

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

თამაზ თავაძე

ფერდობის და კალთების მდგრადობის უზრუნველყოფის საინჟინრო
გადაწყვეტები

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2014 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სამშენებლო ფაკულტეტზე, სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის
ტექნოლოგიების და საშენი მასალების დეპარტამენტში

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: სრული პროფესორი ვლადიმერ ლოლაძე

რეცენზენტები: სრული პროფესორი გ.ჭოხონელიძე
ტ.მ.კ. ა.საკანდელიძე

დაცვა შედგება 2014 წლის 3 ივლისს, 13⁰⁰ სთ-ზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის
სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე, სტუ სამშენებლო ფაკულტეტის სასწავლო
სამეცნიერო და საექსპერტო ლაბორატორიის აუდიტორიაში

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება
სტუ-ს ბიბლიოთეკასა და სტუ-ს ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს

სწავლული მდივანი: სრ. პროფესორი დ.ტაბატაძე

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა: საქართველო წარმოადგენს რთული გეოგრაფიული რელიეფის ქვეყანას, სადაც ახალი მიწების ათვისების, მაგისტრალური სატრანსპორტო გზების და კომუნიკაციების გაყვანას, სამრეწველო და საცხოვრებელი კომპლექსების მშენებლობის და ექსპლუატაციის დროს, ხშირად ფერდობზე და კალთებზე ადგილი აქვს გრუნტის ცოცვადობით გამოწვეულ ბუნებრივ გადაადგილებებს და მეწყერულ მოვლენებს. ამიტომ მათი მდგრადობის უზრუნველსაყოფად საჭირო ხდება სავადასხვა ტიპის შემკავებელი, წყალამრიდი, სადრენაჟო და დამცავი კონსტრუქციული სისტემების მოწყობა. უპირველეს ყოვლისა ეს შეეხება ზვავსაშიშ რაიონებს, რაც მოითხოვს მეწყერებისაგან გზების, ნაგებობების და გარემოს დაცვის საიმედო გადაწყვეტებს, შესაბამისი ღონისძიებების სწორ და დროულ განხორციელებას.

საქართველოს ბევრ რაიონში გვხვდება მნიშვნელოვანი მეწყერსაშიში ადგილები, მეწყერული მოვლენების მასშტაბი, განსაკუთრებით ბოლო წლებში დიდია. საქართველოს ქალაქებსა და დასახლებულ პუნქტებში რთული რელიეფით ფერდობზე განთავსებული ნაგებობებით - გრუნტის ცოცვადობით გამოწვეული ბუნებრივი გადაადგილებების გარდა, წარმოიქმნება დამატებითი გადაადგილებები და მეწყერები მოძველებული, დაზიანებული ღვარსარინი სისტემების და კანალიზაციის მუშაობაში არსებული დარღვევებისაგან.

ბოლო ხანებში ჰავის გეომასშტაბური ცვლილებები აისახება ნალექების ინტენსივობის ცვლილებაში, რისი შედეგებიც განსაკუთრებით საგრძნობია საქართველოსათვის, მისი მთიანი რელიეფის გამო, სადაც მთის ნაკადებში წყლის დონის აწევის, წარმოქმნილი ეროზიული და მეწყერული პროცესების ინტენსიურობა პირდაპირ არის დაკავშირებული ნალექების ინტენსივობასთან. ამასთან დაკავშირებით კატასტროფული მოვლენები ხდება საქართველოს სხვადასხვა რაიონებში ყოველწლიურად (აჭარის მაღალ

მთიანი სოფლები, რაჭა, ყაზბეგი, სვანეთი და სხვა). ბუნებრივი მოვლენების ასეთი სურათი, განსაკუთრებით საქართველოს ტერიტორიის სეისმიურობასთან ერთად, როცა მიწისძვრის დროს წარმოებს გრუნტის გათხევადების მოვლენები, მოითხოვენ დროულ ტექნიკურ და ტექნოლოგიურ გადაწყვეტებს.

ამაცილებელი ღონისძიებების ეფექტურობა უნდა ემყარებოდეს კომპლექსურ გადაწყვეტებს, რომლებიც შეიცავენ სხვადასხვა დანიშნულების მეწყერსაწინააღმდეგო კონსტრუქციების ერთობლივ გამოყენებას: შემაკავებელი, წყალამრიდი, სადრენაჟო და დამცავი, რომლებიც უზრუნველყოფენ ფერდობის ზედაპირულ გამაგრებას, აგრეთვე მათ ადგილობრივ მდგრადობას, გეგმარებას და კეთილმოწყობას. ღონისძიებათა ასეთი კომპლექსის როლია - არა მხოლოდ მეწყერების განვითარების ლოკალური კერების დამაგრება, არამედ გეოლოგიური გარემოს დაშლის არდაშვებაც ათვისებული ან ათვისებადი ტერიტორიის საზღვრებში. ამასთან კონსტრუქციების ყველა სახეობა და მათი განხორციელების მიღებული ტექნოლოგია უნდა იყოს არა მხოლოდ ტექნიკურ-ეკონომიკურად დასაბუთებული, არამედ შეფასებულიც მათი სოციალური მნიშვნელობის და ესთეტიკური აღქმის მხრივაც, განსაკუთრებით - კურორტებისა და ტურიზმის დაგეგმილი განვითარების ზონებში.

განასხვავებენ კალთებისა და ფერდობების მდგრადობის დარღვევის ორ ჯგუფს. საერთო და ადგილობრივს. საერთო მდგრადობის დარღვევებისას მეწყერული პროცესი მოიცავს მიწის ნაგებობების მთლიან კალთას ან ფერდოს ან მასივების უდიდეს ნაწილს. გადაადგილების სიღრმე მოიცავს ათეულობით მეტრს.

ადგილობრივი მდგრადობის დარღვევებისას, როგორც წესი, ხდება არა მთლიანად მასივების, არამედ კალთების ან ფერდობების მხოლოდ ნაწილის რღვევები, მათ აქვთ სხვადასხვა ხასიათი და შეიძლება წარმოიქმნან კალთის ან ფერდოს ნებისმიერ ნაწილში. მხოლოდ ასეთ მეწყერებს აქვთ გაცილებით მცირე მოცულობები, მაგრამ თავს იჩენენ უფრო დიდი სიხშირით და

მნიშვნელოვანი ოდენობით. ადგილობრივი მდგრადობის რღვევის განსაკუთრებულობა მდგომარეობს იმაში, რომ მათი განვითარება შესაძლებელია საერთო მდგრადობის უზრუნველყოფის შემთხვევაშიც, რასაც მომავალში შეიძლება მოყვეს მძლავრი მეწყერების განვითარება და აქტივაცია.

მეწყერული პროცესების ფორმების მრავალსახეობა განსაზღვრავს სხვადასხვა მეწყერსაწინააღმდეგო კონსტრუქციების და სპეციალური ღონისძიებების გამოყენების საჭიროებას. მეწყერსაწინააღმდეგო კონსტრუქციების კომპლექსი რეალიზებული უნდა იქნეს მისი სრული შემადგენლობით. არ უნდა მოხდეს დაშვებული კომპლექსის ნაწილობრივი რეალიზაცია მეწყერული ფერდოს მდგრადობის განმეორებითი დაღვევების თავიდან აცილების მიზნით.

კომპლექსში შემავალი თითოეული მეწყერსაწინააღმდეგო კონსტრუქციის დანიშნულებაა მეწყერების წარმოქმნის ერთი ან რამდენიმე მიზეზის აღმოფხვრა. მიწის ნაგებობების ფერდოებში მეწყერების განვითარების ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზია მათზე ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ზემოქმედება. ის იწვევს გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ცვლილებას მათი გაწყლოვანების გამო - მათი სიმტკიცის შემცირებას, გრუნტის წყლის ღონის ამაღლების გამო - ჰიდროდინამიკური და ფილტრაციული ძალების გაზრდას, სუფოზიის წარმოქმნას, ძირითად ქანებთან ნაფარი გრუნტების საკონტაქტო ზედაპირების გაწყლოვანებას. ამგვარად მიწის ნაგებობების ფერდოების დეფორმაციებთან ბრძოლის პირველი რიგის ღონისძიებას წარმოადგენს ზედაპირული და მიწისქვეშა ჩანადენების რეგულირება.

შემდეგ ღონისძიებას წარმოადგენს გრუნტების დამაგრება სხვადასხვა ტექნიკური საშუალებებით, მათ შორის - გრუნტის დაძვრის შემაკავებელი ცალკეული კონსტრუქციული სისტემების მოწყობით, მაგალითად გრუნტული ანკერებით ან გრუნტის შემაკავებელი ნაგებობებით.

სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების თანამედროვე ეტაპზე საქართველო, რომელიც წარმოადგენს რთული გეოგრაფიული რელიეფის

მქონე ქვეყანას, უდიდეს ძალისხმევას იჩენს განვითარებული ტურიზმის და საკურორტო კომპლექსების და შესაბამისად, განვითარებული ინფრასტრუქტურის მქონე ქვეყნების დონეზე გასასვლელად. ხორციელდება მნიშვნელოვანი ინვესტიციები ახალი მიწების ათვისების, მაგისტრალური სატრანსპორტო გზების და კომუნიკაციების გაყვანის, სამრეწველო და საცხოვრებელი კომპლექსების მშენებლობის და რეკონსტრუქციის, ქვეყნის უამრავ რეგიონში მეწყერების ზემოქმედების შედეგად უბინაოდ დარჩენილი მოსახლეობის საცხოვრებელი ფართით უზრუნველყოფის მიზნით.

ყოველივე ზემოაღნიშნული აუცილებელს ხდის არასტაბილური ბუნებრივ-გეოლოგიური პირობების მქონე, კერძოდ, ისეთი გავცელებული და საშიში მოვლენებით, როგორსაც წარმოადგენენ მეწყერები - გრუნტებზე უკვე აგებული და ასათვისებელ ტერიტორიებზე ასაგები ნაგებობების საექსპლუატაციო საიმედოობისა და უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ტექნიკური და ტექნოლოგიური გადაწყვეტების გამოსავლენად ჩასატარებელი კვლევებისა და შესაბამისი სამუშაოების ჩატარებას.

