

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ნინო ბახტაძე

შენობის ფუძის გაძლიერება დაწნეხვა-შეწნეხვის მეთოდით

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2014 წელი

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

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: სრული პროფესორი გუგა ჭოხონელიძე

რეცენზენტები: ასოცირებული პროფესორი ვ. ჯაფარიძე

ასოცირებული პროფესორი დ. როგავა

დაცვა შედგება 2014 წლის „05“ ივლისი, 15⁰⁰ სთ-ზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის

სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე, სტუ-ს პირველ კორპუსი, მე-3 სართული.

მისამართი: თბილისი 0175, კოსტავას 68^ბ, სასწავლო, სამეცნიერო და
საექსპერტო ლაბორატორიის მე-3 სართულზე.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება

სტუ-ს ბიბლიოთეკასა და სტუ-ს ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს

სწავლული მდივანი: სრ. პროფესორი დ. ტაბატაძე

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა: მშენებლობის საკითხი მჭიდროდაა დაკავშირებული შენობა-ნაგებობათა საინჟინრო-გეოლოგიური პირობებისა და გრუნტოვან გარემოსთან, ამდენად საინჟინრო-ტექნიკური კვლევის საკითხები მეტად საპასუხიმგებლოა და გრუნტის სიმტკიცის მახასიათებლების არასრულყოფილმა შეფასებამ შეიძლება გამოიწვიოს მეტად მძიმე შედეგები.

ნორმალური ექსპლუატაციისა შენობა-ნაგებობებში ხშირად მაინც შეიმჩნევა არათანაბრი ჯდენები, რაც ხშირად ქანების სიმტკიცის შემცირებასთან არის დაკავშირებული.

შენობა-ნაგებობათა ფუძე-სადირკვლების დაპროექტება, კომპლექსური ამოცანაა და მისი გადაწყვეტა მჭიდროდაა დაკავშირებული სამშენებლო მოედნის უბნის საინჟინრო გეოლოგიურ პირობებზე, რასაც ხშირად დაპროექტების დროს უგულებელყოფენ იმ ჭეშმარიტებებს, რომ ფუძე-სადირკვლების დაპროექტება და მშენებლობა უნდა წარიმართოს: გეოდეზიური, გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური და ჰიდრომეტეოროლოგიური ძიების შედეგების საფუძველზე.

ფუძე-სადირკვლების დაპროექტებისას აუცილებლად გასათვალისწინებელია ადგილობრივი მშენებლობის პირობები, ასევე საინჟინრო-გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიურ პირობებში დაპროექტება უნდა წარიმართოს თანამედროვე მოქმედი სამშენებლო ნორმები და წესები საფუძველზე.

საინჟინრო-გეოლოგიური ძიების შედეგები უნდა შეიცავდეს იმ აუცილებელ მონაცემებს, რომლებიც საჭიროა ფუძე-სადირკვლების ტიპს შერჩევისათვის, ასევე სადირკვლის ჩაღრმავებისათვის, რომლის ჩაყრის (სიღრმის) შერჩევასაც გასათვალისწინებელია დასაპროექტებელი შენობა-ნაგებობების თავისებურება, მის გვერდით მდგომი შენობის სადირკველზე

ზემოქმედება, ასევე გვერდით მდგომი ნაგებობების საინჟინრო კომუნიკაციების ჩაღრმავების (ჩაყრის) სიღრმე.

ფუძე-სადირკვლების გაძლიერება-გამაგრებამდე საჭიროა გულდასმით შემოწმდეს ფუძე-სადირკვლების ტექნიკური მდგომარეობა, რისთვისაც იწერება დასკვნა და მუშავდება რეკომენდაციები ფუძე-სადირკვლების გამაგრება-გაძლიერებისათვის.

ფუძე-სადირკვლების შემოწმების მთელი სამუშაოთა კომპლექსი იყოფა ეტაპებად:

პირველი ეტაპი – ითვალისწინებს შენობა-ნაგებობათა მშენებლობის მონაცემების შეგროვება-გაანალიზებას და არსებული ტექნიკური დოკუმენტაციის დეტალურ შესწავლას.

მეორე ეტაპი – ადგილმდებარეობის და მიწისზედა კონსტრუქციების, შენობა-ნაგებობათა გამოკვლევას, რომელიც მოგვცემს საშუალებას გამოვავლინოთ დეფორმაციის მიზეზი, ამიტომ ყურადღება ექცევა მიწისზედა წყლების მოცილებას, დეფორმაციის ხასიათის გამოვლენისათვის სერიოზული მნიშვნელობა ენიჭება მიწისზედა კონსტრუქციების კვლევას.

მესამე ეტაპი – შენობა-ნაგებობათა ფუძე-სადირკვლების კვლევა.

სადირკვლების გამოკვლევა წარმართება სამთო გამონამუშევრების მეშვეობით, მათი რიცხვი და ზომები განისაზღვრება ობიექტის კონფიგურაციის, გრუნტების პირობებისა და კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე. როგორც წესი, სამთო გამონამუშევრები კეთდება შენობა-ნაგებობათა ავარიულ ზონაში, მაგრამ შენობა-ნაგებობათა დეფორმაციები თუ განპირობებულია ფუძე-სადირკვლების მიზეზით, მაშინ ფუძე-სადირკვლების კვლევა წარმართება არადეფორმირებულ ზონაშიც იმისთვის, რომ მოხდეს შედეგების შედარება.

დისერტაციის მიზანია გამაგრებული იქნას ფუძე-საძირკვლები ადგილობრივი გრუნტით, რა სხვა მეთოდებთან შედარებით იძლევა დიდი ეკონომიურ ეფექტს.

სამეცნიერო სიახლე სამშენებლო პრაქტიკაში პირველად ინერგება გრუნტის ფუძის გამაგრების ახალი მეთოდი - ფუძის გამაგრება დაწნევა - შეწნევის მეთოდით. მეთოდი წარდგენილია საავტორო უფლების მისაღებად.

ნაშრომის აპრობაცია: ნაშრომის შედეგები მოხსენებულია საერთაშორისო-სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენციაზე „შენობის ფუძის გაძლიერება დაწნევა-შეწნევის მეთოდით“, სტუდენტთა ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე 2014 წელს, ხოლო მთლიანი ნაშრომის მიმოხილვითი და ძირითადი ნაწილები მოხსენებულია სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებულ სამ კოლოქვიუმზე.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება: მდგომარეობს მასში, რომ ძვირად ღირებული ბეტონის მასალის ნაცვლად გამოიყენება ადგილობრივი გრუნტი.

პუბლიკაციები: ნაშრომის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია 3 სამეცნიერო სტატიაში.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა: ნაშრომის სრული მოცულობა 150 გვერდი, იგი მოიცავს შესავალს, ხუთ თავს, ძირითად დასკვნებსა და გამოყენებულ ლიტერატურას.

ნაშრომის შინაარსი

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

პირველ თავი - მოიცავს ფუძე-გრუნტების შემამკვრივებელი მეთოდების თანამედროვე მდგომარეობას.

არსებობს ფუძე-გრუნტების გამაგრების სხვადასხვა საშუალებები, როგორცაა:

ა. გრუნტის ზედაპირული დატკეპნა - აღნიშნული მეთოდი ყველაზე გავცელებული და ძველი მეთოდია. გრუნტის დატკეპნა ხდება ხელოვნურად ლითონის შტამპების საშუალებით. შტამპს აქვს პირამიდალური კვეთი იგი დარტყმას ახორციელებს გარკვეულ სიღრმიდან.

დიდი მნიშვნელობა აქვს თუ რა სიღრმეზე იტკეპნება გრუნტი, ამ მეთოდს ეწოდება გრუნტის ზედაპირული დატკეპნა, იმიტომ რომ იგი ვერ აღწევს დატკეპნას დიდ სიღრმეზე. გრუნტის ზედაპირული დატკეპნა ვრცელდება ზედაპირიდან $2 \div 2.5$ მეტრ სიღრმეზე, უფრო ღრმა სიღრმეზე კი გრუნტი დაუტკეპნავი რჩება.

ბ. საძირკვლის მოწყობა გრუნტის დატკეპნა-ჩატკეპნის წესით - როგორც ავღნიშნეთ გრუნტის ზედაპირული გამაგრებისას ბრტყელი შტამპი ეცემა ფუძის ზედაპირს და ტკეპნის გრუნტს. ამის შემდეგ დატკეპნილ გრუნტზე პირდაპირ აწარმოებენ საძირკვლის აგებას. ვინაიდან, აღნიშნული მეთოდი ვერ ახდენს გრუნტის საჭირო გამაგებას. ამიტომ დამუშავებული იქნა ახალი მეთოდი საძირკვლის მოწყობა გრუნტის დატკეპნა-ჩატკეპნით. ზოგი მათ ამოტკეპნის მეთოდს უწოდებს.

მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში, ამზადებენ საძირკვლის ფორმის შტამპს. იგი ძირითადად ლითონისაა, პირამიდალური ფორმისაა და ახდენენ ესკვატორის საშუალებით, ზემოთ აღნიშნული წესით გრუნტით დატკეპნა-ჩატკეპნას. შტამპი თანდათანობით იძირება გრუნტში. დატკეპნას აგრძელებენ მანამ, სანამ შტამპი არ ჩავა სასურველ სიღრმემდე. შემდეგ ამოიღებენ შტამპს და გრუნტის საძირკველი უკვე მზათაა ბეტონის ჩასასხმელად. მეთოდს ძირითადად იყენებენ, როდესაც საჭიროა გაკეთდეს წერტილოვანი საძირკვლების მოწყობა.

გ. გრუნტის გამაგრება გამოწვით - აღნიშნულმა მეთოდმა განსაკუთრებით დიდი გამოყენება ჰპოვა ლიოსისებრ გრუნტებში, როგორც ავღნიშნეთ ზედაპირული გამკვრივების მეთოდის უარყოფითი მხარეს წარმოადგენს მისი დიდი სიღრმეზე გავრცელების შეზღუდულობა. როგორც

ავლნიშნეთ გამაგრებული მასის სიმძლავრე 2.5 მეტრით განისაზღვრება. ლიოსისებრი გრუნტის სიმძლავრე კი ბუნებრივ პირობებში გაცილებით მეტია. თუ ლიოსისებრი გრუნტები მოხვდნენ წყლის ზეგავლენის ქვეშ, მაშინ შენობის დეფორმაცია მოხდება გაუმაგრებელ ნაწილში, რაც საერთო ჯამში გამოიწვევს შენობის ფუძის დეფორმაციას. ამრიგად დღის წესრიგში დადგა საკითხი გრუნტის გამაგრება მთელ სიმძლავრეზე.

პროფესორ ლ. ლიტვინოვის მიერ შემოთავაზებული იქნა ლიოსისებრი გრუნტის გამაგრება გამოწვით. ეს პროცესი ხდება ქვაბულში. ამისათვის მეთოდი უნდა გამოიყენონ იქ სადაც, გაყავთ ჭაბურღილები საჭირო სიღრმემდე. ჭაბურღილის დიამეტრი შეადგენს 15-20სმ-ს. ხდება გრუნტის გამოწვა საჭირო სიღრმემდე. საწვავ მასალად უმთავრესად გამოყენებულია ბუნებრივი გაზი. გამოწვა ხდება ქვემოდან ზემოთ მიმართულებით ეტაპობრივად. პირველი ეტაპი ჭაბურღილის ყველაზე ქვედა ნაწილია. გაზი შეაქვთ მილის საშუალებით საჭიროა სიღრმეზე და იწყებენ გამოწვას. ჭაბურღილში რომ მოხდეს წვა საჭიროა ჰაერი, ამიტომ გაზთან ერთად ჭაბურღილს მიეწოდება ჰაერი. გრუნტი იწვება, რადიალურად. გამოწვის შედეგად ჭაბურღილის განივი მიმართულებით გამოიყოფა გამოწვის რამოდენიმე ზონა. ჭაბურღილის ცენტრში გრუნტი მაქსიმალურად იწვის, ხოლო რაც უფრო ვშორდებით ჭაბურღილის ცენტრს მით უფრო კლებულობს გამოწვის ინტენსივობა, ცდებით დადგენილია, რომ გამოწვის დიამეტრი ჭაბურღილის ცენტრიდან 2.5-3მ შეადგენს, რაც ნიშნავს იმას, ჭაბურღილი გაყვანილი უნდა იქნას ყოველ 4-5 მ-ზე. როგორც მრავალჯერის ცდებმა აჩვენა გრუნტის გამოწვა ხდება მაღალ ტემპერატურაზე (800-900°C).

დ. გრუნტის გამაგრება სილიკატიზაციით - გრუნტების გამაგრების ეს მეთოდი ამჟამად საკმაოდ გავრცელებულია. გრუნტების გამაგრება ხდება ქიმიური ხსნარებით, ძირითადად სილიკატებით, ასეთ მეთოდს იყენებენ ქვიშებისა და ლიოსების გასამაგრებლად.

გრუნტების სილიკატიზაცია იყოფა: ორხსნარიანი და ერთხსნარიანი. ორხსნარიანი სილიკატიზაციის მეთოდი გამოიყენება მშრალ და წყალნაჯერ მსხვილ და საშუალო სიმსხო ქვიშების გამაგრებისას, როცა გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტი იცვლება $K_{\phi}=2\div 80\text{მ დღე-ღამე}$, ხოლო ერთხსნარიანი მეთოდით სილიკატიზაცია შეიძლება გამოყენებული იქნეს, როდესაც გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტი იცვლება $0.1\div 0.5\div 2.0\text{ მ დღე-ღამე}$.

ე. გრუნტის გამაგრება ცემენტიზაცი მეთოდით - ცემენტიზაციის მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ დაბზარულ-დანაპრიანებულ კლდოვან ქანში და მსხვილნამტვრევან გაბურღულ ბურღილებში წნევის ქვეშ იჭირხნება ცემენტის ხსნარი, რომლის კონსისტენციაა $1 \div 10$ და $1 \div 5$ ცემენტის ხსნარი ავსებს გრუნტის ფორებს და ქანს აძლევს წყალშეუღწევად თვისებას და ზრდის მის სიმტკიცეს.

კლდოვანი ქანების გამაგრების ყველა არსებულ მეთოდთან მშენებლობაში ცემენტაციის მეთოდმა ფართო გამოყენება ჰპოვა. აღნიშნულ მეთოდს ხშირად მიმართავენ შახტების და რთული ჰიდროგეოლოგიური პირობების შემთხვევებში. ცემენტაციის მეთოდს ხშირად მიმართავენ: ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში წყლის კარგვის შესამცირებლად, წყალსაცავებიდან წყლის ფილტრაციისას, დეფორმირებულ შენობა-ნაგებობათა კლდოვან და მსხვილნამტვრევან გრუნტებში ფუძეების გასამაგრებლად.

ვ. გრუნტის გამაგრება ამონო კარბონიზაციის მეთოდით - უკანასკნელ დროს მსოფლიოში დიდი პოპულარობით სარგებლობს გრუნტების გამაგრების ქიმიური მეთოდები, რომლებიც ფუძე-გრუნტების საიმედო გამაგრების გარანტიას იძლევა.

ჩვენ ძირითადად გავეცანით ლიოსებური გრუნტების გამაგრების ისეთ მეთოდებს, როგორცაა სილიკატიზაცია, ცემენტიზაცია და სხვა. აღნიშნული მეთოდები გამაგრების კარგ შედეგებს იძლევიან, მაგრამ

შედარებით ძვირია. იმ შემთხვევაში თუ გასამაგრებელი გრუნტი ხასიათდება დაბალი ფილტრაციის კოეფიციენტით, ($<10\text{-}5\text{სმ/წმ}$), მაშინ ხსნარები ეფექტურად ვერ შედიან გრუნტში. ასეთ შემთხვევაში ფუძე გრუნტების გამაგრების კარგ შედეგს იძლევა ამონოკარბონიზაციის მეთოდი.

მეთოდის არსი მდგომარეობს იმასში, რომ ჩაჯდომად ლიოსისებურ გრუნტში გაბურღული ჭაბურღილიდან შეგვყავს წნევის საშუალებით 5% -იანი ამიაკის ხსნარი, ხოლო შემდეგ შეგვყავს მცირე წნევით ნახშირორჟანგი.

ზ. ფუძის გამკვრივება გრუნტის დაყრით - მეთოდი გამოიყენება, როდესაც მშენებლობა მიმდინარეობს ისეთ სუსტ გრუნტებზე როგორც არის ჭაობიანი, ლებიანი და ლამიანი გრუნტები, ცნობილია, რომ აღნიშნული გრუნტი დაბალი სიმტკიცით არის განპირობებული იმით, რომ ისინი ბუნებრივ პირობებში იმყოფებიან წყალგაჟგენთილ მდგომარეობაშია. ცნობილია, რომ თუ გრუნტს რაიმე მეთოდით მოვაშორებთ წყალს ამ შემთხვევაში მათი სიმტკიცე მატულობს.

აღნიშნული მეთოდი ხშირად ზემოთაღნიშნულ პრინციპზეა აგებული გრუნტს უნდა მოვაშოროთ ზედმეტი წყალი.

