

ნინო ბახტაძე

შენობის ფუძის გაძლიერება დაწნეხვა-შეწნეხვის
მეთოდით

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო

05.07. 2014

© საავტორო უფლება ნინო ბახტაძე, 2014წ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

**ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით
ბახტაძე ნინოს მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს
დასახელებით: „შენობის ფუძის გამლიერებას დაწნევა-შეწნევის
მეთოდით“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო
საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად.**

თარიღი

ხელმძღვანელი: გ. ჭოხონელიძე

კონსულტანტი: ი. მშვიდლობაძე

რეცენზენტი: ვ. ჯაფარიძე

რეცენზენტი: დ. როგავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2014 წელი

ავტორი: ბახტაძე ნინო

დასახელება: შენობის ფუძის გაძლიერებას დაწნევა-შეწნევის
მეთოდით

ფაკულტეტი : სამშენებლო ფაკულტეტი

აკადემიური ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: თარიღი

ინდივიდუალური პროგნოზების ან ინსტიტუტების მიერ
ზემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის
შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების
უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც
მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან
სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი
ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო
უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა
იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ
მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია
სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს
პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

ქ. თბილისში მრავალი შენობა-ნაგებობათა დეფორმაციების მოწმე ვართ, ქ. თბილისის მერიის 2012 წლის მონაცემებით 4 000-მდე დეფორმირებული სახლია, რომელთა უმეტესობა მოითხოვს ფუძე-გრუნტების გამაგრებას.

როგორც ქალაქის მშენებლობის პრაქტიკამ გვიჩვენა ქ. თბილისის შენობათა დეფორმაციის ძირითადი მიზეზი არის ფუძე-გრუნტების გაწყლიანება. ქ. თბილისში ფუძე-გრუნტების ძირითად ნაწილს წარმოადგენს თიხნარები.

თავდაპირველად შენობა-ნაგებობის მშენებლობის პერიოდში სამშენებლო მოედანზე გრუნტის წყალი არ არის და მშენებლობა წარიმართა მშრალი ფუძის პირობებში.

შენობა-ნაგებობების ექსპლუატაციის პერიოდში საძირკვლებში გაჩნდა გრუნტის წყლები, როგორც კვლევებმა გვიჩვენა აღნიშნული წყლები ტექნოგენურ სახეს ატარებს, ე.ი. იგი წარმოიშვა დაზიანებული კომუნიკაციებიდან წყლის კარგვის შედეგად, თუმცა იმასაც ავლნიშნავთ, რომ ზოგიერთ ადგილებში, მაგალითად საბურთალოზე მოხდა გრუნტის წყლების დონის აწევა, რამაც გამოიწვია ფუძე-გრუნტების დასველება.

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

მოგეხსენებათ არსებობს ფუძე-გრუნტების გამაგრების სხვადასხვა საშუალებები, როგორცაა: გრუნტის ზედაპირული დატკეპნა; საძირკვლის მოწყობა გრუნტის დატკეპნა-ჩატკეპნის წესით; გრუნტის გამაგრება გამოწვით; გრუნტის გამაგრება სილიკატიზაციით; გრუნტის გამაგრება ცემენტიზაცია მეთოდით; გრუნტის გამაგრება ამონო კარბონიზაციის მეთოდით; ფუძის გამკვრივება გრუნტის დაყრით; გრუნტის გამაგრება ლიოსების წინდაწინ დასველების მეთოდით; გრუნტის გამაგრება ფისებით; გრუნტის გამაგრება ცემენტის ქვებით.

ზემოთ აღნიშნული მეთოდების გააჩნია უარყოფითი მხარეები, კერძოდ გრუნტის გამაგრება ზედაპირული დატკეპნის მეთოდს ვერ გამოვიყენებთ, იმიტომ, რომ შენობა აშენებულია, ამიტომ ჩვენ შევჩერდით სრულად ახალ მეთოდზე, რომელიც მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს იმაში, რომ სამშენებლო პრაქტიკაში პირველად ინერგება გრუნტის ფუძის გამაგრების ახალი მეთოდი - ფუძის გამაგრება დაწნეხვა - შეწნეხვის მეთოდით და მისი ძირითდი მიზანია გამაგრებული იქნას ფუძე-საძირკველი ადგილობრივი გრუნტით, რაც ეკონომიური თვალსაზრისით სხვა მეთოდებთან შედარებით ეკონომიურია. მეთოდი წარდგენილია საავტორო უფლების მისაღებად.

S U M M A R Y

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 silicization; 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.

შინაარსი

შესავალი	4
თავი I. ფუძე-გრუნტების შემამკვრივებელი მეთოდების თანამედროვე მდგომარეობით	22
1.1. გრუნტის ზედაპირული დატკეპნა	22
1.2. საპირკვლის მოწყობა გრუნტის დატკეპნა- ჩატკეპნის წესით	25
1.3. გრუნტის გამაგრება გამოწვით	28
1.4. გრუნტის გამაგრება სილიკატიზაციით მეთოდით	30
1.5. გრუნტის გამაგრება ცემენტიზაციის მეთოდით	32
1.6. გრუნტის გამაგრება ამონო კარბონიზაციის მეთოდით	35
1.7. ფუძის გამკვრივება გრუნტის დაყრით	37
1.8 ლიოსების წინდაწინ დასველების მეთოდი	39
1.9. გრუნტის გამაგრება ცემენტის ქვებით	40
1.10. გრუნტის გამაგრება ფისებით	41
თავი II. . ქალაქ თბილისის ტერიტორიის ბუნებრივი პირობები	43
2.1 გეომორფოლოგიური და ჰიდროლოგია	43
2.2. თბილისის რაიონის გეოლოგიური აგებულება, სტრატეგრაფია, გეოლოგია	46
თავი III. ქალაქ თბილისში არსებული შენობა-ნაგებობების დეფორმაციის შესახებ რამოდენიმე მაგალითი	59
3.1. გლდანის მე-5 მ.რ კორპ. № 4-ის დეფორმაციის შესახებ	60
3.2. მუხიანის დასახლების მე-3 მ/რ კორპუსი № 1 დეფორმაციის შესახებ	69
3.3. ჩიტაძის № 12 -ში არსებული შენობის დეფორმაციის შესახებ	86
თავი IV. წარმოდგენილია ცდები (ექსპერიმენტებს), გრუნტის ოპტიმალურ ტენიანობით მაქსიმალური სიმკვრივის და გრუნტის დაწნევა-შეწნევის დასადგენად	109

4.1. ცდები გრუნტის ოპტიმალურ ტენიანობით მაქსიმალური სიმკრივის დადგენა	110
4.2. ცდები გრუნტის დაწნეხვა-შეწნეხვის მეთოდით	121
თავი V. საწარმოო ცდები ქ. თბილისში მაისურაძის ქუჩაზე მექანიკური საამქროს ადმინისტრაციული კორპუსის დეფორმირებული კედლის გამაგრება დაწნეხვა-შეწნეხვის მეთოდით	127
5.1. საკვლევი ობიექტის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები	127
5.2. საწარმოო ცდის ადგილზე მომზადება გამაგრებისთვის	144
ძირითადი დასკვნები	147
გამოყენებული ლიტერატურა	149

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1.1 სიმტკიცის და დეფორმაციის მაჩვენებლები	27
ცხრილი 1.2 გრუნტის გამაგრების რადიუსი დამოკიდება გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტზე	32
ცხრილი 2.1 ქარის ყველაზე დიდი შესაძლო სიჩქარე, მ/წმ	58
ცხრილი 2.2 ატმოსფეროს განსაკუთრებული მოვლენები წლის განმავლობაში, დღე	58
ცხრილი 3.1 კენჭნარების გრანულომეტრიული შედგენილობა	63
ცხრილი 3.2 გრუნტის ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგები	72
ცხრილი 3.3 ქვიშნარის გრანულომეტრიული შედგენილობა	90
ცხრილი 3.4 გრუნტის ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგები	91
ცხრილი 5.1 გრუნტის ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგები	130
ცხრილი 5.2 კენჭნარების გრანულომეტრიული შედგენილობა	131
ცხრილი №5.3 წყლის ქიმიური ანალიზი	134

ნახაზების ნუსხა

ნახაზი 1.1 ცხრა სართულიანი სახლის ქვაბულის მომზადებისათვის ქვაბულის მომზადება	23
ნახაზი 1.2-ზე ნაჩვენებია ფუძე გრუნტის ბუნებრივი სიმკვრივის ცვლილება სიღრმეზე	26
ნახაზი 1.3. ინექტორების განლაგების სქემა და სილიკატიზაციით გამაგრებული მასივი	32
ნახაზი 1.4 კუთრი შეჭიდულობის განსაზღვრა	42
ნახაზი № 3. 1. შურფი №1	65
ნახაზი № 3.2. შურფი №1-ის ლითოლოგიური ჭრილი	66
ნახაზი № 3.3 მოედნი გეოლოგიური ჭრილი	67
ნახაზი № 3.4 მოედნის ტოპო-გეგმა	68
ნახაზი № 3. 5 ცდა კომპრესიაზე შურფი № 1 (I სადარბაზო)	75
ნახაზი № 3. 6 ცდა კომპრესიაზე შურფი № 2 (X სადარბაზო)	76
ნახაზი № 3. 7 ძვრაზე გამოცდის შედეგები შურფი № 1 (I სადარბაზო)	77
ნახაზი № 3. 8 ძვრაზე გამოცდის შედეგები შურფი № 2 (X სადარბაზო)	78
ნახაზი № 3.9 შურფ-ჭაბურღილი (I სადარბაზო)	79
ნახაზი № 3.10 ლითოლოგიური ჭრილი (I სადარბაზო)	80
ნახაზი № 3.11 მოედნის გეოლოგიური ჭრილი (I სადარბაზო)	81
ნახაზი № 3.12 შურფ-ჭაბურღილი (X სადარბაზო)	82
ნახაზი № 3.13 ლითოლოგიური ჭრილი (X სადარბაზო)	83
ნახაზი № 3.14 მოედნის გეოლოგიური ჭრილი (X სადარბაზო)	84
ნახაზი № 3.15 მოედნის ტოპო-გეგმა	85
ნახაზი № 3.16 შენობის გეგმაზე გამონამუშევრების დატანით	95
ნახაზი 3. 17 შურფი № 1 ნიშნული -2.60	96
ნახაზი 3. 18 შურფი № 2 ნიშნული -1.10	97
ნახაზი 3. 19 შურფი № 3 ნიშნული -2.00	98
ნახაზი 3. 20 შურფი № 4 ნიშნული -2.20	99

ნახაზი 3. 21 შურფი № 5 ნიშნული -1.37	100
ნახაზი 3. 22 მოედნის გეოლოგიური ჭრილი I-I	101
ნახაზი 3. 23 მოედნის გეოლოგიური ჭრილი II-II	102
ნახაზი 3.24 ცდა კომპრესიაზე შურფი 1	103
ნახაზი 3.25 ცდა კომპრესიაზე შურფი 2	104
ნახაზი 3.26 ცდა კომპრესიაზე შურფი 4	105
ნახაზი 3.27 ძვრაზე გამოცდის შედეგები შურფი № 1	106
ნახაზი 3.28 ძვრაზე გამოცდის შედეგები შურფი № 2	107
ნახაზი 3.29 ძვრაზე გამოცდის შედეგები შურფი № 4	108
ნახაზი 4.1 მაქსიმალური სიმკვრივის და ოპტიმალური ტენიანობის გრაფიკი	114
ნახაზი 4.2 გასამაგრებელი გრუნტის დაჭირხვნის სქემა.	122
ნახაზი 4.3 გასამაგრებელი გრუნტის შეჭირხვნის სქემა.	123
ნახაზი 4.4 გასამაგრებელი გრუნტის ჩატარებული კომპრესიის ცდის გრაფიკი	124
ნახაზი 5.1 შურფი № 1 კომპრესიის ცდის შედეგების გრაფიკი	136
ნახაზი 5.2 შურფი № 1 კომპრესიის ცდის შედეგების გრაფიკი	137
ნახაზი 5.3 შურფი № 1 კომპრესიის ცდის შედეგების გრაფიკი	138
ნახაზი 5.4 შურფი № 1 ძვრაზე გამოცდის შედეგები	139
ნახაზი 5.5 შურფი № 1 ძვრაზე გამოცდის შედეგები	140
ნახაზი 5.6 შურფი № 1 ძვრაზე გამოცდის შედეგები	141
ნახაზი 5.7 შურფი №1	142
ნახაზი 5.8 შურფი №2	143
ნახაზი 5.9 შურფი №3	144

შესავალი

თემი 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 - სადირკვლის დაპროექტებისას აუცილებლად გასათვალისწინებელი 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.

სადოქტორო ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს გამაგრებული იქნას ფუძე-სადირკვლები ადგილობრივი გრუნტით, რომელიც სხვა მეთოდებთან შედარებით იძლევა დიდ ეკონომიურ ეფექტს.

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

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

ნაშრომის შინაარსი 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 გავრცელებული და ძველი მეთოდია. გრუნტის დატკეპნა ხდება ხელოვნურად ლითონის შტამპების საშუალებით. შტამპს აქვს პირამიდალური კვეთი იგი დარტყმას ახორციელებს გარკვეულ სიღრმიდან.

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

გ. გრუნტის გამაგრება გამოწვით - თუ ლიოსი 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. ეს პროცესი ხდება ქვაბულში. ამისათვის იქ

სადაც უნდა გამაგრდეს გრუნტი, გაყავთ ჭაბურღილები საჭირო სიღრმემდე. ჭაბურღილის დიამეტრი შეადგენს 15-20 სმ-ს. ჭაბურღილის გამოწვა ხდება საჭირო სიღრმემდე. საწვავ მასალად უმთავრესად გამოყენებულია ბუნებრივი გაზი. გამოწვა ხდება ქვემოდან ზემოთ ეტაპებად. პირველი ეტაპი ყველაზე ქვედა ეტაპია.

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

ე. გრუნტის გამაგრება ცემენტიზაცია მეთოდი - ცემენტიზაციის მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ დაბზარულ-დანაპრიანებულ კლდოვან ქანში და მსხვილნამტვრევანი გაბურღულ ბურღილებში წნევის ქვეშ იჭირხნება ცემენტის ხსნარი, რომლის კონსისტენციაა 1:10 და 1:5 ცემენტის ხსნარი, რომელიც ავსებს გრუნტის ფორებს და ქანს აძლევს წყალშეუღწევად თვისებას და ზრდის მის სიმტკიცეს.

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

მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, 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, ლეზიანი და ლამიანი გრუნტები, ცნობილია, რომ აღნიშნული გრუნტის დაბალი სიმტკიცე განპირობებულია იმით, რომ ისინი ბუნებრივ პირობებში იმყოფებიან წყალგაჟეკნთილ მდგომარეობაში. ცნობილია, რომ თუ გრუნტს რაიმე მეთოდით მოვაშორებთ წყალს ამ შემთხვევაში მათი სიმტკიცე მატულობს.

თ. ლიოსების წინდაწინ დასველების მეთოდი - ამ შემთხვევაში იქ სადაც უნდა აშენდეს შენობა ლიოსებურ გრუნტებს წინდაწინ ასველებენ. მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში უბანზე სადაც უნდა აშენდეს შენობა გაყავთ 10მ 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 დაჯდომები. 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 ნივთიერებას.

ფისებიდან ყველაზე ფართო გამოყენება ჰპოვა კარბომიდნის ფისებმა. კარბომიდნის 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 დაუმლელი სტრუქტურის გრუნტები. მას შემდეგ როდესაც გრუნტი გაიჟღინთებოდა ფისით. ნიმუში გადაჰქონდათ ჭრის ხელსაწყოში და საზღვრავდნენ მის შეჭიდულობას.

კ. გრუნტის გამაგრება ცემენტის ქვებით - მეთოდი წარმოდგენილია თუჯი ფირმის `შეტბა--ის მიერ. გრუნტის გამაგრება ძირითადად ვხვდება დატორფილი და გალებებული გრუნტებში, რომლებიც გამოირჩევიან სიმტკიცის დაბალი მაჩვენებლებით. 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-ს, შემდეგ ინექტორი დააქვთ სხვა ადგილზე და იქაცა 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 დეპრესიების 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.

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.

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

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 - 23.0C. წლის ყველაზე თბილი თვე აგვისტოა, საშუალო ტემპერატურით 24.0C.

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 უმრავლესობა ფუძე-გრუნტები წარმოდგენილია თიხოვანი გრუნტებით. ასეთი გრუნტების თვისების თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მშრალ მდგომარეობაშია ისინი ხასიათდებიან საკმაოდ მაღალი სიმტკიცის მაჩვენებლებით, ხოლო როდესაც ხდება ფუძე-გრუნტებს გაწყლიანება მათი სიმტკიცის მაჩვენებელი ეცემა და ხდება შენობის დეფორმაცია. ჩვენ მაგალითის სახით მოვიყვანთ რამოდენიმე დემორმურებული სახლი, კერძოდ:

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

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

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

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

მშენებლობის დროს აუცილებელია, უზრუნველყოთ მათი მდგრადობა და სიმტკიცე. ეს შეიძლება განხორციელოთ 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, რომლის დროსაც გრუნტი იტკუპნება სრულყოფილად.

ტენიანობას, რომელიც უზრუნველყოფს მოცემული სამუშაოს დროს გრუნტის მაქსიმალური სიმკვრივეს, ოპტიმალური ტენიანობა ეწოდება.

შენობა-ნაგებობების ექსპლუატაციის პერიოდში საძირკვლებში გაჩნდა გრუნტის წყლები, როგორც კვლევებმა გვიჩვენა აღნიშნული წყლები ტექნოგენურ სახეს ატარებს, ე.ი. იგი წარმოიშვა დაზიანებული კომუნიკაციებიდან წყლის კარგვის შედეგად, თუმცა იმასაც ავლნიშნავთ, რომ ზოგიერთ ადგილებში მოხდა წყლის დონის აწევაც.

ამ მეთოდის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში:

ვთქვათ გასამაგრებელი 10მ-ია სიგრძის ფუძე-გრუნტი, ჩვენ მას ვამაგრებთ ჭადრაკული წესით. ამისათვის გაგვყავს შენობის საძირკვლის ქვეშ შურფი. შემდეგ გამოგვაქვს დაზიანებული გრუნტი, რომელსაც ვაფხვიერებთ და ვაჩერებთ მას 2 დღე-ღამის, რათა თანაბრად განაწილდეს ტენიანობა, შემდეგ შეგვაქვს დაშლილი გრუნტს ვყრით 40 სმ ფენის სიმძლავრით, მცირედ დავკეპნით ხელის საკეპნი და შემდეგ ვაწვებით დომკრატით და განვითარებთ გრუნტზე წნევის საშუალებით. პრაქტიკულ სამუშაოებს წინ უსწრებ მთელი რიგირ ლაბორატორიული ცდები.

მეხუთე თავი - საწარმოო ცდები ქ. თბილისში მაისურაძის ქუჩაზე მექანიკური საამქროს ადმინისტრაციული კორპუსის დეფორმირებული

კედლის გამაგრება დაწნეხვა-შეწნეხვის მეთოდით

როგორც ავღნიშნეთ ადმინისტრაციული კორპუსის კედლის ერთი ნაწილი სამხრეთ-აღმოსავლეთი კუთხე დეფორმირებულია, რის შედეგადაც მზიდ კედლებს 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 წყლით დასველება იყო.

კედელთან გავიყვანეთ შურფი, რომელიც დაყვანილი იქნა ჩვენს მიერ კენჭნარამდე, შურფი ჩაღრმავდა კენჭნარში კიდეც 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 სატეპნით დაიტკეპნა და შემდეგ მოხდა მისი დატკეპნა დომრატის საშუალებით. საჭირო იყო დადგენილიყო გრუნტის მაქსიმალური დაწოლა (P_{max}) ამიათვის გაანგარიშებული იქნა ფუძეზე მოსული დატვირთვა.

თავი I. ფუძე-გრუნტების შემამკვრივებელი მეთოდების თანამედროვე მდგომარეობით

მრავალი შენობა-ნაგებობათა დეფორმაციების მოწმე ვართ, რომელთა უმეტესობა მოითხოვს ფუძე-გრუნტების გამაგრებას.

შენობა-ნაგებობების ექსპლუატაციის პერიოდში სამირკვლებში გაჩნდა გრუნტის წყლები, როგორც კვლევებმა გვიჩვენა აღნიშნული წყლები ტექნოგენურ სახეს ატარებს, ე.ი. იგი წარმოიშვა დაზიანებული კომუნიკაციებიდან წყლის კარგვის შედეგად, თუმცა იმასაც ავლნიშნავთ, რომ ზოგიერთ ადგილებში, მოხდა გრუნტის წყლების დონის აწევა, რამაც გამოიწვია ფუძე-გრუნტების დასველება.

მოგეხსენებათ არსებობს ფუძე-გრუნტების გამაგრების სხვადასხვა საშუალებები, როგორცაა:

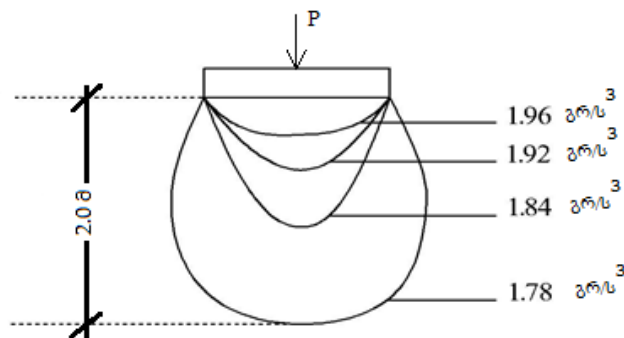
1.1 გრუნტის ზედაპირული დატკეპნა.

აღნიშნული მეთოდი ყველაზე გავრცელებული და ძველი მეთოდია. გრუნტის დატკეპნა ხდება ხელოვნურად ლითონის შტამპების საშუალებით. შტამპს აქვს პირამიდალური კვეთი იგი დარტყმას ახორციელებს გარკვეულ სიღრმიდან. ამისთვის შტამპი გამოზომულია ექსკავატორის ჩამჩაზე. ეს უკანასკნელი შტამპს წევს მაღლა და გარკვეული სიმაღლიდან ხორციელდება შტამპის დარტყმა გრუნტზე. იმისთვის, რომ დატკეპნა იყოს ეფექტური წინდაწინ უნდა იყოს ცნობილი, თუ რა სიმკვრივემდე უნდა მივიყვანოთ გრუნტი, რომ დატკეპნა იყოს ხარისხიანი. ამისთვის გრუნტის ნიმუშები აღებულია საკვლევი ობიექტიდან და გამოკვლეულია მათი დატკეპნის ხარისხი. ამისთვის გრუნტს აძლევენ სხვადასხვა ტენიანობას და ტკეპნიან ლაბორატორიაში. ამ შემთხვევაში უნდა განისაზღვროს გრუნტის ოპტიმალური ტენიანობა. გრუნტის ოპტიმალური ტენიანობა არის ის ტენიანობა, როდესაც გრუნტის დატკეპნა უნდა შეესაბამება ნორმებს მინიმალური დარტყმებით, ე.ი. გრუნტი დაიტკეპნა მინიმალური დარტყმებით. ამ საკითხს ყურადღებას ვაქცევთ იმიტომ, რომ ჩვენ შეგვიძლია დარტყმები ხანგრძლივად გავაგრძელოთ და გრუნტმა მიიღოს

ნორმების შესაბამისი სიმკვრივე, მაგრამ ამ შემთხვევაში დიდი რაოდენობის დარტყმა უნდა განვახორციელოთ, რაც არ არის მიზანშეწონილი. ამრიგად როდესაც სამშენებლო მოედანზე ვიწყებთ გრუნტის დატკეპნას ჩვენთვის უკვე ცნობილია რა სიმკვრივემდე უნდა დაიტკეპნოს გრუნტი.

დიდი მნიშვნელობა აქვს თუ რა სიღრმეზე იტკეპნება გრუნტი, ამ მეთოდს ეწოდება გრუნტის ზედაპირული დატკეპნა, იმიტომ რომ იგი ვერ აღწევს დიდ სიღრმეზე. როგორც მრავალჯერის ცდამ აჩვენა გრუნტის ზედაპირული დატკეპნა ვრცელდება ზედაპირიდან $2 \div 2.5$ მეტრ სიღრმეზე, უფრო ღრმა სიღრმეზე კი გრუნტის დაუტკეპნავი რჩება. ნახ.1.1.-ზე მოცემულია ქალაქ რუსთავში, რუსთაველის ქუჩაზე 9 სართულიანი სახლის ქვაბულის მომზადებისთვის გრუნტის დატკეპნის შედეგად, მშრალი გრუნტის ბუნებრივი სიმკვრივის ცვლილებით ხასიათდება.

გრუნტის საწყისი ბუნებრივი სიმკვრივე შეადგენდა 1.77 გ/სმ^3 . ამრიგად დატკეპნის სიღრმე დაახლოებით 9 მ-ს შეადგენს.



ნახაზი 1. ცხრა სართულიანი სახლის ქვაბულის მომზადებისათვის ქვაბულის მომზადება

წინასწარ უნდა განისაზღვროს გრუნტის ზედაპირული დატკეპნის ხარისხი, რომელიც როგორც ავლნიშნეთ აღწევს 2.5მ სიღრმეზე. ლაბორატორიული გამოკვლევებით დგინდება, მოგვცემს თუ არა გრუნტი გამაგრების სასურველ შედეგს.

გრუნტის ზედაპირული გამკვრივება პრაქტიკულად გამოყენებული იყო ქალაქ რუსთავში ლიოსისებური გრუნტების გასამაგრებლად და ქალაქ

თბილისში მრავალ ობიექტზე. ქალაქ რუსთავში, იგი გამოყენებული იქნა ცხრა სართულიანი საცხოვრებელი სახლების ფუძის გამაგრებისთვის რუსთაველის და სტალინის ქუჩებზე. რაც შეეხება თბილისში იგი ძირითადად გამოყენებული იქნა გლდანისა და საბურთალოს რაიონებში საცხოვრებელი და ადმინისტრაციული დანიშნულების შენობის ფუძე-გრუნტების გამაგრებისთვის. რუსთავში გამაგრდა ლიოსისებური ჩაჯდომადი გრუნტები, ხოლო თბილისში ჩაჯდომადობით გრუნტები არ ხასიათდებოდნენ, მაგრამ ჰქონდათ ძალიან დაბალი სიმკვრივე და გრუნტის სიმტკიცის მაჩვენებლები. მაგალითად საბურთალოზე ცხრა სართულიანი სახლის ფუძე-გრუნტების სიმტკიცის მაჩვენებლები შემდეგნაირი იყო. მშრალი გრუნტის სიმკვრივე შეადგენდა 1.39 გ/სმ³. დატკეპნის შემდეგ იგი გაიზარდა და შეადგენდა 1.55 გ/სმ³. ასევე გაიზარდა სიმტკიცის მაჩვენებლები, გრუნტის შიგა ხახუნის კუთხე შეადგენდა 140, გაიზარდა 200-მდე, ხოლო კუთრი შეჭიდულობა შეადგენდა 0.16 კგ/სმ² და გაიზარდა 0.45 კგ/სმ²-მდე. ჩვენ ვიანგარიშეთ გრუნტის საანგარიშო წინალობა გაუმაგრებელი გრუნტებისთვის, რომელმაც შეადგინა 1.4 კგ/სმ², ხოლო დატკეპნილი გრუნტის საანგარიშო წინალობა შეადგინა 3,0 კგ/სმ². აღსანიშნავია, რომ გრუნტის დატკეპნამ გააუმჯობესა არა მხოლოდ სიმკვრივის მაჩვენებლები, არამედ სხვა მაჩვენებლებიც. განსაკუთრებით შევეხებით გრუნტის წყალგაუმტარიანობას. ამ საკითხს განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ორივე ქალაქისთვის იმიტომ, რომ როგორც წესი აღნიშნულ რეგიონებში გრუნტი თაბაშირ შემცველია, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ფუძეში გრუნტის წყლების მოქმედების შედეგად ფილტრაციური - სუფოზიური პროცესები. აღნიშნული პროცესები განსაკუთრებით საშიშია, როდესაც საქმე გვაქვს გრუნტებთან, რომლებიც ხასიათდებიან მაღალი ფილტრაციის კოეფიციენტით. ორივე რეგიონში გრუნტები ხასიათდებიან მაღალი ფილტრაციის კოეფიციენტით. იგი შეადგენდა საშუალო $1 * 10^{-3} \div 1 * 10^{-4}$ სმ/წმ.

დატკეპნის შედეგად კი გრუნტი თითქმის წყალგაუმტარი გახდა მათი ფილტრაციის კოეფიციენტი $K < 1.10$ -სმ/წმ.

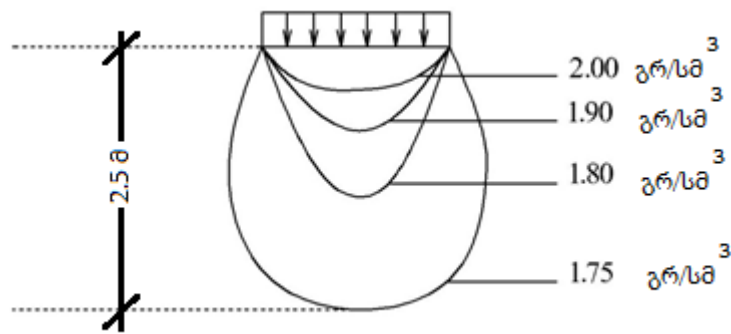
ამრიგად დატკეპნამ ფუძე-გრუნტში სუფოზიური პროცესები განავითარების საკითხი მოხსნა. ძირითადი საკითხი, რომელიც დატკეპნის მეთოდს უარყოფითად ახასიათებს ეს არის დატკეპნის არასაკმარისი სიღრმე.

1. 2. საძირკვლის მოწყობა გრუნტის დატკეპნა- ჩატკეპნის წესით.

როგორც ავლიშნეთ, გრუნტის ზედაპირული გამაგრებისას ბრტყელი შტამპი ეცემა ფუძის ზედაპირს გრუნტის დატკეპნისას.. პირველ შემთხვევაში დატკეპნილ გრუნტს ვიღებთ, რაც აძვირებს მშენებლობას ამიტომ დამუშავებული იქნა ახალი მეთოდი საძირკვლის მოწყობა გრუნტის დატკეპნა-ჩატკეპნით. ზოგი მათ ამოტკეპნის მეთოდს უწოდებს. ჩვენი აზრით ხდება გრუნტის ჩატკეპნა. მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში: ამზადებენ საძირკვლის ფორმის შტამპს. იგი ძირითადად ლითონისაა, პირამიდალური ფორმისაა და ახდენენ იგივე ექსკავატორის საშუალებით, ზემოთ აღნიშნული წესით გრუნტით დატკეპნა-ჩატკეპნას. შტამპი თანდათანობით იყრება 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. ასეთი წესით გაკეთდა გრუნტის ჩატკეპნა ქალაქ ცხრინვალში 1978 წელს 6 სართულიანი შენობის ქვაბულის მომზადებისათვის. სამუშაოებში მონაწილეობდა კათედრის ასპირანტი. დატკეპნა ხდებოდა სპეციალური ლითონის შტამპით, რომელსაც ჰქონდა პირამიდალური ფორმა. შტამპი გრუნტში აკეთებდა ქვაბულს, რომლის

სიმაღლე იყო 0.8მ. შტამპის სიგანე წვეროში შეადგენდა 0.4მ, ხოლო ძირში 0.6მ-ს. როგორც აღნიშნეთ ვიდრე ქვაბულის ჩატკეპნა მოხდებოდა შესწავლილი იყო გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები. საკვლევი გრუნტი დელუვიურ-პროლუვიური წარმოშობისა იყო. მათი ძირითადი თვისებები მოცემულია ქვემოთ:

1. ბუნებრივი ტენიანობა $-W = 18\%$
2. ბუნებრივი სიმკვრივე $-\rho = 1.75 \text{ გრ/სმ}^3$
3. ჩონჩხის სიმკვრივე $-e_s = 2.68 \text{ მ/სმ}^3$
4. მშრალი გრუნტის სიმკვრივე $-e_s = 1.48 \text{ გ/სმ}^3$
5. პლასტიურობის ზედა ზღვარი $-W_L = 30$
6. პლასტიურობის ქვედა ზღვარი $-W_L = 16$
7. პლასტიურობის რიცხვი $-I_p = 14$
8. გრუნტის შიგა ხახუნის კუთხე $-\varphi = 16^\circ$
9. კუთრი შეჭიდულობა $C = 0.26 \text{ კგ/სმ}^2$
10. დეფორმაციის მოდული $-E = 20 \text{ კგ/სმ}^2$



ნახაზ 1.2-ზე ნაჩვენებია ფუძე გრუნტის ბუნებრივი სიმკვრივის ცვლილება სიღრმეზე.

დატკეპნის შემდეგ აგებული იქნა დამოკიდებულება გრუნტის სიმკვრივის ცვლილებისა მოქმედ დატვირთვებთან.

თუ შევადარებთ აღნიშნულ მონაცემებს ზედაპირულ შემკვრივების მეთოდის მონაცემებს აშკარად, ჩანს რომ დატკეპნა-ჩატკეპნის მეთოდი უფრო ეფექტურია. იგი უფრო მეტ სიღრმეს ამკვრივებს გრუნტისას და აგრეთვე კარგად არის დატკეპნილი, რაც მთავარია წერტილოვანი

საძირკვლის ქვაბული აღარ მოითხოვს ხის სამუშაოებს ყალიბის მოსაწყობად ქვაბულში პირდაპირ ასხამენ ბეტონი.

ქვაბულიდან 0.5მ და 1.5მ სიღრმეზე აღებული იქნა ნიმუშები და განსაზღვრული იქნა მათი სიმტკიცისა და დეფორმაციის მაჩვენებლები. რომელიც მოყვანილია ცხრილ 1.1-ში

ცხრილი 1.1.

№	აიღება სიღრმიდან	შიგა ხახუნის კუთხე Φ°	შეჭიდულობა C კგ/სმ ²	ფორიანობის კოეფიციენტი e	დეფორმაციის მოდული E ₀	ფილტრაციის კოეფიციენტი K სმ/წმ
1	0.5	20	0.30	1.85	150	1·10 ⁻⁴
2	1.5	22	0.50	1.90	290	1·10 ⁻⁷

როგორც ამ მონაცემებიდან ჩანს გრუნტის სიმტკიცეებთან ერთად მკვეთრად იზრდება დეფორმაციის მოდულიც, ხოლო ფილტრაციის კოეფიციენტი კი თითქმის ნოლია.

როგორც მეთოდის ავტორი პროფ გ. კრუტოვი (ლ) აღნიშნავს მეთოდის გამოყენება შეზღუდულია. მაგალითად დატვირთვა კოლონაზე არ უნდა იყოს 100ტ-ზე მეტი. იგი არ გამოდგება დამლაშებულ და ტორფიან გრუნტისათვის, ხოლო ლამიან გრუნტებსა და ლამიან ქვიშნარებისათვის გამოდგება, თუ დენადობის მაჩვენებელი $I_L < 1$ _ ზე.

1. 3 გრუნტის გამაგრება გამოწვით.

აღნიშნულ მეთოდმა განსაკუთრებით დიდი გამოყენება ჰპოვა ლიოს გრუნტებში, როგორც ავღნიშნეთ ზედაპირული გამკვრივების მეთოდის უარყოფითი მხარეს წარმოადგენს მისი სიღრმეში შეზღუდულობა. როგორც ავღნიშნეთ გამაგრებული მასის სიმძლავრე 2.5 მეტრით განისაზღვრება.

ლიოსი გრუნტის სიმძლავრე კი ბუნებრივ პირობებში გაცილებით მეტია. თუ ლიოსი 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 ლიოსი გრუნტის გამაგრება გამოწვით. ეს პროცესი ხდება ქვაბულში. ამისათვის იქ სადაც უნდა გამაგრდეს გრუნტი, გაყავთ ჭაბურღილები საჭირო სიღრმემდე. ჭაბურღილის დიამეტრი შეადგენს 15-20 სმ-ს. ჭაბურღილის გამოწვა ხდება საჭირო სიღრმემდე. საწვავ მასალად უმთავრესად გამოყენებულია ბუნებრივი გაზი. გამოწვა ხდება ქვემოდან ზემოთ ეტაპებად. პირველი ეტაპი ყველაზე ქვედა ეტაპია. მაგალითად თუ საჭიროა გამოიწვას ლიოსი გრუნტი 10 მ სიღრმეზე, მაშინ გაზი შეაქვთ მილის საშუალებით 9.5 მ 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 ფაზა. ჭაბურღილის ცენტრში გრუნტი მაქსიმალურად იწვის, ხოლო რაც უფრო ვშორდებით ჭაბურღილის ცენტრს ინტენსიობა კლებულობს. როგორც ცდებმა აჩვენა გამოწვის დიამეტრი შეადგენს 2.5÷3 მ, რაც ნიშნავს იმას, რომ მივიღოთ გამომწვარი მასა ჭაბურღილი გაყვანილი უნდა იქნას ყოველ 4÷5 მ-ზე, რაც ძალიან შრომატევადია. ლიოს გრუნტების შემთხვევაში გამოწვის ძირითადი არსი გამოიხატება მასში, რომ გრუნტმა გამოიწვას იმდენად, რომ მან დაკარგოს ჩაჯდომადი თვისება. ამისათვის კი საჭიროა გრუნტი გამოიწვას გარკვეულ ტემპერატურაზე, ასეთ ტემპერატიურად როგორც მრავალგზის ცდებმა აჩვენა მიჩნეულია 800÷900⁰C. პროცესი თითქოს ძალიან გავს თიხის გამოწვას აგურის დამზადებისათვის, იმ განსხვავებით, რომ ამ შემთხვევაში გამოწვის ტემპერატურა უფრო დაბალია. არ შეიძლება მაღალი ტემპერატურის განვითარება იმიტომ, რომ მაღალ ტემპერატურაზე

ჭაბურღილის კედლები დნობას იწყებს, რაც ძლიერ ამცირებს გრუნტში აირის მოძრაობის სიჩქარეს. ეს კი უარყოფითად აისახება გრუნტის გამოწვის ხარისხზე და გამოწვის მოქმედების რადიუსზე, რომელიც მკვეთრად მცირდება.

გამოწვის დროს გრუნტის ტემპერატურის სამ ფაზას გამოყოფენ:

პირველი ფაზა არის აორთქლების ფაზა, ამ დროს გრუნტში არსებული წყლის მოცილება ხდება. თვითონ გრუნტში კი რაიმე პროცესების განვითარება არ ფიქსირდება.

მეორე ფაზა იწყება 2000-დან და აღწევს 6000-მდე ამ დროს გრუნტის მინერალურ, შესამჩნევი ცვლილებები ხდება განსაკუთრებით ეს შეეხება მინდვრის შტამპებს. ხდება მათი კრისტალური ჩარჩოს ნაწილობრივ დაშლა.

მესამე ფაზა არის გრუნტის გამოწვა 6000-8000 –ზე, აქ ძირითადი მასები ისეთია, როგორცაა მონტროლორიტი და კაოლინიტი გადადიან რბილ მდგომარეობაში. იშლება მათი კრისტალური მესერი და იღებს უფრო მდგრად ფორმას, ასევე ხდება დაბალ ტემპერატურიანი მინარევების გაღობა და შეცნობა, რაც საბოლოო ჯამში ამაგრებს მინარევების მესერს, რის შედეგადაც გრუნტები კარგავენ ჩაჯდომად თვისებს. ისინი გაქვავებული ხდებიან მტკიცე მესერით.

როგორც ავლნიშნეთ თუ ტემპერატურა კიდევ უფრო გაიზარდა, მაშინ იგი მინერალებს გაადნობს, რაც აურყოფითად აისახება გრუნტის გამაგრებაზე. როგორც გამოქვეყნებმა აჩვენა გამოწვის შედეგად გრუნტის ჩაჯდომადობა მთლიანად ისპობა. ასევე მკვეთრად იზრდება გრუნტის სიმტკიცის მაჩვენებლები დაახლოებით 70%-ით.

განსაკუთრებით საინტერესოა გამაგრებული გრუნტების ხანმედევობა დროში. სპეციალურმა ცდება, რომელიც ჩატარდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდროლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტში გვიჩვენა, რომ გრუნტები დიდი სიმტკიცეს ინარჩუნებენ ხანგრძლივი დროის მანძილზე. რაც შეეხება გამაგრებული

გრუნტის დასველებას და ამის შედეგად სიმტკიცის დაკარგვას, როგორც ცდება აჩვენა გამაგრებული გრუნტები დასველის შედეგად კარგავენ 10% სიმტკიცეს.

1. 4. გრუნტის გამაგრება სილიკატიზაციით მეთოდით

გრუნტების გამაგრების ეს მეთოდი ამჟამად საკმაოდ გავრცელებულია. გრუნტების გამაგრება წარმოადგენს ქიმიურ ხსნარების, ძირითადად სილიკატებს, გრუნტებზე ქიმიური ზემოქმედების შედეგას, ასეთ მეთოდს იყენებენ ქვიშებისა და ლიოსების გასამაგრებლად.

გრუნტების სილიკატიზაცია იყოფა: ორხსნარიან და ერთხსნარიანად. ორხსნარიანი სილიკატიზაციის მეთოდი გამოიყენება მშრალ და წყალნაჯერ მსხვილ და საშუალო სიმსხო ქვიშების გამაგრებისას, როცა გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტი იცვლება $K_f=2-80$ მ/დღე-ღამეში.

დღესდღეობით ცნობილია სილიკატიზაციის ორი ხერხი: ერთხსნარიანი და ორხსნარიანი, რაც დამოკიდებულია გრუნტში ქიმიური ხსნარის მეორე კომპონენტის ჩაწნევაზე (შეშვებაზე), შესაბამისად, მათ ერთხსნარიან და ორხსნარიან სილიკატიზაციას უწოდებენ. ძირითად ქიმიურ ხსნარად იყენებენ ნატრიუმ სილიკატს (Na_2OSiO_2), ხოლო მეორე ხსნარად ქლოროვანი კალციუმის ხსნარს ($CaCl_2$), რომლის ძირითადი დანიშნულებაცაა ქიმიური პროცესების დაჩქარება.

სილიკატიზაციის ტექნოლოგიის არსი მდგომარეობს შემდეგში: გრუნტში ჩაასობენ 19-38 მილ-ინექტორს აუცილებელ სიღრმეზე და მასში 5-6 ატმოსფერული წნევით ჩაწნევენ $1,13$ გმ/სმ³ კუთრი წონის (15%-იანი კონცენტრაციის) სილიკატის (თხევად მინას) ხსნარს. აღნიშნული ხსნარი მცირე სიბლანტისაა (1,5-2,5 სანტიპუაზი) და მიკრო და მაკროფორების მეშვეობით თანაბარზომიერად გაჟღენთს გრუნტს. ხსნარის გრუნტთან შეხებისას ქიმიური რეაქციის შედეგად გრუნტის მინერალურ ნაწილაკებზე

(კაპილარულ კედლებზე) წარმოიქმნება სილიციუმ მჟავას გელის აპლი; თაბაშირშემცველ ლიოსისებრ გრუნტს ნატრიუმ-სილიკატის ხსნართან ფიზიკურ-ქიმიური ურთიერთქმედებისას სწრაფი გამაგრების უნარი აქვს და ის იძენს დიდ სიმტკიცეს (3,0-3,3 კგ/სმ³), წყალმედვეობას, მჟავამედვეობას, არაჩაჯდომად თვისებებს და სხვა.

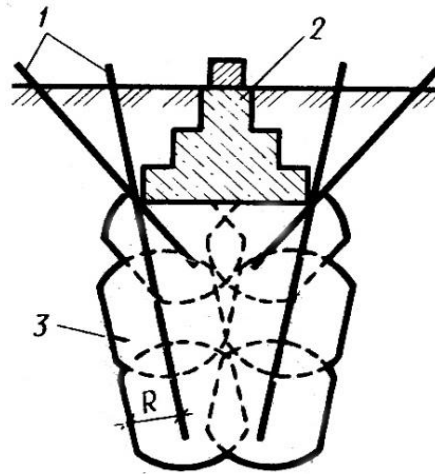
ერთხსნარიანი მეთოდით სილიკატიზაცია შეიძლება გამოყენებული იქნეს, როდესაც გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტი იცვლება 0,1-0,5-2,0 მ/დღე-ღამეში, ტენიანობის ხარისხი $C < 0,8$ და შთანთქმის მოცულობა ერთხსნარიან ტუტეში 100 გრამ მშრალ გრუნტზე 10 მგ/ეკვივალენტის ტოლია. სილიკატიზაცია დასაშვებია მხოლოდ იმ შრეებისათვის, რომლებიც იმყოფებიან გრუნტოვანი წყლის დონის ზემოთ და არ არიან გაბინძურებულები ნავთობპროდუქტებით. ერთი ინექტორით გრუნტის გამაგრების რადიუსი დამოკიდებულია გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტზე და პროექტის შედგენისათვის შეიძლება მიღებულ იქნეს ცხრილის მონაცემების საფუძველზე. ცხრილი 1.2

ცხრილი 1.2

ფილტრაციის კოეფიციენტი K_{ϕ} მ/დღე-ღამეში	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0
გრუნტის გამაგრების რადიუსი r, მეტრობით	0,3-0,4	0,4-0,6	0,6-0,9	0,9-1,0

სილიკატიზაციის შედეგად გრუნტის სიმტკიცე მნიშვნელოვნა იზრდება. მაგალითად: ქვიშების ზღვრული წინაღობა აღწევს 15-30კგ/სმ², მტვროვანი ქვიშების – 4-5კგ/სმ², ხოლო ლიოსების – 6-8კგ/სმ², ჩაჯდომადი თვისების სრული დაკარგვით.

სილიკატიზაცია ჩვეულებრივ პირობებში არაა უკუქცევადი მოვლენა, ასეთი წესით შემაგრებული გრუნტის სიმტკიცე დროის მიხედვით არ კლებულობს.



ნახ. 1.3. ინექტორების განლაგების სქემა და სილიკატიზაციით გამაგრებული მასივი: 1 – ერთი ინექტორით; 2 – ინექტორების ჭადრაკისებური განლაგება

1.5 გრუნტის გამგრება ცემენტიზაციის მეთოდი

ცემენტიზაციის მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ დაბზარულ-დანაპრიანებულ კლდოვან ქანში და მსხვილნამტვრევან გაბურღულ ბურღილებში წნევის ქვეშ იჭირხნება ცემენტის ხსნარი, რომლის კონსისტენციაა 1:10 და 1:05 (ცემენტ-წყალი) ხსნარი, რომელიც ავსებს მის ფორებსა და ქანს აძლევს წყალშეუღწევად თვისებას და ზრდის მის სიმტკიცეს.

კლდოვანი ქანების გამაგრების ყველა არსებულ მეთოდთან მშენებლობაში ცემენტაციის მეთოდმა ფართო გამოხმაურება 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; ასევე ქანის და ნაგებობათა ფუძის

შეკავშირების (შეუღლების) გასაუმჯობესებლად; მრავალწლიანი კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ქანების (გრუნტის) ცემენტაცია შესაძლებელია, როდესაც ბზარის სიგანე 10 მმ და მეტია. თანამედროვე პრაქტიკაში ცნობილია ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში რიგი შემთხვევები, როდესაც ცემენტაციის გამოყენება დაბზარულ სამთო ქანებში საგრძნობლად ამცირებს წყლის ფილტრაციას პლატინის ფუძიდან. ცემენტაციის გამოყენების გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ცემენტის ხარჯი მერყეობს 0.7-7.5 ტონა ერთ ლიტრ დაზოგილ წყალზე წყალსაცავში 1 წუთში. ამასთანავე, აღნიშნული ეფექტი გრძელდება ხანგრძლივი დროით.

ნაპრალოვან სამთო ქანებში, როგორც წესი, იყენებენ ცემენტაციას ფილტრ საწინააღმდეგო ფარდების შესაქმნელად.

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ ცემენტის ხსნარის მოძრაობა ბზარებსა და ფორებში შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ცემენტის მარცვლის სიდიდე 4÷5-ჯერ ნაკლებია ბზარის ან ფორის სიდიდეზე.

სადირკვლის არამტკიცე წყობის შემთხვევაში ხშირად იყენებენ ცემენტაციას, რისთვისაც სადირკვლის ქანს ხვრეტენ შლამბურით ან პერფორატორის საშუალებით (25 მმ ხვრელებს) და მასში ჩაიღებენ ლითონის მილაკი, საიდანაც ჩაიწნეხება ცემენტის ხსნარი 1:1 (ცემენტ-წყალი) 0.3÷0.5 მპა წნევის ქვეშ. იმ შემთხვევაში, როდესაც სადირკვლის ცემენტაციის ჩატარება შეუძლებელია, მიმართავენ სადირკვლის ბეტონით ან რკინაბეტონის გარსაცმი ჩასმას. ბეტონის გარსაცმის სისქე არანაკლები 15 სმ-ია. უმრავლეს შემთხვევაში იღებენ 20÷30 სმ-ს. რკინაბეტონის გარსაცმს მიმართავენ, როდესაც სადირკვლის მდგომარეობა არა დამაკმაყოფილებელია.

ცემენტაციის მეშვეობით მიმდინარეობს ფორების შევსება ცემენტის სუსპენზიის დაჭირხვნისას კლდოვან ქანებში მსხვილნამტვრევიანი გრუნტების, მსხვილი და საშუალო სიმსხო ქვიშოვანი მშრალი და წყალნაჯერი გრუნტების შესამაგრებლად, როდესაც გრუნტის ფილტრაციის

კოეფიციენტი იცვლება 80÷200 მ/დღე-ღამე ფარგლებში. ამ შემთხვევაში გრუნტის სიმტკიცე იზრდება 10-40 კგ/სმ²-მდე და უზრუნველყოფს გრუნტის წყალუქონადობას.

ცემენტაციას იყენებენ შენობა-ნაგებობათა ფუძეების გამაგრებისას (კაპიტალური მშენებლობისას, ასევე შენობა - ნაგებობათა რეკონსტრუქციის დროს); ფილტრაცია საწინააღმდეგო ფარდების შესაქმნელად; სამთო საქმეში, რათა შევუქმნათ ქანებს წყალუქონადობის თვისება; შახტების და გვირაბების მშენებლობისას და ა.შ. შესაძლებელია ცემენტაცია განხორციელდეს კლდოვან ქანებში, თუ ბზარების სიდიდე ქანში აღემატება 0.15-0.2 მმ და წყლის დინების სიჩქარე არ აღემატება 0.25 სმ/წმ. შემკვრივების შემდეგ იქმნება წყალუქონადი მონოლითი.

გრუნტში ინექტორის მეშვეობით ფოლადმტვერის ქვეშ იჭირხნება ცემენტის სუსპენზიის ხსნარი

$$\left(\begin{array}{l} \mathbf{w} \\ \text{---} = \mathbf{12 : 1 \text{ da } 6 : 1} \\ \mathbf{c} \end{array} \right)$$

ცემენტის მარკა და ხარისხი ინიშნება გრუნტის არსებული წყლების აგრესიულობის გათვალისწინებით.

მანძილი ბურღილებს შორის, ასევე ბურღილების რიგებს შორის, ინიშნება კუთრი მშთანთქმელობის სიდიდიდან გამომდინარე. გამაგრების რადიუსი 0.3÷1.5მ. ხსნარის ხარჯი

$$V \text{ ხსნრ.} = (0.15 \square 0.4) V \text{ შემკ.გრუნ. } n \text{ გრუნ.ფორ.}$$

სადაც V გამაგრ. გრუნტი _ გამაგრებული გრუნტის მოცულობა

n გრუნტ. ფორ. _ გრუნტის ფორიანობის კოეფიციენტი

1.6 გრუნტის გამაგრება ამონო კარბონიზაციის მეთოდით

უკანასკნელ დროს მსოფლიოში დიდ პოპულარობით სარგებლობს გრუნტების გამაგრების ქიმიური მეთოდები, რომლებიც ფუძე-გრუნტების საიმედო გამაგრების გარანტიას იძლევა. ზოგიერთ მეთოდს ჩვენ უკვე გავაცანით. გავეცნოთ ფუძე-გრუნტების გამაგრების ახალ მეთოდს, ამ რომლის ავტორი არის პროფესორი გ. ჭოხონელიძე. მეთოდი გ. ჭოხონელიძეს მიღებული აქვს საავტორო უფლება. საავტორო უფლება 1972წ.

ჩვენ ძირითადად გავეცანით ლიოსებური გრუნტების გამაგრების ისეთ მეთოდებს, როგორცაა სილიკატიზაცია, ცემენტიზაცია და სხვა. აღნიშნული მეთოდები გამაგრების კარგ შედეგებს იძლევიან, მაგრამ შედარებით ძვირია. საქმე იმშია არის, რომ ისინი უმეტესად იმდენად ძლიერ მოქმედებენ გრუნტის თვისებების გაუმჯობესებაზე, რომ ასეთი დიდი სიმტკიცის მარაგი არც კია საჭირო გრუნტისათვის, ხოლო იმ შემთხვევაში თუ გასამაგრებელი გრუნტი ხასიათდება დაბალი ფილტრაციის კოეფიციენტით, (<10-5სმ/წმ), მაშინ ხსნარები ეფექტურად ვერ შედიან გრუნტში. ასეთ შემთხვევაში გრუნტების გამაგრების გრუნტების გამაგრების კარგ შედეგს იძლევა ამონო კარბონიზაციის მეთოდი.

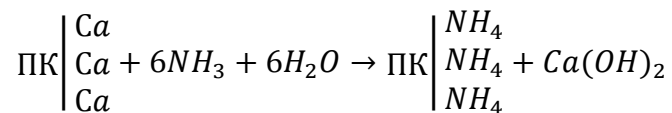
მეთოდის არსი მდგომარეობს იმასში, რომ ჩაჯდომად ლიოსისებურ გრუნტში გაბურღული ჭაბურღილიდან შეგვყავს წნევის საშუალებით 5% - იანი ამიაკის ხსნარი, ხოლო შემდეგ შეგვყავს მცირე წნევით ნახშირორჟანგი.

გრუნტის გამაგრების პროცესი სქემატურად შეიძლება გაიყოს ორ სტადიად:

1. გრუნტების ამონო კარბონიზაცია;
2. გრუნტების კარბონიზაცია;

პირველ სტადიაზე გრუნტების ამონიზაცია, რაც გამოისახება მასში რომ ამიაკი მოქმედებს გრუნტის შთანთქმულ კომპლექსზე. ცნობილია, რომ შთანთქმულ კომპლექსში საქართველოს ლიოსებრში გაბატონებული მდდგომარეობა უჭირავს ორვალენტიან Ca-ის . ვინაიდან გრუნტში შეგვაქვს ამიაკი, ამონიუმი, ვალენტობა არის NaO, ამიტომ იგი გამოიდენება Ca- ის

იონების შთანთქმულ კომპლექსიდან და მათ ადგილს დაიკავებს თვითონ. ამით მცირდება გრუნტის დიფუზური ფორმის სიმპლავრე და შეიძლება მარცვლის გარშემო უფრო მტკიცე გარემო, რომლის შედეგადაც და გრუნტის სიმტკიცე მატულობს. განთავსებული Ca-ის იონები კი იერთებენ წყლის იონებს და წარმოიშობა ჩამქრალი კირი Ca(OH)_2 , რომელიც დადებითად მოქმედებს გრუნტის სიმტკიცეზე სათანადო პირობებში ნაწილი Ca(OH)_2 , გადავიდეს CaCO_3 - ში. ამრიგად გრუნტში წარმოშო ნაერთები, რომლებიც გრუნტის სიმტკიცის ამაღლებენ. სქემატურად მიმდინარე რეაქციები შეიძლება შემდეგნაირად იქნას გამოხატული:

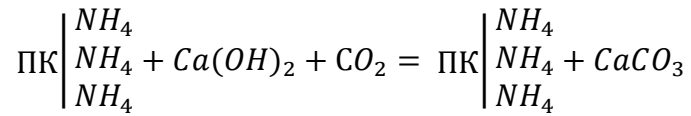


სადაც *PK* – შთანთქმულ კომპლექსს აღნიშნავს. აღსანიშნავია, რომ ამიაკი შეყავთ აირის სახით.

იმისათვის, რომ ფაქტია, იყოს სრულფასოვანი გრუნტის ბუნებრივი ტენიანობა არ უნდა იყოს 16-18 % მეტი. საქართველო პირობებში ლიოსებრი გრუნტების ბუნებრივი ტენიანობა, სწორედ ამ ფარგლებში იცვლება. აღსანიშნავია რომ, როცა ცდებმა აჩვენა ამიაკი უმჯობესია გრუნტში შეტანილი იქნას თხევადი სახით. ამიტომ ამიაკი გრუნტში შეტანილი იქნა 5%-ნი NH_4OH ხსნარის სახით. აქ ერთი პირობაც არის თუ გრუნტი ხასიათდება მეორე რიგის ჩაჯდომლობით (გრუნტის დაჯდომა დასველების შემდეგ ხდება გრუნტის საკუთრი წონითაც). ამ შემთხვევასი გრუნტი დასკვნებით მეორე რიგის ჩაჯდომადობიდან უკვე გადადის, პირველი, რიგის ჩაჯდომადობაში.

ამრიგად გრუნტში შეგვყავს მცირე წნევით ნახშირორჟანგი CO_2 .

მაშინ რეაქცია შემდეგნაირად გაგრძელდება:



ჩამქრალი კირი $\text{Ca}(\text{OH})_2$, გადადის კალციუმის კარბონატში, რომელიც წყალში თითქმის არ იხსნება (მიეკუთვნება წყალში ძნელადხსნარი მარილს) და აქვს საუკეთესო თვისებები, როგორც გრუნტის ცალკეული მარცვლების დამაკმაყოფილებელ ხასიათდება შეცემენტების დიდი უნარით.

1.7 ფუძის გამკვრივება გრუნტის დაყრით

მეთოდი გამოიყენება, როდესაც მშენებლობა მიმდინარეობს ისეთ სუსტ გრუნტებზე როგორც არის ქაობიანი, ლებიანი და ლამიანი გრუნტები, ცნობილია, რომ აღნიშნული გრუნტის დაბალი სიმტკიცე განპირობებულია 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. ცნობილია, რომ გრუნტში არჩევნ წყლის შემდეგ სახეებს ჰიგროსკოპული, აკური, კაპილარული და თავისუფალი წყალი.

ჰიგროსკოპული და აკური წყლის მოშორება გრუნტიდან მექანიკური მოქმედებით შეუძლებელია თავისუფალი წყლის მოშორება კი შესაძლებელია.

ცდის პრინციპი შემდეგია. იქ სადაც უნდა აშენდეს შენობა მაგალითად ოთხ სართულიანი ამოჭრიან ქვაბულს და ფუძე-გრუნტებს გააშიშვლებენ. ცნობილია, რომ ოთხ სართულიანი შენობის დატვირთვა ფუძეზე შეადგენს 2კგ/სმ^2 . გამომდინარე აქედან თუ ფუძეს წინდაწინ მივცემთ დატვირთვას 2კგ/სმ^2 -ის ტოლს. ფუძე ამ დატვირთვით შეიკუმშება ანუ

დატვირთვის შედეგად ფუძე-გრუნტები დაჯდებიან. დაჯდომისა და შეკუმშვის შედეგად ფუძე-გრუნტების სიმტკიცე გაიზრდება.

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

როგორც პრაქტიკამ გვიჩვენა ასეთი მეთოდით გრუნტის გამკვრივებისას იძლევა დადებით შედეგს. ფუძე-გრუნტებში ჯდომითი დეფორმაციები თითქმის ნოლს უტოლდება. ასევე იზრდება ფუძე-გრუნტების სიმტკიცე. მეთოდი წარმატებით იყო გამოყენებული გასული საუკუნის 90-იან წლებში, სუფსაში ნავთობისათვის ტერმინალების მშენებლობის დროს.

1. 8 ლიოსების წინდაწინ დასველების მეთოდი.

ამ შემთხვევაში იქ სადაც უნდა აშენდეს შენობა ლიოსებურ გრუნტებს წინდაწინ დასველებენ. მეთოდი გამოყენებული იქნა უკრაინაში და შედეგები დადებითი იყო. მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში უბანზე სადაც უნდა აშენდეს შენობა გაყავთ 10მ 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 დაჯდომები. საველე სამუშაოებს წინ უსწრებს გრუნტების ლაბორატორიული გამოცდები.

ტარდება გრუნტის გამოცდა ჩვეულებრივ ჩაჯდომებზე ცდები ხდება სხვადასხვა ვერტიკალური დატვირთვებზე. გრუნტის ვერტიკალური დატვირთვა იძლევა იმისდა მიუხედავად. თუ რა სიღრმეზეა იგი განთავსებული ბუნებრივ პირობებში. ვთქვათ იგი თუ 5მ სიღრმეზეა, მაშინ მასზე მოქმედებს გრუნტის ბუნებრივი დატვირთვა კგ/სმ² და ამ დატვირთვაზე ხდება ჩაჯდომადობაზე.

ცდის შემდეგ მოწმდება გრუნტის დაჯდომის სიდიდეა იმ დატვირთვაზე, რომელიც ფუძე-გრუნტებს ექნებათ შენობის აგების შემდეგ. თუ გრუნტის დეფორმაციის სიდიდე ნაკლებია ნორმებით დასაშვებ სიდიდეზე (მაგალითად საცხოვრებელი სახლების მშენებლობისათვის გრუნტის დაჯდომის სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს 8სმ-ს). თუ პირობა დაცული იქნება, შეიძლება უბნის ფუძე-გრუნტების ჩაჯდომის საწინააღმდეგო ღონისძიებები მიღებული იქნან პროვოცირების მეთოდი.

1. 9. გრუნტის გამაგრება ცემენტის ქვებით.

მეთოდი წარმოდგენილია თუჯი ფირმის `შეტბა~-ის მიერ. გრუნტის გამაგრებას ძირითადად ვხვდება დატორფილი და გალებებული გრუნტები, რომლებიც გამოირჩევიან სიმტკიცის დაბალი მაჩვენებლებით. მაგალითად გალებებული გრუნტები შიგა ხახუნის კუთხე 5÷6 შეადგენს, ხოლო კუთრი შეჭიდულობა აღემატება 0.2კგ/სმ². 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 გაკეთდა ზოგიერთ ტერმინალებს შორის დამატებით მისასვლელი გზები სწორედ აღნიშნული გზების გადასაყვანად იქნა გამოყენებული `შეტბა~-ს მიერ შემოთავაზებული გრუნტის გამაგრება.

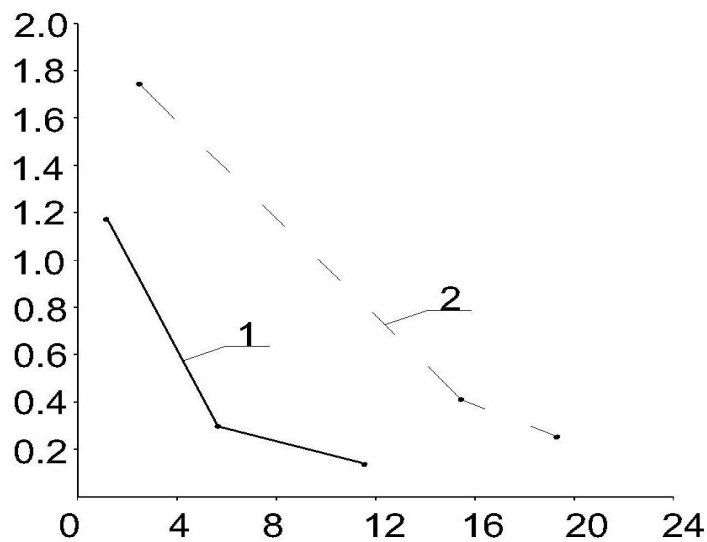
მეთოდის არსი შემდგომში მდგომარეობს, გრუნტში შეაქვთ ცემენტის ხსნარი ქვიში შენარევით, შეყვანა ხდება წნევით. ამისათვის სპეციალურ ავტოდანადგარებზე ხდება ხსნარის დამზადება და წნევის საშუალებით ხსნარის გრუნტში შეყვანა. ამისათვის გრუნტში ჩაუშვებენ ინექტორებს საჭირო სიღრმემდე, რის საშუალებითაც გრუნტის საჭირო წერტილს მიეწოდება წნევის ქვეშ ხსნარი მანქანაზე მოწყობილია კომპიუტერი, რომელიც ყველა `ბრძანებას~ ასრულებს. ხსნარი შედის გრუნტში და იქ შეკუმშავს გრუნტს და წარმოშობს ელიფსურ ან წრიულ ფორმის ცემენტის ფორმებს, რომელთა დიამეტრიც საშუალოდ შეადგენს 15-20 სმ-ს შემდეგ ინექტორი გადააქვთ სხვა ადგილზე და იქაცა მეორდება ცდა. წარმოიშობა კიდევ ახალი დიამეტრის სხეული, რომელიც დროთა განმავლობაში (მაქსიმუმ 5-6 დღე) გადაიქცევა ცემენტის ქვედა. ამრიგად საბოლოო ჯამში გრუნტი გამაგრდა პირველ რიგში იმთ, რომ წნევად შეკუმშვა არსებული სუსტი გრუნტი, რითაც გაიზარდა სუსტი გრუნტის სიმკვრივე, რამაც გაზარდა კიდევ გრუნტის სიმტკიცის მაჩვენებლები, შიგა ხახუნის კვეთს და კუთრი შეჭიდულობა – C. ფუძეში გრუნტის გამკვრივების სიმძლავრე დამოკიდებულია დატვირთვებზე. ვინაიდან სამუშაოები წარმოებდა გზის საუშაოებისათვის. ფუძის გამკვრივების სიღრმე 2 მეტრს არ აღემატებოდა, რაც სრულად საკმარისი აღმოჩნდა იმისათვის, რომ ტერმინალთან მისასვლელი ექსპლუატაციისათვის გზას საექსპლუატაციო პირობები დაეკმაყოფილებინა.

1. 10. გრუნტის გამაგრება ფისებით

აღნიშნული მეთოდი ახალია და იგი ფართოდ არის გამოყენებული რუსეთის პირობებში. ფისები საერთოდ წარმოადგენს ორგანულ ნივთიერებას. მაგალითად გრუნტებში ყველაზე ხშირად გამოყენებულია კაბომიდის ფისი. მათი თვისება გარდა იმისა, რომ იცავს გრუნტის ნაწილაკებს დეჰიდრატაციისაგან. პირიქით მისი თვისება მოახდინოს გრუნტის

ცალკეული ნაწილაკების შეკავშირება. ამრიგად ფისებით გამაგრება უზრუნველყოფს გრუნტის სიმტკიცის (შეჭიდულობის ძალების) გაზრდის და უზრუნველყოფს წყალთან ურთიერთქმედებისას მის წყალმედევობას.

როგორც ავლნიშნეთ ყველაზე ფართო გამოყენება პოვა კარბომიდის 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, მხოლოდ ავლნიშნავთ, რომ ფილტრაციაზე იცდებოდა დაუშლელი სტრუქტურის გრუნტები. მას შემდეგ როდესაც გრუნტი გაიჟღინთებოდა ფისით. ნიმუში გადაჰქონდათ ჭრის ხელსაწყოში და საზღვრავდნენ მის შეჭიდულობას. ნახაზ 1.4-ზე მოცემულია ერთერთი ცდის შედეგი. გრუნტის შეჭიდულობის ძალას საზღვრავდნენ ე.წ. რვიანების საშუალებით, ეს არის ხელსაწყო, რომელიც უზრუნველყოფს დაუშლელი სტრუქტურის გრუნტებიდან განსაზღვრული იქნას გრუნტის კუთრი შეჭიდულობა - C ჭრის ხელსაწყოს გარეშე.



ნახაზი 1.4 კუთრი შეჭიდულობის განსაზღვრა

1 - გამაგრებული ნიმუში

2 - გაუმაგრებელი ნიმუში

როგორც ნახაზიდან ჩანს გრუნტების კარბომიდის გამაგრების შედეგად, კუთრი შეჭიდულობა C იზრდება, რაც საბოლოო ჯამში იწვევს გრუნტის სიმტკიცის გაზრდას.

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

თავი 2. ქალაქ თბილისის ტერიტორიის ბუნებრივი პირობები

2.1 გეომორფოლოგიური და ჰიდროლოგია

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 ქვაბულისმაგვარი 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 დეპრესიების 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.

მამადავითის და წყნეთის ამაღლების მთისძირებთან მდინარე ვერეს ღრმა ხეობაა გაჭრილი.

სოფელ დიღმის ამაღლებათა სისტემაში განვითარებულია ერთმანეთის პარალელური საბურთალოს, ლისის და დიღმის დეპრესიები.

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

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.

ყველა ჩამოთვლილი ამაღლება მდინარე მტკვრის კალაპოტის პარალელურია; მათი ფერდობები დანაწევრებულია მრავალრიცხოვანი ხევებით, რომელებიც ამაღლებებს პატარა ქედების ფორმას აძლევს, ხოლო ეს ქედები თანდათანობით დადაბლებული ცალკეული მწვერვალების სისტემისაგან შედგება.

ჩამოთვლილი ამაღლებების გადაღმა ყოფილი მარილიანი ტბების საკმაოდ ფართო დეპრესია მდებარეობს, რომელიც მდინარე მტკვრის დინების პარალელურია. ამჟამად დეპრესია „თბილისი ზღვით“ არის დაკავებული.

მდინარე მტკვრის ხეობის ორივე ფერდობი დატერასებულია.

ქალაქის ფარგლებში ჭალის ტერასის ჩათვლით სულ 6 ტერასა არის განვითარებული. უფრო მკაფიოდ ტერასები დიდ ფართობზე მარცხენა სანაპიროზე გამოკვლეული. მარჯვენა სანაპიროზე ისინი წყვეტილი ზოლების სახით ვრცელდება, რადგანაც ერთმანეთისაგან ხევებით არიან განცალკავებული.

მდინარე მტკვარი განსახილველ რაიონში ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ მიედინება. მდინარის კალაპოტის სიგანი 100÷200 მეტრი, მეტების ციხეთან 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, თოვლით და წვიმებით კვების ტიპს მიეკუთვნება.

ქალაქის ფარგლებში მდინარე მტკვრის მარჯვენა მნიშვნელოვან შენაკადებია მდინარე ვერე და მდინარე დიღმისწყალი. მდინარე ვერე მდინარე მტკვარს გმირთა მოედნის ახლოს ერთვის, ხოლო მდინარე დიღმისწყალი - დიდუბის ხიდთან. ორივე მდინარეს მერიდიანული მიმართულება აქვს. მათი სათავეები ქალაქიდან შორს, თრიალეთის ქედის კალთებზე მდებარეობს. ქალაქის ფარგლებში მდინარე ვერე შენაკადებს ღებულობს ნაკადულების სახით, რომლებიც ხევებში მიედინება - ვარაზის ხევი (მიედინება მდინარე ვერეში ვაკის რაიონში).

მდინარე მტკვრის ნაკლებად მნიშვნელოვანი შენაკადებია მდინარე დაბახანისწყალი, რომელიც მდინარე მტკვრის თბილისის თერმული წყაროების რაიონში ერთვის და მდინარე ტაბახმელას წყალი, რომელიც მდინარე მტკვარს ორთაჭალაში უერთდება.

ქალაქის ფარგლებში მდინარე მტკვრის მარცხენა მნიშვნელოვანი შენაკადებიდან, უნდა აღინიშნოს მდინარე გლდანი და მდინარე ხევძმარი, რომელიც მდინარე მტკვარს რკინიგზის სადგურ ავჭალასთან ერთვის და მდინარე საცხენისწყალი, რომელიც ნავთლუდის დაბლობს ჰკვეთს.

გარდა ზემოთ აღწერილი მდინარეებისა, როგორც ზემოთ არის

აღნიშნული, თბილისში ტბებიც გვხვდება ერთი ნავთლულთან ახლოს მდებარეობს „თბილისის ზღვა“ სახელწოდება ცნობილი ცალკე ტბითაა წარმოდგენილი ლისის და კუს ტბები.

ლისის ტბას უჭირავს არაღრმა დეპრესია ლისის მასივის თხემზე. დეპრესიის სიგრძე 0.96კმ-ია, სიგანე 0.75 კმ. წყლის სარკის ფართობი 0.47 კმ²-ია, სიღრმე საშუალოდ -2მ. წყალშემკრები აუზის ფართობი 16კმ².

კუს ტბას უჭირავს ტექტონიკური ღრმული დავითის მთის ჩრდილოეთ ფერდობზე. ტბის სიგრძე 200 მ-ია, სიგანე -100 მ, წყლის სარკის ფართობი - 0.02 კმ², მისი მაქსიმალური სიღრმე 2მ-ია.

თბილისის ზღვას უჭირავს ფართო ჩაკეტილი დეპრესია, რომელიც ქალაქის ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან შემოსაზღვრელი ვრცელდება ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისკენ; მისი სიგრძე -9/0 კმ-ია, მაქსიმალური სიღრმე 40 მ. წყალშემკრები ფართობის 32 კმ² აღწევს.

2.2 თბილისის რაიონის გეოლოგიური აგებულება, სტრატეგრაფია, გეოლოგია

თბილისის რაიონი და მისი შემოგარენი მნიშვნელოვანი სიმძლავრის დანალექ-ფლიშური და ვულკანოგენური ნალექებითაა წარმოდგენილი ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე ეს ნალექები გადაფარულია მძლავრი მეოთხეული წარმონაქმნებით, თუმცა ქალაქის მარჯვენა სანაპიროზე ძირითადი, ქანები მრავალ ადგილზე შიშვლდება ქედების ფერდობებზე, მათ გამყოფ ხევეებში და მდინარეთა კალაპოტებში.

რაიონის სტრატეგრაფიის ზოგადი დახასიათება გეოლოგიური განვითარების ისტორიის თვალსაზრისით, რომელიც ქვემოთ არის მოცემული, ძირითადად მკვლევართა შრომების საფუძველზეა შედგენილი.

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.

ზოგ ადგილას ისინი გახსნილია ჭაბურღილებით ქალაქის ფარგლებში. ფენის ჭრილის ქვედა ნაწილში ეს ნალექები წარმოდგენილია თხელშრეებრივი ალევროლითური თიხების, მერგელების და ქვიშაქვების მონაცვლეობით ცუდათ დამუშავებულ კუთხოვან კენჭნარებთან.

წყების შუა ნაწილში ქვიშაქვების როლი მნიშვნელოვნად იზრდება. ქანები ძირითადად წარმოდგენილია უხეშშრეებრივი, მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვების დამატებით, რომელებშიც კონგლომერატების ლინზები და თხელშრეებრივი წვრილმარცვლოვანი ქვიშაქვების, ალევროლითების და მერგელების შუაშრეები ქმდება. მათთან არსი დაკავშირებული აგრეთვე ტუფობრექჩიების მძლავრი (50 და 100 მ) ორი დასტა და თეთრი მკვრივი ფსამიტოლითების ერთი, 25 მ სიმძლავრის დასტა.

ქალაქ თბილისის რაიონის ფარგლებში ქვედა ეოცენი გახსნილია თელეთის უბანზე გაყვანილი ღრმა საძიებო ჭაბურღილებით. სხენებული ჭრილებისაგან განსხვავებით, აქ ქვედა ეოცენი წარმოდგენილია პელიტოლითების, ალევროლითების, თიხოვანი და ორგანული მერგელების, სხვადასხვამარცვლოვანი გრაუვაკ-პლაგიოკლაზიანი და კვარც-გრაუვაკიანი შედგენილობის ქვიშაქვების მონაცვლეობით. ჭრილის ზედა ნაწილში აღინიშნება კრისტალოკლასტური ტუფების, შუაშრეები. ქვედა ეოცენის წარმონაქმნები ყველგან დახასიათებულია ფორმინიფერებით. ქვედა ეოცენის სიმძლავრე ფართო დიაპაზონში იცვლება - 650დან 2000 მ-მდე.

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. შუა ეოცენური ნალექები ორ წყებად იყოფა:

1. „დაბახანის“ წყება, წარმოდგენილი თიხოვანი ფიქლებით, მერგელოვანი თიხების და წვრილმარცლოვანი, შრეებრივი, ტუფოგენური ქვიშაქვების.~ ორიგობით. წყების სიმძლავრე 75-2500 მ-ის ფარგლებში მერყეობს.
2. „ხლართულშრეებრივი“ ბრექჩიების ჰორიზონტი, რომელიც თანხმობით აგრძელებს დაბახანის წყების მეტად თავისებური აგებულებისაა. შედგება სხვადასხვა შედგენილობის და სიდიდის ლოდებისა და მათი ნამტვრევებისაგან, რომელიც უხეში ტუფოგენური ქვისაქვებით არის შეცემენტებული. ჩანართები წარმოდგენილია ზედა ცარცის და პალეოგენის კირქვებით. აგრეთვე მერგელებით კირქვიანი შრეებრივი ქვიშაქვებით, მუწი ნაცრისფერი ფიქლებით, ტუფოქვიშაქვებით და ეფუზიური ქანებით. ამ ჰორიზონტში ზოგიერთ ადგილში გამოიყვება, ხოლმე ანდეზიტ-ბაზალტური შედგენილობის შიგაფორმაციული ფანფენები.

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

მკვლევარი კ. გამყრელიძის (1949წ) აზრით „ხლართულშრეებრივი“ ბრექჩიების ჰორიზონტი წარმოადგენს დაბახანის ზედა ნაწილის ფაციესს.

ზედა ეოცენი - შუა ეოცენური ტუფოგენური ნალექები თანდათანობით იცვლებიან ფლიშური ტიპის ზედაეოცენური დანალექი წარმონაქმნებით ზედა ეოცენური ნალექები საკვლევო რაიონის დიდ ფართობს მოიცავენ. ისინი გავრცელებული არიან თბილისის ტერიტორიაზე, მათი კარგი გაშიშვლებები გვხდება მდინარე მტკვრის კალაპოტში, მამდავითის მთის ფერდობებზე, თბილისის აღმოსავლეთით, მტკვრის მარხენა შენაკადების ორხდევის და ლოჭინის აუზის ქვემოთ ნაწილში, კოდა-წალასყურის ვაკის და ჯეირანის ველის ფარგლებში იგი

მცირე სისქის მეოთხეული საფარის ქვეშ არის მოქცეული.

ზედაეოცენური ნალექები ქვედა ნაწილებში წარმოდგენილი არიან ფიქლებრივი თიხებით, რომლებშიც შერეულია წვრილმარცლოვანი ქვიშაქვები, მერგელები და მომწვანო ფერის ტუფოგენური ქვიშაქვები. წყების ზედა ნაწილში უფრო მეტად შეიმჩნევა სხვადასხვა მარცლოვანი ქვიშაქვებისა და თიხების მორიგეობა.

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

პირველი წყება ხასიათდება თხელშრეებრივი ალევროლითების წვრილმარცლოვანი ქვიშაქვების, ფიქლებრივი ქვიშიანი თიხების და შედარებით სქელშრეებრივი ქვიშაქვების მორიგეობით. თბილისის ფარგლებში მისი კარგი გამომვლება არსის სოფელი ოქროყანისკენ მიმავალი გზის გასწვრივ. მ. ვარენცოვის მიერ შედეგენილი ჭრილის მიხედვით აქ გვაქვს სქელშრეებრივი ქვისაქვების, ტუფოგენური ქვიშაქვების, თიხიანი ფიქლების და თიხების ხეობა. წყების ზედა ნაწილებში შეიმჩნევა ქვიშიანი შუაშრეების თანთადანობით მატება. ქვიშაქვები გრაუვაკული მოყვანილობისაა. ნავთლულის წყების საერთო სიმძლავრე ზემოაღნიშნულ შუალედში 400 მ-ს აღწევს. უფრო ჩრდილოეთით კი მისი სისქე თაბდათანობით მატულობს.

ზედაეოცენური ნალექების მეორე შემადგენელი ერთეული, ნუმულიტიანი თბილისის წყება, კარგად არის წარმოდგენილი მამა დავითის მთაზე მდინარე ვერეს ხეობაში, სოფელი დიღმის მიდამოებში, აგრეთვე, თბილისის დასავლეთით მდინარე ორხევის და ლოჭინის ქვედა წელში.

ნუმულიტიან წყებას შეადგენენ ქვიშაქვებიან-ალევრითულ-თიხიანი ნალექები, წყებაში ქვიშაქვები ჭარბობენ. წყება თაბაშირიანია, შეიცავს ნუმულიტებს, რომელებიც განსაკუთრებით ჭარბობენ წყების ზედა ჰორიზონტში. წყების სისქე თბილისის ფარგლებში 1000-1250 მ-ს შეადგენს.

საკვლევი რაიონის ფარგლებში, ისევე როგორც საერთოდ აჭარა-თრიალეთის ნაოლქი სისტემის აღმოსავლეთ დაბლოგებაზე გავრცელებული ზდაეოცენური ნალექები გეოსინკლინური აუზის განვითარების ბოლო სტადიაშია უნდა იყვნენ წარმოქმნილნი. ამ პერიოდში უკვე ჩანს გეოსინკლინის ფსკერის დანაოჭების და აღზევების ტენდენცია. ზოგიერთ ადგილებში ზედა ეოცენურ ნალექებში შეიმჩნევა მსხვილი ქვარგვალეებისაგან შედგენილი კონგლომერატის შრეები, რომელიც ვულკანურ მასალას შეიცავს. ასეთი სურათი კარგად ჩანს წყნეთიდან სოფელ კიკეთში მიმავალი გზის ჭრილში და აგრეთვე საკვლევი ტერიტორიის სხვა ადგილებშიც. კონგლომერატები წარმოქმნილი უნდა იყვნენ ზედა ეოცენის წინა ოროგენეტული მოძრაობის შედეგად.

ზედა ეოცენური ნალექები თანდათან გადადიან ოლიგოცენური - ქვედა მიოცენურ ნალექებში, რაც მათ შორის საზღვრის გატარებას თითქმის შეუძლებელს ხდის. ეს ნალექები გაშიშვლდებიან ავჭალა-მარყოფის ზოლში, კოდა-წყალსაყურის ველზე, იაღლუჯის ქედის ჩრდილოეთ და დასავლეთ ფარდობებზე და ცათმის ამაღლების გასწვრივ.

ოლიგოცენურ - ქვედა მიოცენური ნალექები მაიკოპური ფაციესით არის წარმოდგენილ დამახასიათებელია მოყავისფრო რუხი და მუქი ნაცრისფერი თხელშრეებრივი თიხეები, რომლებიც თაბაშირს და იარუზიტს შეიცავენ. მათთან ხშირად მორიგეობენ ღია მონაცრისფრო და მოყვითალო-ნაცრისფერი მსხვილმარცლოვანი პოლიმიქტური ქვიშაქვები.

წყების ჭრილები კარგად არის გაშიშვლებული ხევ-მმარის და გლდანისწყალის ხეობების ქვემო წელში. აქ შეიმჩნევა წყების სისქის თანდათანობით მატება ჩრდილოეთიდან სამხრთისაკენ და შესაბამისად თიხური მასალის მატება ქვიშაქვის როლის შემცირების ხარჯზე. ასეთი სურათია მაიკოპური წყების განედური გავრცელების ზოლშიც - დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ.

მაიკოპური წყება, რომელიც დღეისათვის ფაუნისტურად დათარიღებულია ზედა ეოცენსა და თარხნულ ჰორიზონტს შორის არის

მოქცეული. იგი ნაწილდება ცალკეულ სართულებად, არსებული პალეონტოლოგიური მასალის სიმცირის გამო. როგორც ავლნიშნეთ მეტად პირობითია ქვედა საზღვარიც, რადგან მხოლოდ ფაუნის არსებობა წყების საზღვრის მკვეთრად მოვეთის საშუალებას არ იძლევა, ფაციესების მსგავსების გამო. რაც შეეხება ზედა საზღვარს, კარგად არის დაფიქსირებული ფაციესთა სხვადასხვაობით და ტარხნულისათვის დამახასიათებელი მაკრო და მირო ფაუნის გამოჩენით.

მაიკოპური ნალექების სისქე საკვლევი რაიონის ჩრდილო ნაწილში, ისევე როგორც სამხრეთში, დაახლოებით 1500-2000 მ-ია. საკვლევი რაიონის ცენტრალურ ნაწილში მაიკოპური ნალექები გადარეცხილია.

თარხნული ჰორიზონტი - მაიკოპური თიხები თანდათანობით გადადიან თარხნულ ჰოპიზონტში, რომელიც რაიონის ჩრდილო ნაწილში წარმოდგენილია.

მუქი ნაცრისფერი თხელშრეებრივი კარბონატული თიხებით. ამ წყებაში თაბაშირი და იაროზიტი აღარ არის, ისინი შეიცავენ თარხნულისათვის დამახასიათებელ ზღვიურ ფაუნას. ჰორიზონტის სისქე აქ დაახლოებით 40 მ-ია. მცირე სისქე ზევით ტრანსაგრესიულად მდებარე ჩოკრაკულის გავლენით იხსნება.

იალლუჯის ქედის მიდამოებში თარხნულის არსებობა ბოლო წლებში დადგინდა. იგი ლითოლოგიურად წარმოდგენილია კარბონატული ქვიშიანი თიხების და თიხების მორიგეობით. ჭრილში ქვიშიანი თიხების სიