდ. ვერეს მარჯვენა ფერდობი, X-479401; Y-4617984</p>
<p>15</p>	<p>16</p>	<p>17</p>	<p>18</p>	<p>19</p>

20	ბაგებო-წყნეთის საავტ. გზა X-475277; Y-4618040;	მეწყერი 0.17ჰა	საავტომობილო გზა	საშიშროების რისკი მაღალი	დამცავი კედლის მონყოლა ფერდობზე მიბჯენით	
21	ბაგებო-წყნეთის საავტ. გზა X-475418; Y-4617812;	მეწყერი 0.17ჰა	საავტომობილო გზა	საშიშროების რისკი მაღალი	დამცავი კედლის მონყოლა ფერდობზე მიბჯენით	
22	ბაგებო-წყნეთის საავტ. გზა X-475707; Y-4617676	მეწყერი 0.16ჰა	საავტომობილო გზა	საშიშროების რისკი მაღალი	დამცავი კედლის მონყოლა ფერდობზე მიბჯენით	
23	ნუცუბიძის პლატოს I მიკრორაიონის, კორპუსი N12; X-476650; Y-4619505.	მეწყერი 0.07ჰა	საშიშროებას უქმნის N12 საცხოვრებელ კორპუსს, ფერდობზე გაყვანილ გრუნტის გზას, კაბიტალურ ავტოფარეგს და ფერდობის ზედა ნაწილში არსებული საყრდენი კედლის მდგრადობას	საშიშროების რისკი მაღალი	შესაბამისი პროექტის საფუძველზე, დამცავი კედლის მონყოლა ფერდობზე მიბჯენით	
24	ნუცუბიძის ფერდობი X-476819; Y-4619763.	მეწყერი 0.07ჰა	საცხოვრებელი სახლი, საავტომობილო გზა	საშიშროების რისკი მაღალი	გეოლოგიური კვლევების საფუძველზე მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებების დასახვა	
25	ნუცუბიძის ფერდობი X-476705; Y-4619866.	მეწყერი 0.16ჰა	საცხოვრებელი სახლი, საავტომობილო გზა	საშიშროების რისკი მაღალი	გეოლოგიური კვლევების საფუძველზე მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებების დასახვა	



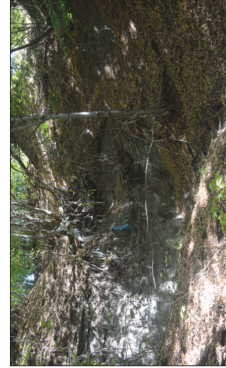

26	ბერთუბნის დასახლება მდ. ხეცმარის ხეობის მარჯვენა ფერდობი 486892-4628271	მენყერი 1.5 ჰა	საცხოვრებელი სახლები, საკარმიდამო ნაკვეთები, სასოფლო გზები	დინამიკაში მყოფი მენყერი, დაზიანებულია სახლები და გზის საშენობების რისკი მაღალი	ზედაპირული და გრუნტის წყლების რეგულირება	
27	გიორგინინდის დასახლება, მდ. ხეცმარის ხეობა 487794-4627448	მენყერი 0.8 ჰა	საცხოვრებელი სახლები (2), საკარმიდამო ნაკვეთები, შიდა გზა	დინამიკაში მყოფი თანამედროვე მენყერი, დაზიანებულია ეზოები და გზა, საშენობების რისკი მაღალი	გეოლოგიური მონიტორინგი; ქმედითი ღონისძიებების გატარება შეუძლებელია	
28	ქ. თბილისი, წყნეთის ქუჩა № 15 და 19 479307-4618088	მენყერი 0.01 ჰა	საშენობებს უქმნის საცხოვრებელ სახლებს	საშენობების რისკი მაღალი	შესაბამისი პროექტის საფუძველზე, საყრდენი კედლის მოწყობა	
29	ქ. თბილისი, წუცუბიძის მე-4მ/რ, კაპანელის ქ № 5 477885-4620075	მენყერი კლდეზვავი	საშენობებს უქმნის საცხოვრებელ კორპუსს	საშენობების რისკი მაღალი	მენყერი მასების ჩამონმენდა, საყრდენი კედლის მოწყობა, ძირგამოჭრილი შრეების გამაგრება	
30	დაბა წყნეთი მდ. უკანხევის ხეობა 476030-4615845	მენყერი 13.27 ჰა	საშენობებს უქმნის საცხოვრებელ სახლებს, საკარმიდამო ნაკვეთებს, შიდა გზებს	თანამედროვე, აქტიური, საშენობების რისკი მაღალი	გაგრძელდეს გეოლოგიური მონიტორინგი, სიტუაციის გართულების შემთხვევაში მიღებული იქნას შესაბამისი გადაწყვეტილება	




31	მუხათვერდის სასაფლაოს მიმდებარე ფერდობი 479035-4627707	მენჯერი 14.18ჰა	საშიშროებას უქმნის სასაფლაოზე მისასვლელ გზას	დინამიკაში მყოფი მენჯერი. საშიშროების რისკი მაღალი	მენჯრულ სხეულზე მოწყობილია რეჟიმული დაკვირვების ქსელი, სადაც საშუალოდ 10 დღის ინტერვალით ხორციელდება რეჟიმული დაკვირვება	
32	აფჭალა, ლიბანის ქუჩა 483792-4629077	მენჯერი 7.04 ჰა	საშიშროებას უქმნის საცხოვრებელ სახლებს, სკოლას	აქტიური, საშიშროების რისკი მაღალი	მენჯრულ სხეულზე მოწყობილია რეჟიმული დაკვირვების ქსელი, შესაბამისი კვლევების საფუძველზე უნდა შემუშავდეს სათანადო დამცავი ღონისძიებები, მენჯრულ სხეულზე საშუალოდ ყოველ 10 დღეში ხორციელდება ინსტრუმენტალური რეჟიმული დაკვირვება დეტალური გეოლოგიური კვლევების საფუძველზე მენჯერსაწინააღმდეგო ღონისძიებების დასახვა	
33	თემქის დასახლება შუშელიძის ქუჩა 484117-4626212	მენჯერი 9.92 ჰა	საშიშროებას უქმნის 2 მაღლივ კორპუსს, საცხოვრებელ სახლებს და ინფრასტრუქტურულ ობიექტებს	საშიშროების რისკი მაღალი	მენჯრულ სხეულზე მოწყობილია რეჟიმული დაკვირვების ქსელი, შესაბამისი კვლევების საფუძველზე უნდა შემუშავდეს და გატარდეს სათანადო დამცავი ღონისძიებები; მენჯრულ სხეულზე საშუალოდ ყოველ 10 დღეში ერთხელ ხორციელდება ინსტრუმენტალური რეჟიმული დაკვირვება	





34	ქ. თბილისი გლდანი 488824-4626232 488885-4626315	მენჯერი 0,4 ჰა	საფრთხე ექმნება მშენებარე რკინიგზის უკის და მაღალი ძაბვის ელ. გადამცემი ხაზის ანძას	სამიშროების რისკი მაღალი	შესაბამის გეოლოგიური კვლევებზე დაყრდნობით შემუშავებული უნდა იქნეს რეკომენდაციები დამცავი ლონისძიებების გატარების მიზნით	
35	გრიგოლ რობაქიძის ქუჩა (აგჭალის დასახლება) 483733-4629875	მენჯერი დაჭაობება	სამიშროება ემუქრება საცხოვრებელ სახლებს და საკარმიდამო ნაკვეთებს	სამიშროების რისკი მაღალი	საცხოვრებელი სახლებისა და საკარმიდამო ნაკვეთების დაცვის მიზნით, საჭიროა როგორც მაგისტრალური წყალსადენის სისტემის მონესრულება, ასევე ზედაპირული წყლების რეგულირება	
36	„ქოშიგორას“ დასახლება X-480615; Y-4629333;	მენჯერი 0,76ჰა	სამიშროება ემუქრება საცხოვრებელ სახლებს, სააფთომობილო გზას	სამიშროების რისკი მაღალი	შესაბამის გეოლოგიური კვლევებზე დაყრდნობით შემუშავებული უნდა იქნეს რეკომენდაციები დამცავი ლონისძიებების გატარების მიზნით	
<b>ღვარცოფი</b>						
1	ქ. თბილისი, ს. ოქროყანა X-481365; Y-4614943	ღვარცოფი	სამიშროებას უქმნის საცხოვრებელ სახლს	სამიშროების რისკი მაღალი	ნაკადგამტარის მოწყობა	
2	მდ. გლდანის ხევი X-482647; Y-4628195	ღვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	სამიშროების რისკი მაღალი	უნდა განხორციელდეს მდინარის კალაპოტის განმეწდა სოფ. მამკოლიდან ალმოსავლეთით და მდინარის მარჯვენა ნაპირის გასწვრივ ნაპირსამაგრების მოწყობა	

3	მდ. ხევძმარის X-485724; Y-4626763	ლვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი მაღალი	მდინარის კალაპოტის დაღრმავება, ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეწმინდა და მუდმივი მონიტორინგი, როგორც ღვარცოფული ხევის, ასევე ხეობაში არსებული სხვა გეოლოგიური პროცესების (მეწყერი, მდინარეთა ნაპირების გარეცხვა და სხვა)	
4	მდ. ნამგალას ხევი. X-490096; Y-4627293.	ლვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	მდინარის კალაპოტში დაგროვებული ღვარცოფული მასალის, ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეწმინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
5	მდ. სააფთრე-ხევის ხეობა X-486600; Y-4627147	ლვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეწმინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
6	მდ. ხევძმარის მარცხენა უსახელო შენაკადი, X-486787; Y-4627439.	ლვარცოფი	სასაფლაო, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეწმინდა და მუდმივი მონიტორინგი, როგორც ღვარცოფული ხევის, ასევე ხეობაში არსებული სხვა გეოლოგიური პროცესების (მეწყერი, მდინარეთა ნაპირების გარეცხვა და სხვა)	

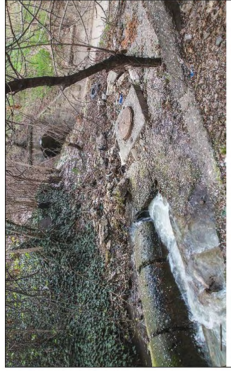
7	მდ. ხევძმარის მარცხენა უსახელო შენაკადი, X-486787; Y-4627439.	ღვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები, საცხოვრებელი სახლები	საშიშროების რისკი საშუალო	მდინარის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
8	მდ. კვირიკობის-ხევი X-487158; Y-4623180.	ღვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	მდინარის კალაპოტის დაღრმავება, ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
9	მდ. ღრმახევი X-492396; Y-4617385.	ღვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
10	მდ. თეთრიხევი X-492396; Y-4617385.	ღვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
11	მდ. ხევადალა X-497394; Y-4620905	ღვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	



