

UDC 551.49

SCOPUS CODE 1909

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-1-129-150>

გეოლოგიური საფრთხეები ქ. თბილისში

მერაბ გაფრინდაშვილი გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: gaprinda13@yahoo.com

რეცენზენტები:

ა. მაღალაშვილი, ილიას სახელობის უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებისა და მედიცინის ფაკულტეტის პროფესორი, გეოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: archil.magalashvili@iliauni.edu.ge

მ. მარდაშოვა, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: m_mardashova@gtu.ge

ანოტაცია. თბილისის გეოლოგიური დახასიათება მოიცავს მისი შესწავლის ისტორიას, გეოლოგიურ პირობებს, ტერიტორიაზე არსებულ ყველა სტრატиграფიულ დონეს და ლითოლოგიურ შედგენილობას შესაბამისი გრაფიკული მასალით. ასევე მოცემულია საკვლევი არეალის ტექტონიკური, სეისმური, მორფოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობები. წარმოდგენილია გეოლოგიური საფრთხეების ძირითადი მაპროვოცირებელი ფაქტორები/გამომწვევი მიზეზები. დეტალურადაა დახასიათებული დედაქალაქის ტერიტორიაზე გავრცელებული გეოლოგიური საფრთხეების ტიპები (მეწყერი, ღვარცოფი, კლდეზვავი, ქვათაცვენა). მი-

რითადი აქცენტი გაკეთებულია უკანასკნელ პერიოდში განვითარებულ მნიშვნელოვან სტიქიურ პროცესებზე, რომლის შედეგად დაირღვა ქალაქის ნორმალური ცხოვრების რიტმი, საშიშროება შეექმნა ტრანსპორტის უსაფრთხო მოძრაობას, დეფორმაცია და ნგრევა განიცადა მრავალმა საცხოვრებელმა სახლმა და ინფრასტრუქტურულმა ობიექტმა და, რაც ყველაზე სამწუხაროა, ადამიანთა მსხვერპლი გამოიწვია. ინდივიდუალურად, თითოეული საფრთხისთვის შემოთავაზებულია რეკომენდაციები გასატარებელი დამცავი ღონისძიებების შესახებ.

საკვანძო სიტყვები: გეოლოგია; თბილისი; მეწყერი; საფრთხე; სტიქია; ღვარცოფი.

შესავალი

საქართველოს დედაქალაქ თბილისის ხელსაყრელი მდებარეობა უკავია და სატრანზიტო დერეფნის კვანძს ქმნის. ტერიტორიის განვითარება ხანგრძლივ ურბანიზაციის პერიოდს მოიცავს და რთული და სენსიტიური მორფოლოგიური და გეოლოგიური გარემოს პირობებში ტექნოგენური დატვირთვის მაღალ წნეხს განიცდის, რასაც თან სდევს ბუნებრივ-ტექნოგენური პროცესების ფართო მასშტაბით განვითარება და გეოეკოლოგიური გართულების კრიტიკულ ზღვრამდე მიყვანა. მისი სირთულე განპირობებულია ისედაც დაძაბულ-გეოლოგიურ გარემოზე, მაღალი საინჟინრო-ინფრასტრუქტურული საქმიანობის პრესინგიტ. იქიდან გამომდინარე, რომ ოპტიმალურად ასათვისებელი ფართობი თითქმის აღარ არის, ქალაქმა გაფართოება დაიწყო იმ არეალებში, რომელიც ადრე, საინჟინრო-გეოლოგიაში მიღებული ნორმებით, მშენებლობისათვის მიუღებლად ითვლებოდა ანდა უკიდურესად რთულად.

დღეს მშენებლობის გაზრდილი მოთხოვნილების პირობებში ტერიტორიის ათვისება ურთულეს გეოლოგიურ პირობებში მიმდინარეობს, რასაც თან ახლავს საშიში გეოლოგიური პროცესების ფართო მასშტაბით განვითარება და გეოეკოლოგიური სიტუაციის უკიდურესი გართულება. მათ შორის, პირველ ყოვლისა, აღსანიშნავია მეწყრულ-გრავეიტაციული, ღვარცოფული და სუფოზიურ-ჯდენითი მოვლენები, მიწისქვეშა წყლებით გამოწვეული შეტბორვები და ასევე 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. ნაშრომში წარმოდგენილია ქ. თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიური შეფასება, პროცესების გამომწვევი მიზეზები, ბოლო პერიოდში გააქტიურებული მნიშვნელოვანი სტიქიები და რეკომენდაციები დამცავი ღონისძიებების შესახებ.

ძირითადი ნაწილი

საკვლევი არეალი

გეოლოგიური შესწავლის ისტორია. თბილისის ტერიტორიას (504 კვ. კმ) და მიმდებარე არეალების კვლევას დიდი ხნის ისტორია აქვს და შესწავლის თვალსაზრისით ერთ-ერთი საუკეთესოა. გეოლოგიური შესწავლის ისტორია პირობითად შეიძლება 3 ძირითად ეტაპად დავყოთ: პირველი ეტაპი – მე-19 საუკუნის ოცდაათიანი წლებიდან მე-20 საუკუნის 20-იან წლებამდე; მეორე ეტაპი – მე-20 საუკუნის 20-იანი წლებიდან 50-იან წლებამდე; მესამე ეტაპი – მე-20 საუკუნის 50-იანი წლებიდან დღემდე. პირველი ეტაპის დასაწყისი სარეკონოსცირო ხასიათს ატარებდა და სამხრეთ კავკასიის ტერიტორიის ზოგადგეოლოგიური კვლევების ნაწილი იყო რეგიონალურ დონეზე. კვლევების მეორე ეტაპი ემთხვევა ქართული გეოლოგიური სკოლის ჩამოყალიბებას, რომელშიც უცხოელ გეოლოგებთან ერთად (ვ. რენგარტენი – 1937 წ., ვ. კუზნეცოვი – 1937 წ., ვ. ვასოვიჩი – 1932–1937 წწ.) გადაწყვეტი როლი შეასრულეს ქართული გეოლოგიური სკოლის ფუძემდებლებმა (ა. ჯანელიძე, ა. თვალჭრელიძე, კ. გაბუნია, პ. გამყრელიძე და სხვები).

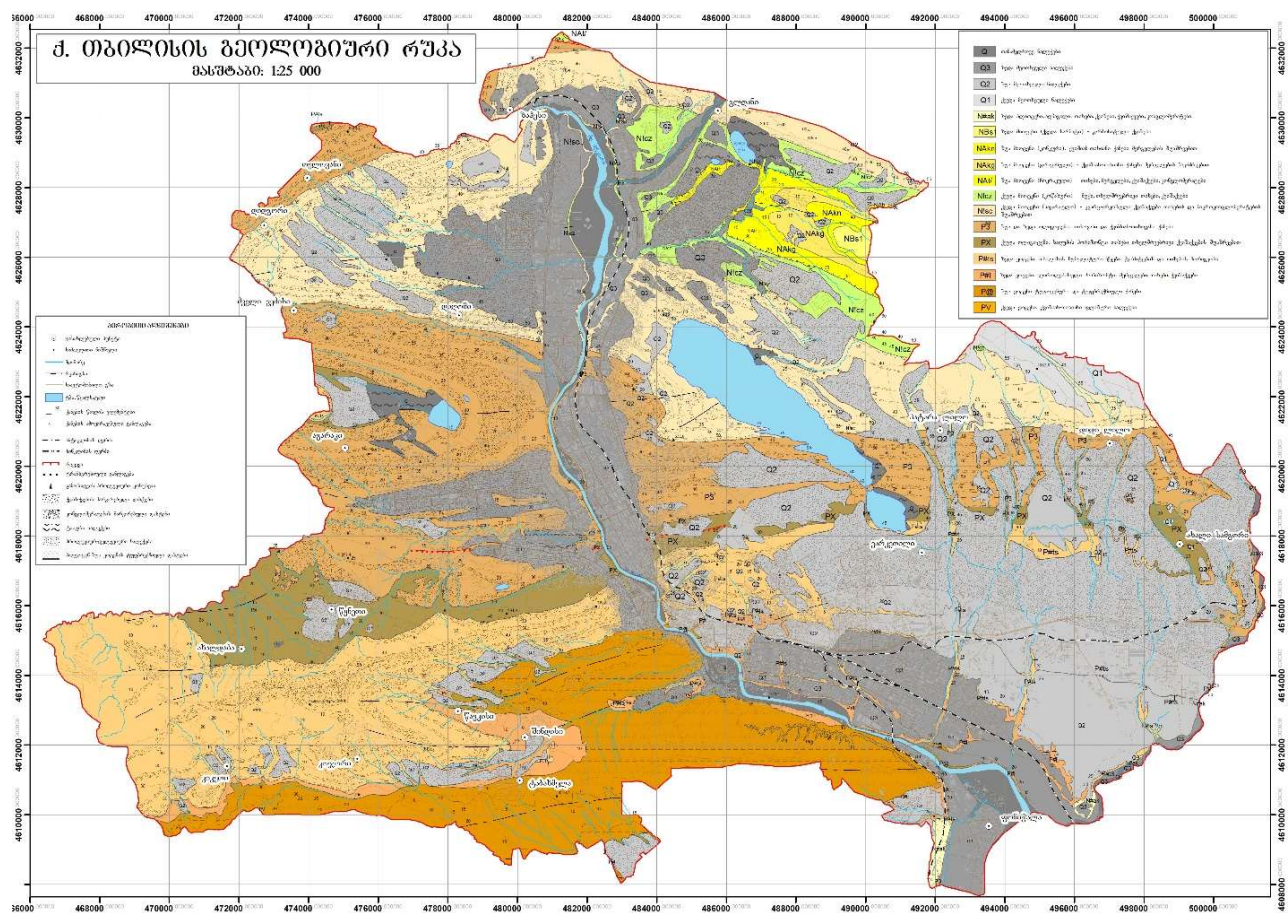
ქვეყანაში გეოლოგიური კვლევების მესამე ეტაპი, რომელიც დღესაც გრძელდება, ყველაზე ეფექ-

