

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გიორგი არეშიძე

ქ. თბილისში განვითარებული მეწყრული პროცესების გამოკვლევა და მათი  
მდგრადობის ანგარიშისათვის სიმტკიცის პარამეტრების შერჩევა

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
წარმოდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

სადოქტორო პროგრამა მშენებლობა

თბილისი

2016 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში  
სამშენებლო ფაკულტეტის სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის  
დეპარტამენტში

ხელმძღვანელი: გუგა ჭოხონელიძე

რეცენზენტები: დავით როგავა  
ია მშვიდლობაძე

დაცვა შედგება 2016 წლის 16 თებერვალს, 14<sup>00</sup> საათზე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის  
სასწავლო, სამეცნიერო და საექსპერტო ლაბორატორიაში  
სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის სხდომაზე  
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 68<sup>ბ</sup>, კორპუსი I, მე-3 სართული

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში, ხოლო  
ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი -----

## ნაშრომის შინაარსი

სადისერტაციო ნაშრომში წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები:

**თემის აქტუალობა:** მეწყრული ფერდობის ანგარიშის თანამედროვე მეთოდით  $\varphi$  და  $C$ -ს გასაშუალებული მნიშვნელობა არ იძლევა ფერდობის მდგრადობის რეალურ მნიშვნელობას. ჩვენი წინადადებით  $\varphi$  და  $C$ -ს მნიშვნელობანი განსაზღვრული უნდა იყოს მეწყრის ყოველი ბლოკისთვის, რაც გაცილებით ზუსტად ასახავს მეწყრის მდგრადობის პირობებს.

**დისერტაციის მიზანია** მეწყრული ფერდობის  $\varphi$  და  $C$  განსაზღვრული იქნეს არა მათი გასაშუალებული მნიშვნელობებით, არამედ იგი უნდა განისაზღვროს ლაბორატორიული წესით მეწყრული ფერდობის ყველა ბლოკისთვის.

**დისერტაციის არსი** მდგომარეობს იმაში, რომ უფრო საიმედო გავხადოთ მეწყრული ფერდობის ანგარიში.

**ნაშრომის სამეცნიერო სიახლე** მდგომარეობს იმაში, რომ ჩვენ ვაყენებთ წინადადებას გრუნტის  $\varphi$  და  $C$  განისაზღვროს არა მეწყრის  $\varphi$  და  $C$  საშუალო მნიშვნელობით, არამედ განისაზღვროს ლაბორატორიული წესით მეწყრის ყველა ბლოკისთვის.

**ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება** გამოიხატება იმაში, რომ შემოთავაზებული მეთოდით განსაზღვრული  $\varphi$  და  $C$  გაცილებით კარგად ასახავს მეწყრული ფერდობის რეალურ პირობებს.

პირველ თავში განხილულია ქ. თბილისის ტერიტორიის ბუნებრივი პირობები.

პირველი თავის პირველ ქვეთავში განხილულია თბილისის გეომორფოლოგია და ჰიდროგრაფია.

ვებებით რა ქ. თბილისის გეომორფოლოგიასა და ჰიდროგრაფიას, აღვნიშნავთ შემდეგს: ქ. თბილისი და მისი შემოგარენი გეოლოგიურად წარმოადგენს დანაწევრებულ ტერიტორიას, რომელიც მდ. მტკვრის შუა დინებაშია განთავსებული. ქალაქის რელიეფის გეომორფოლოგიური ფორმები დაკავშირებულია თრიალეთის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ დაბოლოებასთან, რომელიც მცირე კავკასიონის რთული მთიანი ჯაჭვის ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილია. ამრიგად, თბილისის ტერიტორია გეომორფოლოგიურად წარმოადგენს ქვაბულის ხეობას. მისი სიგანე ქალაქის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში 3000-4000 მეტრია, ხოლო მეტეხის ციხესთან 35-40 მეტრამდე ვიწროვდება.

მდ. მტკვარი, რომელიც ქალაქს თითქმის მერიდიანული მიმართულებით ჰკვეთს, მას ორ ნაწილად ყოფს: უფრო ამაღლებული - მარჯვენა სანაპირო და მნიშვნელოვნად დადაბლებული - მარცხენა სანაპირო.

მარჯვენა სანაპირო ხასიათდება უმთავრესად განედური მიმართულების ქედების და დეპრესიების მონაცვლეობით. ქედებს შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია: თელეთის ქედი, სეიდ-აბადის ამაღლება, სოლოლაკის ქედი, მამადავითის მთა, რომელის რელიეფიც მკვეთრად ეცემა ქალაქის ცენტრისკენ, წყნეთის ამაღლება და ბოლოს - დიდმის ამაღლება.

მამადავითის და წყნეთის ამაღლებების მთის ძირებთან მდ. ვერეს ღრმა ხეობა არის გაჭრილი.

სოფ. დიდმის ამაღლებათა სისტემაში განვითარებულია ერთმანეთის პარალელური საბურთალოს, ლისის და დიდმის დეპრესიები.

მდ. ვერეს ზემო დინებაში, თბილისის ქვაბულის დასავლეთ ნაწილის ადგილმდებარეობის მორფოლოგია შესამჩნევად იცვლება და ხასიათდება მკვეთრად დანაწევრებული მთიანი ლანდშაფტით, სადაც განვითარებულია მაღალი, ციცაბო-ფერდობებიანი ამაღლებები, ღრმა ხეობები და ხეხევი.

მარცხენა სანაპირო მორფოლოგიით მკვეთრად განსხვავდება მარჯვენა სანაპიროსგან. ხასიათდება რელიეფის უფრო რბილი, მომრგვალებული ფორმებით. აქ ჭარბობს ბორცვოვანი მაღალი ხეობები. ქვაბულის ეს ნაწილი წარსულში მდ. მტკვრის ინტენსიური ეროზიული ზემოქმედების მკაფიო კვალს ატარებს.

მდ. მტკვრის ხეობის ორივე ფერდობი დატერასებულია. ქალაქის ფარგლებში ჭალის ტერასის ჩათვლით 6 ტერასა არის განვითარებული. უფრო მკაფიოდ ტერასები მარცხენა სანაპიროზე აღინიშნება. მარჯვენა სანაპიროზე ისინი წყვეტილი ზოლების სახით ვრცელდება, რადგანაც ერთმანეთისგან ხეხებითაა განცალკევებული.

მდინარე მტკვარი განსახილველ რაიონში ჩრდილოეთიდან სამხრეთისკენ მიედინება. მდინარის 100-200 მეტრი სიგანის კალაპოტი მეტეხის ციხესთან 35-40 მეტრამდე ვიწროვდება. ნაპირები მკვეთრად არის გამოკვეთილი.

ქალაქის ფარგლებში მდ. მტკვრის მნიშვნელოვანი მარჯვენა შენაკადებია მდ. ვერე და მდ. დიღმისწყალი დიდუბის ხიდთან. ორივე მდინარეს მერიდიანული მიმართულება აქვს. მათი სათავეები ქალაქიდან შორს, თრიალეთის ქედის კალთებზე იწყება. ქალაქის ფარგლებში მდ. ვერე შენაკადებს იღებს ნაკადულების სახით, რომლებიც ხეხეებში მიედინება, მაგალითად მდ. ვარაზის ხევი ჩაედინება მდ. ვერეში ვაკის რაიონში. ასეთივე შენაკადები აქვს მდ. დიღმულას და ტაბახმელაწყალს, რომელებიც მტკვარს ორთაჭალაში უერთდებიან.

ქალაქის ფარგლებში მდ. მტკვრის მნიშვნელოვანი მარცხენა შენაკადებიდან უნდა აღინიშნოს მდ. გლდანი და მდ. ხევძმარი, რომლებიც მდ.

მტკვარს რკინიგზის სადგურ ავჭალასთან ერთვის და მდ. საცხენისწყალი, რომელიც ნავთლულის დაბლობს ჰკვეთს.

გარდა ზემოთ აღწერილი მდინარეებისა ქალაქში გვხდება ტბებიც, როგორცაა „თბილისის ზღვა“, ლისის და კუს ტბები.

**პირველი თავის მეორე ქვეთავში წარმოდგენილია ქ. თბილისის გეოლოგია და ტექტონიკა.**

ქ. თბილისი ტექტონიკურად წარმოადგენს აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის და საქართველოს ბელტის ურთიერთშეხების ზოლს, საქართველოში წარმოებული გეოლოგიური სამეცნიერო სამუშაოების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან რაიონად თვლება. ეს განპირობებულია მათი გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური და გეომორფოლოგიური პირობების მრავალფეროვნებითა და სირთულით.

თბილისის რაიონი და მისი შემოგარენი მნიშვნელოვანი სიმძლავრის დანალექ-ფლიშური და ვულკანოგენური ნალექებითაა წარმოდგენილი. ქალაქის ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე აღნიშნული ნალექები გადაფარულია მეოთხეული ასაკის მძლავრი წარმონაქმნებით, თუმცა მდ. მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე, ქანები მრავალ ადგილას შიშვლდება, ძირითადად ფერდობების გამყოფ ხევეებში და მდინარეთა ხეობებში.