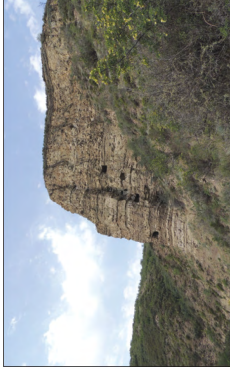

12	მდ. ლოჭინის აუზი X-499578; Y-4612968.	ღვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი მაღალი	გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური პირობების სრულყოფილი შესწავლა და სპეციალური რუკის დამუშავება არაუმეტეს 1:5000 მასშტაბში, მანამდე პერმანენტულად წარმოებული გეოლოგიური მონიტორინგი	
13	მდ. კონანის ხევი X-485347; Y-4613435	ღვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი მაღალი	გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური პირობების სრულყოფილი შესწავლა და სპეციალური რუკის დამუშავება არაუმეტეს 1:5000 მასშტაბში, მანამდე პერმანენტულად წარმოებული გეოლოგიური მონიტორინგი	
14	მდ. ნაკისის ხევი (ღვარცოფის ხევი) X-482873; Y-4614705.	ღვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები, ბოტანიკური ბაღი, აბანოები	საშიშროების რისკი მაღალი	გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური პირობების სრულყოფილი შესწავლა და სპეციალური რუკის დამუშავება არაუმეტეს 1:5000 მასშტაბში, მანამდე პერმანენტულად წარმოებული გეოლოგიური მონიტორინგი	
15	მდ. ვარაზის ხევი. X-482873; Y-4614705.	ღვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი მაღალი	გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური პირობების სრულყოფილი შესწავლა და სპეციალური რუკის დამუშავება არაუმეტეს 1:5000 მასშტაბში, მანამდე პერმანენტულად წარმოებული გეოლოგიური მონიტორინგი	

16	მდ. ვერეს აუზი X-478930; Y-4618187	ლვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი მაღალი	<p>ინფრასტრუქტურული ობიექტების აღდენა, ნაპირსამაგრი სამუშაოები, მონიტორინგული სისტემების ინსტალაცია, ცხაურის ტიპის ნაკადდამჭერი კონსტრუქცია, მუდმივი მონიტორინგი, როგორც ღვარცხოვრული ხევის, ასევე ხეობაში არსებული სხვა გეოლოგიური პროცესების (მენჯერი, მდინარეთა ნაპირების გარეცხვა და სხვა)</p>	
17	მდ. დიდმისწყალი X-479131; Y-4623666.	ლვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი მაღალი	<p>გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური პირობების სრულყოფილი შესწავლა და სპეციალური რუკის დამუშავება არაუმეტეს 1:5000 მასშტაბში, მანამდე პერმანენტულად წარმოებული გეოლოგიური მონიტორინგი</p>	
18	მდ. მილის ხევი X-473538; Y-4627554.	ლვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი მაღალი	<p>ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეცხვა და მუდმივი მონიტორინგი</p>	
19	მდ. ნორწორას ხევი X-477324; Y-4626765.	ლვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	<p>ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეცხვა და მუდმივი მონიტორინგი</p>	

20	მდ. ნორნორას ხევი მარცხენა უსახელო შენაკად X-477483; Y-4626866.	ღვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეორება და მუდმივი მონიტორინგი	
21	მდ. ბაგებისხევი (უკანხევი) X-476245; Y-4616150.	ღვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი მაღალი	გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური პირობების სრულყოფილი შესწავლა და სპეციალური რუკის დამუშავება არაუმეტეს 1:5000 მასშტაბში, მანამდე პერმანენტულად წარმოებული გეოლოგიური მონიტორინგი	
22	მდ. ცხენისზურგის ხევი X-472447; Y-4617063.	ღვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეორება და მუდმივი მონიტორინგი	
23	მდ. ახალდაბის ხევი X-471763; Y-4616486.	ღვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი მაღალი	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეორება და მუდმივი მონიტორინგი, როგორც ღვარცოფული ხევის, ასევე ხეობაში არსებული სხვა გეოლოგიური პროცესების (მენჯერი, მდინარეთა ნაპირების გარეცხვა და სხვა)	
24	მდ. ბეთანის ხევი X-470449; Y-4615711.	ღვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი მაღალი	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეორება და მუდმივი მონიტორინგი, როგორც ღვარცოფული ხევის, ასევე ხეობაში არსებული სხვა გეოლოგიური პროცესების (მენჯერი, მდინარეთა ნაპირების გარეცხვა და სხვა)	

25	მდ. ხიზანხალა, მდ. ვერეს მარჯვენა შენაკადი X-471080; Y-4615997.	ღვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
26	მდ. ვერეს მარჯვენა უსახელო შენაკადი X-467735; Y-4615763.	ღვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
27	მდ. ვერეს მარჯვენა უსახელო შენაკადი X-466884; Y-4615438.	ღვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
28	უსახელო ხევი (კიკეთის ტერიტორია) X-472029; Y-4610520.	ღვარცოფი	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
29	უსახელო ხევი, აჭხალის დასახლება X-483008; Y-4631129	ღვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
30	მდ. ორხევის აუზი X-492578; Y-4614616.	ღვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
31	მდ. კუკიის ხევი 484502-4617116	ღვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
32	მდ. ჩულურეთის ხევი 485230-4617130	ღვარცოფი	საცხოვრებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	


33	მდ. დოლაბაურის ხევი 486550-4614730	ღვარცოფი	საცხოვერებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	სამშრომლის რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
34	მდ. ნმინდა წყალი (მდ. ვერეს მარცხენა შენაკადი) 474381-4618637	ღვარცოფი	საცხოვერებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	სამშრომლის რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
35	მდ. ცხენჯამის ხევი (მდ. ვერეს მარცხენა შენაკადი) 473594-4618021	ღვარცოფი	საცხოვერებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	სამშრომლის რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
36	მდ. ვერეს მარცხენა უსახელო შენაკადი 472783-4617669	ღვარცოფი	საცხოვერებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	სამშრომლის რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
37	მდ. იფნარის ხევი (მდ. ვერეს მარცხენა შენაკადი) 472007- 4616702	ღვარცოფი	საცხოვერებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	სამშრომლის რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
38	სურდოს ხევი (მდ. ვერეს მარცხენა შენაკადი) 470503- 4615911	ღვარცოფი	საცხოვერებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	სამშრომლის რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
39	მდ. ვენახების ხევი (მდ. ვერეს მარცხენა შენაკადი) 469433- 4615875	ღვარცოფი	საცხოვერებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	სამშრომლის რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	
40	მდ. ვერეს მარცხენა უსახელო შენაკადი 4615790	ღვარცოფი	საცხოვერებელი სახლები, ინფრასტრუქტურული ობიექტები	სამშრომლის რისკი საშუალო	ხეობის კალაპოტის პერიოდული განმეინდა და მუდმივი მონიტორინგი	

კლდეზე ვევი-ქვათაცვენა						
1	მდ. ვერეს ხეობა ჭაბუა ამირეჯიბის სახელობის გზატკეცილი 479598-4618280	ქვათაცვენა	ჭაბუა ამირეჯიბის სახელობის გზატკეცილი	პერიოდულად აქტიური, საშიშროების რისკი მაღალი	ფერდობის დაუცველი ნაწილის დაფარვა მაფთულბადით, მუდმივი გეოლოგიური მონიტორინგი	
2	თბილისი, მდ. ნონორას-ხევის ხეობის მარჯვენა ფერდობი. X-476508; Y-4626583. ქ.	ქვათაცვენა	გრუნტის გზა	საშიშროების რისკი საშუალო	ფერდობის პერიოდული ჩამონმენდა ერთეული ლოდებებისაგან.	
3	თბილისი, ვაშლიჯვრის დასახლება, ყვავების გორა. X-479582; Y-4622422. ქ.	ქვათაცვენა	არზაყან ემუხვარის ქუჩის მოსახლეობა, საცხოვერებელი სახლები, საკარმიდამო ნაკვეთები და ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი მაღალი	ფლატის დაფარვა მავთულბადით და ფერდობის ძირში თხრილის მონყოლა კოლუვიური მასალის აკუმულირების მიზნით.	
4	ბეთანის სამონასტრო კომპლექსთან მისასვლელი გზის მარჯვენა მხარეზე, X-467383; Y-4614760.	ქვათაცვენა	გრუნტის გზა	საშიშროების რისკი საშუალო	ჩამოცვენილი მასებისაგან გზის პერიოდული განმენდა	
5	ცირკის მიმდებარედ მარჯვენა სანაპიროზე 1. X-482199; Y-4618358; 2. X-482035, Y-4618717.	ქვათაცვენა	საავტომობილო გზა	საშიშროების რისკი მაღალი	ფერდობზე დამაგრებული რკინის ბადების პერიოდულად გასუფთავება.	

6	<p>სოლოლაკის ხეივანის მიმდებარედ X-483525; Y-4615119.</p>	ქვათაცვენა	ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	<p>ფერდობზე დამაგრებული რკინის ბადეების პერიოდულად გასუფთავება.</p>	
7	<p>ფონიჭალის სასაფლაოს მიმდებარედ X-491818; Y-4611115.</p>	ქვათაცვენა	საშიშროებას უკმნის სასაფლაოებს და საავტომობილო გზის მდგრად ფუნქციონირებას.	საშიშროების რისკი მაღალი	<p>ბადეების ფერდობის მთელ სიგრძეზე მოწყობა და ჩამოქცეული მასებისგან გზის პერიოდული განმეხდა</p>	
8	<p>აღმაშენებლის ხეივანი X-480408; Y-4630124.</p>	ქვათაცვენა	საავტომობილო გზა	საშიშროების რისკი მაღალი	<p>ბადეების მოწყობა ფერდობის მთელ სიგრძეზე და ჩამოქცეული მასებისგან გზის პერიოდული განმეხდა</p>	
9	<p>საბურთალოს პანთეონის კერძო სასაფლაოს მიმდებარედ, უნივერსიტეტის ქუჩა X-478606; Y-4618271.</p>	ქვათაცვენა	სასაფლაო	საშიშროების რისკი საშუალო	<p>ფერდობს სამაგრი რკინის ბადეების მოწყობა მთელ ფართობზე</p>	
10	<p>ქ. თბილისი ლადო ასათიანის N28 „მეექვსე საავტომობილო სკოლა“ და №42 483329-4615246</p>	ქვათაცვენა	საშიშროებას უკმნის მოსწავლეებს და მომსახურე პერსონალს	საშიშროების რისკი მაღალი	<p>ბეტონის დამცავი კედლის მოწყობა</p>	

მდინარის ნაპირის გარეცხვა						
1	ს. გლდანის დასახლება, ხიდებიდან აღმოსავლეთით 486290-4630530	მდინარე გლდანის ხევის გვერდითი ეროზია 300-350 გრძ/მ	ნაპირგარეცხვა, ემუქრება დასახლებას, შიდა სასოფლო გზას და საკარმიდამო ნაკვეთებს	პროცესის განვითარების მისუტაბები დაკავშირებულია წყალმოვარდნების სიძლიერესთან, საშიშროების რისკი მაღალი	მდინარის მარჯვენა ნაპირის გასწვრივ, სადაც საშიში პროცესები ემუქრება მოსახლეობას, ნაპირსამაგრი ნაგებობების მოწყობა	
2	მდ. მტკვრის მარჯვენა ნაპირი „დიღმის ქალები“ 482244; 4628116	მდ. მტკვრის გვერდითი ეროზია 360მ	სააგტომობილო გზა	საშიშროების რისკი საშუალო	ნაპირის გასწვრივ, ნაპირსამაგრი ნაგებობების მოწყობა	
3	მდ. ლოჭინის მარჯვენა ნაპირი 501388-4616100	მდინარის ნაპირის გარეცხვა 153მ	სააგტომობილო გზა	საშიშროების რისკი საშუალო	ნაპირის გასწვრივ, ნაპირსამაგრი ნაგებობების მოწყობა	
4	მდ. ლოჭინის მარჯვენა ნაპირი 501052-4617691	მდინარის ნაპირის გარეცხვა 214მ	სააგტომობილო გზა, სხვადასხვა დანიშნულების შენობა-ნაგებობები	საშიშროების რისკი მაღალი	ნაპირის გასწვრივ, ნაპირსამაგრი ნაგებობების მოწყობა	
5	მდ. ლოჭინის მარჯვენა ნაპირი 501245-4619254	მდინარის ნაპირის გარეცხვა 220მ	სააგტომობილო გზა	საშიშროების რისკი საშუალო	ნაპირის გასწვრივ, ნაპირსამაგრი ნაგებობების მოწყობა	