ტურია საქართველოსთვის და მათ შორის საკვლევი ტერიტორიისთვის. კვლევების ამ ეტაპზე ძირითადი აქცენტი გადატანილია ქვეყნის მინერალური რესურსების ბაზის შექმნის საკითხებზე, ასევე ქალაქთმშენებლობისა და მსხვილი ინფრასტრუქტურული ობიექტების მშენებლობისათვის საჭირო საინჟინრო-გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიურ კვლევებზე.

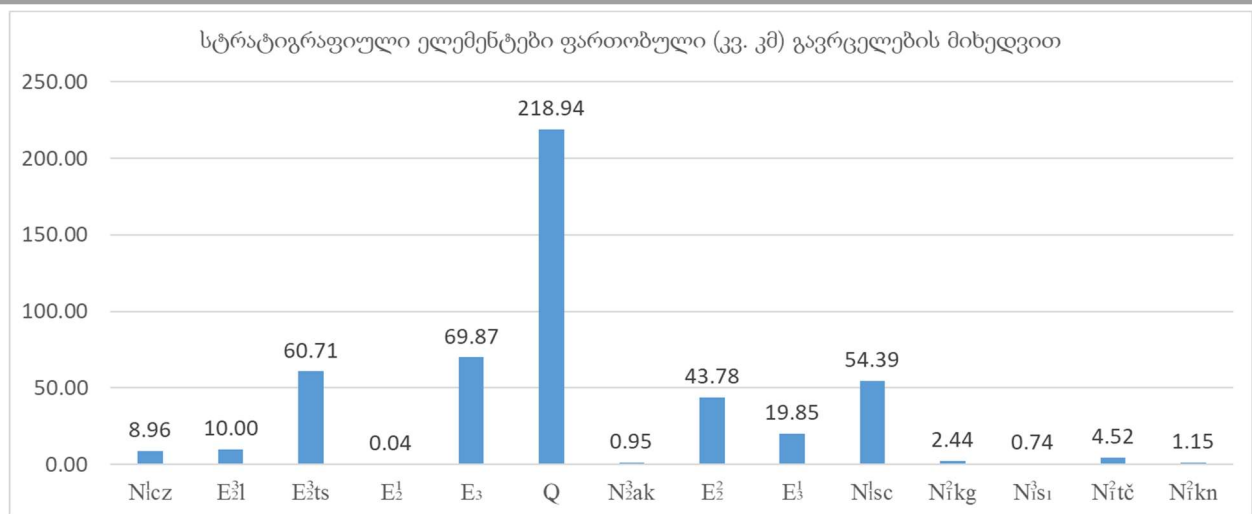
გეოლოგიური აგებულება. თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულება, მისი მორფოლოგია და გეოდინამიკური თავისებურებები მეტად რთული და მრავალფეროვანია. ეს, პირველ ყოვლისა, განპირობებულია მისი გეოტექტონიკური სტრუქტურების გეოგრაფიული მდებარეობით, რეგიონში

არსებული უკიდურესად რთული ტექტონიკური გარემოებებით (ტექტონიკური ზეწრები, შეცოცებები, შესხლეტვები). შესაბამის პალეოგეომორფოლოგიურ პირობებში წარმოებულმა როგორც ადრეოროგენულ, ისე გვიანოროგენულ კომპლექსებში და შემდეგ პლიოცენ-პლეისტოცენის ნეოტექტონიკურმა მოძრაობებმა განაპირობა უკიდურესად რთული გეოლოგიური გარემოს ფორმირება და გეოდინამიკური პროცესების განვითარება.

თბილისის ტერიტორიის ფარგლებში სტრატეგრაფიულად ყველაზე ძველია ქვედა ეოცენური (E₁) ნალექები, ხოლო ყველაზე ახალგაზრდა – ჰოლოცენური ასაკის ნალექები (გრაფიკი 1).



რუკა 1. ქ. თბილისის გეოლოგიური რუკა



გრაფიკი 1

ტექტონიკური აგებულება და სეისმური პირობები. 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 დაიწყო კავკასიონისა და ანტიკავკასიონის გეოსტრუქტურების ურთიერთსაპირისპირო მოძრაობით და მათ შეჯახებით მათ შორის არსებულ საქართველოს ბელტის მყარ სუბსტრატთან, რომელიც მიმდინარეობს გეოტექტონიკური მოძრაობის ევოლუციური განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე, მათი აღმავლობის საერთო ფონზე. ამავე პერიოდს უნდა უკავშირდებოდეს სხვადასხვა მიმართულების ტექტონიკური შესხლეტა-შეცოცხებები და რღვევები.

ქ. თბილისის ტერიტორია, საქართველოს ტექტონიკური დარაიონების სქემის მიხედვით (ე. გამყრელიძე - 2004 წ.), მოქცეულია სამხრეთ კავკასიონის მთათაშორისი სივრცის აღმოსავლური მოლასური დაპირვის (მტკვრის მთათაშუა როფი) ზონის, ქართლის მოლასური ქვეზონის, მუხრან-ტირი-

ფონის ბლოკისა (ნაწილობრივ) და მცირე კავკასიონის (ნაოჭა შეცოცხებით) ზონის, სამხრეთ ქვეზონის ასპინძა-თბილისის სექტორში, რომლისთვისაც დამახასიათებელია შედარებით სუსტად დანაოჭებული განედური მიმართულების სტრუქტურები და თანდათანობითი დაპირვა აღმოსავლეთით, რაც განპირობებულია, ერთი მხრივ, საქართველოს ბელტისა და, მეორე მხრივ, ართვინ-ბონისის ბელტის მდებარეობით.

როგორც, ცნობილია, რთული ტექტონიკური პირობები მნიშვნელოვნად განაპირობებს ტერიტორიის სეისმურობას, ხოლო მიწისძვრების ზეგავლენა უშუალოდ აირეკლება საშიში გეოლოგიური პროცესების გააქტიურებაში და, შესაბამისად, ზეგავლენას ახდენს ცალკეული ინფრასტრუქტურული ობიექტების მდგრადობაზე. საქართველოს ტერიტორიის სეისმური დარაიონების კორექტირებული სქემის მიხედვით, თბილისი მიეკუთვნება 8-ბალიანი სეისმური აქტივობის ზონას (საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის ბრძანება № 1 -1/2284, 2009 წლის 7 ოქტომბერი, ქ. თბილისი, სამშენებლო ნორმებისა და წესების „სეისმომედეგი მშენებლობა“ (პნ 01.01-09) დამტკიცების შესახებ).

გეომორფოლოგიური პირობები. თბილისის ტერიტორია მორფოლოგიურად ღრმა ქვაბულია, თითქმის ყოველი მხრიდან შემოსაზღვრულია 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. თბილისის ტერიტორიის სივრცეში გამოიყოფა შემდეგი მორფოლოგიური ერთეულები: მტკვრის მარჯვენა ნაპირის საშუალო და დაბალმთიანი ტექტომორფული მთა-ხეობათა რელიეფი; მდ. მტკვრის ხეობის აკუმულაციური ძირი; დაბალი და საშუალომთიანი მთა-ხეობათა ინვერსიული მორფოსტრუქტურა; თბილისის ქვაბულის მარცხენა ნაპირის დაბალმთიანი პალეო-მტკვრით შექმნილი ტერასული რელიეფი.