სწორედ ზემოთდასმული პრობლემები არის განხილული და გადაწყვეტილი დისერტაციაში, რაც მის აქტუალობას უდავოს ხდის.

დისერტაციის მიზანია მიწის ნაგებობების ფერდობების სტაბილიზაციის უზრუნველსაყოფად ერთიანი კონსტრუქციული სისტემების ტექნიკური და ტექნოლოგიური გადაწყვეტების დამუშავება, რომელიც ერთდროულად შეასრულებს ჩამონგრევისაგან (ჩამოშლისაგან) გრუნტის მასების შეკავების და წყლის დაჩქარებულად მოშორების, გრუნტის გამომშრობის (გაუწყლოების) ფუნქციებს.

სამეცნიერო სიახლე მდგომარეობს შემდეგში:

კონკრეტული ადგილობრივი პირობების მიხედვით შემოთავაზებულია კონსტრუქციული სისტემები შემდეგი კომბინაციებით:

1. გრუნტული ანკერი - სადრენაჟო სისტემა;
2. გრუნტული ანკერი - სადრენაჟო სისტემა - მასივის დამამგრებელი ტორკრეტ გარსი (მემბრანა);

3. გრუნტული ანკერი - სადრენაჟო სისტემა - შემსუბუქებული საყრდენი კედელი;

4. გრუნტული ანკერი - ამოსაღები გრუნტული ანკერის სისტემა.

გრუნტის წყალგაცემის დაჩქარების მიზნით დასაბუთებულია სადრენაჟო სისტემაში ელექტროოსმოსის გამოყენების ეფექტურობა, ელექტროდების სახით ფოლადის საანკერო მჭიმების და გრუნტში ჩასობილი ფოლადის ღეროს გამოყენებით, რომლის ამოღება გრუნტიდან მოხდება გამოშრობის პროცესის დასრულების შემდეგ.

დამუშავებულია კომბინირებული სისტემების მოწყობის ტექნოლოგიური პროცესი, როდესაც თითოეული კონსტრუქციული ელემენტი უზრუნველყოფს ორი ან მეტი შეთავსებული, პარალელური ფუნქციების შესრულებას და ახდენენ მიწის ნაგებობის ფერდობის სტაბილიზაციას.

შემოთავაზებულია ახალი ტიპის, ამოსაღები გრუნტული ანკერების სქემების ვარიანტები. ისინი გამოყენებული ანკერების ლითონის მჭიმების დაუზიანებლად ამოღების საშუალებას იძლევიან, როდესაც უკვე აღარ არის მათი შემდგომი ექსპლუატაციის საჭიროება.

ნაშრომის აპრობაცია: ნაშრომის შედეგები მოხსენებულია თსუ ეკონომიკის ინსტიტუტის საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკულ კონფერენციაზე „პოსტკომუნისტური ქვეყნების ეკონომიკის აქტუალური პრობლემები თანამედროვე ეტაპზე“ 2013 წელს, სტუ-ში სტუდენტთა 82-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე 2014 წელს, ხოლო მთლიანი ნაშრომის მიმოხილვითი და ძირითადი ნაწილები მოხსენებულია სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებულ სამ კოლოქვიუმზე.

პუბლიკაციები: ნაშრომის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია 9 სამეცნიერო სტატიაში, მათ შორის ერთ მონოგრაფიაში.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა: ნაშრომის სრული მოცულობა 166 გვერდი, იგი მოიცავს შესავალს, შვიდ თავს, ძირითად დასკვნებს, დანართს და გამოყენებულ ლიტერატურას, რომელიც 81 დასახელებისაგან შედგება.

ნაშრომის შინაარსი

შესავალში - წარმოდგენილია თემის აქტუალობა, მეცნიერული სიახლე და ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება.

პირველ თავში - განხილულია კალთებისა და ფერდობების თანამედროვე სამაგრი კონსტრუქციების, გარე ძალოვანი და კლიმატური ზემოქმედებისაგან გრუნტის დამცავი ღონისძიებების შესრულების ტექნიკური და ტექნოლოგიური გადაწყვეტების მიმოხილვა. ფერდობების სამაგრი კონსტრუქციები დაყოფილია სხვადასხვა ჯგუფებად. დასმულია პრობლემების ახლებურად გადაწყვეტის გზები და მეთოდები.

კვლევის ობიექტად შერჩეულია მეწყერსაწინააღმდეგო კონსტრუქციების ორი ტიპი - სადრენაჟო სისტემები და ანკერული ჩამაგრებები საყრდენი კედლებით. გარდა ამისა შემოთავაზებულია ახალი ტიპის დროებითი ამოსაღები ანკერების გამოყენების შესაძლებლობა, სამშენებლო მოედნებზე ქვაბულის კედლების დროებითი გამაგრების მიზნით.

სადრენაჟე კონსტრუქციებს, როგორც წესი იყენებენ მეწყერული მასივების ან მისი ცალკეული წყალგამტარი შრეების გამოშრობის, გრუნტის წყლების დონის დაწვეის და მათი დაწნევის შემცირების მიზნით. აღნიშნული ამაღლებს მეწყერული ფერდოს მდგრადობას, ქმნის მათზე მეწყერსაწინააღმდეგო კონსტრუქციის აგების სათანადო პირობებს, უზრუნველყოფს მიწის ნაგებობის სტაბილურობას. ცალკეული შრეების და პლასტების გამოშრობა (გაუწყლოვანება) ამაღლებს გრუნტების სიმტკიცეს საკონტაქტო ზონაში ან აღმოფხვრის სუფოზურ მოვლენებს ქვიშოვან შრეებში. მეწყერსაწინააღმდეგო დრენაჟების სრული ნომენკლატურიდან ყველაზე ფართო გამოყენება პოვის ტრანშეულმა ჰორიზონტალურმა მილოვანმა დრენაჟებმა. რომლებიც არა მხოლოდ ადაბლებენ გრუნტის წყლების დონეს, არამედ მათ წარმატებით იჭერენ და გაყავთ ნაგებობის ან ფერდოს ზონებიდან. აღნიშნული მეთოდის გავრცელებას ხელი შეუწყო ჰორიზონტალური და დახრილი ბურღვის მანქანების და მოწყობილობების დაჩქარებულმა

განვითარებაში. აქედან გამომდინარე აქტუალური და მეტად საჭირო ხდება სადრენაჟე კონსტრუქციების კვლევა და მათი ახალი ტიპების შემუშავება.

საანკერო კონსტრუქციები წარმოადგენენ შემკავებელი მეწყერსაწინააღმდეგო ნაგებობების ისეთ ტიპს, რომელთა გამოყენება შესაძლებელია დამოუკიდებელი კონსტრუქციული გადაწყვეტის სახით ან ისეთ დრეკად სყრდენ კედლებთან, შპუნტურ სამაგრ ელემენტებთან კომბინაციაში, აგრეთვე ისეთ კონსტრუქციებთან ერთად, როგორცაა ბურღტენილი ხიმინჯები და სხვადასხვა დანიშნულების საყრდენი კედლები. განასხვავებენ გრუნტის ანკერებს, რომელთა გამოყენება მიზანშეწონილია აუთვისებელ ტერიტორიებზე პოტენციური მეწყერული კალთების ან განაშენიანებული ფერდობების (შენობა-ნაგებობები, გზები) სტაბილიზაციისათვის ან ანკერ-მჭიმებს, რომლებიც გამოიყენება კომბინირებული ტიპის მეწყერსაწინააღმდეგო კონსტრუქციებში. ამ შემთხვევაში ანკერ-მჭიმები შეიძლება იყოს დროებითი ან მუდმივი. დროებითი ანკერების სამსახურის ვადაა 1-2 წელი. მუდმივ ანკერებს აწყობენ 50 წლიანი სამსახურის ვადაზე გაანგარიშებით.

მეწყერსაწინააღმდეგო საყრდენი კედლები გამოიყენება მათ უკან არსებული სრიალის და გამოწნევის მცირე მეწყერების სტაბილიზაციისათვის, როდესაც მეწყერული დაწნევა მცირედ აღემატება აქტიურ დაწნევას ჩამონგრევის პრიზმისაგან. მეწყერული დაწნევის დიდი მნიშვნელობების დროს ერთი მძიმე კედლის ნაცვლად აწყობენ მსუბუქი მეწყერსაწინააღმდეგო კედლების რამდენიმე იარუსს, რომლებიც გაანგარიშებულია მეწყერული დაწნევის შესაბამის ნაწილზე, ან საყრდენ კედლებს ცვლიან ხიმინჯოვანი კონსტრუქციებით. მშენებლობის პრაქტიკაში გამოიყენება საყრდენი კედლების სხვა სახეობებიც, რომელთა აგება ხდება კონკრეტული ადგილობრივი პირობების და მათ ასაგებად საჭირო მასალების სახეობების მხედველობაში მიღებით. ძალზე ეფექტურია კომბინირებული კონსტრუქციების გამოყენება საყრდენი კედლების სახით ანკერული მჭიმებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ მათ მდგრადობას და რაციონალურ

განივკვეთებს. კიდევ უფრო ეფექტური მეწყერსაწინააღმდეგო კონსტრუქციული გადაწყვეტების შემუშავება არსებული კონსტრუქციული სისტემების დახვეწას და ამ მიმართულებით მრავალმხრივი კვლევების გაგრძელებას მოითხოვს. სწორედ აღნიშნულ მიზანს ემსახურებოდა ნაშრომში დასმული საკითხების გამოკვლევა და ჩასატარებელი კვლევების და წინასწარი გაანგარიშებების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება აღინიშნოს, რომ:

1. შეიქმნება უფრო საიმედო მეწყერსაწინააღმდეგო სისტემები;
2. შემოთავაზებული სისტემების მშენებლობის განხორციელება შესაძლებელი იქნება შედარებით მოკლე ვადებში;
3. მეწყერსაწინააღმდეგო მრავალფუნქციური კონსტრუქციული სისტემის შექმნის გზით მიღწეული იქნება მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ეფექტი;
4. საიმედო მეწყერსაწინააღმდეგო სისტემის მოწყობა უზრუნველყოფს ეკოლოგიურ სტაბილურობას როგორც არსებულ, ათვისებულ, ასევე ასათვისებელ ტერიტორიებზე;
5. უზრუნველყოფილი იქნება უსაფრთხოება მეწყერული პროცესებისაგან, როგორც არსებულ სატრანსპორტო მაგისტრალებზე, ასევე ახლად შექმნილი ინფრასტრუქტურისათვის;
6. ამოსაღები დროებითი გრუნტული ანკერების გამოყენებით საჭირო აღარ იქნება ქვაბულების კედლების გამაგრების მიზნით სხვადასხვა ტიპის კონსტრუქციული სისტემების გამოყენება, რომლებიც, როგორც წესი ხელს უშლიან სამშენებლო პროცესების წარმოებას. ამასთან ერთად შესაძლებელი გახდება შემოთავაზებული ანკერების მრავალჯერადი გამოყენება, რაც საერთო ჯამში მნიშვნელოვან ეკონომიკურ და სოციალურ ეფექტს იძლევა.

მეორე თავში წარმოდგენილია მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებების კომპლექსური სისტემები და გრუნტის დაწნევის გაანგარიშება სხვადასხვა გრუნტული პირობებისათვის.

შემოთავაზებული კომპლექსური მეწყერსაწინააღმდეგო სისტემების ძირითად კონსტრუქციულ ელემენტს წარმოადგენს საყრდენი კედელი. განხილულია მონოლითური საყრდენი კედლის ორი ვარიანტი: ლენტური

(სვეტების გარეშე) და სვეტებიანი (სვეტები ბიჯით 3მ). ორივე შემთხვევაში გათვალისწინებულია მათი სახსროვანი ჩამაგრება. საძირკველი დაპროექტებულია საყრდენი კედლის მასაზე. კედლის მდგრადობას გადაბრუნებაზე და ძვრაზე (მოცურებაზე) უზრუნველყოფენ გრუნტული ანკერები, რომლებიც ჩამაგრებულია (ჩაკეთებულია) გრუნტში შიგა ხახუნის კუთხის გარე სივრცეში. საყრდენი კედლის წონასწორობა (მდგრადობა) უზრუნველყოფილია ორ იარუსად განთავსებული გრუნტული ანკერებით, რომლებიც ერთნაირი მანძილით არიან დაშორებული გრუნტის დაწნევის ტოლქმედის მოდების წერტილიდან. ანკერების ასეთი განლაგება უზრუნველყოფს მათში ერთნაირი გამჭიმავი ძალების აღძვრას და აქედან გამომდინარე საყრდენი კედლის წონასწორობაში ყოფნას.

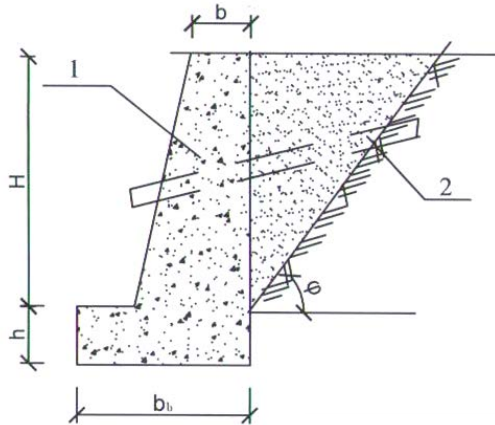
ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების შედარების მიზნით განხილულია არსებული (ტრადიციული) საყრდენი კედლები მასიური, მონოლითური რკინაბეტონის (უანკერო) და მონოლითური რკინაბეტონის (ერთიარუსზე განთავსებული ანკერებით კედლის ზემო ნაწილში) – ნახ.1.

ამავე დროს შემოთავაზებულია გრუნტის დრენირების დაჩქარების ტექნოლოგია ელექტროოსმოსის მოვლენის გამოყენებით, რომლის არსი როგორც ცნობილია მდგომარეობს მუდმივი დენის წყაროზე ანოდისა და კათოდის მიერთებით, რის შედეგად შესაძლებელი გახდება ანოდის ზონიდან კათოდის ზონისაკენ წყლის გადაადგილება. კათოდის როლს ასრულებენ სადრენაჟე პერფორირებული მილები, ხოლო ანოდის როლს გრუნტული ანკერები, რაც საშუალებას იძლევა ანოდის ფუნქციის შესასრულებლად სისტემაში არ შევიყვანოთ ფოლადის დამატებითი ღერო.

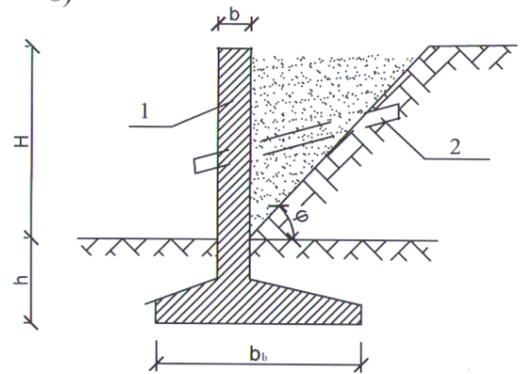
იმის გათვალისწინებით, რომ საყრდენ კედელზე გრუნტის დაწნევის სიდიდე დამოკიდებულია გრუნტის სახეობაზე, განხილული იქნა მისი ყველაზე უფრო გავრცელებული ოთხი ტიპი: მშრალი ქვიშა (ქვიშნარი), წყალნაჯერი ქვიშა (ქვიშნარი), მშრალი თიხნარი (თიხა) და წყალნაჯერი თიხნარი (თიხა). შემოთავაზებული საყრდენი კედლების გაანგარიშებები

შესრულებული იქნა ზემოაღნიშნული ოთხივე სახის გრუნტული პირობებისათვის.

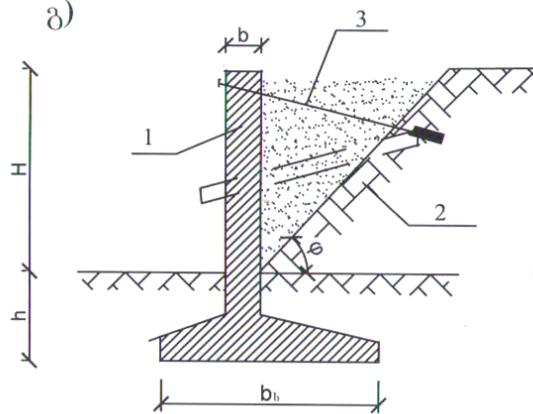
ა)



ბ)



გ)



ნახ.1. არსებული (ტრადიციული) საყრდენი კედლები: ა) მასიური; ბ) მონოლითური რკინაბეტონის უანკერო; გ) მონოლითური რკინაბეტონის ანკერით; 1-საყრდენი კედელი; 2-სადრენაჟე მილი; 3-ანკერი

გრუნტის დაწნევის გაანგარიშების მიღებული შედეგები სხვადასხვა ტიპის გრუნტებისათვის მოყვანილია ცხრილ 1-ში.

ცხრილი 1.

გრუნტის დაწნევის მიღებული შედეგები (1 გრძ.მეტრი)							
ვარიან-ტები	გრუნტის დასახელება	R	φ	E	e	ხახუნის კოეფ.	γ
I	მშრალი ქვიშა (ქვიშნარი)	3	32	11,84	2,1	0,6	1,62
II	(მშრალი თიხნარი) თიხა	2,5	43	6,8	2,3	0,55	1,55
III	წყალნაჯერი ქვიშა (ქვიშნარი)	2,0	25	27,9	2,1	0,5	2,0
IV	წყალნაჯერი თიხა (თიხნარი)	1,8	23	28,0	2,05	0,4	1,9

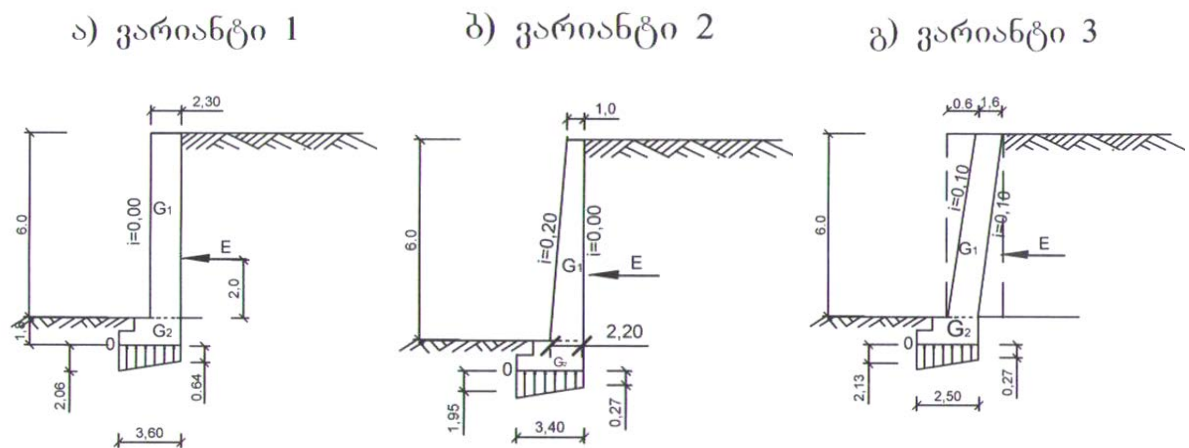
მესამე თავში - მოყვანილია ტრადიციული საყრდენი კედლების გაანგარიშების ვარიანტები, რომელიც შემდეგნაირად არის დაყოფილი:

- მასიური საყრდენი კედლები (მშრალი და წყალნაჯერი გრუნტები);
- მონოლითური რკინაბეტონის საყრდენი კედლები გრუნტული ანკერების გარეშე (იგივე გრუნტული პირობებისათვის);
- მონოლითური რკინაბეტონის საყრდენი კედლები ზედა დონეზე განთავსებული გრუნტული ანკერებით (იგივე გრუნტული პირობებისათვის)

მასიური საყრდენი კედლების შემთხვევაში ოპტიმალური ვარიანტის გამოვლენის მიზნით, შესრულებულია მათი სამი ტიპის გაანგარიშება:

- კედლის წინა და უკანა ვერტიკალური სიბრტყეებით;
- კედლის წინა დახრილი და უკანა ვერტიკალური სიბრტყეებით;
- დახრილი საყრდენი კედლისათვის.

გაანგარიშება შესრულებულია B20 კლასის ბეტონისა და A-III კლასის არმატურისათვის საყრდენი კედლის 1 გრმ. მეტრისათვის და გაანგარიშების სქემები მოყვანილია ნახ.2-ზე .



ნახ.2. მასიური საყრდენი კედლის პროფილის ვარიანტები

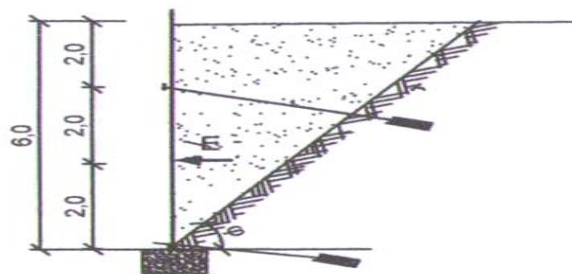
მასალის ხარჯის მიხედვით უფრო ეკონომიურია მესამე ვარიანტი, მაგრამ შემოთავაზებული საყრდენი კედლების დაპროექტება ხდება ვერტიკალური წინა და უკანა წახნაგებით. ამიტომ შესრულებულია, როგორც დახრილი, ასევე ვერტიკალური მასიური საყრდენი კედლების გაანგარიშება.

მეოთხე თავში - მეწყერსაწინააღმდეგო გრუნტულ ანკერებიანი კომბინირებული სისტემის გაანგარიშების ოპტიმალური კონსტრუქციული სქემის დადგენის მიზნით განხილული იქნა მისი შემდეგი გადაწყვეტები:

1. რკინაბეტონის მონოლითური შპუნტური საყრდენი კედელი მის ზედა ნაწილში განთავსებული გრუნტული ანკერით;
2. საძირკველში ხისტად ჩამაგრებული კედელი მის ზედა ნაწილში განთავსებული გრუნტული ანკერით;
3. საძირკველში ხისტად ჩამაგრებული კედელი 2 იარუსად განთავსებული გრუნტული ანკერებით, კედელზე დაწნევის ტოლქმედის მოდების წერტილიდან სხვადასხვა მანძილზე;
4. საძირკველში სახსროვნად ჩამაგრებული კედელი ერთ იარუსად განთავსებული გრუნტული ანკერებით მის ზედა ნაწილში;
5. საძირკველში სახსროვნად ჩამაგრებული კედელი 2 იარუსად განთავსებული E ძალის მოდების წერტილიდან სხვადასხვა მანძილზე მოწყობილი გრუნტული ანკერებით;
6. საძირკველში სახსროვნად ჩამაგრებული კედელი 2 იარუსად განთავსებული E ძალის მოდების წერტილიდან ერთნაირ მანძილზე მოწყობილი გრუნტული ანკერებით.

ჩატარებული ანალიზის შედეგად ყველაზე ოპტიმალურად ჩაითვალია უკანასკნელი გადაწყვეტა და საყრდენი კედლის გაანგარიშებები შესრულდა ნახ.3-ზე მოყვანილი სქემით, სხვადასხვა გრუნტული პირობებისათვის.

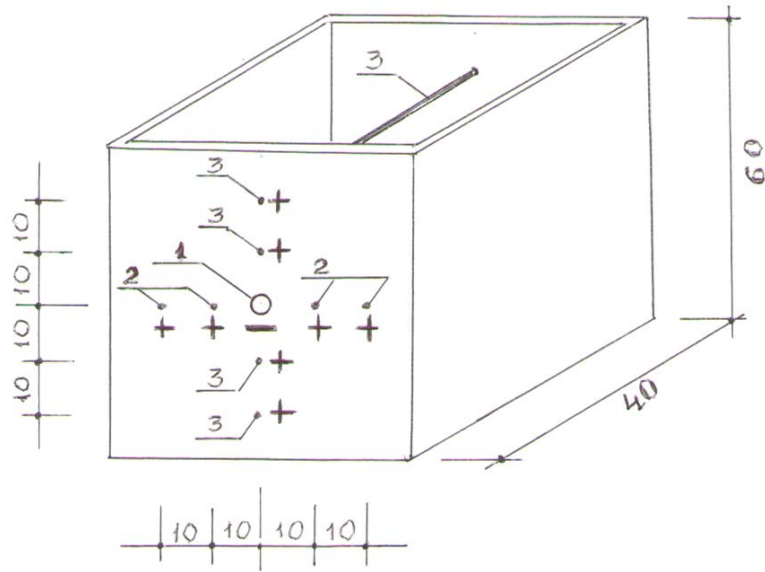
პროფილი 1-1



ნახ.3. საყრდენი კედლის კონსტრუქციული სქემა

მეხუთე თავში - აღწერილია გამოსაშრობ გრუნტში ჰორიზონტალური სადრენაჟე ჭაბურღილიდან ფილტრირებული წყლის გამოდინების ელექტროსმოსით ამალღების შესაძლებლობების გამოკვლევის შედეგები. კალთებისა და ფერდობების დაცვის შემოთავაზებულ კომპლექსურ სისტემაში, წყალნაჯერი გრუნტების შემთხვევაში გათვალისწინებულია გრუნტშემკავებელი სისტემების სახით „დრენაჟული ანკერების“ (პატენტი) გამოყენება. ანკერების ამ ტიპის ფუნქციებში, გრუნტების ჩამოზავებისაგან შეკავების გარდა შედის გრუნტის გამოშრობაც, ჰორიზონტალურად (ან ჰორიზონტალურთან ახლოს) განთავსებულ სადრენაჟე მილში საანკერო მჭიმის გატარების გზით. იქიდან გამომდინარე, რომ ნაკლებად არის გამოკვლეული ჰორიზონტალურ სადრენაჟე გამომშრობ სისტემებში ელექტროსმოსის გამოყენება, ამ საკითხის შესწავლა განხორციელდა ლაბორატორიულ პირობებში.

ჰორიზონტალურ სადრენაჟე სისტემებში ელექტროსმოსის გამოყენების ეფექტურობის განსაზღვრის მიზნით დამზადებული იქნა მოდელი ჰორიზონტალური სადრენაჟე მილით და მის პარალელურად განთავსებული ელექტროდებით. მოდელის სქემა წარმოდგენილია ნახ.4-ზე. იგი წარმოადგენდა ელექტრომაიზოლირებელი პლასტიკატის კედლებიან ღია კუბს, რომლის შუა ნაწილში განთავსებული იყო ლითონის პერფორირებული მილი, მისი გამომშვები ღიობისაკენ ოდნავი დახრით, მასზე განთავსებული ჩამკეტი ვენტილით. მუდმივი დენი მიეწოდებოდა პერფორირებულ მილს „მინუსი“. ხოლო „პლიუსი“ მილის პარალელურად, სიმეტრიულად განლაგებულ ელექტროდებს. კუბი ივსებოდა საველე ჯიშის გრუნტით და მიწოდებოდა წყალი მის გასჟღენთად. ექსპერიმენტის ჩატარების მეთოდის ითვალისწინებდა გრუნტის სადრენაჟე თვისებების გამოკვლევას ელექტროსმოსის გამოყენებით და ელექტროსმოსის გამოყენების გარეშე, ელექტრო დენის მახასიათებლების სხვადასხვა მნიშვნელობებისა და სადრენაჟო მილის მიმართ ელექტროდების სხვადასხვა შეთანაწყობითა და სხვადასხვა მანძილზე განთავსებით.

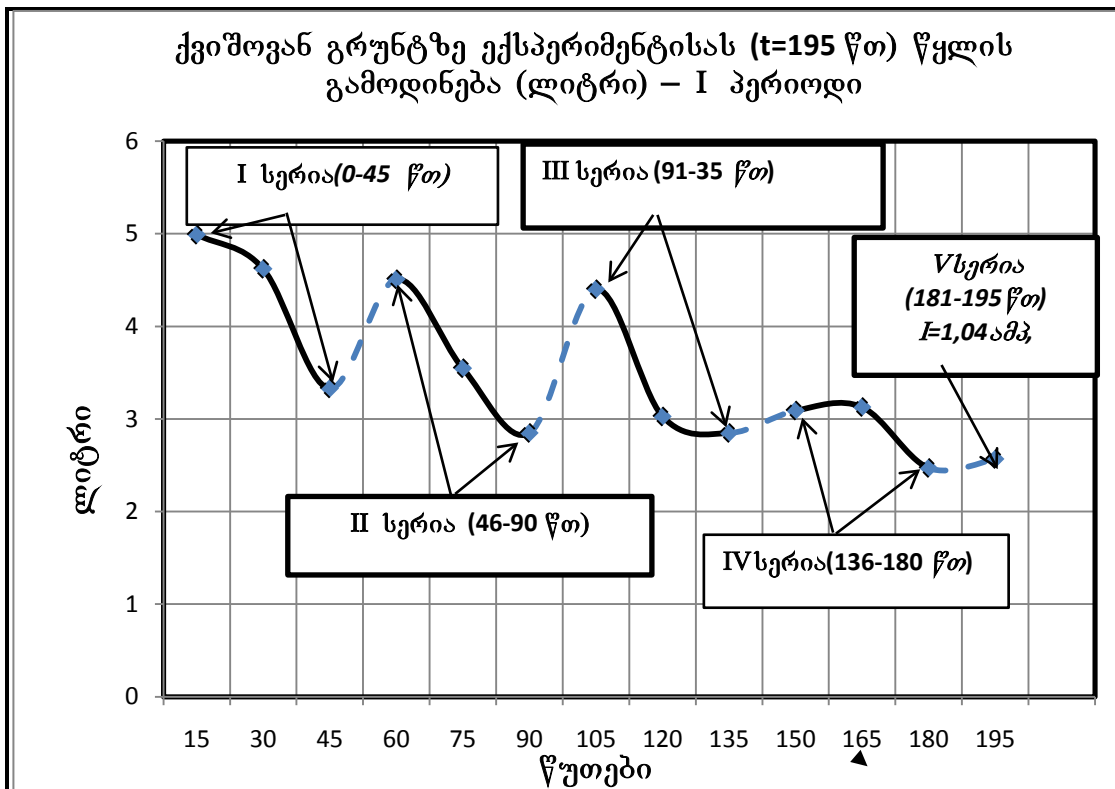


ნახ.4. მოდელის სქემა ჰორიზონტალურ სადრენაჟე სისტემებში ელექტროსმოსის გამოყენების შესაძლებლობის გამოკვლევისათვის.

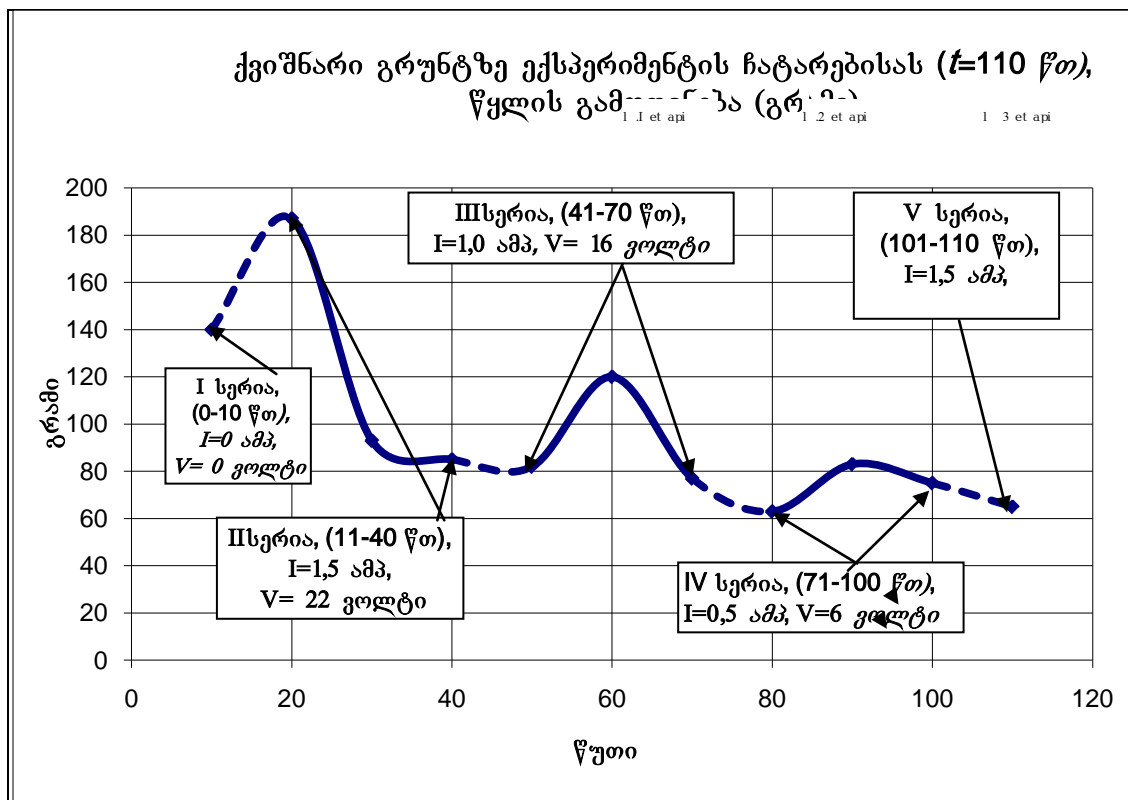
- 1 - სადრენაჟე მილი; 2 - ჰორიზონტალური ელექტროდები;
3 - ვერტიკალური ელექტროდები.

ექსპერიმენტები ჩატარდა ქვიშოვანი, ქვიშნაროვანი და ქვიშნაროვან-ქვიშოვანი გრუნტის 20%-ის დამატებით, არჩევანი ზემოაღნიშნულ გრუნტებზე გაკეთდა იმის გამო, რომ ქვიშოვანი გრუნტები დამახასიათებელია დასავლეთ საქართველოს ზვისპირა ზონისათვის, სადაც ამჟამად მიმდინარეობს ინტენსიური მშენებლობა, ხოლო ქვიშნაროვანი გრუნტები ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული სახეა მთელ საქართველოში. ნახ.5-10-ზე გრაფიკების სახით მოყვანილია აღნიშნულ გრუნტებზე ჩატარებული ექსპერიმენტების ძირითადი შედეგები.

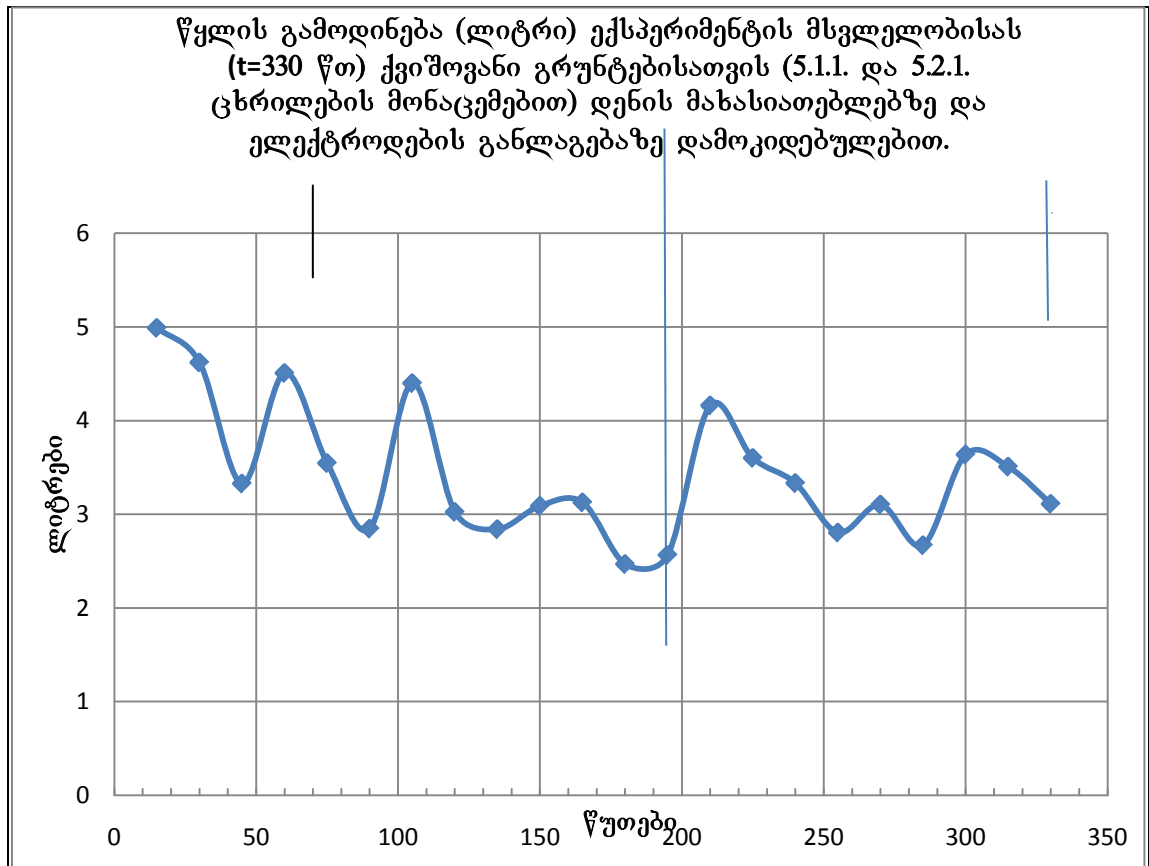
ექსპერიმენტების შედეგები მეტყველებს იმაზე, რომ თიხოვან გრუნტებში აუცილებელია სადრენაჟე მილის მიმართ ელექტროდების დაშორების მანძილებისა და განთავსების სწორი შერჩევა ელექტროსმოსის გამოყენებისას. წინააღმდეგ შემთხვევაში სადრენაჟე მილის ზონაში გრუნტის სწრაფი შემჭიდროვება ნულამდე დაიყვანს ელექტროსმოსის შედეგად მოსალოდნელ მთელ ეფექტს.