6	მდ. ლოჭინის მარჯვენა ნაპირი 498794-4611912	მდინარის ნაპირის გარეცხვა 2098	საავტომობილო გზა	საშიშროების რისკი მაღალი	ნაპირის გასწვრივ, ნაპირსამაგრი ნაგებობების მოწყობა	
7	მდ. ორხევის მარცხენა ნაპირი 492278-4613349	მდინარის ნაპირის გარეცხვა - 378 მეწყერი - 0,13ა	სხვადასხვა დანიშნულების შენობა ნაგებობები, საკარმიდამო ნაკვეთი	საშიშროების რისკი საშუალო	ნაპირის გასწვრივ, ნაპირსამაგრი ნაგებობების მოწყობა	
<b>დახრამებითი ეროზია</b>						
1	483299-4622229	დახრამვა სიგრძე - 142მ	სხვადასხვა დანიშნულების ინფრასტრუქტურული ობიექტები	საშიშროების რისკი საშუალო	ზედაპირული ნაკადების რეგულირება	
<b>გრუნტის წყლების შეტობრვა, გრუნტის ჯდენა</b>						
1	ქ. თბილისი, დაბა წყნეთი დიმიტრი ამილახვარის ქ. № 17 ა 475380-4616181	გრუნტის ჯდენა	საშიშროებას უქმნის საცხოვრებელ სახლს	საშიშროების რისკი საშუალო	ფუნდამენტის გამაგრება	
2	ქ. თბილისი, გლდანის მე-8 მიკრო რაიონი, კორპუსი 4	შეტობრვა	საშიშროებას უქმნის საცხოვრებელ კორპუსს	საშიშროების რისკი საშუალო	გრუნტისა და ტექნიკური წყლების რეგულირება	

3	ქ. თბილისი, ს. ტაბახმეღა კოჯრის გზატკეცილი XIV ჩიხი № 2 479250-4611610	გრუნტის ჯდენა	სამშრომობას უქმნის საცხოვრებელ სახლს	სამშრომობის რისკი საშუალო	ზედაპირული წყლების რეგულირება	
---	---	---------------	--------------------------------------	---------------------------	-------------------------------	---

## 13. განსახორციელებელი საადაპტაციო ღონისძიებები

### 13.1. მენყერსანინაალმდეგო ღონისძიებები

როგორც ცნობილია მენყრული პროცესები და მოვლენები მიეკუთვნებიან მულტიფაქტორთა პროცესმაპროვოცირებელი სახეობების იმ ჯგუფს, რომლებიც დოფორმირებადი თვისებებით, სტრუქტურულ-გეოლოგიური ბუნების, სახეობებისა და მოძრაობების მექანიზმით, დინამიკური აქტივობებით და ენერგეტიკული პოტენციალი და სხვა თვისებების მიხედვით ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდებიან როგორც წარმოშობის საწყისი ეტაპით, ასევე დროში მიმდინარე დინამიკური რეჟიმით. აქედან გამომდინარე, ძლიერ გართულებულია არა მარტო მათი წარმოქმნის ფაქტორთა პირობების დადგენა, არამედ მათი საშიშროების რისკის შეფასება და განვებლობის ღონისძიებების შემუშავება.

პირველყოვლისა აუცილებელია დაგროვილი იქნეს გეოლოგიური გარემოს სისტემაში გარედან შემღწევი ის მთავარი მაპროვოცირებელი ფაქტორი, რომელიც გამოიყვანს რელიეფის მორფოლოგიურ ელემენტს ჰომეოსტატიკური მდგომარეობიდან და გადაიყვანს დინამიკურ სტადიაში. ეს შეიძლება იყოს როგორც ბუნებრივი ფაქტორი - ფერდობის „დატენიანების ეფექტი“, ნაპირების გარეცხვა, მიწისძვრები, ან ტექნოგენური (ადამიანის) ფაქტორი. მაგალითად გზების მშენებლობის შემთხვევაში ფერდობის მთელ გაყოლებაზე შესაძლებელია შეიქმნას ხელოვნური ციცაბო ფერდი, როგორც პოტენციურად საშიში, მენყრის და გრავიტაციული პროცესების წარმოქმნისთვის.

წყალდიდობების, წყალმოვარდნების და მათთან დაკავშირებული ეროზიული პროცესების ხასიათის მენყრების წარმოქმნის საკითხში და მათი მართვის ქმედითი პრაქტიკის შემუშავებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება კლიმატის გრძელვადიან პროგნოზს. ჰიდროლოგიური მაჩვენებლები, წლის განმავლობაში მოსული ნალექების ჯამური მაჩვენებელი საშუალო მრავალწლიურთან მიმართებაში, რომლებიც ეფუძნება ნალექების რაოდენობის პროგნოზს, ერთ-ერთი ათვლის წერტილია მენყრული პროცესების შეფასების და მათი მოსალოდნელი გააქტიურების და შესაბამისად ნეგატიური მოვლენების გაზრდილი მასშტაბების ადეკვატური სანინაალმდეგო ღონისძიებების შემუშავებისა და საადაპტაციო ღონისძიებების დასახვისთვის.

მენყერსანინაალმდეგო ღონისძიებებთან მიმართებაში არჩევენ პასიურ (პროფილაქტიკური) და აქტიურ (კაპიტალურ) მენყერსანინაალმდეგო ღონისძიებებს.

პასიური: 1) აკრძალვითი - ფერდობების ჩამოჭრა, ნაგებობების მშენებლობა, მიწების სასოფლო-სამეურნეო დამუშავება, მცენარეული საფარის განადგურება, მორწყვა, სამთო სამუშაოები (და სხვა); 2) მარეგულირებელი - სამეურნეო საქმიანობის შემცირება, სხვადასხვა რეკომენდაციები.

აქტიური ანუ კაპიტალურ საინჟინრო მენყერსანინაალმდეგო ღონისძიებებს განეკუთვნება სპეციალური ნაგებობები - ფერდობსამაგრი კედლები, ნაკადების მიმართულების შემცვლელელები, ფერდობამგები ქანების ფიზიკურ მდგომარეობაზე ზემოქმედება და სხვა.

მენყერსანინაალმდეგო ღონისძიებები ასევე შეიძლება დავეყოს პალიატიური ხასიათის პრევენციულ და საინჟინრო დამცავ ღონისძიებებად.

პალიატიურს მიეკუთვნება ნენწყრული პროცესების შემარბილებელი არაკაპიტალური ღონისძიებების გატარება, რომელიც შეუძლია განახორციელოს კერძო პირმა სპეციალისტის მიერ შეთავაზებული რეკომენდაციით.

პრევენციული ღონისძიებების დანიშნულებაა ფერდობებზე მენწყრული პროცესების ფორმირებამდე ან მენწყრული პროცესების გააქტიურების საწინააღმდეგო ისეთი ღონისძიებების გატარება, რომლებიც მიმართული იქნება ფერდობის მდგრადობის ზრდისკენ.

მენწყრული ფერდობების მდგრადობის გაზრდის საინჟინრო მეთოდები (ღონისძიებები) შემდეგია:

- ა) რელიეფის ენერჯის შემცირება (შეცვლა), ფერდობებში ამძრავი ძალების შემცირების მიზნით (ციცაბო საფეხურების მოჭრა-მოსწორება, ფერდობის დატერასება, გრუნტის კონტრბანკეტების მოწყობა და სხვა);
- ბ) ქანების არამდგრადი მასივების და ერთეული ლოდების მოხსნა (ზოგჯერ სუსტი გრუნტების მდგრადით შეცვლა);
- გ) სხვადასხვა შემაკავებელი ნაგებობების და კონსტრუქციების გამოყენება (საყრდენი კედლები, კონტრფორსები, შემაკავებელი ხიმინჯები და სვეტები, ანკერები, დაანკერებული ფილები, გამამაგრებელი ფილები, პლომბები);
- დ) ფერდის მასივის განყოფილების შემცირება (სხვადასხვა ტიპის დრენაჟების მოწყობა, აგროსატყეო მელიორაცია და სხვა).
- ე) კლდეზვავ-ქვათაცვენის ტიპის მენწყრებისთვის: ფერდობების პერიოდული განმენდა ცალკეული ლოდებისგან, დამცავი ბადეების და ზღუდარების მოწყობა, მაღალი წნევით ქვათაცვენის უბნების ჩამორეცხვა, შესაბამისი საგზაო ნიშნების გამოყენება, საშიშროების შემცველი უბნების მონიტორინგი;

საინჟინრო მენყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებები და ნაგებობები შერჩეული უნდა იქნას ფერდობის მდგრადობის ანგარიშის საფუძველზე, ანუ მენწყრული დაწნევის ზემოქმედებაზე, რომელიც ეყრდნობა საქართველოში მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტის რეკომენდაციებს.

## 13.2 ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებები

წყალდიდობა და წყალმოვარდნა ხშირად ღვარცოფული ნაკადების ფორმირების მიზეზი ხდება. ისინი წარმოადგენენ მოულოდნელ სამთო ნაკადებს, ჭარბად გაჯერებული მყარი მასალით, წარმოქმნილი ძლიერი წვიმების დროს, თოვლის ინტენსიური დნობისას, ასევე შეგუბების და კაშხლების გარღვევისას მდინარეთა ხეობებში, სადაც გვაქვს ფხვიერ-მონატეხოვანი მასალის დიდი მარაგები. ღვარცოფული აუზი იყოფა სამ ზონად:

ა) ღვარცოფების ფორმირების, ბ) ღვარცოფების ტრანზიტის და გ) ღვარცოფების ჩაქრობის (გამოტანის კონუსები).

ღვარცოფმაფორმირებელი გეოლოგიური პროდუქტის გრანულომეტრიული შედგენილობის და რეოლოგიური ბუნების მიხედვით იყოფა შემდეგ ძირითად კლასებად: წყალქვიანი, ქვატალახიანი, ტალახქვიანი.

საკვლევ ტერიტორიაზე ღვარცოფული კერების ჩასახვა განპირობებულია მენწყრულ-გრავიტაციული და დენუდაციური ეროზიული პროცესებით. ღვარცოფული ნაკადების ფორმირე-

ბაში ძირითადად მონანილებენ როგორც განსხვავებული გრანულომეტრიული შედგენილობის ნამსხვრევი მასალა, ასევე ქვიშა-თიხოვანი ფაციესი.

**ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებებია:**

ღვარცოფული ნაკადების შესარბილებლად - რკინა-ბეტონის და ქვის წყობის დამბები და ზღურბლები;

- ღვარცოფული ნაკადების გასატარებლად - ღვარცოფგამტარები, არხები, ხიდები, მიმმართველები, დამბები, დეზები;

- ღვარცოფული ნაკადების დინამიკის შესამცირებლად - საგუბარების კასკადის მოწყობა, კალაპოტების დასაფეხურება, აგროსატყეო მელიორაცია, კალაპოტების პერიოდული განმენდა;

- ღვარცოფული ნაკადების პროგნოზი -

მონიტორინგის და ადრეული შეტყობინების სისტემის ორგანიზაცია.