აღვნიშნოთ, რომ სტარტიგრაფიის ზოგადი დახასიათება გეოლოგიური განვითარების ისტორიის თვალსაზრისით, რომელიც ქვემოთ არის მოცემული, ძირითადად მრავალი მკვლევარის შრომების საფუძველზეა შედგენილი. **ქვედა ეოცენი** – მიეკუთვნება აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის ზედაფლიშური წყებების ნალექებს (ე. წ. პალეოცენ-ქვედა ეოცენის ფლიშური ქანები). ნალექები თბილისის გარეთ შიშვლდება თრიალეთის ქედის სამხრეთ პერიფერიაზე და მდ. ალგეთის ხეობაში – თელეთის ქედის სამხრეთ ზოლში.

ძირითადი ქანები ქალაქის ფარგლებში გახსნილია შურფებისა და ჭაბურღილების საშუალებით. მასზე დაყრდნობით ჭრილის ქვედა ნაწილში

ნაღებები წარმოდგენილია თხელშრეებრივი დოლორითების, ალევროლითების, ალევროლითური თიხების, მერგელების და ქვიშაქვების მონაცვლეობით ცუდად დამუშავებულ კუთხოვან კენჭნარებთან.

წყების შუა ნაწილში ქვიშაქვების როლი მნიშვნელოვნად იზრდება. ქანები ძირითადად წარმოდგენილია უხეშშრეებრივი, მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვების დასტებით, რომლებშიც კონგლომერატების ლინზები და თხელშრეებრივი წვრილმარცვლოვანი ქვიშაქვების, ალევროლითების და მერგელების შუაშრეები გვხვდება. მათთან არის დაკავშირებული აგრეთვე ტუფობრეჩიების მძლავრი (50 და 100 მ) ორი დასტა და თეთრი მკვრივი ფსამიტოლითების 25 მ სიმძლავრის დასტა.

მათი ნაწილი ძირითადად თხელშრეებრივი ალევროლითებით და მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვებით არის აგებული, ფიქლის მაგვარი თიხებისა და ალევროლითების შუაშრეებით.

ქვედა ეოცენი – თბილისის რაიონის ფარგლებში გახსნილია თელეთის უბანზე გაყვანილი ღრმა საძიებო ჭაბურღილებით. ხსენებული ჭრილებისგან განსხვავებით, აქ ქვედა ეოცენი წარმოდგენილია პელიტოლითების, ალევროლითების, თიხოვანი და ორგანოგენული მერგელების, სხვადასხვა მარცვლოვანი გრაუვაკ-პლაგიოკლაზიანი და კვარც-გრაუვაკიანი შედგენილობის ქვიშაქვების მონაცვლეობით. აღინიშნება კრისტალო კლასტური ტუფების, ცეოლითიზირებული ტუფოქვიშაქვების და კარბონატული ტუფიტების შუაშრეები.

**შუაეოცენი.** შუა ეოცენური ნაღებები თბილისის ტერიტორიის სამხრეთ ნაწილში თელეთისა და სეიდ-აბადის ქედების აგებულებაში მონაწილეობენ. ამ ნაღებების კარგი ჭრილები გვხვდება დაბახანის ხეობაში, ავლაბრის სერებზე და მეტეხის ხიდთან. შუა ეოცენური ნაღებები ორ წყებად იყოფა:

1. „დაბახანის“ წყება, წარმოდგენილი თიხიანი ფიქლებით, მერგელოვანი თიხების და წვრილ მარცვლოვანი, შრეებრივი, ტუფოგენური ქვიშაქვების მორიგეობით. წყების სიმძლავრე 75-2500 მ-ისფარგლებში მერყეობს.

2. „ხლართულშრეებრივი ბრეჩიების“ ჰორიზონტი, რომელიც თანხმობით აგრძელებს დაბახანის წყებას, მეტად თავისებური აგებულებისაა. შედგება სხვადასხვა შედგენილობის და სიდიდის ლოდებისა და მათი ნამტვრევებისაგან, რომლებიც უხეში ტუფოგენური ქვიშაქვებით არის შეცემენტებული. ჩანართები წარმოდგენილია ზედა ცარცის და პალეოგენის კირქვებით, აგრეთვე მერგელებით, კირქვიანი შრეებრივი ქვიშაქვებით, მუქი ნაცრისფერი ფიქლებით, ტუფოქვიშაქვებით და ეფუზიური ქანებით.

**ზედა ეოცენი** – შუა ეოცენური ტუფოგენური ნალექები თანდათანობით იცვლება ფლიშური ტიპის ზედა ეოცენური დანალექი წარმონაქმნებით. ზედა ეოცენური ნალექები საკვლევ რაიონის დიდ ფართობს მოიცავს. ისინი გავრცელებულია თბილისის ტერიტორიაზე. მათი კარგი გამიშვლებები გვხვდება მდ. მტკვრის კალაპოტში, მამდავითის მთის ფერდობებზე თბილისის აღმოსავლეთით, მტკვრის მარცხენა შენაკადების ორხევის და ლოჭინის აუზის ქვემო ნაწილში. კოდა-წალასყურის ვაკის და ჯეირანის ველის ფარგლებში, იგი მცირე სისქის მეოთხეული საფარის ქვეშ არის მოქცეული.

ზედა ეოცენური ნალექები ქვედა ნაწილში წარმოდგენილია ფიქლებრივი თიხებით, რომლებშიც შერეულია წვრილმარცვლოვანი ქვიშაქვები, მერგელები და მომწვანო ფერის ტუფოგენური ქვიშაქვები. წყების ზედა ნაწილში უფრო მეტად შეიმჩნევა სხვადასხვა მარცვლოვანი ქვიშაქვებისა და თიხების მორიგეობა.

საკვლევ რაიონში გავრცელებული ზედა ეოცენური ნალექები ორ წყებად იყოფა: ნავთლუდის ბითუმის შემცველი წყება, ანუ ქვედა თევზებიანი ჰორიზონტი და ნუმულიტიანი, ანუ თბილისის წყება.



პირველი წყება ხასიათდება თხელშრეებრივი ალევროლითების, წვრილ მარცვლოვანი ქვიშაქვების, ფიქლებრივი ქვიშიანი თიხების და შედარებით სქელშრეებრივი ქვიშაქვების მორიგეობით. თბილისის ფარგლებში მისი კარგი გაშიშვლება არის სოფ. ოქროყანასკენ მიმავალი გზის გასწვრივ. აქ გვაქვს სქელშრეებრივი ქვიშაქვების, ტუფოგენური ქვიშაქვების და თიხების მორიგეობა. წყების ზედა ნაწილებში შეიმჩნევა ქვიშიანი შუაშრეების თანდათანობითი მატება. ქვიშაქვები გრაუვაკულია. ნავთლუდის წყების საერთო სიმძლავრე ზემოაღნიშნულ წყებაში 400 მ-ს აღწევს. უფრო ჩრდილოეთით კი მისი სისქე თანდათანობით კლებულობს.

ზედა ეოცენური ნალექების მეორე შემადგენელი ერთეული „ნუმულიტიანი თბილისის წყება“ კარგად არის წარმოდგენილი მამადავითის მთაზე, მდინარე ვერეს ხეობაში, სოფ. დიღმის მიდამოებში, აგრეთვე, თბილისის დასავლეთით მდ. ორხევის და ლოჭინის ქვედა წელში.

ნუმულიტიან წყებას შეადგენს ქვიშაქვიან-ალევრითულ-თიხიანი ნალექები, ჭარბობს ქვიშაქვები. წყება თაბაშირიანია, შეიცავს ნუმულიტებს, რომელიც განსაკუთრებით ჭარბობს წყების ზედა ჰორიზონტში, წყების სისქე თბილისის ფარგლებში 1000-1250 მ-ს შეადგენს.

ზედა ეოცენური ნალექები თანდათან გადადის ოლიგოცენურ-ქვედა მიოცენურ ნალექებში, რაც მათ შორის საზღვრის გატარებას თითქმის შეუძლებელს ხდის. ეს ნალექები გაშიშვლებულია ავჭალა-მარტყოფის ზოლში, კოდა-წალასყურის ველზე, იალლუჯის ქედის ჩრდილოეთ და დასავლეთ ფერდობებზე და ჩათმის ამაღლების გასწვრივ.

ოლიგოცენ ქვედა მიოცენური ნალექები მაიკოპური ფაციესით არის წარმოდგენილი. დამახასიათებელია მოყავისფრო რუხი და მუქი ნაცრისფერი თხელ შრეებრივი თიხები, რომლებიც თაბაშირს და იაროზიტს შეიცავს. მათთან ხშირად მორიგეობს ღია მონაცრისფრო და მოყვითალო-ნაცრისფერი მსხვილ მარცვლოვანი პოლიმიქტური ქვიშაქვები.