ჰიდროგეოლოგიური პირობები. ქ. თბილისის ჰიდროგეოლოგიური შესწავლა ძირითადად თერმული წყლების კვლევებთან, 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. ქ. თბილისში და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე, დაღმავალ ჭრილში, გამოიყოფა: მეოთხეული ასაკის ნალექებში ფორმირებული მიწისქვეშა წყლები; ზედა პლიოცენის ასაკისა და აღჩაგილის ნალექებთან დაკავშირებული წყლები; ოლიგოცენ-ქვედა მიოცენის ასაკის ნალექებთან დაკავშირებული წყლები; ზედა ეოცენის ასაკის ნალექების ნაპრალოვანი ცივი წყლები; შუა ეოცენის ასაკის ნალექებში გახსნილი ნაპრალოვანი თერმული მიწისქვეშა წყლები.

გეოლოგიური საფრთხეების გამომწვევი მიზეზები/მაპროვოცირებელი ფაქტორები. ქ. თბილისის ტერიტორიაზე გეოლოგიური პროცესების (მეწყერი, ღვარცოფი, კლდეზავი, ქვათაცვენა და სხვა) წარმოქმნა-გააქტიურებაზე მრავალი ფაქტორი მოქმედებს, რომლებიც იცვლება სივრცესა და დროში იმის მიხედვით თუ როგორია მათი მთავარი მაპროვოცირებელი ფაქტორები – სტაბილური მდგომარეობიდან გამომყვანი აღმძვრელი აგენტები. ეს ფაქტორები ნაწილდება სამ ძირითად ჯგუფად:

- მუდმივად მოქმედი – გეოლოგიური აგებულება (ტექტონიკა, სტრატეგრაფია, ლითოლოგია) და მორფოლოგიური პირობები;
- ნელა ცვალებადი – ტექტონიკური მოძრაობები, კლიმატური და ჰიდროგეოლოგიური პირობები, ასევე ნიადაგ-მცენარეულ საფართან დაკავშირებული ცვლილებები;
- სწრაფად ცვალებადი – მეტეოროლოგიური, ჰიდროლოგიური, სეისმური, ადამიანის არასწორი საინჟინრო-სამეურნეო საქმიანობა, ქანების სიმტკიცისა და დეფორმირების თვისებები.

ქ. თბილისის ტერიტორიაზე გავრცელებული გეოლოგიური საფრთხეები. თბილისში განვითარებული ეგზოგეოდინამიკური პროცესებიდან განსაკუთრებულ ადგილს იკავებს მეწყრულ-გრავიტაციული და ღვარცოფული პროცესები და მოვლენები, რომლებიც ყოველმხრივ შესწავლას და მართვითი ღონისძიებების შემუშავებას საჭიროებს. რაც შეეხება ქალაქის სივრცეში არსებულ სხვა სახის გეოდინამიკურ პროცესებს, როგორც არის გამოფიტვა-დენუდაცია, ფერდობული ჩამორეცხვა, მდინარეთა ნაპირების წარეცხვა, დახრამვა და სუფოზიური მოვლენები, ისინი უშუალოდ მონაწილეობს

მეწყრულ-გრავეიტაციული და ღვარცოფული მოვლენების ჩასახვა-გააქტიურებაში. თბილისის ტერიტორიაზე დარეგისტრირებულია შემდეგი ჯგუფის მეწყრები:

1. სანაპირო (ბაზისური) მეწყრები – მათ წარმოქმნა-განვითარებისა და პროგნოზის განმსაზღვრელი ფაქტორია მდინარეთა და წყალსაცავების ეროზიული პროცესებით ნაპირების წარეცხვა, მათი მორფოდინამიკა და ამგები ქანების ეროზიისადმი მდგრადობის კრიტიკული მახასიათებლები. იმის მიხედვით, თუ რა ადგილი და გეომორფოლოგიური მდებარეობა უკავია ნაპირების გეოლოგიური აგებულების ჭრილში, ქანების ეროზიული მდგრადობის თვალსაზრისით, ეს დამოკიდებულია ნაპირამგები ქანების ეროზიული პროცესებისადმი მგრძნობელობის ხარისხზე. ეროზიული პროცესებით გამოწვეული მეწყრები მნიშვნელოვან საშიშროებას უქმნის მოსახლეობას და ინფრასტრუქტურულ ობიექტებს. აღნიშნული პროცესები განვითარებულია მდ. გლდანისხევის, ვერეს, დიდმისწყლის, ხევძმარას, კრწანისისხევის, წავკისისწყლის (ლელვთახევი) და სხვა ხეობებში.

2. კლიმატოგენური (ანუ კონსისტენტური) მეწყრების წარმოქმნა-გააქტიურება დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების რაოდენობრივი მაჩვენებლების შიგაწლიურ რეჟიმზე, გრუნტის წყლების არსებობასა და ტექნოგენური წყლების ჩაჟონვასთან დამეწყრისადმი მიდრეკილ ფერდობებში, რაც იწვევს დამეწყრისადმი მგრძნობიარე დანალექ ქანებში ლატენტურად (ფარულად) მიმდინარე „დატენიანების ეფექტით დამუხტვას“, მათ კონსისტენტ-

ციურ ცვლილებებს და ძვრის წინააღმდეგობის დაქვეითებას კრიტიკულ ზღვრამდე. თბილისის ტერიტორიაზე კლიმატოგენური მეწყრები საყოველთაო და მასობრივი გავრცელებით ხასიათდება.

3. ტექტოსეისმოგენური მეწყრული მოვლენები არსებითად განსხვავდება ამ სახეობის მოვლენების ყველა სხვა გენეტიკური ტიპებისგან. ახასიათებს აზონალური განვითარება და ლოკალიზდება სხვადასხვა რანგის ტექტონიკური დისლოკაციების ზონაში, განსაკუთრებით ზონათშორისი აშლილობების სივრცეში. სეისმოგენური მეწყრულ-გრავეიტაციული მოვლენების მრავალსახეობიდან განსაკუთრებით უნდა გამოიყოს ლოკალური სეისმოგენური რღვევების ეფექტი, როდესაც ძლიერი მიწისძვრის შედეგად ძირითადი ქანებით აგებულ ფერდობებზე წარმოიქმნება ახალი ნაპრალები, რომელთა გასწვრივ შემდგომში მიმდინარეობს სტრუქტურული ხასიათის მნიშვნელოვანი გადაადგილებები. აღნიშნული ტიპის მეწყრული მოვლენების რაოდენობითი და სივრცითი გავრცელების თვალსაზრისით, უფრო მასშტაბურია თბილისის შემოვლითი საავტომობილო გზა მდ.მდ. ნამგალასხევისა და ხევძმარას წყალგამყოფი სერის სივრცეში და ასევე საქართველოს მაგისტრალური გაზსადენის სამგორ-ნავთლუდის მონაკვეთში, რომელთა მორფოლოგიური ბუნება პირდაპირ პასუხობს მათი წარმოშობის გენეზისს. ამავე დროს, ვფიქრობთ, რომ ამ ზონაში ზედა ეოცენისა და ოლიგოცენის ნალექებში გრავეიტაციული ხასიათის ტექტოსეისმოგენური განვითარება დაიწყო რელიეფის ჩამოყალიბების საწყის ეტაპზე და მათ განმეორებას ადგილი უნდა ჰქონოდა არაერთხელ (სურ. 1-2).



სურ. 1



სურ. 2

ამ ტიპის მეწყერების თვალსაჩინო მაგალითია 2015 წლის 13–14 ივნისს წყნეთ-ბეთანიის საავტომობილო გზის მონაკვეთზე განვითარებული მასშტაბური და დიდი მოცულობის მეწყერი, რომელიც ჩაი-

სახა ჩრდილო-დასავლური ექსპოზიციის 40–50°-ანი დახრილობის ფერდობზე, დაწყებული მისი თხემიდან და გავრცელებული სოფ. ახალდაბის მიდამოებამდე (სურ. 3–6).