ქ. თბილისის ტერიტორიაზე დაფიქსირებული ღვარცოფული პროცესების შესახებ არსებული დეტალური ინფორმაცია მოყვანილია პროცესების კადასტრში.

### 13.3 ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები

(მდინარეთა ნაპირების გარეცხვა, სიღრმითი ეროზია, ფართობული ეროზია, დახრამვა)

კალაპოტური პროცესები, რომლებშიც ერთიანდება მდინარეთა ნაპირების გარეცხვა ანუ გვერდითი ეროზია და სიღრმითი ეროზია (მდინარის ძირის ნიშნულების ცვლილება), განისაზღვრება მუდმივი წყლის ნაკადების მდინარის ნაპირების ცვლილებით და მის ძირთან (ფსკერი) გარეცხილი ფსკერული მასალის მოცულობებით, ხოლო რაც შეეხება ფართობულ ეროზიას, ეს პროცესი ჩვენთან წარმოდგენილია ნიადაგის ნაყოფიერი შრეების და სუბსტრატის გამოფიტვის სულ ზედა ზონის ჩარეცხვა-ტრანსპორტირებით, დროებითი ზედაპირული ფერდობული თოვლის მდნარი და წვიმის წყლების ნაკადებით.

რაც შეეხება დახრამვით ეროზიას, ის წარმოადგენს რთულ პროცესს, დაკავშირებულს რელიეფის უარყოფითი ხაზოვანი ფორმების განვითარებასთან, დროებითი მოქმედი კალაპოტური ნაკადებისა და თოვლის მდნარი წყლების ნაკადების ზემოქმედებით.

**კალაპოტის ეროზიული პროცესებისგან დამცავი საინჟინრო ღონისძიებები:**

- 1) ეროზიის საწინააღმდეგო კედლები;
- 2) მიმმართველი და შემაკავებელი დამბები და დეზები;
- 3) კალაპოტის გასწორხაზოვნება;
- 4) სხვადასხვა ტიპის კომბინირებული ღონისძიებები.

**ფართობული ეროზიისგან დამცავი საინჟინრო ღონისძიებები:**

გაშიშვლებული ფერდების დაცვა გამოფიტვისგან

ა) დამცავი საფარები (მაგ: „რენოს მატრასები“ და სხვა)

ბ) ბალახოვან-მცენარეული საფარის შექმნა, დაკორდება (ბიოინჟინერია)

დახრამვითი ეროზიისგან დამცავი ღონისძიებები:

- ✓ ზედაპირული ნაკადების რეგულირება;
- ✓ ხრამების ამოვსება;
- ✓ სადრენაჟო-წყალგამშვები კოლექტორების მონყობა;
- ✓ ფერდობების ამგები ქანების გაძლიერებული ზედაპირული წყლების თავიდან აცილება ინფილტრაციის ხარჯზე (წყალმოსაცილებელი ღარების და თხრილების სისტემების შექმნით, აგროსატყეო მელიორაცია, ზედა მხრის თხრილები).

## დასკვნები და რეკომენდაციები

თბილისი, როგორც დიდი ქალაქების ერთ-ერთი უძველესი სახე მნიშვნელოვან ადგილს იკავებს ევროპისა და აზიის ქვეყნების გასაყარზე. ამავე დროს თავისი ურთულესი გეოლოგიური გარემოს პირობებისა და მისი მაღალი მგრძობიარობიდან გამომდინარე ტექნობუნებრივი წნეხის უდიდეს დატვირთვას განიცდის და იმდენად მაღალი რისკის ქვეშ იმყოფება, რომ მისი გეოეკოლოგიური სიტუაცია კრიზისულ მდგომარეობაშია გადასული ბოლო პერიოდში მის რთულ გეოეკოლოგიურ მდგომარეობას დაემატა ტერიტორიის ფართომასშტაბიანი ათვისება უკიდურესად რთული მორფოლოგიურ-გეოლოგიური გარემოს მაღალი რისკის ფართობებზე, რასაც გარდაუვლად თან სდევს გამოუსწორებელი გეოეკოლოგიური გართულებები.

ამ პრობლემის დადებითად გადაწყვეტა შესაძლებელი იყო მხოლოდ გეოლოგიური და გარემოს ბაზისური მდგომარეობის სრულყოფილად შეფასების პირობებში და გეოლოგიური რისკების დადგენით.

დამუშავებული ქ. თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების (დარაიონების) რუკა წარმოადგენს ბაზისურ საფუძველს, ერთის მხრივ, ეგზოგეოდინამიკური მოვლენების სივრცობრივი გავრცელების, ქალაქის ტერიტორიის განაშენიანებისა და სივრცითი ათვისების გენერალური სქემის დამუშავებისათვის, ხოლო, მეორეს მხრივ, გეომონიტორინგული კვლევების პერმანენტულად განხორციელების, როგორც გეოლოგიურ გარემოზე ბუნებრივ-ტექნოგენური ფაქტორების ზემოქმედების ოპტიმალურად შეფასების ამსახველი და მაღალი დაბაზულობის გეოეკოლოგიური სივრცეების ადაპტაცია-გაჯანსაღების. ამავე დროს, აუცილებელია ყოველწლიური გეომონიტორინგულ კვლევებზე მიღებული შედეგების გაანალიზებისა და განზოგადების საფუძველზე უნდა მოხდეს რუკის განახლება (3-5 წელიწადში ერთხელ).

ყოველივე ზემოთ მოყვანილი პრობლემები და საკითხები არის ის ძირითადი მოთხოვნები, რომელსაც იძლევა „კატასტროფების რისკების შემცირების სენდაის ჩარჩო დოკუმენტი 2015-2030 წლების პერიოდში განხორციელება“, მიღებული გაეროს მესამე მსოფლიო კონფერენციაზე, რომელიც გაიმართა ქ. სენდაიში (იაპონია) და პარიზის შეთანხმების კლიმატის ცვლილების შესახებ.

1. საინჟინრო-გეოდინამიკური კვლევის საგანს წარმოადგენდა ქ. თბილისის სივრცეში მოქცეული ტერიტორია, რომლის ფართობია 504.7 კმ<sup>2</sup>;

2. კვლევების მიზანს წარმოადგენდა საკვლევი ტერიტორიის ზონირება გეოლოგიური სტიქიური მოვლენების საშიშროების რისკის (მაღალი, საშუალო და დაბალი) მიხედვით;

3. შემუშავებული იქნა გეოლოგიური სტიქიური მოვლენების კვლევის მეთოდოლოგიური მიმართულება;

4. კვლევების სივრცე საქართველოს ტერიტორიის ტექტონიკური დარაიონების სქემის (ე. გამყრელიძე, 2000) მიხედვით მიეკუთვნება მცირე კავკასიონის ნაოჭა სისტემის აჭარა-თრიალეთის ზონის ასპინძა-თბილისის სექტორს;

5. ტერიტორიის სივრცეში გამოიყოფა შემდეგი მორფოლოგიური ერთეულები: მტკვრის მარჯვენაპირეთის საშუალო და დაბალმთიანი ტექტომორფული მთა-ხეობათა რელიეფი; მდ. მტკვრის ხეობის აკუმულაციური ძირი; დაბალი და საშუალომთიანი მთა-ხეობათა ინვერსიული მორფოსტრუქტურა; თბილისის ქვაბულის მარცხენაპირეთის დაბალმთიანი პალეომტკვრით

შექმნილი ტერასულ-საფეხურებიანი რელიეფი;

6. ქ. თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობენ პალეოცენური, ოლიგოცენური და მიოცენური ასაკის ნალექების თითქმის ყველა სტრატиграფიული ერთეული და მეოთხეული ასაკის ალუვიური, პროლუვიური და ფერდობული დანალექები, რომლებიც ძირითადად წარმოდგენილია ქვიშაქვებით, თიხებით, კონგლომერატებით, მიკროკონგლომერატებით, კაჭარ-კენჭნარებით, ლოდებით და ქვიშა-ქვიშნარებით და სხვა;

7. საქართველოს ტერიტორიის სეისმური დარაიონების სქემის მიხედვით ქ. თბილისი მიეკუთვნება 8-ბალიანი მინისძვრების (სეისმური აქტივობის) ზონას;

8. საქართველოს ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების სქემის მიხედვით (ი. ბუაჩიძე, 1970 წ.), ქ. თბილისის ტერიტორია აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის წყალწვევიანი სისტემების ჰიდროგეოლოგიური ოლქის ნაპრაღური და ნაპრაღური წყლების თბილისის წყალწვევიან სისტემას მიეკუთვნება. აღნიშნულ ჰიდროგეოლოგიურ რაიონში (და უშუალოდ ქ. თბილისის ტერიტორიაზეც) ერთმანეთისგან მკვეთრად განსხვავებული ქიმიური შედგენილობის, გენეზისის და ცირკულიაციის მინისქვეშა წყლებს ვხვდებით, რაც ცხადია, რთული და მრავალფეროვანი სტრუქტურულ-ტექტონიკური, გეომორფოლოგიური და გეოლოგიური აგებულებით არის განპირობებული.

9. საკვლევი ტერიტორიის ფარგლებში, ფიქსირდება თითქმის ყველა სახის საშიში გეოლოგიური პროცესი, როგორც მენყრულ-გრავიტაციული (მენყერი, კლდეზვავი, ქვათაცვენა) და ღვარცოფული, ასევე ეროზიული (მდ. ნაპირების გარეცხვა, სიღრმითი ეროზია, ფერდობების დახრამვა, ფართობული ეროზია);

10. ქ. თბილისის ტერიტორიის ფარგლებში დაფიქსირდა:

1) სხვადასხვა მასშტაბის 540 მენყერი საერთო ფართობით 455.5ჰა, რომლებიც წარმოშობის ტიპის მიხედვით დაიყო შემდეგ ჯგუფებად:

- ⊖ კლიმატოგენური - 167 მენყერი - 89.575ჰა;
- ⊖ სანაპირო - 215 მენყერი - 148.76ჰა;
- ⊖ სანაპირო-კლიმატოგენური - 122 მენყერი - 37.02ჰა;
- ⊖ ტექნოგენური - 11 მენყერი - 6.59ჰა
- ⊖ ტექტო-სეისმოგენური, 19 მენყერი - 131.66ჰა;
- ⊖ ტექნოგენურ-ტექტოსეისმოგენური - 1 მენყერი - 9.91ჰა;
- ⊖ ტექნოგენურ-სანაპირო - 1 მენყერი - 0.142ჰა
- ⊖ კლიმატოგენურ-ტექნოგენური 3 მენყერი - 0.269ჰა;
- ⊖ ტექტოსეისმოგენურ-კლიმატოგენური - 1 მენყერი - 31.6ჰა

2) კლდეზვავ-ქვათაცვენის 17 უბანი;

3) 91 ღვარცოფმაფორმირებელი წყალსადინარი, ჯამური სიგრძით 351.8კმ;

4) მდინარეთა ნაპირების გარეცხვის 230 უბანი, ჯამური სიგრძით 24.9კმ;

5) დახრამვითი ეროზიის 46 უბანი, ჯამური სიგრძით - 4432.0მ;

6) ფართობული ეროზიის 31 უბანი, ჯამური ფართობით 81.8ჰა.