მაიკოპის წყების ჭრილები კარგად არის გამიშვლებული ხევ-ძმარის და გლდანის წყლის ხეობების ქვემო წელში. აქ შეიმჩნევა წყების სისქის თანდათანობით მატება ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ და შესაბამისად თიხური მასალის მატება ქვიშაქვის როლის შემცირების ხარჯზე.

**თარხნული ჰორიზონტი** – მაიკოპური თიხები თანდათანობით გადადის თარხნულ ჰორიზონტში, რომელიც რაიონის ჩრდილოეთ ნაწილში წარმოდგენილია მუქი ნაცრისფერი თხელშრეებრივი კარბონატული თიხებით. ამ წყებაში თაბაშირი და იაროზიტი აღარ არის. ისინი შეიცავს თარხნულისათვის დამახასიათებელ ზღვიურ ფაუნას. ჰორიზონტის სისქე აქ დაახლოებით 40 მ-ია. მისი მცირე სისქე ზევით ტრანსგრესიულად მდებარე ჩოკრაკულის გავლენით აიხსნება. იაღლუჯის ქედის მიდამოებში თარხნულის არსებობა ბოლო წლებში დადგინდა.

**ჩოკრაკული ჰორიზონტი** – ფაუნისტურად თვალსაჩინოდ განსხვავდება მის ქვეშ მდებარე თარხნულისგან. ნორიო-მარტყოფის ზოლში შემდეგი სურათია. ქვედა ნაწილში საშუალო და წვრილმარცვლოვანი ქვიშაქვები, ზედა ნაწილში კი – მსხვილმარცვლოვანი კვარციანი ქვიშაქვები და კონგლომერატები, ხოლო სულ ზედა ნაწილში – მძლავრი ქვიშაქვები. ამ ჰორიზონტთან ხშირად თხელშრეებრივი თიხიანი ქვიშაქვები და თიხები მორიგეობენ, რომლებიც იაროზიტს შეიცავენ. საერთოდ ჩოკრაკულში ჭარბობს მსხვილმარცვლოვანი მასალა, რომელიც ქვევიდან ზევით თანდათანობით იზრდება, ჩოკრაკული ნალექების სისქე 200 მეტრს აჭარბებს.

**კარაგანდული ჰორიზონტი** – ამ ჰორიზონტის ნალექები დაახლოებით იმავე სივრცეშია გავრცელებული, სადაც მიოცენის უკვე განხილული ჰორიზონტები დავახასიათეთ.

**კონკური ჰორიზონტი** – საკვლევი რაიონის ჩრდილოეთ ნაწილში ეს ჰორიზონტი ცუდად არის გამიშვლებული. ძირითადად წარმოდგენილია ქვიშიან-თიხიან ფაციესით, აგრეთვე კირქვებით. სისქე 20-30 მ-ს არ აღემატება.

კონკურ ჰორიზონტს მოსდევს ზედა და ქვედა სარმატი. ისინი ძირითადად წარმოდგენილია ალუვიური კონგლომერატებით.

ქ. თბილისის რაიონი აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის ტექტონიკური ზონის აღმოსავლეთ ნაწილს მიეკუთვნება, რომელიც შუა და ზედა ცარცის ვულკანოგენურ-ფლიშური და ეოცენის მძლავრი ვულკანოგენურ-ფლიშური ნალექების გავრცელებით ხასიათდება. ამგვარი მიდგომით და აგრეთვე ფაციალური ნიშან-თვისებით პ. გამყრელიძე ცენტრალური ზონის აღმოსავლეთ ნაწილში დილომი-სართიჭალის ტექტონიკურ ქვეზონას გამოყოფს, რომელშიც ქ. თბილისის ტერიტორია მთლიანად შედის.

**პირველი თავის შესამე ქვეთავში** განხილულია ქ. თბილისის ტერიტორიის კლიმატური, სეისმური და ჰიდროგეოლოგიური პირობები.

დისერტაციაში მოკლედ არის მოცემული ქ. თბილისის კლიმატური პირობები. აღნიშნულია, რომ საკვლევ ტერიტორია ხასიათდება კონტინენტური, ზომიერად თბილი კლიმატით.

საქართველოს სეისმური რუქის მიხედვით საკვლევ ტერიტორია განთავსებულია ასპინძა-თბილისი მორფოსტრუქტურული ერთეულის ზონაში, რომელიც მნიშვნელოვნად გართულებულია ურთიერთგადამკვეთი ტექტონიკური რელიეფებით. საქართველოს სეისმური დარაიონების პ.ნ. 01.01.09 „სეისმომედეგი მშენებლობა“ ქ. თბილისი მიკუთვნება 8 ბალიან სეისმურად აქტიურ ზონას.

ჰიდროგეოლოგიური თვალსაზრისით ქ. თბილისი მიწისქვეშა წყლებით არ არის ღარიბი. გამოიყოფა ორი ძირითადი ჰიდროგეოლოგიური ერთეული. ოლიგოცენისა და ნეოგენური ასაკის ვულკანოგენური დანალექი ქანების წყალშემცველი კომპლექსი და მეოთხეული ასაკის ალუვიური ნალექების წყალშემცველი კომპლექსი.

შრომში მოკლედ არის მოცემული ორივე ჰორიზონტის ჰიდროგეოლოგიური პირობები. დახასიათებულია როგორც მათი ქიმიური შედგენილობა, ისე დინამიკური პირობები.

მეორე თავი ეხება ქ. თბილისში განვითარებულ მეწყერულ მოვლენებს. განხილულია ქ. თბილისში განვითარებული ყველაზე აქტიური მეწყრები, რომელიც მოითხოვს განსაკუთრებულ გამოკვლევასა და ყურადღებას. ასეთ მეწყრებს ჩვენ მივაკუთვნებთ (მათ დახასიათებას მოვყვებით დასავლეთის მხრიდან):

1. მუხათგვერდის მეწყერი;
2. ლიბანის ქუჩაზე განვითარებული მეწყერი;
3. მ. ჯავახიშვილის ქუჩაზე განვითარებული მეწყერი;
4. რუსთაველის ქუჩაზე განვითარებული მეწყერი;
5. გლდანის რაიონში შემელიძის ქუჩაზე განვითარებული მეწყერი;
6. ფანასკერტელის ქუჩაზე განვითარებული მეწყერი.

აღნიშნული მეწყრები გამოირჩევა როგორც სიდიდით, ისე თავისი აქტიურობით.

მეორე თავის პირველ ქვეთავში განხილულია მუხათგვერდის მეწყერი.

დიდ დიღომში მუხათგვერდის მეწყერი განვითარდა მუხათგვერდის სასაფლაოსკენ მიმავალ გზაზე, სექტორ №72, მე-14 კვარტალში, ნაკვეთ №005/27-ს მიმდებარე ტერიტორიაზე. იგი დიღმის დეპრესიას აკრავს სამხრეთ-აღმოსავლეთის მხრიდან. ამრიგად, საკვლევი ტერიტორია განეკუთვნება დიდი დიღმის დეპრესიის სამხრეთ ფერდს. მათი დამეწყვრის მიზეზი, უმთავრესად, ანთროპოგენურია. მუხათგვერდის სასაფლაოს განაშენიანებას მოჰყვა საავტომობილო გზის გაყვანა დიდი დიღმიდან სასაფლაოსკენ. ამან ძლიერ შეუწყო ხელი მეწყრების წარმოქმნასა და განვითარებას.

ძირითადი ქანები, რომლისგანაც წარმოდგენილია საკვლევი ტერიტორიის ფერდობები, შედგება მესამეული ასაკის თიხაფიქლებისა და

ქვიშაქვების მორიგეობისგან. ვინაიდან ადრეულ ხანაში დიაგნოზის პერიოდში ტექტონიკური პროცესები მეტად შესუსტებული იყო, აღნიშნულმა ქანებმა ვერ მიიღეს სათანადო სიმტკიცე. ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ მორიგეობაში აშკარად ჭარბობს თიხაფიქლები. შეფარდება ასეთია 5:1-თან. ორივე ქანი ხასიათდება თხელშრეობრიობით.