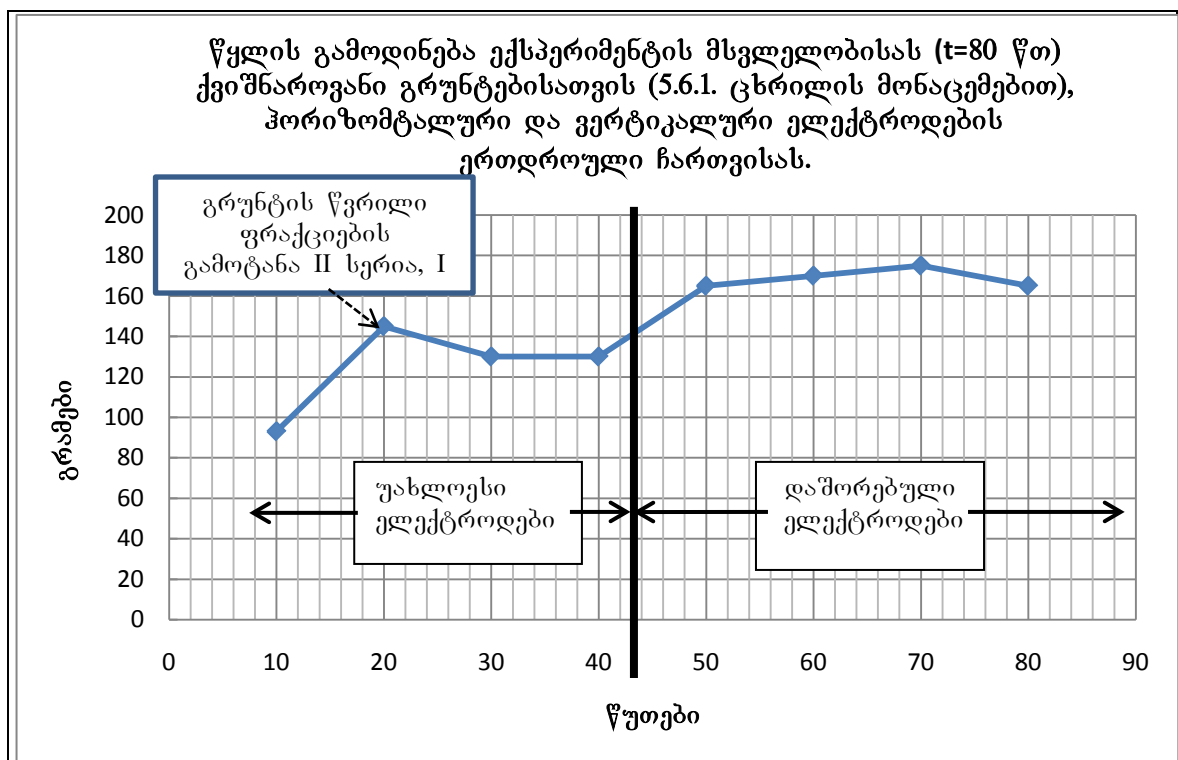
ნახ.5



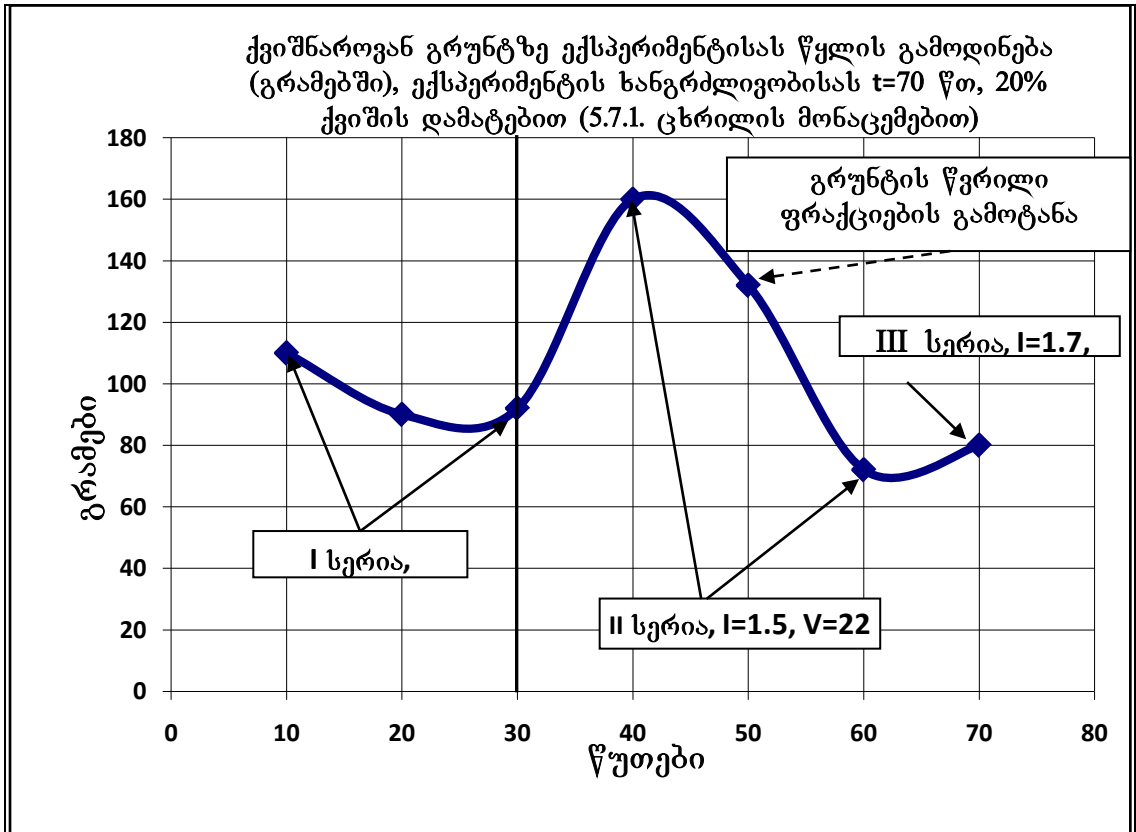
ნახ.6



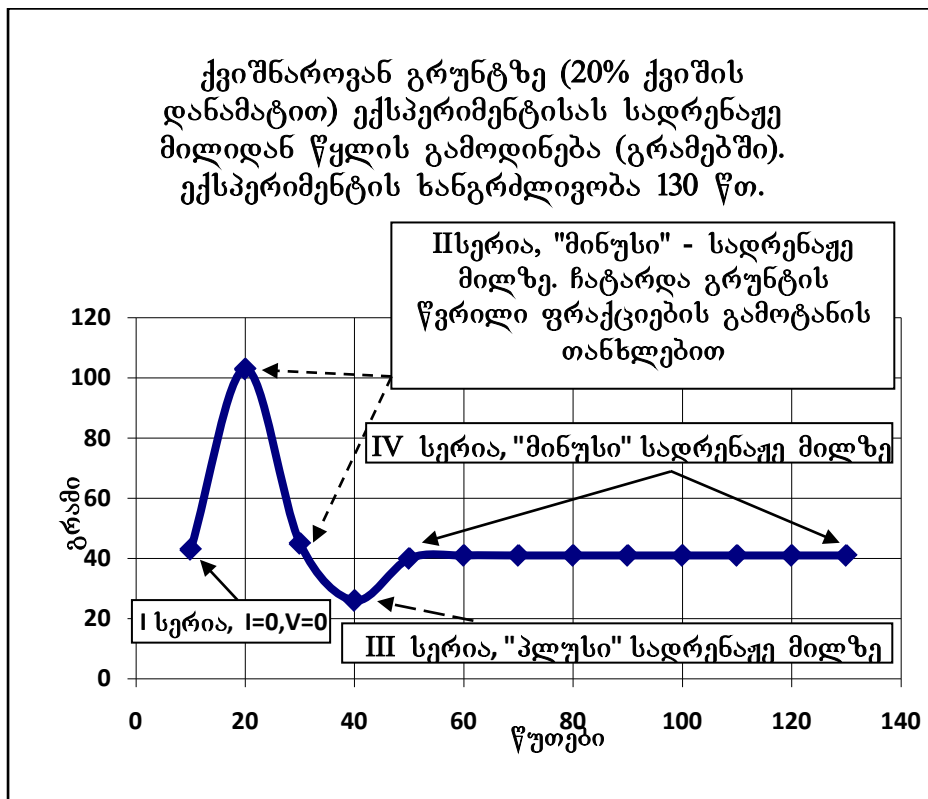
ნახ. 7



ნახ.8

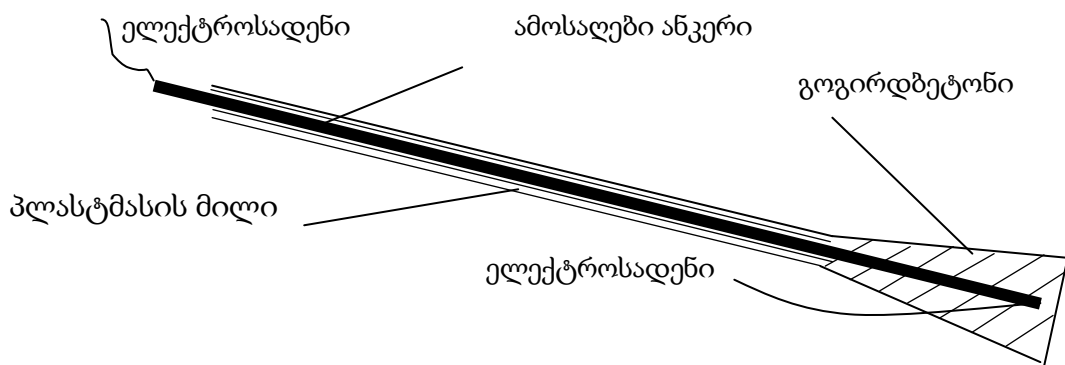


ნახ.9



ნახ.10

ბეჭდვითი თავი - დათმობილი აქვს ამოსაღები გრუნტული ანკერების არსებული ტიპების გაუმჯობესების საკითხს. დროებითი ამოსაღები გრუნტული ანკერები მართალია ფართოდ გამოიყენება შეზღუდულ პირობებში რეკონსტრუქციის და მშენებლობის დროს, მშენებლობის პერიოდში ფერდობების, ქვაბულების, ტრანშეების, გვირაბების თაღების და გვერდითი კედლების დროებითი გამაგრებისთვის, მაგრამ იშვიათია მათი უდანაკარგოდ ამოღების შემთხვევები. ამ მიზნით შემოთავაზებულია სრულიად ახალი, ძალზე პროგრესული გოგირდბეტონის გამოყენებით შესრულებული ამოსაღები დროებითი გრუნტის ანკერული სისტემები. აღნიშნული სისტემის უმარტივესი სქემა მოყვანილია ნახ.11-ზე.



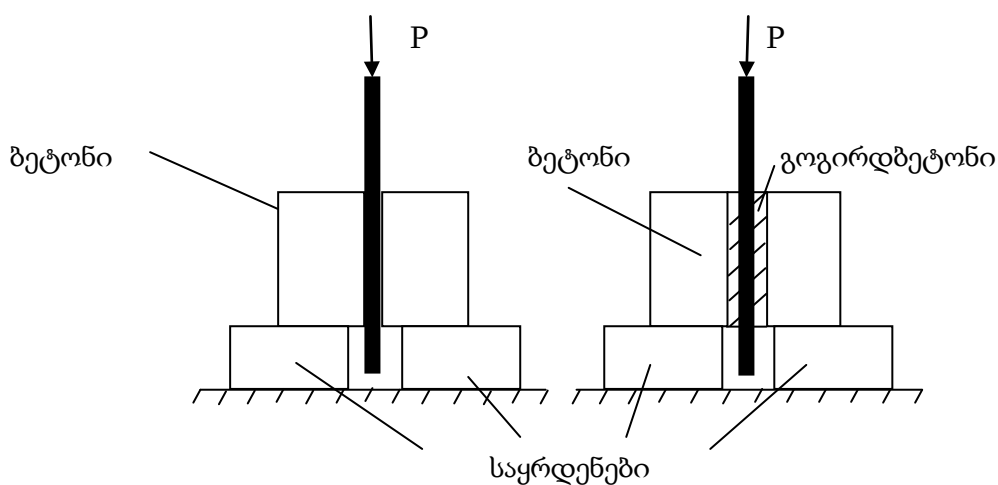
ნახ.11. გოგირდბეტონის გამოყენებით შესრულებული ამოსაღები დროებითი გრუნტის ანკერული სისტემის სქემა

შემოთავაზებული ამოსაღები დროებითი ანკერების ეფექტურობის შესასწავლად ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტები, რომლებიც გულისხმობდა ანკერის პარალელურად ჩამაგრებული ელექტროსადენის გამოყენებით, გოგირდბეტონის გაცხელებას. გახურების შედეგად დამდნარი გოგირდბეტონიდან შედეგად შესაძლებელია გრუნტში ჩამაგრებული ანკერების გამონთავისუფლება ანუ მათი უდანაკარგოდ ამოღება.

ჩაანკერების სიმტკიცის მახასიათებლების დასადგენად განხორციელდა გოგირდბეტონისა და ჩვეულებრივი ბეტონის მაჩვენებლების შედარება, რომელიც მოყვანილია ცხრილ 2-ში. აღნიშნული ცხრილიდან კარგად ჩანს რომ გოგირდბეტონს გააჩნია გაცილებით უკეთესი მახასიათებლები და მისი საშუალებით ჩამაგრებული ანკერები გაცილებით მეტი საიმედოობით უნდა გამოირჩეოდეს.

გოგირდიანი და ცემენტის ბეტონების შედარებითი მახასიათებლები		
მაჩვენებელი	გოგირდბეტონი	ცემენტბეტონი
სიმტკიცე კუმშვისას, მპა	58	36
სიმტკიცე ღუნვისას, მპა	8,9	4,2
დრეკადობის მოდული, მპა	$4,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$
ხაზოვანი ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი $^{\circ}\text{C}$	$8,5 \times 10^{-6}$	$8,5 \times 10^{-6}$
სიმკვრივე, კგ/მ ³	2380	2370
მჭიდა მასალის ხარჯი, კგ/მ ³	280	360

ექსპერიმენტები ჩატარებული იქნა უმარტივესი სქემით, ჩაანკერებული არმატურის ღეროების ჩაჭყლეტის ძალის განსაზღვრის მიზნით (ნახ.12), რომელმაც აჩვენა გოგირდბეტონის ნიმუშების უპირატესობა. ამასთან ჩაჭყლეტის ძალის განსაზღვრა განხორციელდა ასევე გოგირდბეტონის 120-130 $^{\circ}\text{C}$ -მდე გაცხელების შემდეგ, როდესაც გოგირდბეტონის გაღობის შედეგად მარტივად მოხდა ჩაანკერებული ღეროს გამონთავისუფლება და მიღებულმა შედეგმა დაადასტურა შემოთავაზებული დროებითი ამოსაღები ანკერების უპირატესობა არსებულ სისტემებთან შედარებით.



ნახ.12. ჩაჭყლეტის ძალის განსაზღვრა

მეშვიდე თავში - წარმოდგენილია მეწყერდამცავი სისტემების არსებული (ტრადიციული) და შემოთავაზებული კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური გადაწყვეტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება, რომელიც განხორციელდა შემდეგი ძირითადი კრიტერიუმების მიხედვით: მასლატევალობა, შრომატევალობა, მასალების ღირებულება, ხელფასი, საერთო ღირებულება. ერთმანეთს შედარებულია შემდეგი ვარიანტები:

- არსებული (ტრადიციული) სისტემები:
 1. ბეტონის მასიური ვერტიკალური საყრდენი კედელი;
 2. ბეტონის მასიური დახრილი საყრდენი კედელი;
 3. მონოლითური რკინაბეტონის უანკერო საყრდენი კედელი;
 4. მონოლითური რკინაბეტონის გრუნტულანკერებიანი საყრდენი კედელი.

- შემოთავაზებული სისტემები:
 1. მონოლითური რკინაბეტონის ლენტური გრუნტულანკერებიანი საყრდენი კედელი;
 2. მონოლითური რკინაბეტონის სვეტებიანი გრუნტულანკერებიანი საყრდენი კედელი;

საყრდენ კედლებზე გრუნტის დაწნევის განსაზღვრისას განხილულია მისი ყველაზე უფრო ფართოდ გავრცელებული 4 ტიპი: მშრალი ქვიშნარი (ქვიშა); წყალნაჯერი ვიშნარი (ქვიშა), მშრალი თიხნარი (თიხა) და წყალნაჯერი თიხნარი (თიხა). რადგანაც ერთ-ერთ შესადარებელ ვარიანტში განხილული გვაქვს შემოთავაზებული სვეტებიანი საყრდენი კედელი ბიჯით 3მ, ამიტომ ვარიანტების შედარება შესრულებულია არა საყრდენი კედლების 1 გრძივი მეტრისათვის (როგორც მიღებულია ტრადიციულად), არამედ 10 გრძივი მეტრისათვის. აქედან გამომდინარე მასალების ხარჯი 1 სვეტზე გამრავლებულია 3,3-ზე. შესადარებელი ვარიანტების მარკირება კონსტრუქციული გადაწყვეტის და გრუნტული პირობების გათვალისწინებით წარმოდგენილია ცხრილ 3-ში, ხოლო მასალების ხარჯი ცხრილ 4-ში.

ცხრილი 3

შესადარებელი კონსტრუქციები		საყრდენი კედლის სახე	საყრდენი კედლის კონსტრუქციული გადაწყვეტა	ბრუნვის სახეობა	საყრდენი კედლის მარკა				
შემოთავაზებული	ბეტონის კლასი B 30	ბეტონის კლასი B 20	ტრადიციული, ბეტონის კლასი B 20	მასიური, ბეტონის	ლაქტური	მშრალი ქვიშნარი	სკ - 1		
						ლაქტური	ვერტ.	წყალნაჯერი თიხნარი	სკ - 2
						ლაქტური	დახრ.	მშრალი ქვიშნარი	სკ - 3
								წყალნაჯერი თიხნარი	სკ - 4
						ლაქტური	ანკერო	მშრალი ქვიშნარი	სკ - 5
								წყალნაჯერი თიხნარი	სკ - 6
	ლაქტური	ანკერებით 1 იარუსად	მშრალი ქვიშნარი	სკ - 7					
			წყალნაჯერი თიხნარი	სკ - 8					
	ლაქტური	სვეტების გარეშე	მშრალი ქვიშნარი	სკ - 9					
			წყალნაჯერი თიხნარი	სკ - 10					
	ლაქტური	შვეტებიანი	მშრალი ქვიშნარი	სკ - 11					
			წყალნაჯერი თიხნარი	სკ - 12					
	ლაქტური	შვეტებიანი	მშრალი ქვიშნარი	სკ - 13					
			წყალნაჯერი თიხნარი	სკ - 14					

ცხრილი 4

საყრდენი კედლის მარკა	ანკერის მარკა	ანკერების რაოდენობა კედლის 10 გრ.მ	მასალების ხარჯი 1 ანკერზე		მასალების საერთო ხარჯი	
			არმატურა A-III, გ	ცემენტის ღულაბი M150 (მ ³)	არმატურა კგ A-III	ცემენტ ღულაბი M150 მ ³
სკ - 1	ანკერები არ ეწყობა					
სკ - 2						
სკ - 3						
სკ - 4						
სკ - 5						
სკ - 6						
სკ - 7	ა - 1	10	13,0	0,21	130	2,1
	ა - 1'	10	7,4	0,21	74,0	2,1
	ჯამი				204,0	4,2
სკ - 8	ა - 2	10	32,3	0,47	323,0	4,7
	ა - 2'	10	15,4	0,47	154,0	4,7
	ჯამი				477,0	9,4
სკ - 9	ა - 3	10	13,0	0,27	130,0	2,7
	ა - 3'	10	7,4	0,27	74,0	2,7
	ჯამი				204,0	5,4
სკ - 10	ა - 4	10	43,0	0,7	430,0	7,0
	ა - 4'	10	21,7	0,7	217,0	7,0
	ჯამი				647,0	14,0
სკ - 11	ა - 5	3,3	44,2	0,4	145,9	1,3
	ა - 5'	3,3	26,5	0,4	87,5	1,3
	ჯამი				233,4	2,6
სკ - 12	ა - 6	3,3	102,6	1,45	338,6	4,8
	ა - 6'	3,3	59,2	1,45	195,4	4,8
	ჯამი				534,0	9,6
სკ - 13	ა - 5	3,3	44,2	0,4	145,9	1,3
	ა - 5'	3,3	26,5	0,4	87,5	1,3
	ჯამი				233,4	2,6
სკ - 14	ა - 6	3,3	102,6	1,45	338,6	4,8
	ა - 6'	3,3	59,2	1,45	195,4	4,8
	ჯამი				534,0	9,6

ძირითადი დასკვნები

1. დამუშავებულია კალთებისა და მიწის ნაგებობების ფერდობის მდგრადობის უზრუნველყოფის კომპლექსური ტექნიკური და ტექნოლოგიური გადაწყვეტები, რომელიც ხასიათდება გრუნტული ანკერების საშუალებით წყლის დრენირებისა და გრუნტის შემაკავებელი საყრდენიკედლების ერთობლივი მუშაობით;
2. კალთებისა და მიწის ნაგებობების ფერდობის გრუნტების გამოშრობის დაჩქარების მიზნით, ლაბორატორიულ პირობებში დადგენილია ჰორიზონტალურ სადრენაჟე სისტემებში ელექტროსმოსის გამოყენების პრინციპული შესაძლებლობა და მისი ზემოქმედებით გრუნტის შემჭიდროება ხელს შეუწყობს კალთებისა და ფერდობის გამაგრებას, მათი მდგრადობის ამაღლებას;
3. გამოსაშრობ გრუნტებზე ელექტროსმოსის ზემოქმედებით სადრენაჟე მილიდან წყლის გამოდინების ამაღლებამ ექსპერიმენტის მონაცემების მიხედვით შეადგინა 50-60% - ქვიშოვანი გრუნტებისათვის და 70-140%-მდე ქვიშნაროვანი გრუნტებისათვის;
4. ფერდობისა და კალთების გრუნტების გამოშრობისა და შემკვრივებისათვის ელექტროსმოსის გამოყენების დროს ჰორიზონტალური სადრენაჟე ჭაბურღილებით, საჭიროა საცდელი გამოცდების გზით კონკრეტული გრუნტებისათვის სადრენაჟე მილის მიმართ ელექტროდების ყველაზე უფრო მისაღები მანძილებისა და განთავსების დადგენა;
5. ექსპერიმენტალური გზით დადგენილია გრუნტის დროებითი ამოსაღები ანკერების ჩამაგრებისათვის გოგირდბეტონის გამოყენების შესაძლებლობა. იგი საშუალებას იძლევა გოგირდბეტონის გაღობის შედეგად ძალზე მარტივად განხორციელდეს ანკერების გამონთავისუფლება, რაც მეტად მნიშვნელოვანია, როგორც ეკონომიკური, ასევე ეკოლოგიური

თვალსაზრისით. ასეთი ტიპის ანკერების დამზადება არ საჭიროებს მათი ქარხნული წესით წარმოებას, არამედ შესაძლებელია უშუალოდ სამშენებლო მოედანზე მათი დამზადება და გამოყენება;

7. შემოთავაზებულია რკინაბეტონის 1- და 2-იარუსად განთავსებული ანკერებიანი საყრდენი კედელი, რომლის ეკონომიკური ეფექტი სხვადასხვა გრუნტული პირობების გათვალისწინებით ტრადიციული მონოლითური უანკერო რკინაბეტონის საყრდენ კედელთან შედარებით დაახლოებით 40% შეადგენს. აღნიშნული ეკონომიკური ეფექტი გამოვლინდა ტექნოლოგიურობის ყველა ძირითად მაჩვენებლებში: მასალატევადობა, შრომატევადობა, თვითღირებულება;

დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ ნაშრომებში:

1. ი.ქვარაია, თ.თავაძე. ქვაბულის გამაგრების და დამუშავების პრობლემები მჭიდროდ განაშენიანებულ ადგილებში. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი "მშენებლობა", 4(24), 2011;
2. ი.ქვარაია, თ.თავაძე. გრუნტის გამაგრების ტექნოლოგიური თავისებურებები შენობა-ნაგებობების რეკონსტრუქციის დროს. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი "მშენებლობა", 2(25), 2012;
3. ი.ქვარაია, თ.თავაძე. თხრილის კედლების გამაგრების სისტემების დემონტაჟთან დაკავშირებული ტექნოლოგიური სირთულეები. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი "მშენებლობა", 3(26), 2012;
4. ვ.ლოლაძე, შ.ბაქანიძე, ნ.მსხილაძე, ი.ქვარაია, თ.თავაძე. ჰორიზონტალურ სადრენაჟო სისტემებში ელექტროსმოსის გამოყენების ეფექტურობის განსაზღვრა. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი "მშენებლობა", 3(26), 2012;
5. ი.ქვარაია, თ.თავაძე. ქვაბულის კედლების გამაგრების გარეშე დამუშავების შემთხვევა. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი "მშენებლობა", 2(29), 2013;

6. ვლოლაძე, შ.ზაქანიძე, ნ.მსხილაძე, ვ.პირმისაშვილი, თ.თავაძე. ბუნებრივი კალთებისა და მიწის ნაგებობების ფერდობების მდგრადობის უზრუნველყოფის ახალი ტექნოლოგიური გადაწყვეტები. "ტექნიკური უნივერსიტეტი". თბილისი. 2013 წელი;
7. ი.ქვარაია, თ.თავაძე. ქ.ქუთათელაძე. თანამედროვე ქალაქმშენებლობის პრობლემები. თსუ პ.გუგუშვილის ეკონომიკის ინსტიტუტი, პროფ.ვ.პაპავას 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენციის შრომების კრებული. თბილისი. 28-29 ივნისი 2013 წელი;
8. ი.ქვარაია, თ.თავაძე. გრუნტის გამაგრების დროს გამოვლენილი ქვის კიბეების დაზიანებები და მათი ლიკვიდაცია. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი "მშენებლობა", 3(30), 2013;
9. ი.ქვარაია, თ.თავაძე. ქ.ქუთათელაძე. მშენებლობის მენეჯმენტის გაუმჯობესების გზები. საქართველოს ეროვნული თავდაცვის აკადემიის შრომების კრებული. გორი. 2014 წელი;

Summary

The actuality of the topic: Georgia is the country of a difficult geographical terrain, where the new lands exploration, construction of the transport and communication routes, construction and operation of industrial and residential complexes are often accompanied with the natural movement and landslides of the slopes and hillsides caused by the ground creep. Therefore, in order to ensure the sustainability of the above mentioned, it is necessary to arrange various types of deterrent, water-resistant, drainage and protective structural systems. First of all, it concerns the avalanche regions, which requires development of reliable solutions to protect the roads, buildings and environment from landslides, and implementation of the appropriate and timely measures.

In many regions of Georgia there are many significant landslide areas, and the landslide hazard scale, especially in recent years, has greatly increased. In Georgian cities and settlements, except for the ground displacements in the slopes of

complicated terrain where the buildings are located, that are caused by natural soil creep, the additional displacement and landslides occur due to the outdated, damaged plumbing and the failure of the sewage system.

The recent climate changes have been reflected in the changes of rainfall intensity, the results of which are particularly obvious in Georgia due to its mountainous terrain, where the intensity of erosion and landslide processes produced due to the water level rise of mountain stream, is directly related to the intensity of rainfall. In connection with this, the catastrophic events occur in different areas of Georgia every year (Adjara high mountain villages, Svaneti, Kazbegi, Racha, etc.). The similar picture of natural events, especially together with the seismic nature of the Georgian territory, when the soil liquefaction occurs during earthquakes, requires provision of timely technical and technological solutions.

The efficiency of the preventive measures should be based on comprehensive solutions that include the joint use of different anti-landslide structures. Deterrent: deterrent, water resistant, drainage and protection, which will provide reinforcement of the slope surface, as well as their local sustainability, planning and improvement. The role of such complex measures is not only to prevent the landslide production in the local areas, but also to disable the collapse and damage of the geological environment within the adopted and non-adopted areas. In addition, all types of the structures and the technology for their implementation must be not only justified technically or economically, but also measured according to the perception of the social and aesthetic significance, in particular, in the planned development zones of resorts and tourism.

There are two groups that violate the stability of the slopes and hillsides-general and local. During the violations of the general stability, the landslide process includes the whole slope or the hillside, or the larger part of the massifs. The displacement depth is tens of meters.

During the violations of the local sustainability, as a rule, not the whole massifs, but the slopes or hillsides collapse, they have different nature and may result in any

part of the slope or hillside. Only such landslides have much smaller volume, but they occur with greater frequency and a significant amount. The uniqueness of the local stability violation lies in the fact that their development is possible even if the overall stability is provided, which in the future may lead to the development of powerful landslides and activation.

The variety of landslide processes determines the necessity of use of different forms of anti-landslide constructions and taking special measures. The landslide complex structures must be realized in their full composition. The partial realization of the complexes shall not be allowed in order to prevent a repetition of landslide of the slope sustainability.

The complex structure of each anti-landslide system has been designed to eliminate one or more reasons of landslide production. One of the main reasons for landslide development to the building in the land is the impact of the surface water and groundwater. It causes the physical - mechanical changes of the soil due to its saturation, reduction of strength due to the rise in groundwater level, increase of filtration and hydrodynamic forces, formation of suffusion, saturation of soil contact surfaces with rocks. Thus, the first-order measure to fight the land and structure slope deformation is to regulate the surface and underground water flows.

The further action is the soil fortification with various technical means, including the arrangement of the ground slide deterrent separate structural systems, such as soil anchors and ground deterrent structures.

At the socio - economic development of the modern stage, Georgia, which is situated in the difficult geographical terrain, demonstrates the greatest efforts to achieve the level of developed countries through developing tourism and resort complexes. The significant investments have been carried out to explore new lands, to lay the main transport routes and communications, construct and reconstruct the industrial and residential complexes, and in many regions of the country to provide housing for numerous homeless households due to the impact of landslides.

The foregoing makes it necessary to carry out necessary research and relevant work to identify the technical and technological solutions to provide reliability and operational safety of the constructions in the soils or the buildings which are to be constructed on the soils that are characterized by unstable natural - geological conditions, particularly the grassroots and dangerous event, such as a landslide.

The problems raised above are discussed and solved in the dissertation, which gives it the undeniable urgency.

The purpose of the dissertation is to provide and process the technical and technological solutions for common ground constructions in order to stabilize the slope structural systems, which simultaneously will function to prevent the collapse (topple) of soils, deter the ground water, remove the water hastily, and dry (dehydrate) the soil.

The **scientific innovation** is as follows:

According to the specific local conditions, the following structural system combinations have been proposed:

1. Soil anchors - the drainage system;
2. Soil anchors - Drainage system – the massif fortification (torkret shell) membranes;
3. Soil anchors - Drainage system - light support wall;
4. Soil anchors - - Anchors recoverable system.

In order to accelerate the underground water discharge, use of electrical osmoses within the drainage system proved to be effective, using the steel anchors in the form of electrodes and the axis driven into the soil, which will be removed out of the soil after the dehydration process of the soil is complete.

The technological process for arrangement of combined systems has been developed, where each of the structural elements ensures provision of two or more compatible, parallel functions, which guarantee the land construction slope stabilization.

Proposed a new type of recoverable soil anchors, which are reusable and allow removal without damaging them.