11. შედგენილი იქნა საკვლევ ტერიტორიაზე გავრცელებული ქანების ფიზიკურ-მექანიკური (გეოტექნიკური) მახასიათებლების გასაშუალებელი ცხრილი, შემუშავებული ადრეულ წლებში შესრულებული კვლევების და არსებული ნორმების საფუძველზე;

12. ზოგადი სახით შემუშავდა საშიში გეოლოგიური პროცესების შესარბილებლად და აღ-

მოსაფხვრელად განსახორციელებელი საინჟინრო ღონისძიებები, კერძოდ:

**მენყერსანინაალმდეგო:**

რელიეფის შეცვლა, ქანების არამდგრადი მასივების მოხსნა, სხვადასხვა შემაკავებელი ნაგებობების და კონსტრუქციების გამოყენება, ფერდის მასივის განყოფილების შემცირება;

**კლდეზავ-ქვეთაცვენის სანინაარმდეგო:**

ფერდობების პერიოდული განმენდა ცალკეული ლოდებისგან, დამცავი ბადეების და ზღუდარების მოწყობა, მაღალი წნევით ქვათაცვენის უბნების ჩამორეცხვა, შესაბამისი საგზაო ნიშნების გამოყენება, საშიშროების შემცველი უბნების მონიტორინგი;

**ღვარცოფსანინაალმდეგო:**

ნაკადების შესარბილებლად: რკინა-ბეტონის და ქვის ნყობები, დამბები და ზღურბლები;

ნაკადების გასატარებლად: არხები, ხიდები, მიმმართველები, დამბები, დეზები;

დინამიკის შესამცირებლად: საგუბარების კასკადის მოწყობა, კალაპოტების დასაფხუ-რება, აგროსატყეო მელიორაცია, კალაპოტების პერიოდული განმენდა;

ნაკადების პროგნოზი: მონიტორინგის და შეტყობინების სამსახურის ორგანიზაცია;

**კალაპოტის ეროზიული პროცესების სანინაალმდეგო:**

ეროზიის სანინაალმდეგო კედლები, მიმმართველი და შემაკავებელი დამბები და დეზები, კალაპოტის გასწორხაზოვნება, სხვადასხვა ტიპის კომბინირებული ღონისძიებები;

**ფართობული ეროზიის სანინაალმდეგო:**

გაშიშვლებული ფერდის დაცვა გამოფიტვისგან - ა) ბალახოვან-მცენარეული საფარის შექმნა; ბ) დამცავი საფარები (მაგ: „რენოს მატრასები“ და სხვა)

**დახრამვის სანინაალმდეგო:**

ზედაპირული ნაკადების ორგანიზება, ხრამების ამოვსება, სადრენაჟო-წყალშემკრები კო-ლექტორების მოწყობა, ფერდობებზე ფერდობული ნალექების გაძლიერებული განყოფილების თავიდან აცილება ინფილტარციის ხარჯზე;

13. ქ. თბილისის სივრცეში მაღალი საშიშროების რისკის ზონაში მოექცა 142.1კმ<sup>2</sup> (28%), საშუალოში - 92.6კმ<sup>2</sup> (18%), ხოლო დაბალში - 270.0კმ<sup>2</sup> (54%) ტერიტორიები;

14. ცხრილის სახით მოცემულია ძირითადი გეოლოგიური პროცესების გავრცელების არეალები, საფრთხის ქვეშ მყოფი ობიექტები, საშიშროების რისკი და გასატარებელი დამცავი ღონისძიებები;

15. დამუშავებულია გეოლოგიური პროცესების კადასტრების/კატალოგები;

16. შექმნილი გეოლოგიური პროცესების მონაცემთა ბაზა GIS ფორმატში;

17. ქ. თბილისის ტერიტორიაზე საჭიროა უწყვეტ რეჟიმში გეოლოგიური მონიტორინგის გაგრძელება, სადაც შეფასებული იქნება ყველა სახის გეოლოგიური პროცესი (მენყერი, ღვარ-ცოფი, კლდეზავი, ქვათაცვენა და სხვა) და გაცემული იქნება რეკომენდაციები;

18. ქ. თბილისის ტერიტორიისთვის საჭიროა გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების (და-რაიონება) რუკის პერიოდული განახლება (3 წელიწადში ერთხელ) საველე გეოლოგიური კვლე-ვების და არსებული ინფორმაციის დამუშავების საფუძველზე;

19. ქ. თბილისის ტერიტორიაზე მაღალი საფრთხის ზონაში დაგეგმილი სამშენებლო სა-მუშაოების ჩასატარებლად, საჭიროა სამშენებლო მოედნების და მიმდებარე ტერიტორიების წინასწარი გეოლოგიური შეფასება, რეკომენდაციების გაცემა, რომლის შემდეგ განხორცი-ელებულმა დეტალურმა საინჟინრო-გეოლოგიური (გეოტექნიკურმა) კვლევებმა უნდა გადაწყ-ვიტოს რამდენად ვარგისია არეალი მშენებლობისათვის.

## გამოყენებული ლიტერატურა

- ალფაიძე ვ. **1970** - თბილისის მიდამოების გეოლოგია და გეომორფოლოგია სადისერტაციო ნაშრომი. თბილისის სახ. უნივერსიტეტი.
- ალფაიძე ვ. **1977** - თბილისის მიდამოების ტერასებზე მორფოლოგიური დაკვირვების ზოგიერთი შედეგი. თბილისის სახ. უნივერსიტეტის შრომათა კრებული. **A3 (144) გვ. 213-221.** თბილისი.
- ბონდირევი ი., ზ. სეფერთელაძე, ე. სალუქვაძე, თ. ჩალაძე, ზ. ჯანელიძე, **2008** - თბილისის და მისი შემოგარენის ბუნებრივი გარემოს ტრანსფორმაცია. თსუ ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი. თბილისი, **158 გვ.**
- გაბრიჩიძე გ. (მთავარი რედაქტორი) **2005** - თბილისის 2002 წლის 25 აპრილის მიწისძვრის მასალები. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია. თბილისი.
- გარემოს ეროვნული სააგენტო, **2008**. მაგისტრალური გაზსადენის „საგურამო - ნავთლულის“ მონაკვეთის საინჟინრო გეოლოგიური საძიებო სამუშაოების ანგარიში. თბილისი **80 გვ.**
- გარემოს ეროვნული სააგენტო, **2016**, მდ. გლდანის ხევის წყალშემკრები აუზის გეოლოგიური ანგარიში („კატასტროფების რისკების შემცირების შესაძლებლობების გაძლიერება საქართველოში“ პროექტის ფარგლებში). საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტო. თბილისი, გვ. **94**
- გარემოს ეროვნული სააგენტო, **2014**, მდ. რიონის აუზის წყალმდგრადობისა და წყალმოვარდნების მართვის კლიმატისადმი მედეგი პრაქტიკის შემუშავების პროექტით გათვალისწინებული გეოლოგიური ანგარიში. საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტო. თბილისი, **197 გვ.**
- გარემოს ეროვნული სააგენტო, **2012**, ქ. თბილისში მდ. მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე მრავალფუნქციური კომპლექსის საამშენებლო მოედანზე ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური და გრუნტი-ნიადაგის შესაძლო დაბინძურების შესაფასებელი გეოლოგიური ანგარიში. საქართველოს გარემოს ეროვნული სააგენტო. თბილისი.
- გარემოს ეროვნული სააგენტო, **2015**, ქ. თბილისის ტერიტორიაზე გეოლოგიური საშიშროების ზოგადი ანალიზი და **2015** წლის **13-14** ივნისს მდ. ვერეს აუზში განვითარებული კატასტროფებით გამოწვეული მდგრადობის წინასწარი შეფასება. საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტო. თბილისი, გვ. **39**
- გარემოს ეროვნული სააგენტო, **2014** - თბილისში კუს ტბის გეოეკოლოგიური ანგარიში. გარემოს ეროვნული სააგენტო. თბილისი, **24 გვ.**
- გეოლოგიის სახ. დეპარტამენტი, **2000** - ინფორმაციული ბიულეტენი - მიწისქვეშა ჰიდროსფეროს გეოეკოლოგიური მდგომარეობის და საშიში გეოლოგიური პროცესების შესწავლის და პროგნოზირების შესახებ. საქართველოს თბილისი, **407 გვ.**
- გოგმაჩაძე ს. - ქ. თბილისში გმირთა მოედნის საინჟინრო გეოლოგიური და გეოფიზიკური კვლევების შედეგები. საინჟინრო გეოლოგიური და გეოფიზიკური კვლევების სანარმო. თბილისი, **2009** წ. **52 გვ.**
- გოგმაჩაძე ს., **2013** - ქ. თბილისში მე-9 სავადმყოფოს ტერიტორიაზე ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური ძიების ანგარიში (ნაწილი 1). თბილისი.
- კერესელიძე დ., მ. ალავერდაშვილი, თ. ცინცაძე, ვ. ტრაპაიძე, გ. ბრეგვაძე, **2015** - რა მოხდა

- თბილისში 2015 წლის 13 ივნისს მდ. ვერეს წყალშემკრებ აუზში. 40 გვ. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის სახ. უნივერსიტეტი, თბილისი.
- მესხია ნ., ვ. კუტივაძე, თ. ჯმუხაძე, 2007 - სოლოლაკში, ახალგაზრდობის ხეივანში, საცხოვრებელი კომპლექსის საამშენებლო მოედანის და მიმდებარე ტერიტორიის გეოფიზიკური კვლევების ანგარიში. თბილისი, 26 გვ.
- პაპიაშვილი ე., ა. ახალბედაშვილი, 2008 - ძლიერი მიწისძვრები საქართველოში. თბილისი.
- სირაძე ი., 2009 - ქ. თბილისში, წინანდლის ქ. N 9-ში, N 1 კლინიკური საავადმყოფოს ტერიტორიაზე საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობის მშენებლობის პროექტისათვის ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური კვლევის შედეგები. „საქ. ქალაქმშენპროექტი“. თბილისი, გვ. 5.
- საქ. გზა მეცნიერება, 2009, ქ. თბილისში გმირთა მოედნისა და თამარაშვილის ქუჩების დამაკავშირებელი გზის საინჟინრო გეოლოგიური და გეოფიზიკური კვლევების შედეგები. „საქ. გზამეცნიერება“. თბილისი, გვ. 50.
- ტატაშიძე ზ., ბონდირევი ი., წერეთელი ემ. 2005 - თბილისის ქვაბულის გეოგრაფიულ-გეომორფოლოგიური მიმოხილვა. გვ. 24-45; მონოგრაფიაში თბილისის 2002 წლის 25 აპრილის მიწისძვრის მასალები. საქ. მეცნიერებათა აკადემიის კ. ზავრიევის სახ. საამშენებლო მექანიკისა და სეისმომედეგობის ინსტიტუტი. თბილისი.
- ტოგონოძე ც., 2008 - საერთაშორისო მნიშვნელობის თბილისის შემოსავლელი ს/გზის კმ 14 (0,4)-კმ21 (0,7) მონაკვეთის რეკონსტრუქციის სამუშაოების საპროექტო დოკუმენტაცია. შ.პ.ს. „გზაპროექტი“. თბილისი.
- ცერცვაძე ნ., ბუაჩიძე გ. და სხვ. 1998 - საქართველოს თერმული წყლები. თბილისი.
- ძველაია გ. 1977 - გეოლოგიურ ექსკურსიები თბილისის მიდამოებში. „მეცნიერება“ თბილისი, 141 გვ.
- წერეთელი ემ., გაფრინდაშვილი მ. და სხვები, 2007 - სოლოლაკში, ახალგაზრდობის ხეივანში საცხოვრებელი კომპლექსის საამშენებლო მოედანზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე განხორციელებული საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების ანგარიში. გარემოს ეროვნული სააგენტო. თბილისი, 100 გვ.
- წერეთელი ემ., გობეჯიშვილი რ., გაფრინდაშვილი მ., გონგაძე მ., გაფრინდაშვილი გ. 2007 - ქ. თბილისის თანამედროვე გეოეკოლოგიური მდგომარეობა და მისი გაჯანსაღების გზები. გვ. 258-265. საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი. თბილისი.
- წერეთელი ემ., გობეჯიშვილი რ., გაფრინდაშვილი, დონაძე ც. 2010 - ბუნების სტიქიურ - კატასტროფული მოვლენების საშიშროების რისკი საქართველოს მთიანეთში და მათი შემარბილებელი პრობლემები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მთიანეთის პრობლემათა შემსწავლელი კომისია. თბილისი, 63-94 გვ.
- წერეთელი ჯ., ბოჭორიშვილი ზ. 1959 - ქ. თბილისის დიღმის სანერგე მეურნეობის ტერიტორიის საინჟინრო გეოლოგიური პირობები. „საქგეოლოგია“ ცენტრი „სტიქია“, გვ. 8
- ყვავაძე ე. 1995 - ლისის ტბის ნალექების სტრატეგრაფიის შესახებ. საქ. მეცნ. აკადემია. გეოლოგიის ინსტიტუტის 70 წლისადმი მიძღვნილი სამეცნიერო სესიის მასალები. თბილისი, გვ. 106
- ჯავახიშვილი ზ. 2016 - ყველაზე ძლიერი მიწისძვრები საქართველოში. გაზეთი „კვირის პალიტრა“ 25-31 ივლისი.