სურ. 3



სურ. 4



სურ. 5



სურ. 6

მეწყერი გეგმაში ელიფსური ფორმისაა, მის მიმდებარედ განლაგებული სხვადასხვა მასშტაბის მეწყრული გააქტიურებით. მისი სათავე განლაგებულია თხემურ ნაწილში – 1415–1420 მ აბს. ნიშნულების ფარგლებში, ხოლო ბაზისი – ახალდაბა–წყნეთის საავტომობილო გზის მიმდებარე ტერიტორიაზე 1250–1280 მ აბს. ნიშნულების ფარგლებში. მათ შორის სიმაღლეთა სხვაობა 150–180 მეტრია, სიგრძე – 1კმ, მეწყრული სხეულის საშუალო სიგანე – 350 მ, ფართობი – 323ა. მეწყრის ვიზუალური სიმძლავრე, გამომდინარე მოწყვეტილი შრებიდან და გაშიშვლებებიდან, მის აღმოსავლეთ ფრთასთან 2–3 მეტრს

შეადგენს, ხოლო დასავლეთ ფრთასთან 2–3 მეტრიდან 5–9 მეტრამდე მერყეობს. გამოკვეთილი მეწყრული საფეხურები არ ფიქსირდება, რადგან მეწყერი წარმოდგენილია კლდოვანი შრეების სარკისებრი ტალღოვანი ზედაპირით, რომლებზეც აკუმულირებულია ნამსხვრევი მასალა, რომელშიც შეიძლება გამოიყოს რამდენიმე საფეხურიანი დაგროვება, განსაკუთრებით მეწყრული სხეულის ზედა ნაწილში, ნამსხვრევი მასალა სხვადასხვა ზომის კლდოვანი მონატეხებითა და ლოდებით (5–6 მეტრიდან 10–12 მეტრამდე) – სურ. 7–8.



სურ. 7



სურ. 8

მეწყერი მოძრაობის მექანიზმის მიხედვით სამ ნაწილად იყოფა: ზედა ნაწილი თხემიდან წყნეთ-ბეთანიის საავტომობილო გზამდე ბლოკურ-სრიალის ტიპისაა, შემდგომ სოფ. ახალდაბამდე გადადის დენად-პლასტიკურში (სიგანე 70–100მ), რომელიც ბოლო ნაწილში, მდ. ვერემდე ტრანსფორმირდება და ღვარცოფულ ხასიათს ატარებს (მდ. ჯოხანისხევი). მეწყრის 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 1.5–2.0 მ აღწევს (სურ. 9–10).



სურ. 9



სურ. 10

მეწყრული პროცესი გეოლოგიურად განვითარებულია ზედა ეოცენის წყებაში, წარმოდგენილი სქელი და მასიური ქვიშაქვებით, თიხების შუაშრებით, ასევე კონგლომერატებით, რომლებიც გაფარულია 0.5–2.0 მეტრი სიმძლავრის (ზოგან მეტიც) დელუვიური თიხნაროვანი დანალექებით დაფარული ტყის საფარით.

ტექტოსეისმოგენური მეწყრებიდან განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ბაგებ-წყნეთის მაღალი ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზის დერეფნის სივრცეში არსებული გრანდიოზული მეწყერი. საქმე გვაქვს უკიდურესად რთულ ტექტოსეისმოგენურ მეწყერთან, რომლის ფართობი 40ჰა-მდეა, ხოლო დეფორმაციის სიღრმე – 5 ათეულ მეტრამდე. როგორც მორფოლოგიური პირობები გვიჩვენებს, ამ ტიპურ ტექტოსეისმოგენურ მეწყერს დროთა განმავლობაში არაერთხელ მიუღია სტაბილური მდგომარეობა და დიდი ხნის განმავლობაში ყოფილა ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობაში, მაგრამ ბოლო პერიოდში ისევ მოსულა დინამიკაში. უდავოა მეწყრული სხეულის დინამიკაში მოყვანა განაპირობა 1991 წლის რაჭა-იმერეთისა და 1992 წლის ფასანაურ-ბარისახოს ტრანზიტული ხასიათის ჰე-

რიზონტალური გავრცელების მაღალი ენერგიის მიწისძვრებმა, 2002 წლის თბილისის 7-ბალიანი ინტენსივობის მიწისძვრებმა და 2011 წლის კიკეთთან ახლოს წარმოქმნილი 5 მაგნიტუდის სიძლიერის მიწისძვრამ. ამრიგად, ამ მეწყრულ სხეულთან დაკავშირებით საქმე გვაქვს ბოლო პერიოდის გეოლოგიური ეპოქის მიწისძვრების ზემოქმედებით წარმოქმნილ მეწყერთან. როგორც მეწყრული სხეულის მორფოლოგიური საფეხურებით და მათთან დაკავშირებული ეგზოტექტონიკური აშლილობებით დგინდება, მას არაერთხელ განუცდია განახლება. მეწყრული სხეული მდებარეობს დაბალმთიანი მამადავითის ქედის (775–870 მ აბს. სიმაღლის საზღვრებში) მდ. უკანახევის აუზში რამდენიმე შენაკადით, რომელთაც ელიფსური პროფილის V-სებრი ეროზიული ჩაჭრები ახასიათებს. მდ. უკანახევის გამომუშავებული აქვს 100 მ-ზე მეტი სიღრმის ხეობა ტექტონიკურ რღვევაში.

მდ. უკანახევის აუზი გეოლოგიურად გამომუშავებულია ზედა ეოცენისა და ოლიგოცენის ტერიგენური ფლიშის თიხაფიქლების, არგილიტებისა და ქვიშაქვების წყებაში, რომელთა დახრილობა ჩრდილოეთურია – 15–45° ფარგლებში. ამ ნალექებზეა შე-

ცოცხებული მეწყრული სხეულის ქვემო წელში ეგზო-ტექტონიკური პროცესებით „დანაოჭებული“ მეწყრული სხეულის ზედა მონაკვეთი, რომელიც სუსტად არის დატენიანებული და ბლოკური გადაადგილება ახასიათებს. თუმცა მეწყრის ენურ ნაწილში „დატენიანების ეფექტი“ მნიშვნელოვნად იზრდება და ამ მდინარის შუა ნაწილში, სადაც ის საგრძნობლად ვიწროვდება და გამომუშავებული აქვს ვიწრო ეროზიული ხეობა, მეწყრული სხეულის ენური ნაწილი თითქმის გადაკიდებულია მასში. არსებობს რეალური საშიშროება, რომ ატმოსფერული ნალექების დიდი ოდენობით მოსვლის შემთხვევაში შეიძლება კიდევ უფრო გაიზარდოს „დატენიანების ეფექტი“ და მეწყრის ენური ნაწილი მოვიდეს დენად-პლას-

ტიკურ დინამიკაში და ჩნდება რეალური პირობა იმისა, რომ ამ ნაკადებმა უშუალოდ ჩააღწიოს მდ. უკანახევის კალაპოტში, გადაკეტოს მდინარის ხეობის ის ნაწილი, რომლის გარღვევას უდავოდ მოჰყვება მნიშვნელოვანი მოცულობის ღვარცოფის წარმოქმნა უარყოფითი შედეგებით ქალაქის იმ ზონისათვის, სადაც მდ. უკანახევი გაედინება. მით უმეტეს, რომ ამ მდინარის ხეობის მარჯვენა ფერდიდან არც ისე მოშორებით, 2015 წლის ივნისის თვეში წარმოიქმნა მნიშვნელოვანი მოცულობის კლდეზვავი, რომელიც ასევე გამოწვეული იყო თბილისის სივრცეში ბოლო პერიოდში წარმოქმნილი მიწისძვრებით (სურ. 11–12).



სურ. 11



სურ. 12

თბილისის ფარგლებში ასევე მრავალია ისტორიული ტექტოსეისმოგენური მეწყრები - ახალდაბის, ქვემო წყნეთის, ნორიოს, კოჯრის და მრავალი სხვა. მათ შორის, ქალაქის სივრცეში 2015 წელს მომხდარი გეოლოგიური კატასტროფებიდან გამომდინარე, განსაკუთრებულ ადგილს იკავებს მდ. ვერეს აუზში არსებული ახალდაბის მეწყრულ-გრავიტაციული ბლოკი, რომელიც ბევრად ადრე წარმოიქმნა, ვიდრე მასზე მოსახლეობა დასახლდებოდა.