ფუძე-გრუნტების დაჯდომისათვის შემოაქვთ ობიექტზე გრუნტი და ყრიან ამოჭრილ ქვაბულში იმ სიმაღლეზე, რომ ნაყარის მიერ გამოწვეული დატვირთვა მეტი იყოს 2კგ/სმ^2 . ამისათვის გვჭირდება გრუნტი დავყაროთ დაახლოებით 10მ სიმაღლეზე. შემდეგ აცდიან დაყრილ გრუნტს რამოდენიმე დღეს, რომ მოხდეს ფუძე-გრუნტების ჯდომის სრული სტაბილიზაცია. როდესაც რეპერები, რომლითაც ხდება ფუძე-გრუნტების დეფორმაციის ფიქსაცია გვამცნობს, რომ ფუძის ჯდენის პროცესი დამთავრდა და შესაძლებელია დაყრილი გრუნტის გატანა და საძირკვლის ჩაყრა.

თ. გრუნტის გამაგრება ლიოსისებრის წინდაწინ დასველების მეთოდით - ამ შემთხვევაში იქ სადაც უნდა აშენდეს შენობა ლიოსებურ გრუნტებს წინდაწინ ასველებენ. მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში უბანზე სადაც უნდა აშენდეს შენობა გაყავთ 10 მ სიგრძის ჭაბურღილები. ისინი განთავსებულნი არიან კვადრატული წესით მთელ ფართზე. მანძილი ჭაბურღილებს შორის შეადგენს 5მ-ს. ჭაბურღილებში ხელოვნურად შეყავთ წყალი და ამ მდგომარეობაში აჩერებენ 10-14 დღე. წყლის მოქმედების შედეგად ლიოსებრი გრუნტები იძლევიან ჩაჯდომებს, როდესაც მშენებლობას დაიწყებენ ლიოსებრი გრუნტები ჩაჯდომებს (დაჯდომა გამოწვეულია გრუნტის დასველებით) აღარ იძლევიან. რჩება მხოლოდ ჩვეულებრივი ჩაჯდომები. საველე სამუშაოებს წინ უსწრებს გრუნტების ლაბორატორიული გამოცდები.

ი. გრუნტის გამაგრება ფისებით - აღნიშნული მეთოდი ახალია და იგი ფართოდ არის გამოყენებული რუსეთის პირობებში. ფისები საერთოდ წარმოადგენს ორგანულ ნივთირებას.

აღნიშნულმა მეთოდი ყველაზე ფართო გამოყენება ჰპოვა კარბომიდნის ფისებმა. კარბომიდის ფისი კარგად იხსნება წყალში. ჩვეულებრივად ცდისათვის იღებენ მათ შეფარდებით 1÷1 (ფისი: წყალი), ფისის სიმკვრივეა $1.088\text{გ}/10^3$, ხოლო სიბლანტე - 4,5. ცდა მიმდინარეობდა შემდეგნაირად თიხნარებში ისე, როგორც ჩვეულებრივი გრუნტების გამოცდისას ფილტრაციულ თვისებებზე. ფილტრაციაზე იცდებოდა დაუშლელი სტრუქტურის გრუნტები. მას შემდეგ როდესაც გრუნტი გაიჟღენთებოდა ფისით. ნიმუში გადაჰქონდათ ჭრის ხელსაწყოში და საზღვრავდნენ მის შეჭიდულობას.

რაც შეეხება გრუნტის გამოცდას საველე პირობებში. ამ შემთხვევაში ცდები ტარდება იგივე წესით. როგორც ეს ხდებოდა გრუნტის გამაგრებით სილიკატიზაციის მეთოდით. ამ შემთხვევაში თხევადი მინის ნაცვლად გამოყენებული იქნება კარბომიდის ფისი.

კ. გრუნტის გამაგრება ცემენტის ქვებით - მეთოდი წარმოდგენილია თუჯი ფორმის „შეტბა“-ს მიერ. მათ გრუნტის გამაგრება პრაქტიკულად ცნობილია, სადაც ძირითადად გვხვდება დატორფილი და გაღებებული გრუნტების, რომლებიც გამოირჩევიან სიმტკიცის დაბალი მაჩვენებლებით. მაგალითად გაღებებული გრუნტები შიგა ხახუნის კუთხე 5-6 შეადგენს, ხოლო კუთრი შეჭიდულობა არ აღემატება 0.2კგ/სმ^2 . რაც შეეხება დატორფილ გრუნტებს მათი სიმტკიცის მაჩვენებლები კიდევ უფრო დაბალია. სუსტი გრუნტების სიმძლავრე ზოგჯერ 20 მეტრისა და მეტსაც აღწევს. ასეთ გეოლოგიურ ვითარებაში აიგო ნავთობის ტერმინალები. 2010 წელს კეთდება ზოგიერთ ტერმინალებს შორის დამატებით მისასვლელი გზები, სწორედ აღნიშნული გზების გადასაყვანად იქნა გამოყენებული „შეტბა“-ს მიერ შემოთავაზებული გრუნტის გამაგრება მეთოდი. მეთოდის არსი შემდგომში მდგომარეობს, გრუნტში შეაქვთ ცემენტის ხსნარი ქვიშის შენარევით, შეყვანა ხდება წნევით. ამისათვის სპეციალურ ავტოდანადგარებზე ხდება ხსნარის დამზადება და წნევის საშუალებით ხსნარის გრუნტში შეყვანა. ამისათვის გრუნტში ჩაუშვებენ ინექტორებს საჭირო სიღრმემდე, რის საშუალებითაც გრუნტის საჭირო წერტილს მიეწოდება წნევის ქვეშ ხსნარი. ხსნარი შედის გრუნტში და იქ შეკუმშავს გრუნტს და წარმოშობს ელიფსურ ან წრიულ ფორმის ცემენტის ფორმებს, რომელთა დიამეტრიც საშუალოდ შეადგენს 15-20 სმ შემდეგ ინექტორი გააქვთ სხვა ადგილზე და იქაც მეორედება ცდა. წარმოიშობა კიდევ ახალი დიამეტრის სხეული, რომელიც დროთა განმავლობაში (მაქსიმუმ 5-6 დღე) გადაიქცევა ცემენტის ქვედა.

მეორე თავი - ქალაქ თბილისის ტერიტორიის ბუნებრივი პირობები. ქალაქი თბილისი და მისი შემოგარენი გეოლოგიურად წარმოადგენს დანაწევრებულ მთიან რელიეფს, რომელიც მდინარე მტკვრის შუა დინებაში მდებარეობს. ძირითადი ოროგრაფიული ფორმები დაკავშირებულია თრიალეთის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ დაბოლოებასთან, რომელიც მცირე კავკასიონის რთული მთიანი ჯაჭვის ერთ-ერთი შემადგენელი რგოლია. ამ

მთიან ოლქში თბილისს ღრმა ქვაბულის მაგვარი ხეობა უჭირავს. ქვაბულის სიგანე ქალაქის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში 3000-4000 მეტრია, ბოლო მეტეხის ციხესთან 35÷40 მეტრამდე ვიწროვდება.

მდინარე მტკვრი, რომელიც ქალაქს თითქმის მერიდიანული მიმართულებით ჰკვეთს, მას ორ ნაწილად ჰყოფს: - მარჯვენა სანაპირო, რომელიც უფრო ამაღლებულია და მნიშვნელოვნად დადაბლებული - მარცხენა სანაპირო.

მარჯვენა სანაპირო ხასიათდება უმთავრესად განედური მიმართულების ქედების და დებრესიების მონაცვლეობით. ქედებს შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია: თელეთის ქედი, სეიდ-აბადის ამაღლება, სოლოლაკის ქედი, მამადავითის ქედი. ეს უკანასკნელი მკვეთრად ეცემა ქალაქის ცენტრისკენ, წყნეთის ამაღლება და ბოლოს - დიღმის ამაღლება.

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

მდინარე მტკვრის ხეობის ფერდობი დატერასებულია. ქალაქის ფარგლებში ჭალის ტერასის ჩათვლით სულ 6 ტერასა არის განვითარებული. უფრო მკაფიოდ ტერასები დიდ ფართობზე მარცხენა სანაპიროზეა გამოკვეთილი. მარჯვენა სანაპიროზე ისინი წყვეტილი ზოლების სახით ვრცელდება, რადგანაც ერთმანეთისაგან ისინი ხევებით არიან განცალკავებული.

მდინარე მტკვარი განსახილველ რაიონში ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ მიედინება. მდინარის კალაპოტის სიგანი 100÷200 მეტრი, მეტეხის ციხესთან 35÷40 მეტრამდე ვიწროვდება, ნაპირები მკვეთრად არის გამოკვეთილი. ქალაქის ფარგლებში მოქცეულია 5÷6 მეტრი სიმაღლის ბეტონის კედლებში. მდინარე მტკვრის სიღრმე 0.3÷2.2 მეტრს შეადგენს, ხოლო დინების სიჩქარე 0.4÷2.7 მ/წთ. კვების მიხედვით მდინარე მტკვარი შერეულია

და თოვლით და წვიმებით კვების ტიპს მიეკუთვნება.

ვინაიდან შენობის მდგრადობა ბევრად არის დამოკიდებულია ფუძე-გრუნტების სიმტკიცეზე მოკლედ შევეხოთ ქალაქ თბილისის გეოლოგიურ პირობებს. უნდა ავღნიშნოთ, რომ ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი უჭირავს ეოცენურ ქანებს.

ქვედა ეოცენი - მიეკუთვნება აჭარა-თრიალეთის ნაოჭი სისტემის ზედა ფლიშური წყების ნალექების, ე.წ. პალეოცენ-ქვედა ეოცენს. ეს ნალექები ქალაქის გარეთ შიშვლდება თრიალეთის ქედის სამხრეთ პერიმეტრზე, სოფ. გუმბათის რაიონში და მდინარე ალგეთის ხეობაში - თელეთის ქედის სამხრეთ ზოლში.

შუა ეოცენი - შუა ეოცენური ნალექები თბილისის ტერიტორიის სამხრეთ ნაწილში თელეთისა და სეიდ-აბადის ქედების აგებულებაში მონაწილეობენ. ამ ნალექების კარგი ჭრილი გვხვდება დაბახანის ხეობაში, ავლაბრის სერებზე და მეტეხის ხიდთან.

მკვლევარების უმრავლესობა თვლის, რომ ზემო აღნიშნული ჰორიზონტი თანხმობით არის განლაგებული დაბახანის წყებაზე, თუმცა ზოგიერთს მიაჩნიათ, რომ იგი უთანხმოდ ადევს დაბახანის წყების შემადგენელ ჰორიზონტს.

ზედა ეოცენი - შუა ეოცენური ტუფეგენური ნალექები თანდათანობით იცვლებიან ფლიშური ტიპის ზედა ეოციური დანალექი წარმონაქმნებით. ზედა ეოციური ნალექები საკვლევ რაიონის დიდ ფართობს მოიცავენ. ისინი გავრცელებული არიან თბილისის ტერიტორიაზე, მათი კარგი გაშიშვლებები გვხვდება მდინარე მტკვრის კალაპოტში, მამდავითის მთის ფერდობებზე, თბილისის აღმოსავლეთით, მტკვრის მარხენა შენაკადების ორხევის და ლოჭინის აუზის ქვემოთ ნაწილში, კოდა-წალასყურის ვაკის და ჯეირანის ველის ფარგლებში, იგი მცირე სისქის მეოთხეული საფარის ქვეშ არის მოქცეული.

ზედა ეოცენური ნალექები ქვედა ნაწილებში წარმოდგენილნი არიან ფიქლებრივი თიხებით, რომლებშიც შერეულია წვრილმარცლოვანი

ქვიშაქვები, მერგელები და მომწვანო ფერის ტუფოგენური ქვიშაქვები. წყების ზედა ნაწილში უფრო მეტად შეიმჩნევა სხვადასხვა მარცვლოვანი ქვიშაქვებისა და თიხების მორიგეობა.

კლიმატური თვალსაზრისით ქალაქი თბილისი შედის ქვემო ქართლის მშრალი სუბტროპიკული სტეპური ჰავის ზონაში, ზომიერად ცივი ზამთრით და ცხელი ზაფხულით. უბნის კლიმატის ელემენტები დახასიათებულია ქ. თბილისის (სამშენებლო-კლიმატური რაიონების III გ ქვერაიონი) მეტეოსადგურების მონაცემებით.

უბანზე ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 12.20C. ყველაზე ცივი თვე იანვარია, საშუალო ტემპერატურით 0.30C. ყინვები შეიძლება დაიწყოს ნოემბერში და გაგრძელდეს მარტამდე. აბსოლუტური მინიმუმია - 230C. წლის ყველაზე თბილი თვე აგვისტოა, საშუალო ტემპერატურით 240C. აბსოლუტური მაქსიმუმია 400C.

მესამე თავი -ქალაქ თბილისში არსებული შენობა-ნაგებობების დეფორმაციის შესახებ რამოდენიმე მაგალითი

ქალაქ თბილისის მერიის ინფორმაციით ქალაქში ძალიან ბევრი დეფორმირებული შენობა-ნაგებობაა, მათი რაოდენობა 4 ათასამდე აღწევს. ასეთი დიდი რაოდენობის დეფორმირებული საცხოვრებელი ერთ ქალაქში მსოფლიო პრაქტიკაში მეტად იშვიათობას წარმოადგენს.

რამ განაპირობა ქალაქში ასეთი დიდი რაოდენობით დეფორმირებული სახლები? პირველ რიგში იგი აიხსნება ქალქის გეოლოგიური პირობების თავისებურებით. უმთავრესად დეფორმირებული სახლების უმრავლესობის ფუძე-გრუნტებს წარმოადგენს თიხოვანი გრუნტები. ასეთი გრუნტების თვისების თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მშრალ მდგომარეობაშია ისინი ხასიათდებიან საკმაოდ მაღალი სიმტკიცის მაჩვენებლებით, მათი პირობითი წინაღობა სამშენებლო ნორმებით 3÷6 კგ/სმ² შეადგენს. თიხოვანი გრუნები თუ დასველდნენ წყლით, მათი სიმტკიცე მკვეთრად ეცემა და დადის

$R_0 = 1 \div 1.2 \text{ კგ/სმ}^2 = \text{მდე.}$ სწორედ ეს გარემოება იწვევს შენობათა დეფორმაციებს.

ქალაქ თბილისში ფუძე-გრუნტების წყლით დასველების ორი პირობა არსებობს: გრუნტის წყლების დონის აწევა და ფუძე-გრუნტების დასველება ტექნოგენური წლებით (წყლები, რომელებიც წარმოიშვნენ დაზიანებული კომუნიკაციებიდან წყლის კარგვის შედეგად), ამ შემთხვევაში განსაკუთრებით აქტიურია ტექნოგენური წყლები. ეს ორი ფაქტორია ქალაქ თბილისში დეფორმირებული შენობა-ნაგებობების დაზიანებების მიზეზი.

ნაშრომში მოცემულია ქალაქ თბილისში, ზოგიერთ უბანში არსებული დეფორმირებული შენობა-ნაგებობები, კერძოდ:

ა. გლდანის მე-5 მ/რ კორპ. № 4-ში არსებული შენობა-ნაგებობის დეფორმაციის შესახებ;

ბ. მუხიანის დასახლების მე-3 მ/რ კორპუსი № 1-ში არსებული შენობა-ნაგებობის დეფორმაციის შესახებ;

გ. ჩიტაძის № 12 -ში არსებული შენობის დეფორმაციის შესახებ.

მეოთხე თავში წარმოდგენილია ცდები (ექსპერიმენტებს), გრუნტის ოპტიმალურ ტენიანობით მაქსიმალური სიმკრივის და გრუნტის დაწნეხვა-შეწნეხვის დასადგენად.

მშენებლობის დროს აუცილებელია, უზრუნველყოთ მათი მდგრადობა და სიმტკიცე. ეს შეიძლება განვახორციელოთ ქანების გამკვრივებით მაქსიმალურ სიმკვრივემდე ოპტიმალური ტენიანობის პირობებში. სტანდარტი ვრცელდება თიხოვან, ქვიშოვან და ხრეშოვან ქანებზე. გარდა იმ ქანებისა რომელთაც გააჩნიათ 30%-ზე მეტი 10 მმ-ზე მსხვილი ფრაქცია, ჩვენს შემთხვევაში ყურადღება მიექცევა თიხოვან გრუნტს.

გრუნტის დატკეპნა უზრუნველყოფს მიწის სამუშაოების აუცილებელ გამძლეობას და გამტარიანობას. ამიტომ, ნაყარი მიწის სიმკვრივეს

გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება.

სიმკვრივის ძირითად მაჩვენებელს წარმოადგენს დატკეპნის ხარისხი და მისთვის აუცილებელი დახარჯული სამუშაო. ასევე გრუნტის დატკეპნისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ოპტიმალურ ტენიანობას (ტენიანობა, რომელის დროსა გრუნტი იტკეპნება სრულყოფილად).

ოპტიმალური ტენიანობის და მაქსიმალური სიმკვრივის მისაღებად ჩავატერეთ ლაბორატორიულ პირობებში შემდეგი თანმიმდევრობით ცდები.

ვიღებთ მუდმივ მასამდე გამომშრა 5-6 ნიმუშისთვის, 2.5±3კგ-მდე გრუნტს, რომელიც გატარებული 10მმ ზომის საცერში და შემდეგ ხდება მის გაფხვიერება (სურათი №1) და ტენიანობის გაზრდა გარკვეული პროცენტით (სურათი № 2).



სურათი №1



სურათი № 2

ამის შემდეგ, დატენიანებულ გრუნტს ვათავსებთ დახურულ ექსიკატორში არანაკლებ 2 საათისა (სურათი №3).



სურათი № 3

ვწონით (M₄) ცილინდრულ ყალიბს, სადაც ხდება ნიმუშების დატკეპნა 1 გრამის სიზუსტით (სურათი №4).

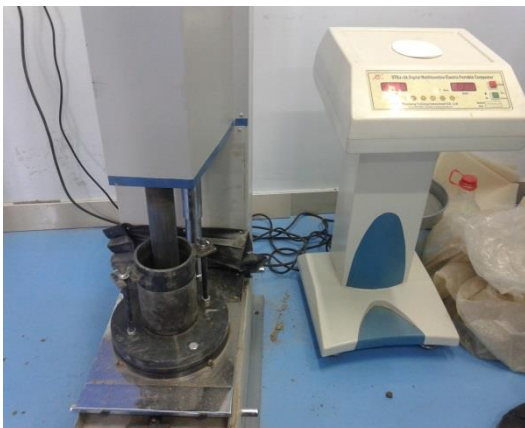


სურათი № 4

ნიმუშის დატკეპნა უნდა განხორციელდეს სამ ფენად (სურათი №5), თითოეულ ფენაზე ვახდენთ 40 დარტყმას (სურათი №6). გრუნტით სავსე ცილინდრს ვწონით (M₅) 1 გრამის სიზუსტით (სურათი №7) და ვანგარიშობთ სველი გრუნტის სიმკვრივეს (X) 0.01 გრ/სმ³-ის სიზუსტით:

$$\gamma = \frac{m_5 - m_4}{V}$$

სადაც V- ცილინდრის მოცულობაა.



სურათი № 5



სურათი № 6



სურათი № 7

ყალიბიდან აღებული 30-30 გრამი (სურათი №8 და სურათი №9), გრუნტს, რომელიც აიღება თითოეული ფენიდან ნიმუშს ტენიანობის დასადგენად (W).



სურათი №8



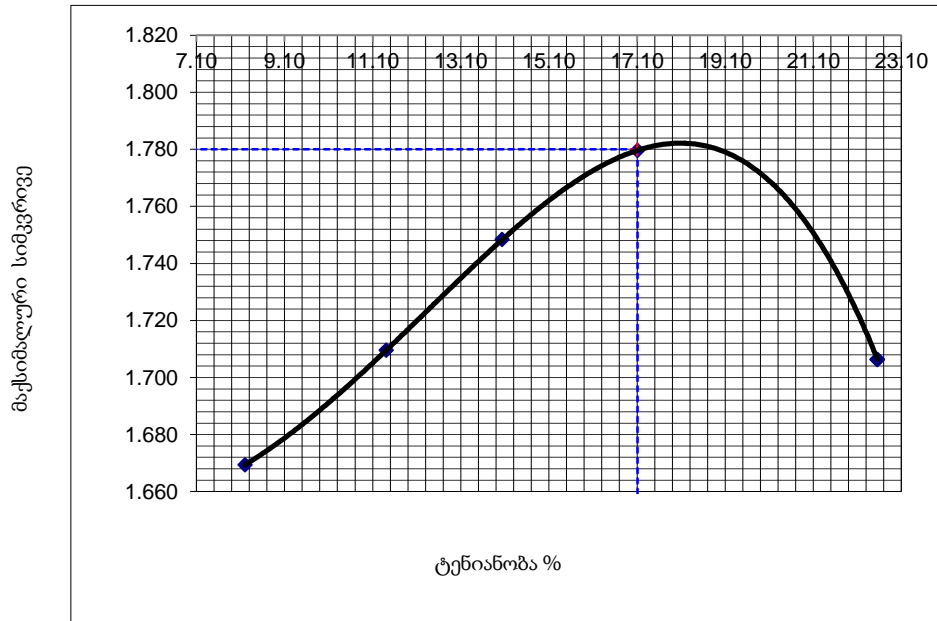
სურათი №9

ასე ვიმეორებთ ცდას მანამ, სანამ ტენიანობის გაზრდისას გრუნტის სიმკვრივე არ დაიწყებს კლებას ან დატენიანებული ნიმუში ზედმეტი ტენისაგან გამკვრივების ნაცვლად დაიწყებს ცილინდრიდან გადმოსვლას.

ცდით მიღებული შედეგებიდან ვანგარიშობთ მშრალი გრუნტის სიმკვრივეს ($\gamma_{შშ}$).

$$\gamma_{შშ} = \frac{\gamma}{1 + 0.01W}$$

მიღებული შედეგების მეშვეობით აიგება სიმკვრივის ტენიანობაზე დამოკიდებულების გრაფიკი. სიმკვრივის უდიდესი მონაცემი ჩაითვლება ნიმუშის მაქსიმალურ სიმკვრივედ (γ_{მაქს}), ხოლო სიმკვრივის შესაბამისი ტენიანობა ოპტიმალურ ტენიანობად (W_{ოპტ.})



ნახაზი 4.1 მაქსიმალური სიმკვრივის და ოპტიმალური ტენიანობის გრაფიკი

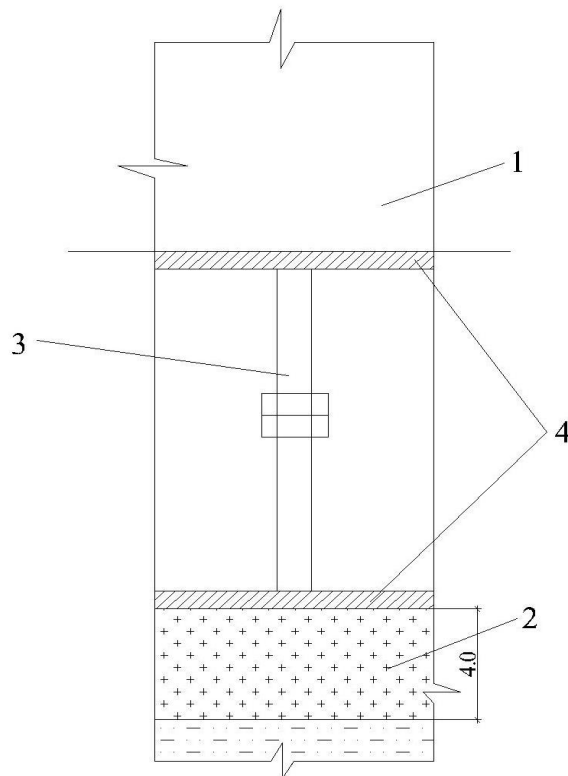
ნაშრომის ძირითადი მიზანია გამაგრებული იქნას ფუძე-გრუნტები ისე, რომ აღარ მოხდეს შენობების დეფორმაცია.

ამ მეთოდის მუშობის არსი მდგომარეობს შემდეგში:

საჭიროა გამაგრებული იქნას 10მ-ია სიღრმის ფუძე-გრუნტი, ჩვენ მას ვამაგრებთ ჭადრაკული წესით. ამისათვის გაგვყავს შენობის საძირკვლის ქვეშ შურფი. შემდეგ გამოგვაქვს დაზიანებული გრუნტი, რომელსაც ვაფხვიერებთ და ვაძლევთ ოპტიმალურ ტენიანობას, ვაჩერებთ მას 2 დღე-ღამის, რათა თანაბრად განაწილდეს ტენიანობა, შემდეგ შეგვაქვს დაშლილი გრუნტი ვყრით 40 სმ ფენის სიმძლავრით, მცირედ დავეკვპნით ხელის სატკეპნი და შემდეგ ვახორციელებთ დომკრატიტ წნევას, რომლიც საბოლოო მნიშვნელობა

უნდა იყოს 1კგ/სმ^2 მეტი, იმ წნევისა, რომელიც გადაეცემა ფუძეს ამ კონკრეტულ შემთხვევაში.

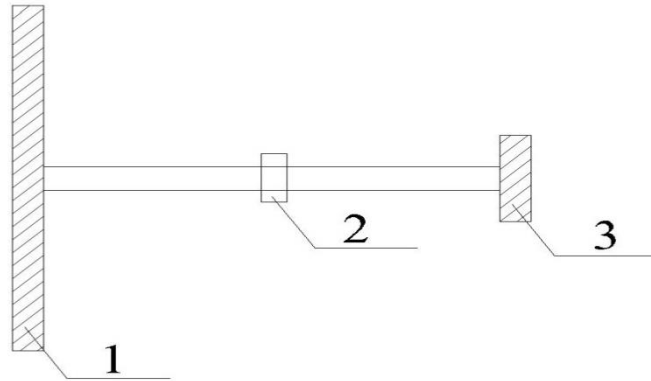
წინასწარ ვანგარიშობთ შენობის ფუძეზე მოსულ დატვირთვებს, რაც საშუალებას გვაძლევს ვიანგარიშოთ ფუძეზე მოსული დაწნევა, ჩვეულებრივად ლენტურ საძირკველებში იგი უდრის საშუალოდ 2კგ/სმ^2 , ასეთ შემთხვევაში ჩვენ გრუნტს დავწნებავთ დომკრატით 3კგ/სმ^2 (მაქსიმალურ) წნევის საშუალებით. ამას ვაკეთებთ იმიტომ, რომ გამაგრებულმა გრუნტმა, როდესაც მას გადაეცემა შენობის დატვირთვა აღარ განიცადოს ჯდომითი დეფორმაცია. რაც შეეხება გრუნტის საანგარიშო წინაღობას R_0 , იგი გამოითვლება ნომრებით.



ნახაზი 4.2. 1. - არეზული საძირკველი; 2.- გასამაგრებელი გრუნტი; 3.- დომკრატი; 4.- ლითონის ფირფიტა.

ერთი ფენის დატკეპნის შემდეგ იგივე წესით დაიტკეპნება შემდეგ ფენებიც. პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ საშუალოდ დატკეპნილი გრუნტის

სიმძლავრე შეადგენს 1,5მ-ს, ხოლო ბოლო 30-40 სმ სიმაღლის ფენას ვაკუუმით შეჭირხვნის მეთოდით, ვინაიდან საძირკველში ვერ განთავსდება დომკრატი, მას გვერდითა მხარეს დავუყენებთ დომკრატს და გრტუნტი შეიჭირხვნება (ნახაზი 4.3).



ნახაზი 4.3. 1.- ლითონის ფირფიტა №1; 2.- დომკრატი;

3.- ლითონის ფირფიტა №2;

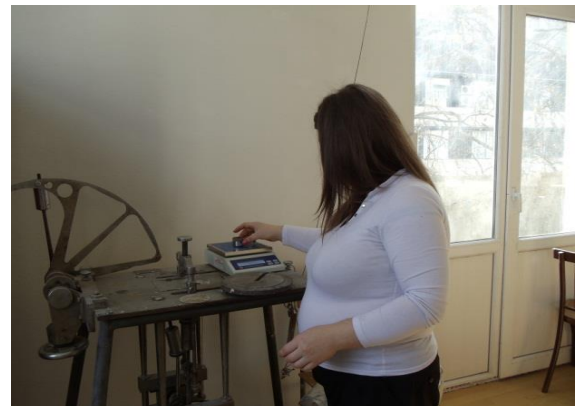
იმისათვის რომ დადგინდეს საცდელი გრუნტის ფიზიკური თვისებები და მათი კუმშვადობის ხარისხი, საველე ცდას წინ უსწრებს მთელი რიგი ლაბორატორიული კვლევები, გრუნტის სიმკვრივის დადგენა, ოპტიმალური ტენიანობის განსაზღვრა და სხვა. ასევე გრუნტის გამოცდა კომპრესიაზე, რომელიც მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ 4.4 ნახაზზე გრაფიკული სახით.



სურათები № 10 და № 11 გასამაგრებელი გრუნტის დამუშავება



სურათები № 12 და № 13 გასამაგრებელი გრუნტის მომზადება
კომპრესიისათვის.

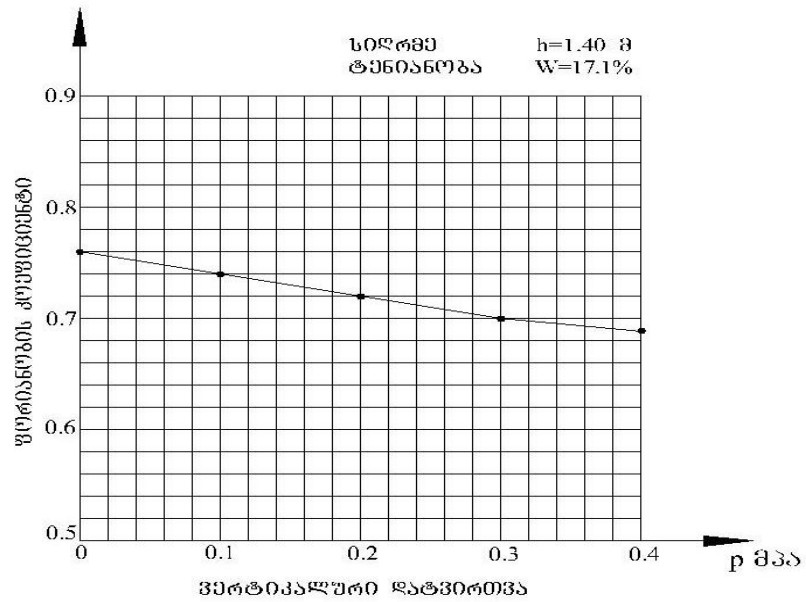


სურათი №14 და № 15 გრუნტის მოცულობითი წონის დადგენა



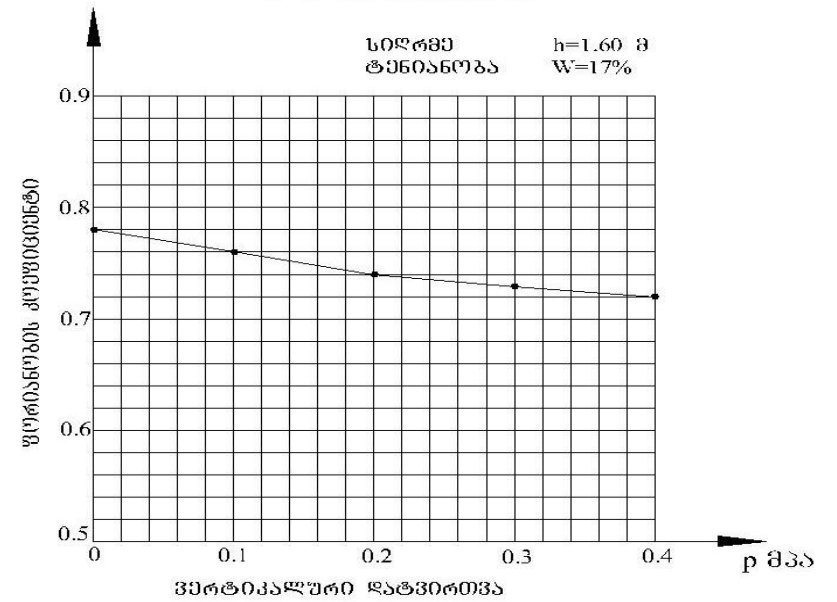
სურათი № 16 და სურათი № 17 ტენიანობის განსაზრვრა აგორების და
დენადობის ზღვართ

ცდა კომპრესიაზე



ვერტიკალური დატვირთვა	მპა	0	0.1	0.2	0.3	0.4
ფორიანობის კოეფიციენტი	e	0.78	0.76	0.74	0.73	0.72
დაწვდომის მოდული	e_p		0.80	1.50	1.90	2.30
დამორმადვის მოდული	E მპა		8.60	8.70	17.70	17.80
კუმფვადობის კოეფიციენტი	a		0.02	0.02	0.01	0.01

ცდა კომპრესიაზე



ვერტიკალური დატვირთვა	მპა	0	0.1	0.2	0.3	0.4
ფორიანობის კოეფიციენტი	e	0.76	0.74	0.72	0.70	0.69
დაწვდომის მოდული	e_p		0.80	1.60	2.40	2.80
დამორმადვის მოდული	E მპა		8.50	8.60	8.70	17.60
კუმფვადობის კოეფიციენტი	a		0.02	0.02	0.02	0.01

4.4 გრუნტის გამოცდა კომპრესიაზე

მეხუთე თავში - საწარმოო ცდები ქ. თბილისში მაისურაძის ქუჩაზე მექანიკური საამქროს ადმინისტრაციული კორპუსის დეფორმირებული კედლის გამაგრება დაწნეხვა-შეწნეხვის მეთოდით

ა. საკვლევი ობიექტის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები

საკვლევი ობიექტი განთავსებულია ისანი-სამგორის რაიონში. მექანიკური საამქრო შედგება სამი კორპუსისაგან. პირველ კორპუსში განთავსებული იყო საამქროს ადმინისტრაცია. არსებული კორპუსების დათვალიერებისას ადმინისტრაციულ კორპუსში შემჩნეული იქნა ბზარი. გადაწყდა, რომ აღნიშნული ბზარის კედლის საძირკველი გამაგრდეს დაწნეხვა-შეწნეხვის მეთოდით, რომელიც იქნება დროებითი ღონისძიება, რათ შეჩერებული იქნას ბზარის განვითარება. შემდეგში თუ კი შენობის ფუძე-გრუნებმა მოითხოვა გაძლიერება-გამაგრება გადაწყდება სხვა საერთო ღონისძიებები.

ჩვენ ძირითადად ვეხებით ადმინისტრაციული კორპუსის საინჟინრო - გეოლოგიურ პირობებს და შენობის დეფორმირებული ადგილის გაძლიერება-გამაგრებას.

გეოლოგიურად ტერიტორია წარმოადგენს ზედა ეოცენის არგილიტებისა და ქვიშაქვების მორიგეობისაგან. ქვიშაქვების თავისი სიმტკიცე კლდოვან ქანებს მიეკუთვნება, ხოლო არგილიტები ნახევარკლდოვანს.

კლიმატური პირობებით ქ. თბილისი მშენებლობის თავლსაზრისით გამოირჩევა იმით, რომ ჰაერის ტემპერატურა თითქმის მთელ წელიწადს ისეთია, რომ იგი საშუალებას იძლევა მშენებლობა აწარმოო მთელ წლის განმავლობაში.

ჩატარებული საველე და ლაბორატორიული სამუშაოების ანალიზის შედეგად, შეიძლება ითქვას, რომ:

საკვლევი ტერიტორია გეომორფოლოგიურად წარმოადგენს სწორ ადგილს. რაიმე საშიში გეოლოგიური პროცესების განვითარება, რომელიც საფრთხეს შეუქმნის არსებული შენობის მდგრადობას არაა მოსალოდნელი;

საინჟინრო-გეოლოგიური სირთულის მიხედვით საკვლევი მოედანი

სამშენებლო ნორმებით 1.02.07.87წ დანარი 10-ის მიხედვით მიეკუთვნება პირველ (მარტივ) კატეგორიას;

მოედნის გეოლოგიური ჭრილი შემდეგნაირია:

ფენა - 1 - ნაყარი (t,Q_IV);

ფენა - 2 - თიხნარი (dp,Q_IV);

ფენა - 3 - კენჭნარი (a,Q_IV);

შენობები დაფუძნებულია თიხნარ გრუნტებზე, მათი სიმტკიცის და დეფორმაციის მაჩვენებლებია:

$$R_0^{თიხ} = 1.8 \text{ კგ/სმ}^2$$

$$E_0^{თიხ} = 172 \text{ კგ/სმ}^2$$

გრუნტის წყალი გახსნილი იქნა 431 მ ნიშნულზე, წყალი აგრესიული არის ბეტონის ნაკეთობების მიმართ.

ქ. თბილისი საქართველოს პროექტირების ნორმებით „სეისმომედეგი მშენებლობა“ პ.ნ. 01.01.09 მიხედვით მიეკუთვნება 8 ბალიან სეისმური ინტენსივობის ზონას. საკვლევი მოედანსაც ვაკუთვნებთ 8 ბალიან სეისმური ინტენსივობის ზონას. იგივე ნორმებით საკვლევი გრუნტები სეისმური თვისებებით მიეკუთვნება II კატეგორიას;

დამუშავების სიძნელის მიხედვით საკვლევი გრუნტები სამშენებლო ნორმებით IV-2-82წ. ცხრილი 1-1 -ის მიხედვით მიეკუთვნებიან:

1. ნაყარი და თიხნარი - II ჯგუფი;

2. კენჭნარი - III ჯგუფი.

ბ. საწარმოო ცდის ადგილზე მომზადება გამაგრებისთვის

როგორც ავლნიშნეთ ადმინისტრაციული კორპუსის კედლის ერთი ნაწილი სამხრეთ-აღმოსავლეთი კუთხე დეფორმირებულია, რის შედეგადაც

მზიდ კელდებს აქვს ბზარი. ვიდრე დავიწყებდით გაძლერებით სამუშაოებს პირველ რიგში გამოკვლეული იქნა, რატომ დაზიანდა კედელი ამ ნაწილში. როგორც საინჟინრო-გეოლოგიურმა გამოკვლევამ გვიჩვენა კედლის დაზიანების მიზეზი ფუძე-გრუნტების ტექნოგენური წყლით დასველება იყო.

კედელთან გავიყვანეთ შურფი, რომელიც დაყვანილი იქნა, ჩვენს მიერ კენჭნარამდე, შურფი ჩალრმავდა კენჭნარში კიდევ 40სმ, გამაგრების მეორე ეტაპზე მომზადდა შურფში ჩასაყრელი გრუნტის მასა, რომელიც ამოღებული იქნა ეზოში და დაშლილი იქნა კომტებად, რის შედეგადაც განისაზღვრა მისი ტენიანობა, როგორც მონაცემებმა გვიჩვენა ოპტიმალური ტენიანობისათვის საჭირო გახდა წყლის დამატება.

სამუშაოების მესამე ეტაპზე მოხდა გრუნტის დაყრა სიმძლავრით 40 სმ-ით, იგი ჯერ ხელის სატკეპნით დაიტკეპნა და შემდეგ მოხდა მისი დატკეპნა წნების საშუალებით. საჭირო იყო დადგენილიყო გრუნტის მაქსიმალური დაწოლა (P_{max}) ამისათვის გაანგარიშებული იქნა ფუძეზე მოსული დატვირთვა. მიღებული იყო მხედველობაში, როგორც მუდმივი, ასევე დროებითი დატვირთვებიც (თოვლი და ქარის დატვირთვა) ანგარიშმა გვიჩვენა, რომ $P_{max} = 1.4 \text{ კგ/სმ}^2$. ე.ი ფუძეზე მოსული დატვირთვა შეადგენდა 1.4 კგ/სმ². ჩვენ ამ მონაცემის მხედველობაში მიღებით მაქსიმალური დატვირთვა შეადგენს $P_{max} = 2.0 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$.

ვინადან დომკრატის მიერ 2.0 კგ/სმ² დატვირთვის შემთხვევაში რეაქციის ძალებს შეძლება დაეზიანებია შენობის კედელი და ამიტომ შტამპის ფართი, რომელითაც უნდა განხორციელდეს დომკრატით, დაწნევა შეადგენდა, $P_{max} = 2.0 \text{ კგ/სმ}^2$ აღნიშნული დატვირთვა დიდია და ამიტომ შტამპის სიგრძე ავიღოთ არა 1 მეტრი, არამედ ნახევარი მეტრი, ე.ი ლითონის შტამპის კვეთებია 50 x 40 x 3 სმ.

როგორც კი დატვირთვა ავიდოდა 2.0 კგ/სმ², დატვირთვის ქვეშ გრუნტი რჩებოდა 4 საათის განმავლობაში, როგორც ჩალუნმზომებმა გვიჩვენა

1 საათი სრულად საკმარისი აღმოჩნდა, რომ გრუნტს მიეღო სტაბილური მდგომარეობა, ამის შემდეგ გრუნტის დატვირვას ვზრდით 0.5 კგ/სმ^2 , ვიდრე ის არ მიიღებდა მაქსიმალურ დატვირთვას.

მაქსიმალური დატვირთვის შემდეგ გრუნტი ჩერდებოდა აღნიშნულ დატვირთვაზე 2 საათით. შემდეგ ხდებოდა გრუნტის ხელახალი ფენის მოწყობა იგივე წესით, როგორც პირველ ფენაზე.

უნდა ავლნიშნოთ, რომ ჩვენ ვაწარმოებთ გრუნტის გამაგრებას მხოლოდ დაწნევის მეთოდით. დარჩა 30 სმ-ს სიმაღლე, სადაც უნდა განხორციელებულიყო გრუნტის შეწნევა. ვინაიდან ტექნიკური შესაძლებლობა არ გვქონდა შეწნევა ვერ განვახორციელეთ და ეს 30 სმ სიმაღლე ამოივსო 200 მარკის ბეტონით.

აღსანიშნავია, რომ 3 თვის განმავლობაში ფუძის გამაგრებული ნაწილის მისასვლელი, საიდანაც სამუშაოები წარმოებდა არ ამოვსებულა, რამაც საშუალება მოგვცა მივსულიყავით და აგველო გამაგრებული ფუძე-გრუნტის ტენიანობისა და სიმტკიცის განსაზღვრისათვის ნიმუშები. როგორც შედეგებმა გვიჩვენა ტენიანობა შემცირდა 2%. ე.ი გრუნტი მცირედ გამოშრა.

ჩვენი განსაზღვრით შემკვრივებული ფუძე გრუნტის სიმტკიცე კიდევ უფრო გაიზარდება, მანამ, სანამ ტენიანობა არ გაუთანასწორდება გრუნტის გარემო ტენიანობას. სათანადო ანგარიშზე დაყრდნობით ეს მოხდება $1.5 \div 2.0$ თვის შემდეგ.

ძირითადი დასკვნები

1. ნაშრომში განხილულია თიხოვან გრუნტზე აგებული დეფორმირებული შენობების ფუძის გამაგრების ახალი მეთოდი, ფუძის გამგრება დაწნევა-შეწნევის მეთოდი. იგი საყურადღებოა იმის გამო, რომ გასამაგრებლად გამოყენებულია ადგილობრივი გრუნტი, რაც მეტად აიაფებს განაგრების ღონისძიებებს;
2. მეთოდი ახალია და იგი წარდგენილია საავტორო უფლების მოსაპოვებლად;
3. მეთოდის ძირითადი არსი მდგომარეობს მასში, რომ შესუსტებული საძირკვლის ქვეშ იყრება სათანადო წესით დამუშავებული იგივე გრუნტი, რომელიც წარმოადგენს შენობის ფუძეს და შემდეგ დომკრატების გამოყენებით იგი უშუალოდ საძირკვლის ქვეშ იტკეპნება;
4. დატკეპნის დატვირთვის მაქსიმალური სიდიდის დასადგენად აუცილებელია გაანგარიშებული იქნას შენობის საძირკვლის ძირზე მოსული მაქსიმალური დატვირთვა. ჩვენს მიერ განხორციელებული დატკეპნის დატვირთვა უნდა იყოს $0,5 \text{ კგ/სმ}^2$ -ით მეტი ანგარიშით მიღებული ფუძეზე მოსულ დატვირთვაზე;
5. ლაბორატორიულმა ცდების საშუალებით დადგენილი უნდა იყოს გრუნტის დატკეპნის ოპტიმალური ტენიანობა;
6. ჩატარებული იქნა საწარმოო ცდა ქალაქ თბილისში მაისურამის ქუჩაზე, სადაც დეფორმირებული კედლის ერთი უბანი გაძლიერებული იქნა წარმოდგენილი მეთოდით, შედეგი დადებითია;
7. შემოთავაზებული მეთოდის ხანმედეგობის შესახებ, ავლნიშნავთ, რომ დროთა განმავლობაში მოხდება გამაგრებული გრუნტის გამოშრობა. ვინაიდან იგი დატკეპნილია ოპტიმალურ ტენიანობაზე, რომელიც ჩვეულებრივად ბუნებრივ ტენიანობაზე 3-5% მეტია. გამოშრობისას კი გრუნტის ტენიანობა მცირდება;

8. მაისურამის ქუჩაზე საამქროს ადმინისტრაციულ კორპუსზე ჩატარებულ ცდებზე იწარმოებს დაკვირვებანი გრუნტის ტენიანობის ცვალებადობაზე დროში. ჯერჯერობით დატკეპნილი გრუნტის ტენიანობა მცირედ არის შეცვლილი;
9. იმ შემთხვევაში, თუ ფუძის გამაგრებისათვის პერიოდში მოხდა შერჩეული გრუნტის ოპტიმალური ტენიანობის მისაღებად გრუნტზე ზედმეტი წყლის მიწოდება. ტენიანობის დაწვევისათვის უმჯობესია მოხდეს გრუნტში 3-5% რაოდენობით ცემენტის მიწოდება. იგი გრუნტს გამოაშრობს და საერთოდ დადებად იმოქმედებს გრუნტის სიტკიცეზე;
10. თუ ფუძის გამაგრება მოხდება შემოთავაზებული მეთოდით და ადგილი ექნება გრუნტში წყლის დონის ამაღლებას, მაშინ ჯენ უნდა მოხდეს გრუნტის წყლის დონის ხელოვნურად დაწვევა და შემდეგ ჩატარდეს ფუძის გამაგრებითი სამუშაოები.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. დ. კერესელიძე გრუნტების მექანიკა და ფუძე-საძირკვლები, ქ. თბილისი, 1977წ;
2. ვ. ლომთაძე. საინჟინრო გეოლოგია, ქ თბილისი, 19985წ;
3. გ. ჭოხონელიძე და სხვები. გრუნტების მექანიკა და ფუძე-საძირკვლები, ქ. თბილისი, 2005წ;
4. თ. ჟორდანიას; ვ. ლოლაძე; ბ. ნიჟარაძე; შ. ბაქანიძე; ზ. ეზუგბაია; ა. მონიავა; ფ. თოდუა; ი. ქვარაია. სამშენებლო წარმოების ტექნოლოგია, ქ. თბილისი, 2006წ;
5. შ. ბაქანიძე; რ. მახვილაძე. ტექნიკური ზედამხედველობა და შრომის უსაფრთხოება, ქ. თბილისი, 2006წ;
6. გ. ჭოხონელიძე; დ. კვაჭაძე; გ. ლუტიძე; ი. მშვიდლობაძე. საინჟინრო ნაგებობები, ქ. თბილისი, 2011წ.
7. ვ. ჯაფარიძე, დ. ჯაფარიძე, ტ. გარსევანიშვილი დეფორმირებული შენობა-ნაგებობის ფუძე საძირკვლის და ზედნაშენის გამაგრება-გაძიერება სხვადასხვა გრუნტოვან გარემოში, ქ. თბილისი, 2012წ;
8. თ, ჟორდანიას; ზ. ეზუგბაია; ი. ირემაშვილი; ა. ეზუგბაია. შენობა-ნაგებობათა თბო-ბგერა და ჰიდროიზოლაცია. სტუ 2010წ;
9. А. Н. Цитович. Механика грунтов, Москва 1985г;
10. А. Е. Шейкин. Строительные материалы, Москва 1978г;
11. Е. А. Сорочана. Ю. Г. Трофаменкова. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Москва 1985г;
12. Справочник Основания и фундаменты. 1991, Москва;
13. Б. И. Далматова. Е. М. Перляя - Устройство фундаментов и заглубленных сооружений в условиях реконструкции действующих предприятий в стесненных условиях строительства. Под ред. 1983г.

Abstract

In the Tbilisi we are witnesses of lot of buildings deformation structures, according to Tbilisi City Hall by 2012 data up to 4, 000 buildings are deformed, many of which require the reinforcement of foundation and ground.

As has shown the practice of construction the main reason of Tbilisi city buildings deformation is the watering of foundation and ground. The main part of the Tbilisi city grounds are presented by loamy soils.

Initially at the building's construction site there is not any ground water and the construction is carried out under a dry foundation conditions.

At the buildings operation groundwater has emerged in the foundations, as the surveys showed the mentioned water are anthropogenic, i.e. they were emerged from the water loss due to damaged communications, though they also would be mentioned that in some areas, for example in Saburtalo, occurs the rising of groundwater level that causes the wetting of foundation and ground.

The main goal of our work is to strengthen of foundation and soil in such manner that there will not be occurs deformation of buildings.

As you know currently are existing various methods of foundations and soil reinforcement, such as: soil surface compaction; ground reinforcement by silicatization; ground reinforcement by cementation method; ground reinforcement by amino carbonization method; foundation hardening filling of ground; ground reinforcement by preliminary loess moistening method; ground reinforcement by resins; ground reinforcement by cement stones.

The above-mentioned methods have disadvantages, in particular can not be used the ground reinforcement surface soil compaction method, because the house was yet built, so we overlook on entirely new method and the scientific novelty of that lies in the fact that the construction practice is implementing for a new method for ground reinforcement - the foundation reinforcement by pressing in method. The method is presented for patent application on invention.

სამეცნიერო შრომების სია

1. ნ. ბერიშვილი; რ. გიორგობიანი; ბ. ჭურჭელაური; ნ. ბახტაძე. დეფორმაციის ხვედრითი პოტენციალური ენერჯის გამოსახვა სივრცითი დაძაბული მდგომარეობის დროს. სამეცნიერო - ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ ISSN 1512-3936 №4(23), თბილისი, 2011;
2. ზ. ციხელაშვილი; ბ. ჭურჭელაური; ნ. ბახტაძე; გ. ჩიატიაშვილი; ქ. მახაშვილი. ექსპლუატაციის პროცესში მყოფი შენობა-ნაგებობებისა და მათი ელემენტების მდგრადობა-ვარგისიანობის მახასიათებელი პარამეტრების ექსპერტული შეფასების მეთოდოლოგია. სამეცნიერო - ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ ISSN 1512-3936 №4(23), თბილისი, 2011;
3. ნ. ბერიშვილი; რ. გიორგობიანი; ბ. ჭურჭელაური; ნ. ბახტაძე. ხმები ძაბვების განსაზღვრა სუფთა ძვრის დროს. სამეცნიერო - ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ ISSN 1512-3936 №3(18), თბილისი, 2012;
4. შენობის ფუძის გაძლიერება დაწნეხვა-შეწნეხვის მეთოდით. სტუდენტთა 82-ე ღია საე-რთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის სექცია, II ადგილი. თეზისების კრებული, თბილისი, 2014.