- ჯანელიძე ალ. 1925 - ტიფლისის მიდამოების ჰიდროგრაფიისათვის. ტიფლისის უნივერსიტეტის მოამბე. ტ. 5. ტიფლისი.
- ჯანელიძე ალ. 1949 - თბილისის დისლოკაციების შესახებ. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე. ტ. X. N 8.
- ჯანელიძე ალ. 1950 - ზემო ავჭალის დისლოკაცია. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე. ტ. XI. N 1.
- ჯანელიძე ალ. 1958 - თბილისი და გეოლოგია. საიუბელიო კრებული „ თბილისი - 1500“ . თბილისის სახ. უნივერსიტეტი.
- ჯანელიძე ალ., სხირტლაძე ნ., რუბინშტეინი გ. 1965 - თბილისის ეოცენის ხლართულშრეებრივი კონგლომერატები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია გეოლოგიის ინსტიტუტის გეოლოგიური სერია. ტ. VII; (XIII).
- ჯანელიძე ქ., (რედაქტორი) 2016 - წყალმოვარდნების საფრთხე თბილისში. 63 გვ. ორგანიზაცია „CENN“;
- ჯანელიძე ქ. ტყაბლაძე მ., გეთიაშვილი რ., გაფრინდაშვილი გ. 2016 - თბილისის ბუნებრივი კატასტროფები. „CENN“, თბილისი, გვ.65;
- ჯანელიძე ქ., 2015 - მდ. ვერეს 13 ივნისის წყალმოვარდნა, „CENN“, თბილისი.
- Астахов Н.Е. - Структурная геоморфология Грузии. «Мецниереба», Тбилиси 1973 г. 209 ст.
- Бичашвили Т.Г. (1992) - Оценка инженерно –геологических условия территории г. Тбилиси для целей промышленно-гражданского строительства. Дисертационная работа. Москва, институт «ВСЕГИНГЕО» 160 ст.
- Буачидзе И.М. Гидрогеология СССР. т. X. Грузинская ССР. Издательство «Недра», Москва. 1970;
- Варданянц Л.А. - Постплиоценовая история Кавказа Черноморско-Каспийской области. Издательство АН Арм. Ереван, 1948 г.
- Гамкрелидзе П.Д. - Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы. Издательство АН. Грузии. Тбилиси, 1949 г. 507 ст.
- Гамкрелидзе И.П. (1984) - Тектоническое строение и альпийская геодинамика Кавказа. В кн. «Тетконика и Металогения Кавказа. Ст. 105-184. «Мецниереба», Тбилиси.
- Гамкрелидзе И.П. Гуджабидзе - Геологическая карта Грузии м-б 1 500 000. Краткая объяснительная записка. Тбилиси, 2003 г.
- Геоморфология Грузии - «Мецниереба» , Тбилиси 1971 г.
- Джанелидзе А. И. - «О свите послетретичных конгломератов Кахетинского хребта» Сообщения АН Грузии, №3
- Джапаридзе Г.В. - Инженерная геология Тбилиси. Монография. Издательство «Сабчота Сакартвело». Тбилиси, 1984 г.
- Джибладзе Э.А. - Энергия землетресения, сейсмический режим и сеисмотектонические движения Кавказа. «Мецниереба» , Тбилиси 1977 г.
- Епишин В.К. Трофимов В.Т. - Особенности взаимодействия геологической среды и инженерных сооружений. Теоретические основы инженерной геологии (социально - экономические аспекты) Москва «Недра», 1985 г.
- Золотарев Г.С. - Инженерная геодинамика. Москва, МГУ , 1983 г.
- Кавришвили К. В. - Физико-географическая характеристика окрестностей Тбилиси.

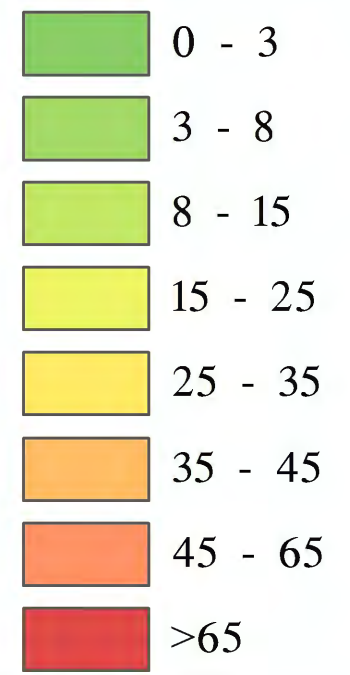
- «Мецниереба» , Тбилиси 1965 г. 176 ст.
- Кварцхава П.Ф.* - *Инженерно геологические условия правобережья р. Веры между р. Варазисхеви и ул. Гурамишвили и противоопользневые мероприятия. Геологический отчет.* «Грузгеология», Тбилиси 1969 г. 153 ст.
- Ломтадзе В. Д.* - *Инженерная геология - Инженерная петрология.* Ленинград «Недра». 1984 г. 503 ст.
- Маруашвили Л.И.* - *Четвертичный этап (после кимерийское время). Геоморфология. Грузия. Ст. 544-553*
- Маслов Н.* - *Природа оползней района Ваке. Тбилиси, 1947 г. 37 ст.*
- Милановский Е.Е.* - *Новейшая тектоника Кавказа. Москва. «Недра». 1968 г.*
- Папова. Д.Ю. Девдариани Е.И. Агаев В.П.* - *Геологический отчет. «Результаты геосъемочных работ и структурного бурения в пределах восточного погружения Аджаро-Триалетской складчатой системы. Тбилиси. Грузгеология. 1971 г. 278 ст.*
- Сергеев Е.М.* - *Инженерная Геология. Москва. МГУ, 1982 г.*
- Технический проект противоопользневых мероприятий в районе Ваке. Пояснительная записка института «Кавгипротранс». Тбилиси, 1970 г. 42 ст.*
- Хаин В.Е, Марфанов А.Н.* – *Геологическое строение и история Куринской впадины. Баку, 1952 г.*
- Цагарели А.Л. Кулошвили С.И.* - *Неотектоника Грузии. В книге «Тектоника и неотектоника Кавказа. «Мецниереба» , Тбилиси 1984 г. Ст. 185-265.*
- Цагуришвили А. и др.* - *Отчет о результатах инженерно геологических съемочных работ м-ба 1 25 000 в долине р.Куры (ниже Тбилиси) т. 1 Тбилиси. Грузгеология. 1977-80гг*
- Церетели Д. В.* - *Плейстоценовые отложения Грузии. «Мецниереба» , Тбилиси 1966 г. 534 ст.*
- Церетели Э.Д. Варазашвили Л.И. Куцнашвили О.В. Таташидзе З.К.* - *Проблемы техногенных изменений геологической среды территории Тбилиси. Мат. Международн. Симпоз. «Инженерно геологические проблемы урбанизированных территорий» Екатеринбург. Россия, 2001 г.*
- Церетели Э.Д.* - *Природно – катастрофические явления и проблемы устойчивого развития Грузии и приграничных территории. Тбилиси. ТГУ, 2003 г. 100 ст.*
- Чантладзе З.И. Чубинидзе Г.Н.* - *Отчет по комплексной гидрогеологической и инженерно геологической съемке м-ба 1 25 000 Тбилисского района (Бассейн р. Вере). Тбилиси. Грузгеология. 1984-86гг*
- Чубинидзе Г.Н.* - *Отчет по инженерно геологической исследованию бассейна р.Вере (уч. Мзиури). Тбилиси. Грузгеология. 1984 г.*
- Харатишвили Л.А., Оситашвили Н.Г. и др.* *Отчёт Тбилисской гидрогеологической съемочной партии по работам 1958-1959 г.г. Геолуправление, 1959.*
- Bolashvili N., Tsereteli E., Gaprindashvili G., Qutsnashvili O., Kurtsikidze O., (2014) - Climate as an Integral Synthesizer in Development-Reactivation Processes of Landslide and Diagnostic Criterion of its Evaluation, Engineering Geology for Society and Territory – Volume 2, DOI: 10.1007/978-3-319-09057-3–313, © Springer International Publishing Switzerland, p.p 1781-1787, 2014;*  
<http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-09057-3–315>

- Castellanos Abella EA, van Westen CJ (2007) Generation of a landslide risk index map for Cuba using spatial multi-criteria evaluation. *Landslides* 4 (4):311–325
- Castellanos Abella EA, van Westen CJ (2008) Qualitative landslide susceptibility assessment by multi criteria analysis: a case study from San Antonio del Sur, Guanta´nomo, Cuba. *Geomorphology* 94 (3–4):453–466
- Gaprindashvili G., Westen C.V. (2016) - Generation of a national landslide hazard and risk map for the country of Georgia, *Journal „Natural Hazards“* January 2016, Volume 80, Issue 1, pp 69-101 ISSN 0921-030X, DOI 10.1007/s11069-015-1958-5; <http://link.springer.com/article/10.1007/s11069-015-1958-5>;
- Gaprindashvili G., Guo J., Daorueang P., Xin T. and Rahimy P. (2014) - A New Statistic Approach towards Landslide Hazard Risk Assessment. *International Journal of Geosciences*, 5, 38-49. doi: 10.4236/ijg.2014.51006. 2014 <http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=42200N.VbtulgUf-Q>
- Gaprindashvili G., Gaprindashvili M., Tsereteli E. (2016) - Natural Disaster in Tbilisi City (Riv. Vere Basin) in the Year 2015. *International Journal of Geosciences*, 7, 1074-1087. 2016; <http://www.scirp.org/Journal/PaperInformation.aspx?PaperID=70622>
- Guideline for Landslide Susceptibility, Hazard and Risk Zoning for Land Use Planning“, *Australian Geomechanics* (2007) *Journal and News of the Australian Geomechanics Society* Volume 42 No 1 March.
- Glade T, Anderson M, Crozier MJ (eds) (2005). *Landslide hazard and risk*. Wiley, Chichester. doi:10.1002/9780470012659.
- ILWIS (2014) The integrated land and water information system. <http://52north.org/communities/ilwis/ilwis-open/download>
- Manual for landslide inventory (2013) the Ohio department of transportation office of geotechnical engineering 1980west broad street Columbus, Ohio 43223.
- Tsereteli E., Gobejishvili R., Gaprindashvili G., Gaprindashvili M. (2014) - Challenges of geologic catastrophes in Georgia and ways of their reduction, *Engineering Geology for Society and Territory – Volume 2*, DOI: 10.1007/978-3-319-09057-3–313, © Springer International Publishing Switzerland, p.p 1767-1773, 2014; <http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-09057-3–313>
- Van Westen CJ, van Asch ThWJ, Soeters R (2006) Landslide hazard and risk zonation: Why is it still so difficult? *Bull Eng Geol Env IAEG* 65 (2):167–184
- Van Westen, C.J., (1993). *Application of Geographic Information Systems to Landslide Hazard Zonation*, Ph.D. Thesis, Technical University of Delft, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Enschede, The Netherlands, ITC Publication 15, Vol. 1, 245 p.
- Varazanashvili O., Tsereteli N., Tsereteli E. - *Historical Earthquakes in Georgia (up to 1990). Source Analysis and Catalogue Compilation.*