2021 წლის 1 მარტს ვაშლიჯვარ-ლისის დამაკავშირებელი საავტომობილო გზის მარჯვენა მხარეს არსებული ადგილობრივი წყალგამყოფი სერის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში, დროებით სტაბილიზაციის ფაზაში მყოფი ტექტოსეისმოგენური გენეზისის ძველმეწყრული (ისტორიული) ბლოკის არეალში განვითარდა მეორადი გენერაციის ბლოკურ-ცოცვითი ტიპის მეწყრული სხეული (ფართობი 1.57 ჰა) (სურ. 13–14). წყალგამყოფი სერის ჩრდი-

ლო-აღმოსავლეთ ნაწილში დაფიქსირდა გადაადგილების სხვადასხვა ვექტორის მქონე ლოკალური სხეულების ფორმირების ტენდენცია და მთლიანი მეწყრული სხეული პირობითად შეიძლება 2 უბნად დაიყოს. 1-ლი მეწყრული უბანი გეგმაში სოლისებრია, მისი სიგრძე ფერდობზე 164 მ-ია, რომლის ბაზისი დაკავშირებულია 75–80°-მდე დახრილობის მქონე ნახევრად ნათხარი ფერდოს ზედაპირთან, ხოლო მე-2 მეწყრული უბანი განვითარებულია უსახელო ხევის მარჯვენა მხარეს, ჩრდილო-აღმოსავლეთ ექსპოზიციის მქონე სათავეში დამრეცად, ხოლო თხემისპირა ზონიდან მკვეთრი გარდატეხის შემდეგ – ძლიერ ციცაბოდ დახრილ წყალშემკრებ ფერდობზე. მეწყრული სხეული ფართობულად მოიცავს წყალგამყოფი სერის თხემისპირა ზოლს და ძლიერ ციცაბოდ დახრილი ლოკალური წყალშემკრები ფერდობის კონტურს. მეწყრული პროცესების შედეგად მეწყრული მასების ნაწილი გადაადგილდა საავტომობილო გზის (მ. მაჭავარიანის ქუჩა) ვაკის ფარგლებში; დეფორმაცია განიცადა საავტომობილო გზის გასწვრივ არსებული მოქმედი 3 წყალსადენის მილიდან ერთ-ერთმა (900 მმ-იანი დიამეტრის); მწყობრიდან გამოვიდა ინტერნეტის ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ხაზი. საავტომობილო გზაზე შეიზღუდა ავტომობილების გადაადგილება. ვაშლიჯვარ-ლისის (მუხრან მაჭავარიანის ქუჩა) დამაკავშირებელი გზის მარჯვენა მხარეს, სამხრეთ-აღმოსავლეთი მიმართულების მქონე წყალგამყოფი სერის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში მეწყრული მოვლენების ჩასახვა-გააქტიურება გამოწვეულია შემდეგი ბუნებრივ და ტექნოგენურ მიზეზ-ფაქტორთა ერთობლივი ზემოქმედებით, კერძოდ: სამიზნე არეალის და მიმდებარე ტერიტორიების

მორფოლოგიური თავისებურებები – შორეულ წარსულში ფორმირებული უძველესი (ისტორიული) ტექტონისმოგენური გენეზისის მეწყრული ბლოკის არსებობა; სამიზნე არეალის და მიმდებარე ტერიტორიების ამგები ქანების ნაპრალოვნების და გამოფიტვის მაღალი ხარისხის გამო, მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დაქვეითება, ქანების დაშრეების სიბრტყეებისა და ფერდობის დახრილობის თანხვედრის პირობებში გრავიტაციული წონასწორობის დარღვევა და დაქვეითებული მდგრადობა მეწყრულ-ეროზიული პროცესების მიმართ; სამიზნე არეალის და მიმდებარე ტერიტორიების ტექტონიკური პირობები – ამგები ქანების დისლოცირების მაღალი ხარისხი და სხვადასხვა რიგის და მიმართულების წყვეტითი (რღვევითი) აშლილობები; სამიზნე არეალის და მიმდებარე ტერიტორიების ამგები ქანების მაღალი ნაპრალოვნების და გამოფიტვის ხარისხიდან გამომდინარე, გამოფიტვის ქერქის ზონაში სეზონურად ფორმირებული მიწისქვეშა ნაპრალოვანი წყლების ზემოქმედებით, ქანების შემადგენელი მინერალების ქიმიური გამოტუტვა; ბოლო ორი ათწლეულის განმავლობაში თბილისის ტერიტორიაზე მომხდარი სხვადასხვა ინტენსივობის სეისმური ბიძგები (მიწისძვრები); ასევე სხვადასხვა პერიოდში ზემოთ აღნიშნული მეწყრული ბლოკის ფარგლებში განხორციელებული საინჟინრო საქმიანობით და სხვა ფაქტორებით. 2021 წელს მეწყრულად აქტიურ უბანზე ჩატარდა კომპლექსური დამცავი ღონისძიებები, რომლებმაც დიდი ალბათობით დადებითი როლი უნდა შეასრულოს მეწყრული სხეულის ამ უბნის სტაბილიზაციაში.



სურ. 13



სურ. 14

4. სუფოზიური მეწყრები, გენეზისური თვალსაზრისით, საკმაოდ სპეციფიკურია და კავკასიის რეგიონში მათ შესახებ ინფორმაცია სამეცნიერო ლიტერატურაში მეტად მწირია. ამ სახეობის მეწყრები წარმოიქმნება მეოთხეული, განსაკუთრებით ლიოსური და ლიოსისებრი ჯგუფის ნალექებში, რომელთაც განსხვავებული შედგენილობა, მდგომარეობა, დაბალი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები და მაღალი წყალგამტარობა ახასიათებს. სუფოზიური მეწყრები წარმოიქმნება დაბალი დახრილობის ფერდობებზე, გეოლოგიური სხეულის დეფორმირებადი ჰორიზონტის ზონაში, ლიოსისებრი თიხოვანი ქანების სტრუქტურის ჰიდროდინამიკური დაშლით და მიწისქვეშა წყლებით მინერალური მასის გამოტანის გზით, რასაც, უმეტეს შემთხვევაში, თან სდევს თაღის ჩამოშლა ან ზედაპირის ჯდენა და მეწყრული მასის სახით გადაადგილება. პროცესის განვითარების შემდგომ ციკლში სუფოზიური მოვლენები, უმეტეს შემთხვევაში, განიც-

დის დინამიკურ განვითარებას, მხოლოდ რეგრესულად. კონკრეტულად თბილისის ტერიტორიაზე სუფოზიური პროცესები და მათთან დაკავშირებული მეწყრული მოვლენები და ჩაქცევები გვხვდება მდ.მტკვრის ქვაბულის ორივე მხარეს, მაღალი ტერასების საზღვრებში, თუმცა არამასშტაბურად.

5. ტექნოანტროპოგენური მეწყრული მოვლენები. მაღალი ურბანიზაციის დასახლების სივრცეში, ბუნებრივად მიმდინარე ეგზოგეოდინამიკური პროცესების წარმოქმნის გვერდით, განსაკუთრებით მეწყრული მოვლენების სახით, ერთ-ერთ წამყვან ადგილს იკავებს ტექნოანტროპოგენური ზემოქმედების ენერგეტიკული პოტენციალი. ამ მხრივ თბილისის ტერიტორია, დიდი ქალაქების რიგში, დაძაბული რეგიონია, სადაც, კლიმატოგენურ-კონსისტენტური მეწყრული პროცესების გვერდით, ერთ-ერთი წამყვანი ფაქტორის ფუნქციას ასრულებს მეწყრების და, საერთოდ, მეწყრულ-გრავიტაციული პროცესების წარმოქმნა-გააქტიურებაში; ტექნოგენური ფაქ-

ტორი სულ ცოტა 50–60%-ია. აღნიშნული ტიპის მაგალითია შეშელიძის ქუჩის მიმდებარედ განვითარებული მეწყერი, რომელიც მდებარეობს ძეძვ-მახათას ამაღლების ჩრდილო-დასავლური დაბოლოების – მდ. ხევძმარას შენაკად ხევებს შორის არსებულ წყალგამყოფზე, მდ. მტკვრის III ტერასის საფეხურის ძირში. მეწყრის წარმოქმნაში გლდანისკენ მიმავალი ტრამვაის ხაზის გაყვანისას გადამწყვეტი გახდა ფერდობის ძირის ჩამოჭრა, რასაც მოჰყვა გრავიტაციული ენერგიით დამუხტული გეოლოგიური სხეულის კრიტიკულ დამაბულობამდე გაზრდა და ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობიდან ფერდობის გამოყვანა. დროთა განმავლობაში მეწყრული პროცესი პერიოდულად აქტიურდებოდა და თანდათანობით განიცდიდა რეგრესულ განვითარებას. გასული საუკუნის 80-იანი წლების დასაწყისში ამ ფერდობის თხემურ ნაწილში აიგო სამი 16-სართულიანი საცხოვრებელი სახლი. 5^ა სახლის მშენებლობის დამთავრებიდან რაღაც დროში აღმოჩნდა, რომ ამ სახლის სარდაფი გრუნტის წყლებით იტბორებოდა. გასული საუკუნის 1980-იანი წლის ბოლოს დაიწყო გაძლიერებული ინფილტრაცია ფერდობულ ნალექებში, რასაც მოჰყვა ისედაც დინამიკაში მყოფი ფერდობის „დატენიანების ეფექტის“ კრიტიკულ დონემდე მატება, მეწყრული პროცესების სწრაფი ზრდა, რის შედეგადაც 1992 წლისათვის წარმოიშვა ახალი მეწყრული სხეული, რომელიც საცხოვრებელ სახლს მიუახლოვდა 17 მეტრზე, რამაც აშკარა საფრთხე შეუქმნა 5^ა მაღლივ კორპუსს. ამასთან დაკავშირებით, განხორციელდა მეწყრული პროცესის შემაჩერებელი ღონისძიებები

(კონტრბანკეტი, მიწისქვეშა წყლების რეგულირება, ხიმიწილი კონსტრუქციები). მიუხედავად ამისა, ფერდობზე მეწყრული პროცესის აქტიურობა თითქმის არ შეჩერებულა. უფრო მეტიც, აღინიშნება ფერდობის გაწყლოვანების რეალური ზრდა და „დატენიანების ეფექტის“ მკვეთრი მატება. სავარაუდოდ, ბუნებრივთან ერთად, წყლების ხელოვნურ დანაკარგებთან უნდა გვქონდეს საქმე.

მეწყრული პროცესებით დამაბულ მდგომარეობაშია ფერდობის ამგები დელუვიურ-პროლუვიური და ალუვიური ნალექები და მათი სუბსტრატის ძლიერ გამოფიტული შრეებრივი სუბარგილიტები, რომელთა დახრის კუთხე 40–45° შეადგენს, დაქანებულია ჩრდილო-აღმოსავლეთით 70–80° აზიმუტით. მთლიანობაში მეწყრული პროცესების დამაბულობაშია ფერდობის ამგები ქანები, სავარაუდოდ 40 მ სიღრმემდე. მეწყრული ფერდობი ფრონტალური ხასიათისაა, მისი საერთო ფართობი დაახლოებით 8 ჰა შეადგენს. ამ ეტაპზე გეოდინამიკურად უკიდურესად დამაბულ მდგომარეობაშია დაახლოებით 7 ჰა ფართობი. მისი ქვედა ნაწილი ცოცვით-პლასტიკურია, ხოლო ზედა – ბლოკურ-საფეხურებრივი, რომელზედაც აშკარად გამოხატულია 3–4 მ სიმაღლის 4 საფეხური. მისი მოწყვეტის სკარპის სიმაღლე 5 მ-მდეა. მეწყრის ენური ბაზისია საავტომობილო გზა, რომელიც გადის მდ. მტკვრის II ტერასის თავში და ზოგ უბანზე წარმოქმნის მეწყრულ ამოწნებებს. მეწყრის ცოცვითი სიბრტყე 11 მ სიღრმეზეა და თითქმის ამავე დონეზეა (9,30 მ) გრუნტის წყლები.

2016 წლიდან დღემდე წარმოებული, მეწყრული პროცესების დინამიკაზე ინსტრუმენტული დაკვირვებით, მეწყრული სხეულის საერთო ჰორიზონტალურმა გადაადგილებამ 8,9 მ შეადგინა, ხოლო მის შუა ნაწილში გეგმით სიმაღლითი გადაადგილების ამპლიტუდამ – 5–6 მ (სურ. 13–14). ბოლო წლებში

მეწყრული სხეულის ყველაზე აქტიურ უბანზე ჩატარდა კომპლექსური დამცავი ღონისძიებები, რომლებმაც დიდი ალბათობით დადებითი როლი უნდა შეასრულოს მეწყრული სხეულის ამ უბნის სტაბილიზაციაში.



სურ. 15



სურ. 16

თბილისის ტერიტორიაზე ტექნოანთროპოგენური მეწყრის კლასიკური მაგალითია ასევე გლდანის რაიონში ლიბანის ქუჩის 6-ის მიმდებარედ გასული საუკუნის 1980-იან წლებში წარმოქმნილი მეწყერი, რომელმაც მწყობრიდან გამოიყვანა 9-სართულიანი საცხოვრებელი სახლი და დიდი სამიშროება შეუქმნა სკოლის შენობას. „ლიბანის“ მეწყერი განვითარებულია მდ. მტკვრის მესამე ტერასის სივრცეში და ნაწილობრივ მოცულია მეოთხე ტერასის საფეხური. მეწყერი განვითარებულია ქვედა მოიცენის თხელშრეებრივ არაკარბონატულ დაფიქლებულ ფიქლებში და კვარც-არკოზული ქვიშაქვების წყებებში, რომელიც ზემოდან დაფარულია მეოთხეულის ალუვიურ-დელუვიური ნაფენებით.

საგულისხმოა, რომ აღნიშნულმა რელიეფმა ტერასის მორფოლოგიური განვითარების ციკლის დამთავრების შემდეგ ჰომეოსტატიზმის დამყარებული წონასწორობის მდგომარეობა მიიღო, რომლის ზედაპირის გარდაქმნაში დომინირებდა არა გრავიტაციული, არამედ ფართობული ეროზია-დეზუდაციის პროცესები. ამიტომ, ამ ტერიტორიის არსებული ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობიდან გამოყვანა და მეწყრული პროცესების წარმოქმნა შეეძლო მხოლოდ ანთროპოტექნოგენური ფაქტორების ზემოქმედების არამართებულ წარმართვას – მაღალი სენსიტიურობისა და რეცეპტორული თვისებების მქონე ქანების გაწყლოვანება, „დატენიანების ეფექტის“ ენერგეტიკული პოტენციალის ძვრის წინააღობის კრიტიკულ დონემდე გაზრდა და სამშე-

ნებლო მოედნის ორგანიზების მიზნით ფერდობის ამგები ქანების ძირის არამართლოზომიერი ჩამოჭრა.

დღეისათვის მეწყრული მოვლენებით მოცული რელიეფის მორფოლოგია ძლიერ სახეცვლილია. მეწყრული სხეულის კონტურის ცალკეულ უბნებში ზედაპირის დახრილობა 10-დან 45° საზღვრებში იცვლება, მეწყრული პროცესებით მკვეთრად იკვე-

თება სხვადასხვა დროს წარმოქმნილი 3–5 მ სიმაღლის საფეხურები და მათ მიერ შექმნილი დეპრესიული ჩადაბლებები გრუნტის წყლების განტვირთვის უბნებში ჭანჭრობისა და დაჭაობებული ადგილების დატბორვით. მეწყრული სხეულის ქვე-და ზონაში ასევე ფიქსირდება 3–5მ და მეტი სიმაღლის ამოწნების ზვინულები (სურ. 17–18).



სურ. 17



სურ. 18

კლდეზავ-ქვათაცვენები - თბილისის ტერიტორიის სივრცეში მეწყრული პროცესების გვერდით, სადაც მათი წარმოშობის მექანიზმში მთავარ როლს ასრულებს დეფორმირებადი ფერდობების „დატენიანების ეფექტით“ გამოწვეული ძვრის წინააღმდეგობის პარამეტრების დაწევა იმ კრიტიკულ დონეზე, რომლის დროსაც გეოლოგიურ მასივში არსებული გრავიტაციული ენერგია უზანს გამოიყვანს ჰომეოსტატიზმის მდგომარეობიდან და გადავა შესაბამისი მოვლენის წარმოქმნაში; ცალკე განხილვის საგანია გეოლოგიურ მასივში საკუთრივ გრავიტაციული ენერგიით გამოწვეული ქვათაცვენა და კლდეზავები, რომლებიც წარმოიქმნება როგორც ბუნებრივად ადამიანის ჩარევის გარეშე, ისე ტექნოგენური ზემოქმედებით გეოლოგიურ მასივზე. გრავიტაციული ქვათაცვენა და კლდეზავები დამახა-

სიათებელია გეოლოგიური მასივებისათვის, რომლებიც აგებულია კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანებით და რელიეფის მაღალი ენერგეტიკული პოტენციალით (20°-ზე მეტი დახრილობით).

აღნიშნული პროცესების კარგი მაგალითია 2019 წლის 2 მაისს ვაკე-საბურთალოს დამაკავშირებელ საავტომობილო გზაზე, თამარაშვილის ქუჩაზე, დიდი მოცულობის გრავიტაციული კლდეზავის ჩამოვრევა, რითაც საფრთხე შეექმნა ავტოტრანსპორტის მოძრაობას. კლდეზავის წარმოქმნა უკავშირდება გასული საუკუნის 1960-იან წლებში მდ. ვერესა და დელისის დეპრესიის წყალგამყოფი კუესტური ხასიათის მონოკლინური სერის ხელოვნურად გაჭრას, შედეგად გეოლოგიურ მასივში დაირღვა დამყარებული მდგრადობა და მასში დაგროვილმა ენერგიამ დაიწყო გამოთავისუფლება და

გრავეიტაციული ენერგიის ამოქმედება, რასაც პერიოდულად თან სდევდა კლდეზვავების წარმოქმნა, რომელსაც დროის ამ პერიოდში არაერთხელ

ჰქონია ადგილი (სურ. 19). ქვათაცვენის პროცესი პერიოდულად ემუქრება ჭაბუა ამირეჯიბის გზატკეცილს (სურ. 20).



სურ. 19



სურ. 20

ღვარცოფები - თბილისში სტიქიური გეოლოგიური პროცესებით გამოწვეული საშიშროების რისკით, განმეორებადობით, მიყენებული ზიანით და 90%-მდე ადამიანთა მსხვერპლით განსაკუთრებულ ადგილს იკავებს ღვარცოფული პროცესები. მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ თუ მე-20 საუკუნის 1960-იან წლებამდე, ღვარცოფულ მოვლენებთან დაკავშირებით, ღვარცოფ-ტრანსფორმირებად წყალსადინრებად ითვლებოდა 10-მდე მდინარე მუდმივი წყალსადინარით და 50-მდე დროებით მოქმედი ხევი, დღეს, ქალაქის ტერიტორიის გაზრდა-გაფართოებიდან გამომდინარე, მათმა რიცხვმა საგრძნობლად მოიმატა და, შესაბამისად, გაიზარდა საშიშროების რისკიც.

ღვარცოფული პროცესების განსაკუთრებული გააქტიურებით ხასიათდება მდ. ვერე, წავკისის-წყალი, კრწანისისხევი, დიღმისწყალი, ხევძმარა, გლდანისხევი. ამის ნათელი მაგალითია უკანასკ-

ნელ წლებში მომხდარი კატასტროფები.

მდ. ვერეს აუზში ძლიერი ენერგიის 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 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 ლარს გადააჭარბა. მდ. ვერეს აუზში დატრიალებული ტრაგედიის მიზეზი იყო ერთდროულად წარმოქმნილი ბუნებრივი ფაქტორების თანხვედრა, როდესაც დიდი მოცულობის მეწყრული მასა, წახვეტილ ხე-მცენარეებთან ერთად, მოექცა მთავარი მდინარის წყალსადინარის ერთიან სივრცეში და მივიღეთ მძლავრი

ღვარცოფული ნაკადი, სადაც ერთმანეთში არეულ-
მა მაღალი სიმძლავრის ქვატალახოვანმა ნაკადებმა,
ხე-მცენარეებთან ერთად, დიდი სიჩქარით დაიწყო
მოძრაობა ქალაქის მიმართულებით. იქ, სადაც მდი-
ნარის კალაპოტი მოქცეულია გვირაბებში, ხე-მცენა-

რებით დატვირთულმა ნაკადებმა ჩახერგა ისინი.
დაბეჯითებით შეიძლება ითქვას, ღვარცოფულ ნა-
კადებში რომ არ ყოფილიყო დიდი რაოდენობის ხე-
ტყე, ასეთი მასშტაბის ტრაგიკულ შედეგთან არ გვე-
ქნებოდა საქმე (სურ. 21–22).



სურ. 21



სურ. 22

2010 წლის 25 ივნისს მდ. გლდანულას აუზში
ადგილი ჰქონდა ექსტრემალური ხასიათის ღვარ-
ცოფების ფორმირებას, რასაც ხელი შეუწყო იმ დღეს
მოსულმა 47,3 მმ წვიმამ (თიანეთის მეტეოსადგუ-
რის მონაცემები) და თვის განმავლობაში მოსულმა
100 მმ-ზე მეტმა ნალექებმა, რომლებმაც მისი შენაკა-
დებში (ტუროსხევი, უსახელოხევი და მშრალი ხე-
ვი) გააქტიურა მეწყერული მოვლენები და გადაკეტა
ხევების ვიწრო კალაპოტები. შემდეგში მთავარ
წყალსადინარში ტრანსფორმირებულ ღვარცოფებს
შეუერთდა მისი შენაკადებში მეწყერებით დაგუბებუ-
ლი წყლები და ერთიანი გაძლიერებული ენერგიით
მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენა ინფრასტრუქტურას
და მოსახლეობას, დაანგრია თბილისის შემოვლი-
თი საავტომობილო გზის დამაკავშირებელი ხიდის
(ესტაკადის) ნაწილი, ძირითადი გამოურეცხა და ავა-
რიულად დააზიანა თბილის-თიანეთის დამაკავში-

რებელი საავტომობილო ხიდი, შედეგად 2 ადამია-
ნი დაიღუპა (სურ. 23).

2012 წლის 12 მაისს 2–3 საათის განმავლობაში
მოსულმა 100 მმ წვიმებმა მშრალ ხევში გამოიწვია
ღვარცოფები და მეწყერული პროცესების გააქტიუ-
რება. კრწანისისხევში ერთ ნაკადად წამოსულმა
ღვარცოფმა განსაკუთრებული ზიანი მიაყენა გორ-
გასლის სახელობის მოედნის მცხოვრებლებს, მათ
ინფრასტრუქტურას, დაინგრა სახლები და 5 ადა-
მიანი იმსხვერპლა. მდ. კრწანისისხევში ასეთი მასშ-
ტაბური კატასტროფა, გარდა დიდი ატმოსფერული
ნალექებისა, განაპირობა მისი ვიწრო კალაპოტის
ამოვსებამ ღვარცოფული ნატანით და ადგილობრი-
ვი მოსახლეობის მიერ ხევში საყოფაცხოვრებო ნარ-
ჩენების ჩაყრამ, ასევე გორგასლის მოედნის სივრცე-
ში მდ. მტკვრის კალაპოტამდე გვირაბში მოთავსე-
ბამ, რომელმაც დროულად ვერ გაატარა ღვარცო-
ფული ნაკადი (სურ. 24).



სურ. 23



სურ. 24

თბილისის მშრალ ხევებში სხვადასხვა სიძლიერის წვიმის შედეგად მრავალჯერ ჰქონდა ადგილი ღვარცოფულ პროცესებს, რომლის შედეგად ქვატალახიან ნაკადებს მრავალჯერ მიუსილავს ქალაქის ქვაბულის დაბალ ნიშნულებზე მდებარე ქუჩები და საცხოვრებელი სახლების სარდაფებიც ამოუვსია. ყოველ ასეთ შემთხვევას, ეკონომიკური ზარალის გარდა, თან სდევდა ქალაქის სატრანსპორტო მოძრაობის შეფერხება.

დასკვნა

განსახორციელებელი საადაპტაციო ღონისძიებები:

მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებები. მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებები არის პასიური (პროფილაქტიკური) და აქტიური (კაპიტალური).

- 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 რეკომენდაცია.

- აქტიურ ღონისძიებებს განეკუთვნება სპეციალური ნაგებობების მოწყობა – ფერდობსამაგრი კედლები, ნაკადების მიმართულების შემცვლელი, ფერდობამგები ქანების ფიზიკურ მდგომარეობაზე ზემოქმედება და სხვა.

პრევენციული ღონისძიებების დანიშნულებას, ფერდობებზე მეწყერული პროცესების ფორმირებამდე, მეწყერული პროცესების გააქტიურების საწინააღმდეგო ისეთი ღონისძიებების გატარება, რომელიც გაზრდის ფერდობის მდგრადობას.

მეწყერული ფერდობების მდგრადობის გაზრდის საინჟინრო მეთოდებია (ღონისძიებები): რელიეფის ენერგიის შემცირება (შეცვლა), ფერდობებზე ამძრავი ძალების შემცირების მიზნით (ციცაბო საფეხურების მოჭრა-მოსწორება, ფერდობის დატერასება, გრუნტის კონტრბანკეტების მოწყობა და სხვა) ქანების არამდგრადი მასივების და ერთეული ლოდების მოხსნა (ზოგჯერ სუსტი გრუნტის მდგრადით შეცვლა); სხვადასხვა შემაკავებელი ნაგებობის და

კონსტრუქციის გამოყენება (საყრდენი კედლები, კონტრფორსები, შემაკავებელი ხიმინჯები და სვეტები, ანკერები, დაანკერებული ფილები, გამამაგრებელი ფილები); ფერდოს მასივის გაწყლოვანების შემცირება (სხვადასხვა ტიპის დრენაჟის მოწყობა როგორც ზედაპირული, ისე მიწისქვეშა, აგროსატყეო მელიორაცია და სხვა); კლდეზვავ-ქვეთაცვენის ტიპის მეწყრებისთვის – ფერდობების პერიოდული გაწმენდა ცალკეული ლოდებისგან, დამცავი ბადეების და ზღუდეების მოწყობა, მაღალი წნევით ქვათაცვენის უბნების ჩამორეცხვა, შესაბამისი საგზაო ნიშნების გამოყენება, საშიშროების შემცველი უბნების მონიტორინგი.