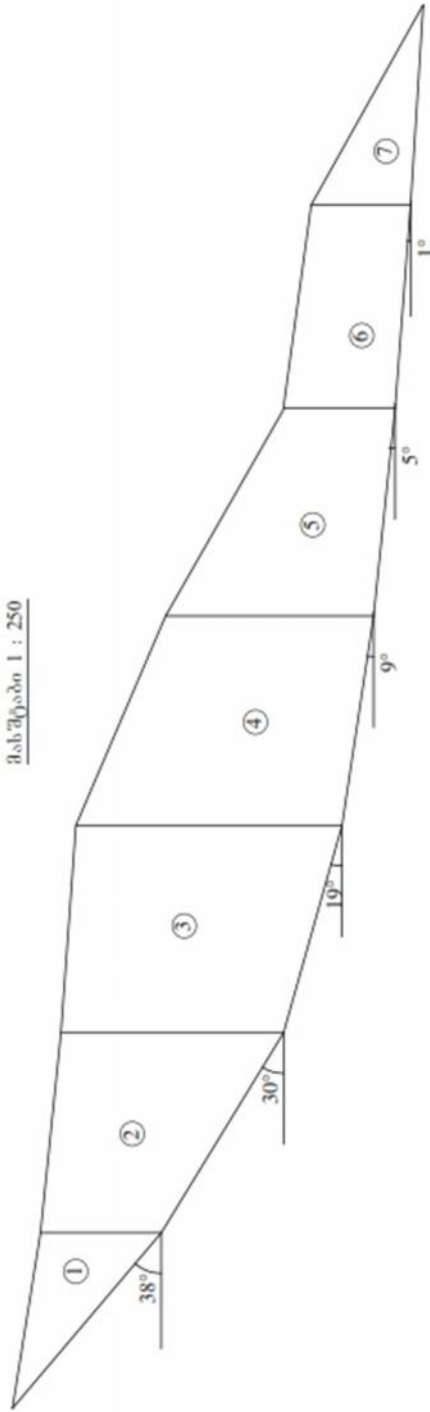
ქვიშაქვები მომწვანო და მონაცრისფროა. ცალკეული მარცვლები გრაუვაკისა და არკოზული ტიპისაა, რომელიც შეცემენტებულია ქლორიტულ-თიხური და კარბონატული ცემენტით. ძირითადად მაინც თიხურია.

სუბარგილითები თხელშრეობრიობით გამოირჩევა. ისინი ლითოლოგიურად თიხებს წარმოადგენს, რომელმაც სახე იცვალა მაღალი ტემპერატურისა და დიდი წნევის ზემოქმედებით. ახასიათებთ მუქი ნაცრისფერობა. ცალკეული ფენის სიმძლავრე 0.1-0.2 მ-ია, მაგრამ გვხვდება ადგილები, სადაც სუბარგილითების სიმძლავრე 2.5-3 მ-საც აღწევს. რაც შეეხება ქვედა მიოცენური ასაკის ქანებს, მკვეთრად უნდა გამოვყოთ თეთრი ფერის კვარციანი ქვიშაქვები, რომელიც მორიგეობს თხელშრეებიან სუბარგილითებთან. აღსანიშნავია, რომ, როგორც გამოკვლევებმა გვიჩვენა, კვარციანი ქვიშაქვები არაერთგვაროვანი გრანულომეტრიული შედგენილობით ხასიათდება. ისინი ადვილად იფიტება. გვხვდება არმაზის ქედის ფერდობზე, მუხათგვერდის სასაფლაოსკენ მიმავალ გზაზე.

მას შემდეგ, რაც დადგინდა მეწყრული ფერდობის დაცურების ზედაპირი და გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები, შედგა არსებული მეწყრის საანგარიშო სქემა. ანგარიში ჩატარდა მასლოვ-ბერერის ე. წ. ჰორიზონტალური ძალის მეთოდით. ნახ. №1-ზე მოცემულია მეწყრული სხეულის საანგარიშო სქემა.

მეწერის საანგარიშო სქემა

მასშტაბი 1 : 250



ნახ. 2.1 მეწერის საანგარიშო სქემა

როგორც ნახაზიდან ჩანს, მეწყერი დაყოფილია 7 ბლოკად. განსაზღვრულია თითოეული ბლოკისათვის დაცურების სიბრტყე და მისი დახრა ჰორიზონტისადმი. მეწყრის მდგრადობა ნაანგარიშევი აფორმულით:

$$K = \frac{\sum P_i [tg\alpha_i - tg\alpha_i - \Psi P_i]}{\sum P_i tg\alpha_i}$$

სადაც

$P_i$  – ბლოკის წონა, ტ

$\alpha$  – ბლოკის დახრის კუთხე, გრადუსი

$$\Psi_p = arctg F_p$$

$\Psi_p$ -ს გამოსათვლელად გამოვიყენებთ ტოლობიდან

$$\Psi_p = arctg F_p$$

$$F_p = tg\varphi = \frac{c}{p}$$

სადაც  $\varphi$  – გრუნტის შიგა ხახუნის კუთხე, გრადუსებში

$C$  – გრუნტის კუთრი შეჭიდულობა – კგ/სმ<sup>2</sup>

აქ აღვნიშნავთ, რომ  $\varphi$  და  $C$  არის დაცურების სიბრტყეში არსებული  $\varphi$  და  $C$  - მნიშვნელობანი, რომელიც ჩვენი შემთხვევისათვის:  $\varphi=6^0$ ,  $C=0.1$  კგ/სმ<sup>2</sup>.

შედეგები მოცემულია ცხრ. №1-ში. როგორც შედეგებიდან ჩანს, ფერდობის მდგრადობის კოეფიციენტი  $K=0.7$ , რაც ნიშნავს, რომ ფერდობი არამდგრადია და საჭიროებს გამაგრებას.

მეწყრული ფერდობის ანგარიში კლასიკური მეთოდით(გასაშუალებული ფდაC-თი)

$$\rho = 2.0\text{გ/დმ}^3 \quad \varphi=6^0 \quad C=0.1\text{კგ/სმ}^2\text{ცხრილი N}\#2.1$$

ბლოკის N <sup>o</sup>	ბლოკის ზომები,მ	ბლოკის მოცულობა,მ <sup>3</sup>	ბლოკის წონა	ბლოკის დახრა,α <sup>0</sup>	$t g \alpha = g \cdot t g \alpha$	$H = g \cdot t g \alpha$	$\frac{C}{P}$	$\frac{C}{P} + \frac{C}{P} = \frac{C}{P} + \frac{C}{P}$	$\psi = \frac{g \alpha + \frac{C}{P}}{P \cdot \arctan \frac{H}{P}}$	$\frac{\psi}{\alpha} = \frac{\psi}{\alpha}$	$\frac{\alpha - \psi}{E g (\alpha - \psi)}$	$E = g t g (\alpha - \psi)$
1	$\frac{8 \cdot x_{10}}{2}$	40.0	80.0	38	0.78	62.4	0.10	0.20	12	26	0.5	40.0
2	$\frac{8 + 14 \cdot x_{12}}{2}$	138.0	276.0	30	0.58	160.1	0.08	0.18	10	20	0.38	102.0
3	$\frac{12 + 16 \cdot x_{13}}{2}$	182.0	364.0	19	0.34	123.8	0.05	0.15	9	10	0.18	66.0
4	$\frac{16 + 12 \cdot x_{13}}{2}$	182.0	364.0	9	0.16	58.2	0.05	0.15	9	2	0	0
5	$\frac{12 + 8 \cdot x_{13}}{2}$	13.0	260.0	3	0.05	13.0	0.05	0.15	9	6	0.1	-26
6	$\frac{8 + 7 \cdot x_{12}}{2}$	94.0	188.0	2.0	0.03	5.64	0.07	0.18	11	9	0.16	-32
7	$\frac{7 \cdot x_{12}}{2}$	44.0	88.0	2.0	0.03	2.64	0.07	0.22	12	10	0.2	-17
						426.0						126

$$K = \frac{T}{H} \quad T = H - E = 426 - 126 = \frac{300}{426} = 0.7 \quad - \text{ (მდგრადობის კოეფიციენტი).}$$



მეორე თავის მეორე ქვეთავში განხილულია მეწყერი ლიბანის ქუჩაზე. მეწყერი, რომლის საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებსაც ჩვენ შევხებით განვითარებულია დელუვიონში და ლიბანის მეწყერის სახელწოდებითაა ცნობილი. მეწყერი წარმოიშვა გასული საუკუნის 80-იან წლებში, რომელმაც საშიშროება შეუქმნა მის ქვემოთ განთავსებულ სკოლის შენობასა და ცხრასართულიან საცხოვრებელ სახლს. დამეწყრული მეწყრული სხეულის სიგრძე დაახლოებით 120-140 მეტრს შეიცავს, ხოლო მეწყრული ფერდობის სიმაღლე 15-20 მეტრია. მეწყრული მასის სიძლავრე - 17 მეტრია. ფერდობი შედგება დელუვიური წარმოშობის თიხებისგან, რომლის ფუძეც წარმოდგენილია მესამეული ასაკის ზედა ეოცენის ქანებით სუბარგილითებისა და ქვიშაქვების მორიგეობით. მეწყერის საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევა განხორციელდა საპროექტო ორგანიზაცია „თბილქალაქპროექტის“ საინჟინრო-გეოლოგიური განყოფილებისა და საქართველოს ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის მიერ. წარმოშობილი მეწყრული მასა საშიშროებას უქმნიდა მის ქვემოთ არსებულ როგორც ორსართულიანი სკოლის შენობას, ისე ცხრასართულიან საცხოვრებელ სახლს. მეწყრული სხეულის გამოკვლევისათვის განხორციელდა დიდი მოცულობის სამუშაოები. გაყვანილი იქნა 12 ჭაბურღილი საშუალო სიძლავრით 15-20 მეტრი და 8 შურფი სიძლავრით 3-4 მეტრი.

„თბილქალაქპროექტმა“ წარმოადგინა მეწყერის გამაგრების პროექტი. იგი ითვალისწინებდა განთავისუფლებულიყო მეწყრული სხეული გრუნტის წყლებისგან დრენაჟის საშუალებით. დრენაჟის პროექტი საქალაქპროექტის მიერ იყო წარმოდგენილი და განხორციელდა, მაგრამ მან თავისი მოვალეობა შეასრულა დროებით, ვინაიდან მეწყერი წყალს მაინც იღებდა. როგორც გამოკვლევებმა გვიჩვენა, მეწყერის თავზე გადადის წყალსადენის ორი მილი დიამეტრით თითოეული 120 სმ-იანი. მილები ზოგ ადგილებში დაზიანებული იყო და უშვებდა წყალს. ასევე მეწყერის ზედა ნაწილში განთავსებულია კერძო

ნაკვეთები, რომლებიც ირწყვებოდა. სწორედ ამ ფაქტორებმა გამოიწვია მეწყერი. იგი ორი მიმართულებით განვითარდა. ერთი სკოლისკენ და მეორე ცხრასართულიანი სახლის მიმართულებით. ეს უკანასკნელი ეკუთვნოდა თბილცენტროლიტს. საცხოვრებელი სახლი აშენდა მეწყრის წარმოშობამდე 4-5 წლით ადრე.

ვინაიდან მეწყრული სხეულის დრენაჟმა ვერ მოგვცა სასურველი შედეგი, საჭირო გახდა გაკეთებულიყო დამატებითი მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიება, რომელშიც ჩართული იქნა ამ დარგის ცნობილი სპეციალისტი ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი პროფ. ზ. ორაგველიძე. მისი წინადადებით მეწყრის გამაგრება უნდა მომხდარიყო ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯებით. პროექტით იგი უნდა განხორციელებულიყო როგორც სკოლის მხარეზე, ისე ცხრასართულიანი შენობის მხარეზე. ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯები უნდა ჩავიდეს ძირითად ქანებამდე არგილითებისა და ქვიშაქვების მორიგეობაში და შეიჭრას შიგ 3-4 მეტრზე. ამრიგად, ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯების სიგრძე გამოვიდა 18-20 მეტრი. დაშორება ხიმინჯებს შორის აღებული იქნა ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯის 2.5 d, სადაც d ხიმინჯის დიამეტრია. ამრიგად, ცხრასართულიანი შენობის მხარეზე ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯის დიამეტრი 1,5 მ-ია. მათ შორის მანძილი შეადგენს 3 მეტრს. პროექტით ასეთი ხიმინჯის მწკრივი გაგრძელდებოდა 30 მეტრზე. ასევე პროექტით მეორე რიგის ხიმინჯების მწკრივი უნდა ყოფილიყო 20 მეტრით მაღლა (სურ. №1).



სურ. 2.1. ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯების განთავსება

სამწუხაროდ, აღნიშნული ღონისძიებები ვერ შესრულდა მთლიანად და დღეისათვის მეწყერი კვლავ უქმნის საშიშროებას სკოლას.

**მეორე თავის მესამე ქვეთავში** განხილულია ჯავახიშვილის ქუჩის მეწყერი. მიხეილ ჯავახიშვილის ქუჩა (ყოფილი ელბაქიდის ქუჩა) მეწყერის წარმოშობისა და განვითარების ერთ-ერთი საუკეთესო მაგალითია, რომლის წარმოშობა და განვითარება დაკავშირებულია ქალაქის სამეურნეო კომუნიკაციის დაზიანებასთან.

მ. ჯავახიშვილის ქუჩა ქალაქის ერთ-ერთ პრესტიჟულ უბანს წარმოადგენს. იგი იწყება რუსთაველის გამზირიდან და მიემართება გამზირის პერპენდიკულარულად. აქ მისი აბსოლუტური ნიშნულია საშუალოდ 427 მ. რელიეფი მიემართება დაღმა საკმაოდ დახრილ ტერიტორიაზე, გაივლის რა 300-400 მეტრს, მდ. მტკვარზე არსებული ხიდიტ უერთდება მარჯანიშვილის ქუჩას, რომლის აბსოლუტური ნიშნულიც შეადგენს 411 მეტრს. ქუჩის რელიეფი ისეთია, რომ დასაწყისში მას მარცხენა მხარეზე (რუსთაველის ქუჩიდან ქვემოთ რომ ჩამოვდივართ) ესაზღვრება ფერდობი, რომელიც იწყება ლ. ქიაჩელის ქუჩიდან და მიემართება ქვემოთ მდ. მტკვრის სანაპირომდე. მარჯვენა მხარეს კი იქმნება დაღმავალი ფერდობი, რომელიც ჩადის მდ. მტკვრის სანაპირომდე. იმისათვის, რომ ქიაჩელის ქუჩის მხრიდან ფერდობმა შეინარჩუნოს მდგრადობა, გაკეთებული აქვს საყრდენი კედელი. მ. ჯავახიშვილის ქუჩაზე მეწყერი წარმოიშვა ქუჩის მარჯვენა მხარეზე, რამაც მოიცვა ფერდობი თითქმის მდ. მტკვრის სანაპირომდე.

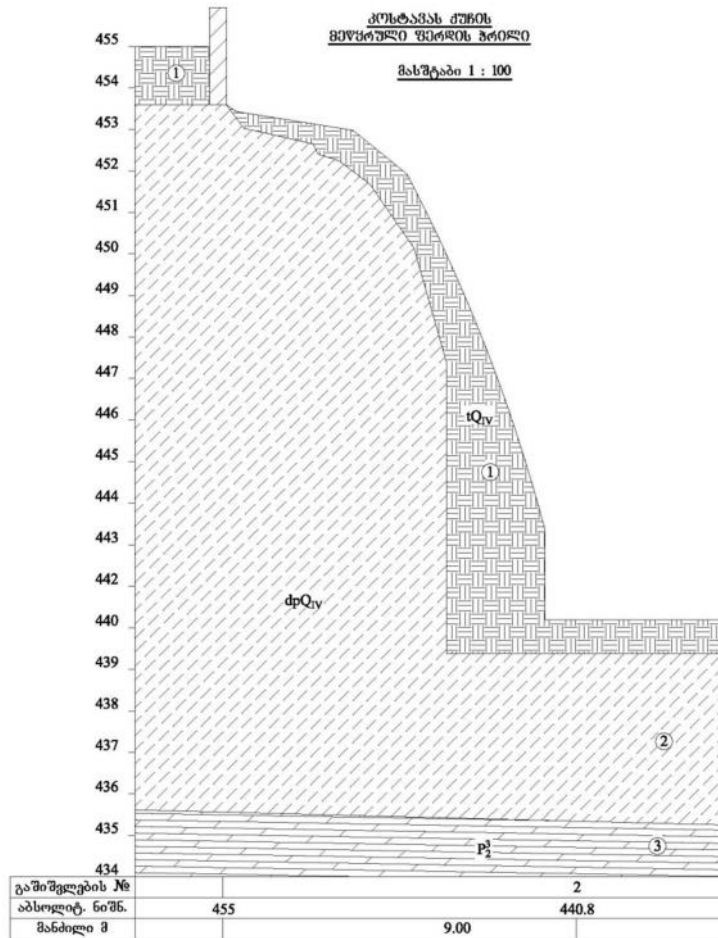
ჯავახიშვილის ქუჩის დაღმართზე მიწაში ჩადებული იყო 300 მმ დიამეტრის წყალსადენის მილი. სხვადასხვა მიზეზის გამო წყალსადენის მილი დაზიანდა და დაიწყო მისგან წყლის კარგვა. მილი მიუყვებოდა ჯავახიშვილის ქუჩის ნაპირზე ფერდობის გასწვრივ. დროთა განმავლობაში დაზიანებული მილის ნაპრალი უფრო გადიდდა, რის შედეგადაც წყალმა დაიწყო დიდი რაოდენობით გამოსვლა. ამას მოჰყვა მიმდებარე უბანში მილის ირგვლივ

გრუნტის გაწყლიანება, რის შედეგადაც გრუნტის სიმტკიცე მკვეთრად შემცირდა. ყოველივე ამან განავითარა კიდევაც მეტად ძლიერი მეწყერი. წარმოშობილმა მეწყერმა მილი მოწყვიტა და მეწყერულმა მასამ დაიწყო მოძრაობა ქვემოთ ფერდობის ძირის მიმართულებით. საბედნიეროდ, მეწყერის ბოლოში, როგორც აღვნიშნეთ, მაცხოვრებლები ადრევე იქნა გაყვანილი და ამ პროცესს ადამიანთა მსხვერპლი არ მოჰყოლია.

ქ. თბილისის მერიამ მიიღო საჭირო ზომები, რათა მეწყერი კიდევ უფრო აქტიური არ გამხდარიყო. ასევე ოპერატიულად შედგენილი იქნა პროექტი მეწყერული ფერდობის სასწრაფოდ აღდგენისათვის. ჩვენ მივიღეთ მონაწილეობა მეწყერული სხეულის საინჟინრო-გეოლოგიურ გამოკვლევებში. პირველ რიგში, გამოკვლეული იქნა მეწყერული გაშიშვლებები (გაშიშვლების ქვემოთ გამოყენებული იქნა ხელის ბურღულები), რამაც საშუალება მოგვცა მიგველო მთელი მეწყერული სხეულის საინჟინრო-გეოლოგიური სურათი.

ჩვენი გამოკვლევების საფუძველზე მეწყერი გამაგრდა ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯების გამოყენებით.

**მეორე თავის მეოთხე ქვეთავში** მოცემულია რუსთაველის ქუჩაზე №10-ში არსებული პოტენციური მეწყერი. იგი საინტერესოა იმით, რომ, როგორც გამოკვლევებმა გვიჩვენა, ფერდობი კი წარმოადგენს პოტენციურ მეწყერს, მაგრამ დღეისათვის ფერდობი მდგრადია, როგორც ეს გვიჩვენა ჩვენი მეთოდით ჩატარებულმა ანგარიშმა. თუმცა, ვიზუალურადაც კარგად ჩანს, რომ ფერდობი მდგრადია.



ნახ. 2.2

ჩვენ შევისწავლეთ მეწყერი და ვიანგარიშეთ მისი მდგრადობა როგორც კლასიკური, ისე ჩვენ მიერ წარმოდგენილი მეთოდით.

ანგარიშმა გვიჩვენა, რომ კლასიკური მეთოდით მდგრადობის კოეფიციენტი ნაკლებია 1-ზე. გამომდინარე აქედან გამოდის, რომ ფერდობზე მეწყერი უკვე უნდა იყოს განვითარებული. სინამდვილეში ფერდობი მდგრადია, რასაც ადასტურებს ჩვენ მიერ  $\phi$  და  $C$  შერჩევის წარმოდგენილი მეთოდი.

მეორე თავის მეხუთე ქვეთავში განხილულია შემელიძის ქუჩაზე განვითარებული მეწყერი.

ვიდრე შევხებოდეთ შეშელიძის ქუჩის ფერდობზე განვითარებულ მეწყერს, მოკლედ შევხებით „თბილქალაქპროექტის“ ზოგიერთ მონაცემს. ამ მონაცემების მიხედვით ჩვენი საუკუნის დასაწყისში ქალაქის ადმინისტრაციულმა ტერიტორიამ 36000 ჰექტარს გადაამეტა. აქედან მშენებლობისათვის ნაკლებად ხელსაყრელი ფართობები, ე.ი. ციცაბო ფერდობები, კარნიზები, ხევები, 14 000 ჰა-ს, ანუ მთელი ტერიტორიის 38,2%-ს შეადგენს, მშენებლობისათვის ხელსაყრელი ფართობი კი 22 000 ჰა-ს, ანუ 61.8%. თუ გავითვალისწინებთ ქალაქის ტერიტორიის რთულ საინჟინრო-გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიურ პირობებს, ხელსაყრელი ფართობების რაოდენობა შესაძლებელია შემცირდეს კიდევ. ამიტომ ქალაქის განაშენიანება უნდა მოხდეს ყოველმხრივი საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობების შესწავლისა და პროგნოზის გათვალისწინებით.

უკანასკნელ წლებში რიგ შემთხვევებში ზოგიერთი ობიექტის დაპროექტება და მშენებლობა ხდებოდა საინჟინრო-გეოლოგიური დარაიონების პრინციპების შეუფასებლობით, რის გამოც იმ უბნებზე საფრთხე ექმნებოდათ შენობა-ნაგებობათა მდგრადობას. ამის მკაფიო მაგალითია შეშელიძის ქუჩაზე განვითარებული მეწყერი.

ამ მხრივ განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია ქ. თბილისის თემქის დასახლების IV მ/რ-ის №5ა საცხოვრებელი კორპუსის მიმდებარე ტარიტორიაზე, ფერდობზე მეწყრული პროცესის ჩასახვა-განვითარება, რომელიც გასული საუკუნის 70-იანი წლებიდან დაიწყო. როდესაც მდ. ხევძმარას მარცხენა სანაპიროზე ფერდობის ძირში ტრამვაის ხაზი იქნა გაყვანილი. პროექტით გათვალისწინებულმა ქანობებმა ვერ უზრუნველყო ფერდობების მდგრადობა და პოტენციურ მეწყრულ უბანზე ადგილი ჰქონდა გრუნტის ჩამოქცევას. შემდგომში, დროდადრო მეწყრული პროცესი აქტიურდებოდა და მიიწევდა ფერდობის ზედა ნაწილისაკენ.

80-იან წლებში, ფერდობის ზედა ნაწილზე, წყალგამყოფის თხემურ ნაწილში აშენდა სამი 16-სართულიანი საცხოვრებელი სახლი, რომელთა ექსპლუატაციაში შესვლის შემდეგ ადგილი ჰქონდა მიწისქვეშა წყალმატარი კომუნიკაციებიდან დანაკარგებს, რასაც მეწყერის გააქტიურება მოჰყვა. 90-იანი წლების დასაწყისში მეწყერი 30 მეტრით მიუახლოვდა საცხოვრებელ კორპუსს. მეწყერული პროცესის შეჩერებისა და სახლის წინ უკვე 17-მეტრიანი ზოლის შენარჩუნების მიზნით 1993 წელს დაიწყო კონტრბანკეტის დაყრა მეწყერული სხეულის შესაჩერებლად, მაგრამ მან შედეგი ვერ მოგვცა.

საკვლევი უბანი გეომორფოლოგიური თვალსაზრისით მდებარეობს ძეძვი-მახათას მაღლობის ჩრდილო-დასავლეთ დაბლობის და ავჭალის ვაკის გარდამავალ ზოლში, მდ. ხევძმარას მარცხენა სანაპიროზე, წყალგამყოფის ფერდობზე. იგი წარმოდგენილია ტიპური მეწყერული, ტალღოვან-ბორცვოვანი რელიეფით. ტექტონიკური თვალსაზრისით ტერიტორია მოთავსებულია ქვემო ავჭალის სინკლინის სამხრეთ ფრთაზე, რომელიც აგებულია ქვედა მიოცენური ასაკის, ე.წ. „კოწახურის“ ჰორიზონტის მუქი, მოშავო ფერის სუბარგილითებით და ღიანაცრისფერი თხელშრეებრივი ქვიშაქვების შუაშრეებით. ისინი გადაფარულია მეოთხეული ასაკის დელუვიურ-პროლივიური ნალექებით. სწორედ ისინი იმეწყერებიან.

საქართველოს ტექნიკურმა უნივერსიტეტმა ჩაატარა დიდი მოცულობითი სამუშაოები აღნიშნული მეწყერული სხეულის შესწავლის მიზნით. მეწყერული ფერდობის მდგრადობაზე ანგარიშმა გვიჩვენა, რომ მდგრადობის კოეფიციენტი ნაკლებია 1-ზე. დაისახა მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებანი, რომელიც დღემდე ბოლომდე არ არის მიყვანილი.

**მეორე თავის ბოლო ქვეთავი ეკუთვნის ზ. ფანასკერტელის ქუჩაზე განვითარებულ მეწყერს. ფანასკერტელის ქუჩაზე განვითარებული მეწყერი განსაკუთრებული სახის მეწყერია. აქ მეწყერი განვითარებულია ძირითად ქანებში მესამეული ასაკის არგილითებისა და ქვიშაქვების მორიგეობაში. ამ**



შემთხვევაში მეწყრის წარმოშობის განსაკუთრებული მდგომარეობა გამოიხატება იმაში, რომ ძირითადი ქანი, ქვიშაქვების დასტა ცურავს ძირითად ქანზე არგილითებზე. როგორც აღვნიშნეთ, ქ. თბილისში არგილითები და ქვიშაქვები ერთმანეთთან მორიგეობაშია, რაც ნიშნავს იმას, რომ როდესაც აღნიშნული ქანები ილექებოდა ზღვაში, მათი დალექვა ხდებოდა ციკლურად. დაილექებოდა არგილითები, რომელიც იმ დროისთვის თიხებს წარმოადგენდა, რაღაც პერიოდის შემდეგ ხდებოდა ზღვის ტრანსგრესია და ილექებოდა ქვიშაქვები. ეს ციკლი მეორდებოდა პერიოდულად. შემდეგ აღნიშნული ქანები მოხვდა მაღალი ტემპერატურისა და დიდი წნევის ქვეშ, განიცადა სახეცვლილება და დღეისათვის წარმოადგენს არგილითებისა და ქვიშაქვების მორიგეობას. აღვნიშნავთ, რომ მორიგეობაში ხან არგილითების სიმძლავრე სჭარბობს, ხან კი ქვიშაქვების. ფანასკერტელის ქუჩაზე სჭარბობს ქვიშაქვები. შეფარდება ასეთია 3:1.

ფანასკერტელის ქუჩაზე მეწყრის წარმოშობის მიზეზი ფერდობის მოჭრაა. ფერდობი მოიჭრა გზის გაყვანის გამო, რის შედეგადაც წარმოიშვა 3-4 მ სიმაღლის ვერტიკალური გაშიშვლება. როგორც გაზომვებმა გვიჩვენა, ქანების დაქანება შეადგენდა 20-25° და მიმართული იყო ფერდობის დახრის მიმართულებით. გზა გაიყვანეს, მაგრამ ოთხი მეტრი სიმაღლის ვერტიკალური გაშიშვლება დატოვეს საყრდენი კედლის გარეშე. შედეგმაც არ დააყოვნა, მოვიდა დიდი რაოდენობით ატმოსფერული ნალექები. წყალმა დაასველა ძირითადი ქანები და წარმოიშვა მეწყერი. მეწყერი ამჟამადაც არ არის გამაგრებული და საჭიროა დროულად გამაგრდეს, რათა თავიდან ავიცილოთ მოულოდნელი შედეგები.

**მესამე თავის პირველ ქვეთავში** განხილულია მეწყრების წარმოშობის მიზეზები.

მეწყრული ხასიათის მოვლენების კვლევა და მის წინააღმდეგ ბრძოლა წარმოადგენს სახელმწიფო მნიშვნელობის აქტუალურ პრობლემას. დღეისათვის საკითხების მეცნიერული დამუშავება, რომელიც დაკავშირებულია მეწყრული მასივების გამაგრებასთან, ჯერ კიდევ ჩამორჩება მეცნიერებისა და ტექნიკის თანამედროვე მოთხოვნებს.

მრავალ სამეცნიერო შრომაში, მიმოხილვასა თუ საერთაშორისო კონგრესის ყოველწლიურ ანგარიშში მკაფიოდ არის გადმოცემული იმ მიზეზების შესახებ, რაც იწვევს სახიფათო გეოლოგიური პროცესების (ზვავების, მეწყრების, ღვარცოფებისდასხვა) წარმოშობას და განვითარებას.

შრომაში განხილულია მკვლევარების: გ. არეშიძის, ვ. ლომთაძის, ი. პოპოვის, ა. ნიფატოვისა და სხვათა შეხედულებები მეწყრის წარმოშობის შესახებ.

მესამე თავის მეორე ქვეთავში განხილულია მეწყრული ფერდობის მდგრადობის ანგარიში დაცურების სიბრტყის ზედაპირის ბრტყელი ფორმით.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ფერდობის ძვრის ზედაპირი განისაზღვრება არა გრუნტის ზღვრული დამაბული მდგომარეობის თეორიის პირობით, არამედ ადგილის გეოლოგიური აგებულებით (აღნაგობით), ძვრის ანუ სრიალის ზედაპირი, რომელიც ზოგადად წრიულფორმას უახლოვდება, შეიცვლება ცალკეულ სიბრტყეებად.

დაყოფენ მოსალოდნელ მეწყრულ მასივს ცალკეულ ნაკვეთებად და განიხილავენ თითოეული ნაკვეთის ზღვრული წონასწორობის პირობას. საზღვრავენ დამჭერი და მძვრელი ძალების სიდიდეს თითოეული ნაკვეთისათვის და შემდეგ მთელი მასივისათვის. დამჭერი და მძვრელი ძალების ფარდობა მოგვცემს მეწყრის მდგრადობის კოეფიციენტს, ხოლო სხვაობა ე.წ. მეწყრის დაწოლის (დაწნევის) სიდიდეს, რომლის თარაზულ მდგენელის სიდიდის მიხედვით ახდენენ მეწყერსაწინააღმდეგო ნაგებობათა გაანგარიშებას. ყველა იმ ფაქტორის ზუსტად გათვალისწინება, რომელიც

მოქმედებს გრუნტის მასივზე, წარმოადგენს რთულ ამოცანას. ძირითადი ძალების განსაზღვრა, რომლებიც საშუალებას გვაძლევენ პრაქტიკული თვალსაზრისით მიახლოებით შევაფასოთ ფერდობების მდგრადობა, შეიძლება გაკეთდეს შედარებით მარტივი გაანგარიშების საფუძველზე. ჩვენ შევჩერდით გრუნტის მასივის დაცურების (გადაადგილების) ზედაპირის ისეთ ფორმაზე, რომელიც გამომდინარეობს ფერდობის გრუნტის გეოლოგიური აგებულებიდან.

ჰორიზონტალური ძალების მეთოდი. დიდი პრაქტიკული გამოყენებით სარგებლობს „ჰორიზონტალური ძალების მეთოდი“, რომელიც სამეცნიერო ლიტერატურაში ცნობილია, როგორც მასლოვ-ბერერის მეთოდი.

ბერერმა შანხაის პორტის სანაპიროს მეწყრული ფერდობების მდგრადობის გაანგარიშების მაგალითზე დაამუშავა გრაფიკული მეთოდი, ხოლო პროფ. ნ. მასლოვმა მოახდინა ამ მეთოდის ანალიზური გადამუშავება.

ფორმულა ატარებს შემდეგ სახეს:

$$T = H - E = g[tg\alpha - tg(\alpha - \psi)]სადაც$$

$T$  არის ხახუნისა და შეჭიდულობის ძალების მნიშვნელობა ყოველი ბლოკისთვის;

$H$  – განბრჯენი, რომელიც გამოითვლება ყოველი ბლოკისთვის;

$E$  არის განბრჯენის მდგენელი;

$g$  – საანგარიშო ბლოკის მასა;

$\alpha$  – ფერდობის ბლოკის ძირის დახრა;

$\Psi_{\sigma}$  – ძვრის კუთხეა.

მესამე თავის მესამე ქვეთავში განხილულია მეწყრული ფერდობის ანგარიში, როდესაც დაცურების სიბრტყე წრიულცილინდრულია. აქ მოცემულია გ. შახურიანცის, ვ. სოკოლოვსკის და ა. დორფმანის მეთოდები. მოცემულია ფერდობის ანგარიშის ანალიზი აღნიშნული ავტორების

მეთოდებით. აქ განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა კლასიკურ მეთოდს. ამ შემთხვევაში ფერდობის მდგრადობა იანგარიშება ფორმულით

$$K = \frac{\Sigma R}{\Sigma T_i} \text{სადაც}$$

$\Sigma R$  არის დამჭერი ძალები

$\Sigma T$  – გადამბრუნებელი ძალები.

თუ მდგრადობის კოეფიციენტი  $K > 1$ -ზე ფერდობი მდგრადია.

**მეოთხე თავის პირველ ქვეთავში** მოცემულია ფერდობის მდგრადობაზე ანგარიშის პირობების შერჩევა.

იმისათვის, რომ დადგენილიყო ჩვენ მიერ შემოთავაზებული მეთოდით მეწყრის სხეულის მდგრადობის კოეფიციენტი ჩვენ მიერ შერჩეულ ხუთ მეწყერზე: დილომში მუხათგვერდის მეწყერზე, ლიბანის ქუჩაზე არსებულ მეწყერზე, მ. ჯავახიშვილის ქუჩაზე წარმოქმნილ მეწყერზე, რუსთაველის ქ. №10-ში არსებულ პოტენციურ მეწყერზე და თემქის დასახლებაში შეშელიძის ქუჩის მეწყერზე ჩატარდა ფერდობების ანგარიში მდგრადობაზე. აღვნიშნავთ, რომ მათი მდგრადობაზე ანგარიში  $\phi$  და  $C$  გასაშუალებული მეთოდით მოცემულია სადისერტაციო შრომაში.

მდგრადობაზე ანგარიშის ჩვენ მიერ შემოთავაზებულ მეთოდიკაზე ადრე იყო საუბარი და აღნიშნული იყო, რომ  $\phi$  და  $C$ -ს მნიშვნელობათა შერჩევა მოხდა ყველა ბლოკისთვის ცალ-ცალკე. მიღებული შედეგები მოცემულია სადისერტაციო შრომაში. შრომის მეორე თავში მოცემულია მეწყრის მდგრადობის გამოთვლა  $\phi$  და  $C$  გასაშუალებული მნიშვნელობებით. შედეგები, როგორც ცხრილებიდან ჩანს, არ ემთხვევა  $\phi$  და  $C$ -ს გასაშუალებულ მნიშვნელობებს. ეს აიხსნება იმით, რომ გასაშუალებული მნიშვნელობა არ ასახავს  $\phi$  და  $C$  რეალურ მნიშვნელობას.  $\phi$  და  $C$  სიდიდე ბევრად არის დამოკიდებული გრუნტის ტენიანობაზე და მომქმედ დატვირთვებზე. ამის რეალურ მნიშვნელობას კი გასაშუალებული მეთოდით ვერ მივიღებთ. აღსანიშნავია, რომ თუ შევადარებთ შემოთავაზებული მეთოდით მიღებულ  $K$

მნიშვნელობას გასაშუალებული მეთოდით მიღებულ სიმდგრადის კოეფიციენტ  $K$ -ს, შემოთავაზებული მეთოდი უფრო  $\varphi$  და  $C$ -ს უფრო გადიდებულ მნიშვნელობას იძლევა (იხ. ცხრ. 4.1).

$K$ -ს მნიშვნელობა  $\varphi$  და  $C$ -ს გასაშუალებული მნიშვნელობებით და ჩვენ მიერ შემოთავაზებული მეთოდით

ცხრილი 4.1.

K მნიშვნელობა	მუხათავადის მეწყერი	ლიბანის ქუჩის მეწყერი	მ. ჯავახიშვილის ქუჩის მეწყერი	რუსთაველის ქუჩის მეწყერი	შემედიის ქუჩის მეწყერი
$\varphi$ და $C$ -ს გასაშუალებული მეთოდი	0.6	0.6	0.63	0.7	0.6
შემოთავაზებული მეთოდი	0.9	0.75	0.65	1.1	0.9

განვიხილოთ, მაგალითად, ქ. თბილისში რუსთაველის გამზ. №10-ში არსებული მეწყერის მდგრადობის პირობა. კლასიკური მეთოდის შემთხვევაში  $K < 1$ -ზე, ე.ი. ფერდობი არამდგრადია. სინამდვილეში ფერდობი დგას და მდგრადია. მაგრამ სამშენებლო ნორმებით ფერდობის მდგრადობის კოეფიციენტი უნდა იყოს არანაკლები  $K = 1.2$ . ამიტომ არსებულ მეწყერს ჩვენ ვუწოდებთ პოტენციური მეწყერი. ე.ი იგი ჯერ კი არის მდგრადი, მაგრამ შესაძლოა იგი დაიმეწყროს, ვინაიდან  $K = 1.1$ -ს. მოყვანილი მაგალითი ნათლად მეტყველებს, რომ ჩვენ მიერ შემოთავაზებული მეთოდი უფრო რეალურად ასახავს მეწყერის მდგრადობის მდგომარეობას. ე. ი.  $\varphi$  და  $C$  უნდა განისაზღვროს მეწყერული ფერდობის ყველა ბლოკისთვის ცალ-ცალკე.

მეოთხე თავის მეორე ქვეთავში მოცემულია დასკვნები და რეკომენდაციები.

ჩატარებული სამუშაოები ქ. თბილისის მეწყრული პროცესების წარმოშობისა და განვითარების შესახებ საშუალებას იძლევა გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. ქ. თბილისი გეომორფოლოგიურად წარმოადგენს მთაგორიანი ქვეყნის ნაწილს და ამიტომ, როგორც ყველა მთაგორიან ქვეყანაში, მეწყრული პროცესები საკმაოდ არის განვითარებული.
2. მდინარე მტკვარმა თავისი გეოლოგიური განვითარების მანძილზე წარმოშვა მერიდიანული ხეობა, რის შედეგადაც წარმოიშვა ქ. თბილისის მდ. მტკვრის მარჯვენა და მარცხენა სანაპირო.
3. მიუხედავად იმისა, რომ ქ. თბილისის მარჯვენა სანაპირო მარცხენა სანაპიროსთან შედარებით გაცილებით დანაწევრებულია, როგორც მოყვანილი მაგალითებიდან ჩანს, მეწყრები განვითარებულია ორივე მხარეზე.
4. მეწყრის განვითარების მოცულობა და სიმძლავრე ბევრად არის განსაზღვრული ადგილის გეომორფოლოგიურ პირობებზე. რაც უფრო მაღალია ფერდობი და რაც უფრო მძლავრია მეოთხეული გრუნტების (საფარი გრუნტები) სიმძლავრე, მეწყერი მით უფრო ძლიერია.
5. ქ. თბილისში მეწყრები უმეტესად განვითარებულია მეოთხეული ასაკის თიხოვან გრუნტებში. მეწყერი გვხვდება ძირითად ქანებშიც არგილითებისა და ქვიშაქვების მორიგეობაშიც. ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს აქსეკვენტურ მეწყერთან, როდესაც ქანების დაქანება ფერდობის დაქანების თანხვედრია.
6. მეწყრული ფერდობის მდგრადობის ანგარიშისათვის დღეისათვის გამოყენებულია მეწყრული სხეულის  $\phi$  და  $C$  გასაშუალებული მნიშვნელობანი  $\phi$  და  $C$  ისაზღვრება ლაბორატორიული წესით.

7. როგორც პრაქტიკამ გვიჩვენა, გასაშუალებული მნიშვნელობანი ყოველთვის არ იძლევა ფერდობის მდგრადობის სრულ სურათს. ამიტომ საჭიროდ ვთვლით  $\phi$  და  $C$  განსაზღვრული იყოს ყოველი ბლ;ოკისთვის ცალ-ცალკე. როგორც წარმოდგენილმა ანგარიშებმა გვიჩვენა, იგი უფრო კარგად გამოსახავს ფერდობის მდგრადობის სურათს.
8. როგორც წარმოდგენილი მასალიდან ჩანს, ქ. თბილისში მეწყრული პროცესების განვითარების ძირითადი მიზეზი ტექნოგენური წყლებია. ამიტომ მეწყრულ ზონებში მკაცრად უნდა იქნეს დაცული ტერიტორიები ტექნოგენური წყლებისგან.
9. პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ თანამედროვე პირობებში ყველაზე ეფექტურ მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებას წარმოადგენს ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯები.
10. მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიების შერჩევას კარგად უნდა იქნეს გამოკვლეული ადგილის გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობები. მხოლოდ მათი მოქმედების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება სწორად იქნას შერჩეული მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებანი.

**დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ  
ნაშრომებში**

1. სტუ-ს სტუდენტთა 81-ე ღია საერთაშორისო კონფერენცია. „გრუნტის სიმტკიცის მაჩვენებლის შერჩევა მეწყრული ფერდობის მდგრადობის ანგარიშისთვის“, 2013.
2. ვ. ჯაფარიძე, გ. არეშიძე, ტ. გარსევანიშვილი, ნ. ღვინჯილია.  
„დეფორმირებულ შენობა-ნაგებობათა საძირკვლების ნაბურღ-ინიექციური ხიმინჯებით გაძლიერების შესახებ“, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნ.  
„მშენებლობა“, #1(28), 2013.
3. გ. არეშიძე. „მეწყრული პროცესები და მათი მდგრადობის ანგარიშის თანამედროვე მდგომარეობა“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნ. „მშენებლობა“, #2(33), 2014.
4. გ. არეშიძე. „ქ. თბილისის მუხათგვერდის მეწყრის მდგრადობის შესახებ“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნ. „მშენებლობა“, #3(38), 2015.



## Abstract

A landslide is called the rocks sliding on the slope. The landslides in such a mountainous country like Georgia are rather widespread and detrimental to the population. In particular, in Tbilisi there are places which are announced the landslide zones. For example, the right bank of the river in the Vakedistrict had been announced the landslide zone for a long time already the construction was prohibited there. This area was marked red in the geotechnical map. The citizens are aware of the landslide in the Lebanon Street. The landslide so threatened the nine-storey and four-entrance building placed below that the builders were to demolish two entrances of the building. The people is also aware that the landslide from the mount Mtatsminda buried two men under its ground.

For stabilization of the landslide they often use retaining walls that is rather an expensive measure. They are mainly made of reinforced concrete the sections of which are made based on the reinforced concrete stability analysis. Its cross-section is estimated based on the analysis of a reinforced concrete wall stability analysis. The wall sections value much depends on the angle of internal friction and the values of specific cohesion of the landslide body. The bigger are those values, the more economical will be the cross-sections of retaining wall.

The landslide slope stability is calculated by various methods. To calculate the landslide stability we shall determine  $\varphi$  and  $C$  of the landslide soil. To do this, a sample shall be taken from any block and its  $\varphi$  and  $C$  shall be determined by the laboratory method. The obtained values are called the average value of the landslide body  $\varphi$  and  $C$ .

The samples in the landslide disturbance zone in different blocks are under a different vertical load and, therefore, their  $\varphi$  and  $C$  will be different for different blocks.

We have reviewed the landslide slope calculations proposed by more than 50 scientists and in all of them the average values of  $\varphi$  and  $C$  are applied for calculation of the slope stability.

As can be seen, all blocks are characterized by different height, therefore, the regular stress in the shear plane will be different for every block. Hence, their moisture and density, and  $\varphi$  and  $C$  will be different too. So, we believe that as the stability of all the blocks is calculated separately for all blocks, in order to calculate their stability we shall take their respective  $\varphi$  and  $C$ , which will be established as a result of laboratory experiments.

The sophisticate the issue our program provides the following: the stability of several landslides in Tbilisi should be calculated both by the  $\varphi$  and  $C$  average method, and by the method were commend. Their comparison will enable us to understand how the stability factor of a building varies when calculated by the  $\varphi$  and  $C$  average method.

Our program provides for the study of several landslides in Tbilisi, which include such well-known landslides, as in the Lebanon street and in Gldani. All samples will

be taken from the shear plane in all landslide blocks and the stability analysis will be made both by the  $\phi$  and C average method and by method were commend.