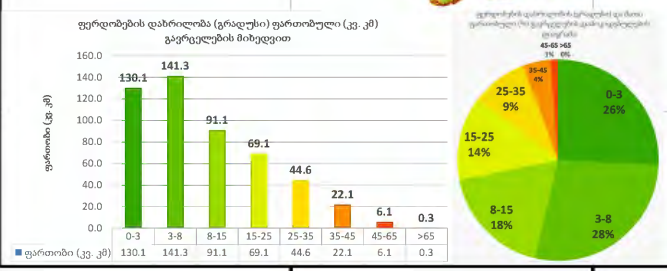
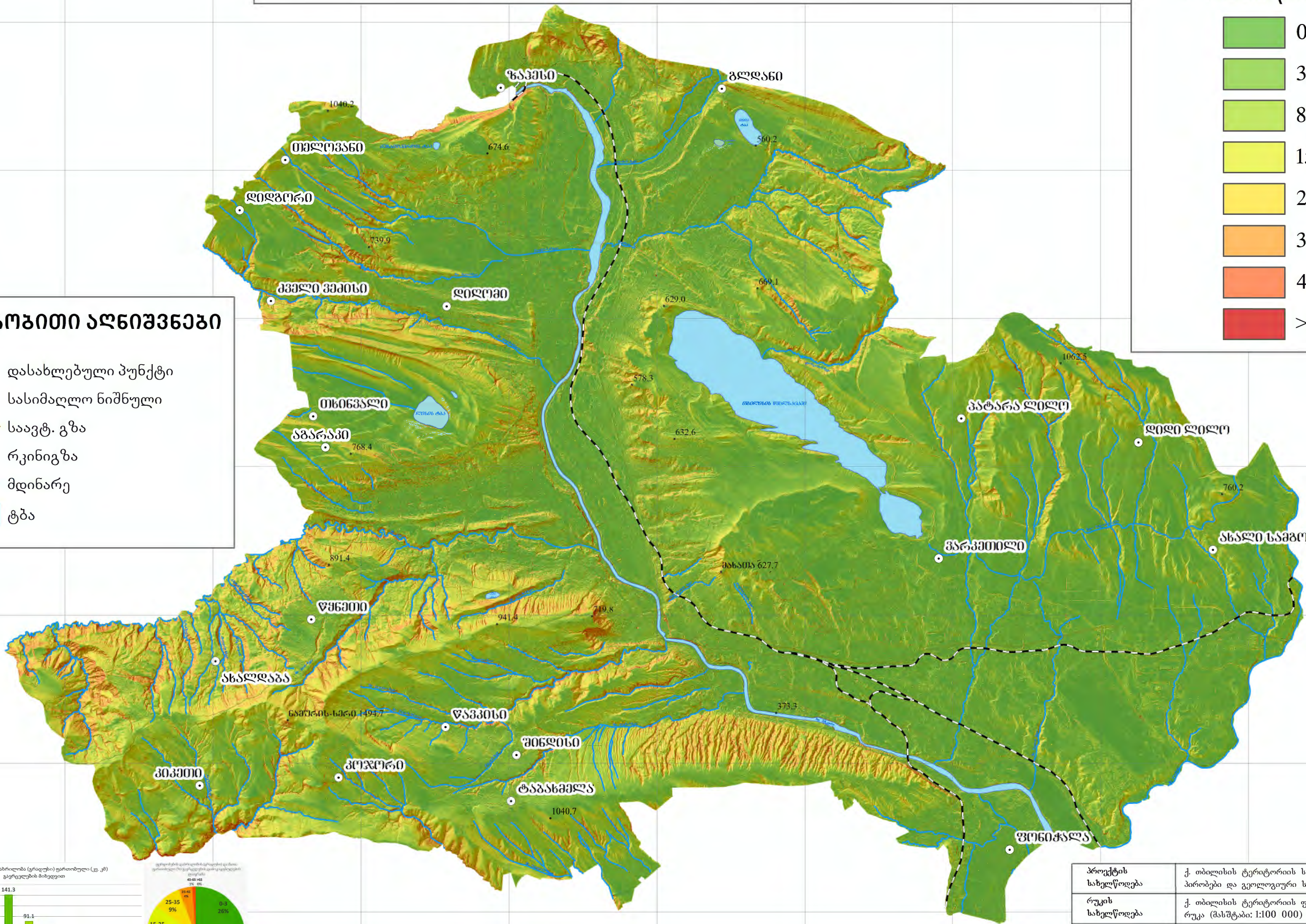
# ქ. თბილისის ტერიტორიის ფერდობების დახრილობის რუკა

## ფერდობების დახრილობის კლასები (გრადუსი)



## პირობითი აღნიშვნები

- დასახლებული პუნქტი
- სასიმალო ნიშნული
- საავტ. გზა
- - - რკინიგზა
- მდინარე
- ტბა



პროექტის სახელწოდება	ქ. თბილისის ტერიტორიის საინჟინრო-გეოდეზიკური პირობები და გეოლოგიური საფრთხეების შეფასება
რუკის სახელწოდება	ქ. თბილისის ტერიტორიის ფერდობების დახრილობის რუკა (მასშტაბი: 1:100 000)
თბილისი, 2019	რუკის საფუძვლად გამოყენებულია Lidar-ის ციფრულ სასიმალო მონაცემებს (პიქსელის რეზოლუცია 1მ)

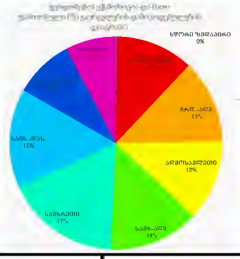
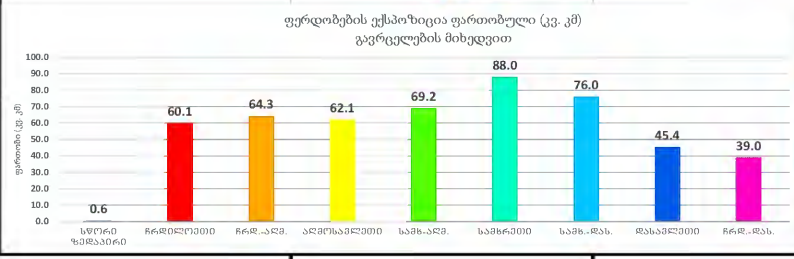
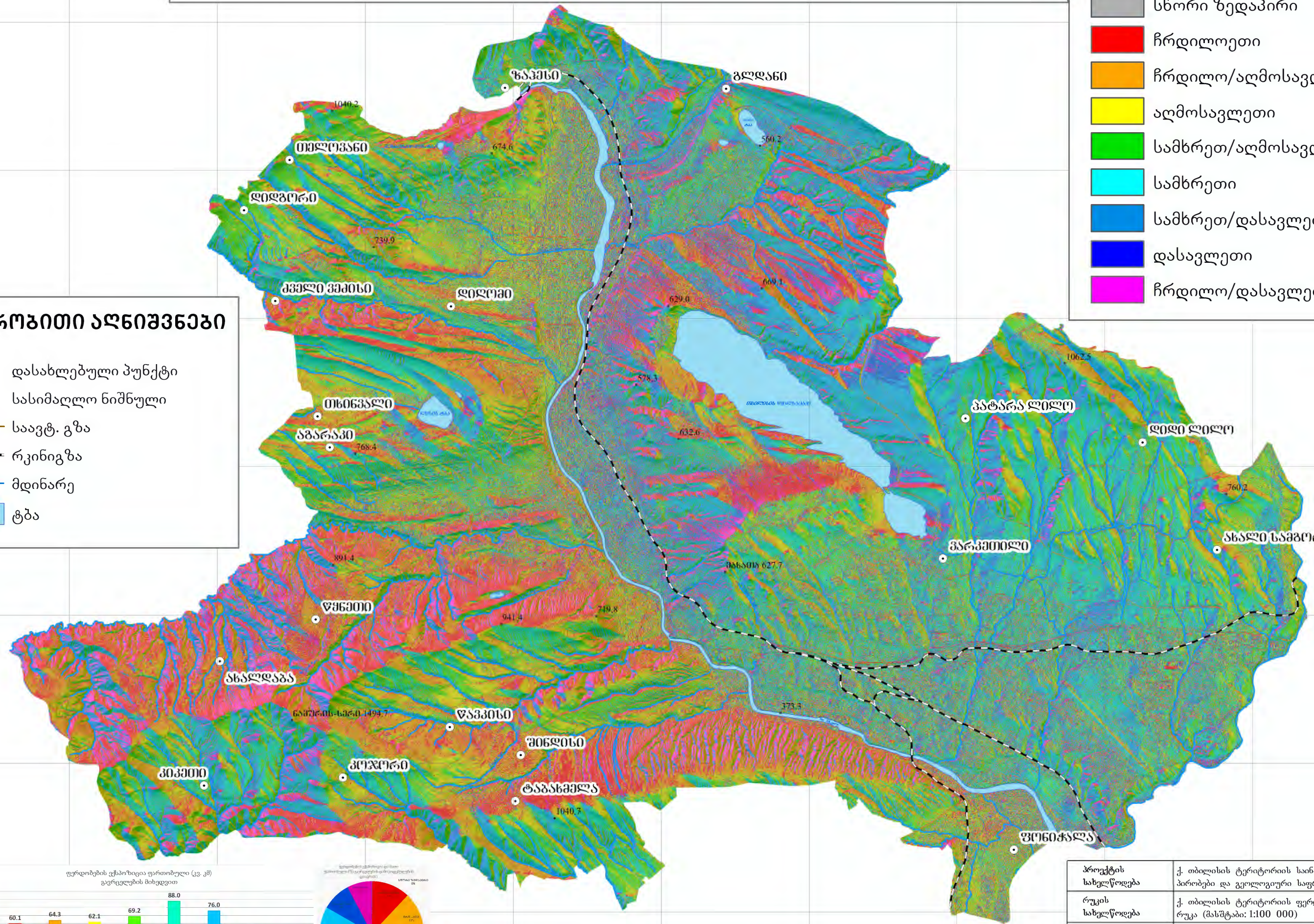
# ქ. თბილისის ტერიტორიის ფერდობების ექსპოზიციის რუკა

## ფერდობების ექსპოზიცია

- სწორი ზედაპირი
- ჩრდილოეთი
- ჩრდილო/აღმოსავლეთი
- აღმოსავლეთი
- სამხრეთ/აღმოსავლეთი
- სამხრეთი
- სამხრეთ/დასავლეთი
- დასავლეთი
- ჩრდილო/დასავლეთი

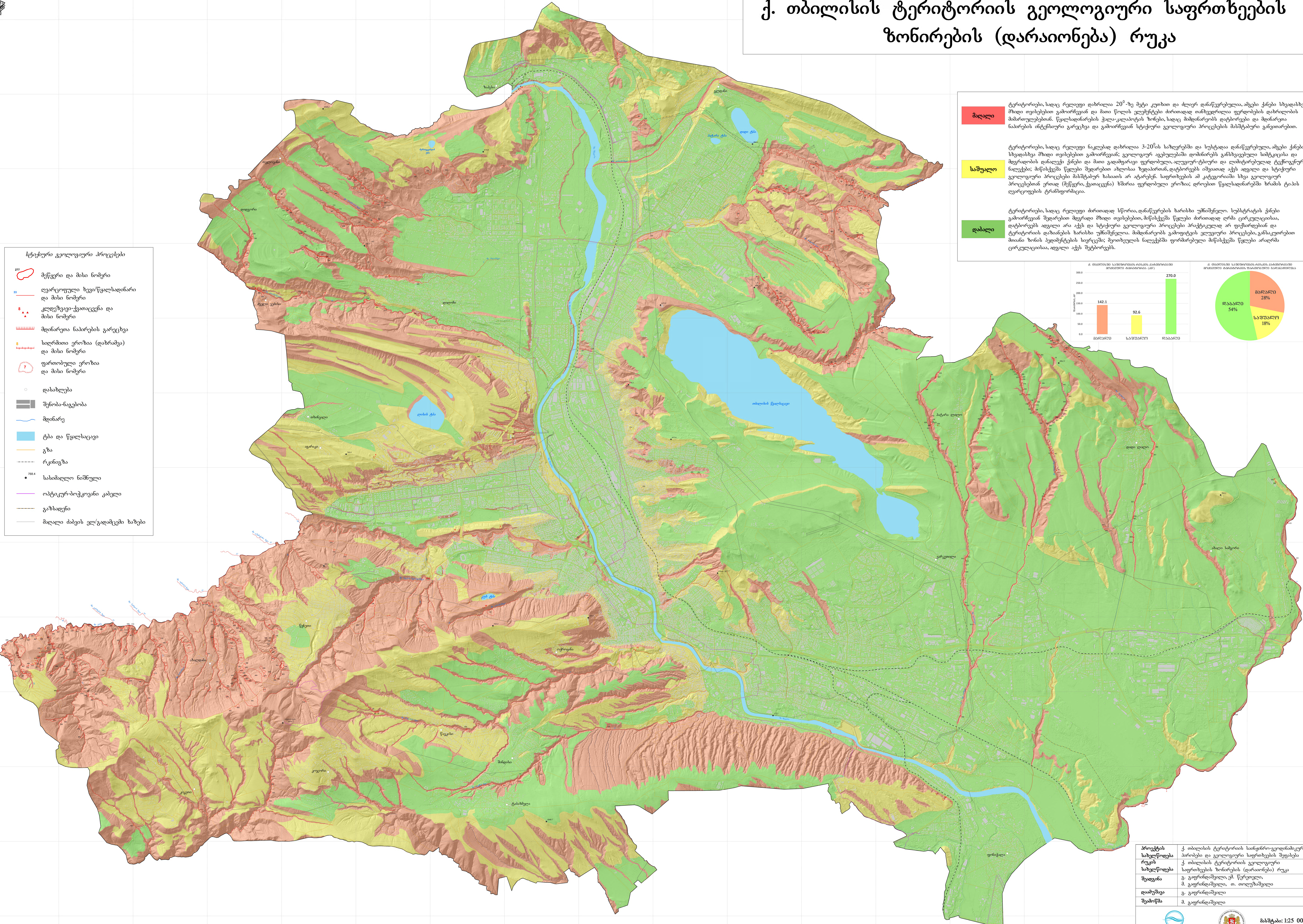
## პირობითი აღნიშვნები

- დასახლებული პუნქტი
- სასიმალო ნიშნული
- საავტ. გზა
- რკინიგზა
- მდინარე
- ტბა



პროექტის სახელწოდება	ქ. თბილისის ტერიტორიის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები და გეოლოგიური საფრთხეების შეფასება
რუკის სახელწოდება	ქ. თბილისის ტერიტორიის ფერდობების ექსპოზიციის რუკა (მასშტაბი: 1:100 000)
თბილისი, 2019	რუკის საფუძვლად გამოყენებულია Lidar-ის ციფრულ სასიმალო მონაცემები (პიქსელის რეზოლუცია 1მ)

# ქ. თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების (დარაიონება) რუკა

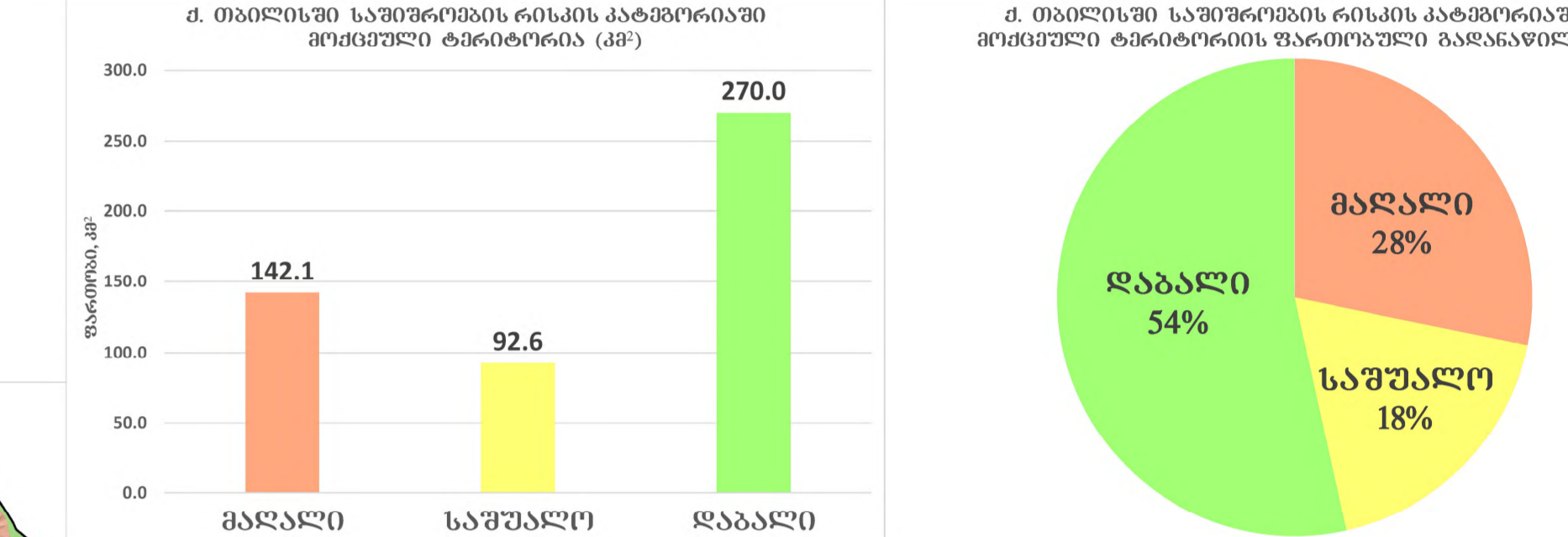


- სტრუქტურული გეოლოგიური პროცესები**
- მეწყერი და მისი ნიშნები
  - ღვარცივული ხევი/წყალსადინარი და მისი ნიშნები
  - კლდეზვავი-ქვათაცევა და მისი ნიშნები
  - მდინარეთა ნაპირების გარეცხვა
  - სიღრმითი ეროზია (დარბაზი) და მისი ნიშნები
  - ფართობული ეროზია და მისი ნიშნები
  - დასახლება
  - შენიშნა-ნაგებობა
  - მდინარე
  - ტბა და წყალსაცავი
  - გზა
  - რკინიგზა
  - სასიმალო ნიშნული
  - ობტეკურ-ბოტკოვიანი კაბელი
  - გაზსადენი
  - მაღალი ძაბვის ელ/გადამცემი ხაზები

**მაღალი** ტერიტორიები, სადაც რელიეფი დაბრლია 20<sup>0</sup>-ზე მეტი კუთხით და ძლიერ დანაწევრებულია, ამგები ქანები სხვადასხვა შხიდი თვისებებით გამოირჩევიან და მათი წილის ელემენტები ძირითადად თანხვედრილია ფერდობების დაბრლიობის მიმართულებით. წყალსადინარების ქალა-კალაპიტის ზონები, სადაც მიმდინარეობს დატბორვები და მდინარეთა ნაპირების ინტენსიური გარეცხვა და გამოირჩევიან სტრუქტურული გეოლოგიური პროცესების მასშტაბური განვითარებით.

**საშუალო** ტერიტორიები, სადაც რელიეფი ნაკლებად დაბრლია 3-20<sup>0</sup>-ის საზღვრებში და სუსტადაა დანაწევრებული, ამგები ქანები სხვადასხვა შხიდი თვისებებით გამოირჩევიან; გეოლოგიურ აგებულებაში დომინირებს განსხვავებული სიმტკიცისა და მდგრადობის დანალექი ქანები და მათი გადახვარავი ფერდობული, ალუვიურ-ტბორული და ლიშიტირებული ტექტოგენური ნალექები; მისი ქვეშე წლები შედარებით ახალსა ზედაპირთან, დატბორვების იმეათად აქვს ადგილი და სტრუქტურული გეოლოგიური პროცესები მასშტაბურ ხასიათს არ ატარებენ. საფრთხეების ამ კატეგორიაში სხვა გეოლოგიურ პროცესებთან ერთად (მეწყერი, ქვათაცევა) ხშირია ფერდობული ეროზია; დროებით წყალსადინარებში ხრამის ტიპის დეგრაციების ტრანსფორმაცია.

**დაბალი** ტერიტორიები, სადაც რელიეფი ძირითადად სწორია, დანაწევრების ხარისხი უნიშვნელო. სუსტრატის ქანები გამოირჩევიან შედარებით მცირედი შხიდი თვისებებით, მისი ქვეშე წლები ძირითადად ღრმა ცირკულაციისა, დატბორვების ადგილი არა აქვს და სტრუქტურული გეოლოგიური პროცესები პრაქტიკულად არ ფიქსირდება და ტერიტორიის დაზიანების ხარისხი უნიშვნელოა. მიმდინარეობს გამოფიტვის ელემენტური პროცესები, განსაკუთრებით მთიანი ზონის კვიძმენტების სფერაში; შეიძლება ფორმირებული მასივებში წლები არაღრმა ცირკულაციისა, ადგილი აქვს შეტბორვებს.



პროექტის სახელწოდება	ქ. თბილისის ტერიტორიის საინჟინერო-გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების რუკა
რუკის სახელწოდება	ქ. თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების (დარაიონება) რუკა
შეადგინა	გ. გაფრინდამედი, ე. სურგული, მ. გაფრინდამედი, თ. თოღუზაშვილი
დამუშავა	გ. გაფრინდამედი
შეამოწმა	მ. გაფრინდამედი

## გარემოს ეროვნული სააგენტო

მისამართი: დ. აღმაშენებლის გამზ. 150

თბილისი, საქართველო

ტელ.: +995 32 2439503

ფაქსი: +995 32 2439502

[info@nea.gov.ge](mailto:info@nea.gov.ge)

[www.nea.gov.ge](http://www.nea.gov.ge)