საინჟინრო მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებების სახეობები უნდა შეირჩეს ფერდობის მდგრადობის გაანგარიშების საფუძველზე ანუ მეწყრული დაწნევის ზემოქმედებაზე, რომელიც საქართველოში მოქმედ სტანდარტებს უნდა ეყრდნობოდეს.

ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებები - ღვარცოფული ნაკადების შესარბილებლად – რკინაბეტონისა და ქვის წყობის დამბები და ზღუდვები; ღვარცოფული ნაკადების გასატარებლად – ღვარცოფგამტარები, არხები, ხიდები, მიმმართველები, დამბები, დეზები; ღვარცოფული ნაკადების დინამიკის შესამცირებლად – საგუბებისა და წყალსაცავების კასკადების მოწყობა, კალაპოტების დასაფეხურება, აგროსატყეო მელიორაცია, კალაპოტე-

ბის პერიოდული გაწმენდა; ღვარცოფული ნაკადების პროგნოზი – მონიტორინგისა და ადრეული შეტყობინების სისტემის ორგანიზება.

ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები (მდინარეთა ნაპირების გარეცხვა, სიღრმითი ეროზია, ფართობული ეროზია, დახრამვა) - ეროზიის საწინააღმდეგო კედლებისა და გაბიონების მოწყობა; მიმართველი და შემაკავებელი დამბები და დეზები; კალაპოტის გასწორხაზოვნება, მისი ჩაღრმავება, მყარი ნატანისგან გაწმენდა; სხვადასხვა ტიპის კომბინირებული ღონისძიება.

ფართობული ეროზიისგან დამცავი საინჟინრო ღონისძიებები – გამოშვლებული ფერდობების დაცვა გამოფიტვისგან: დამცავი საფარები (მაგ., „რენოს მატრასები“, ჭილოფის ბადეები და სხვა); ბალახოვან-მცენარეული საფარის შექმნა, დაკორდება (ბიოინჟინერია).

დახრამვითი ეროზიისგან დამცავი ღონისძიებები - ზედაპირული ნაკადების რეგულირება; ხრამების ამოვსება; სადრენაჟო-წყალგამშვები კოლექტორების მოწყობა; ფერდობების ამგები ქანების გაძლიერებული ზედაპირული წყლების თავიდან აცილება ინფილტრაციის ხარჯზე (წყალმოსაცილებელი ღარებისა და თხრილების სისტემების შექმნა, აგროსატყეო მელიორაცია, ზედა მხარის სამთო თხრილები და სხვა).

ლიტერატურა

1. Alfidze, V. (1970). Geology and Geomorphology of Tbilisi Dissertation. Tbilisi: *Tbilisi State University*. (In Georgian);
2. National Environment Agency. (2016). Geological report of river Gldani gorge catchment (within the framework of the project "Strengthening Disaster Risk Reduction Capacities in Georgia"), p. 94. (In Georgian);
3. National Environment Agency. (2012). Geological report assessing the possible engineering geological, hydrogeological and soil-soil contamination on the construction site of a multifunctional complex on the right bank of the Mtkvari River in Tbilisi. (In Georgian);
4. National Environment Agency. (2015). General Analysis of Geological Threat on the Territory of Tbilisi and Preliminary Assessment of Sustainability Caused by the Disasters in the Vere River Basin on June 13-14, 2015, Tbilisi, p. 39. (In Georgian);
5. National Environment Agency. (2014). Geoecological report of Turtle Lake in Tbilisi, 24 p. (In Georgian);
6. Gaprindashvili, G. (2016). Geodynamic processes in the southern mountains of Georgia and expected geoecological complications. Tbilisi: *TSU*, 134 p. (In Georgian);
https://www.tsu.ge/data/file_db/faculty_zust_sabunebismetk/phd%20giorgi%20gafrindaSvili.pdf
7. Department of Geology. (2000). Information Bulletin - on the study and forecast of the geo-ecological condition of the underground hydrosphere and dangerous geological processes. 407 p. (In Georgian);
8. Tsereteli, E., Gaprindashvili, M., & et al. (2007). Report on engineering geological surveys carried out on the construction site of a residential complex in and around Sololaki, Youth Alley. Tbilisi: *National Environment Agency*, 100 p. (In Georgian);
9. Tsereteli, E., Gobejishvili, R., Gaprindashvili, M., Gongadze, M., Gaprindashvili, G. (2007) . Modern geo-ecological condition of Tbilisi and ways of its recovery. Tbilisi: *Institute of Hydrogeology and Engineering Geology of the Ministry of Education and Science of Georgia*, 258-265 pp. (In Georgian);
10. Janelidze, Ch. Tkabladze, M., Getiashvili, R., Gaprindashvili, G. (2016). Natural Disasters in Tbilisi. Tbilisi: CENN, p. 65. (In Georgian);
11. Papava, D., Devdariani, E., Agaev, V. (1971). Geological report. Results of geosurvey and structural drilling within the eastern subsidence of the Adjara-Trialeti fold system. Tbilisi: *Gruzgeologiya*, p. 278. (In Russian);
12. Kharatishvili, L., Ositashvili, N., & et al. (1959). Report of the Tbilisi hydrogeological survey team on the work of 1958-1959. (In Russian);
13. Gaprindashvili, G., Gaprindashvili, M., Tsereteli, E. (2016). Natural Disaster in Tbilisi City (Riv. Vere Basin) in the 2015. *International Journal of Geosciences*, 7, 1074-1087 pp.
<http://www.scirp.org/Journal/PaperInformation.aspx?PaperID=70622>
14. Gaprindashvili, M. (2021). Geological Hazards Occurred on the Road Connecting Vashlijvari-Lisi (M. Machavariani Street) in Tbilisi. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 9, 15-27 pp. <https://doi.org/10.4236/gep.2021.911002>

UDC 551.49

SCOPUS CODE 1909

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-1-129-150>

Geological Hazards in Tbilisi

Merab Gaprindashvili Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi,
75, M. Kostava str.
E-mail: gaprinda13@yahoo.com

Reviewers:

A. Magalashvili, Doctor of Geological Sciences, Professor, Faculty of Natural Sciences and Medicine, Ilya Chavchavadze University

E-mail: archil.magalashvili@iliauni.edu.ge

M. Mardashova, Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU

E-mail: m_mardashova@gtu.ge

Abstract. Geological description of the capital of Georgia, Tbilisi, includes the history of its study, geological conditions, all statistical levels in the area and lithological composition with relevant graphic material. The tectonic, seismic, morphological and hydrogeological conditions of the study area are also presented. The main triggers/causes of geological hazards are presented in a separate subsection. The types of geological hazards (landslides, mudflows, rockfalls) spread within the territory of the capital are described in detail. The focus is on recent natural disasters that disrupted the normal rhythm of urban life, threatened the safe movement of traffic, deformed and destroyed many homes and infrastructure, and most regrettably caused loss of life. In the final chapter of the article, recommendations for protective measures are offered for each threat.

Keywords: debris flow; disaster; geology; hazard; landslide; Tbilisi.

UDC 551.49

SCOPUS CODE 1909

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-1-129-150>

Геологические опасности в Тбилиси

Мераб

Гаприндашвили

Департамент прикладной геологии, Грузинский технический университет,
Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 75
E-mail: gaprinda13@yahoo.com

Рецензенты:

А. Магалашвили, доктор геологических наук, профессор факультета естественных наук и медицины университета им. Ильи Чавчавадзе

E-mail: archil.magalashvili@iliauni.edu.ge

М. Мардашова, профессор горно-геологического факультета ГТУ

E-mail: m_mardashova@gtu.ge

Аннотация. Геологическое описание столицы Грузии г. Тбилиси включает в себя историю ее изучения, геологические условия, все статистические уровни в районе и литологический состав с соответствующим графическим материалом. Также представлены тектонические, сейсмические, морфологические и гидро-геологические условия изучаемой территории. Основные провоцирующие факторы/причины геологических опасностей представлены в отдельном подразделе. Подробно описаны виды геологических угроз (оползни, сели, камнепады), распространенных на территории столицы. Основное внимание уделяется недавним стихийным бедствиям, нарушившим нормальный ритм городской жизни, поставившим под угрозу безопасное движение транспорта, деформировавшим и разрушившим многие дома и объекты инфраструктуры и самым прискорбным образом, повлекшим человеческие жертвы. Для каждой угрозы предлагаются рекомендации по защитным мерам.

Ключевые слова: геология; опасность; оползень; сель; стихийное бедствие; Тбилиси.

განხილვის თარიღი 14.01.2022

შემოსვლის თარიღი 17.01.2022

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2022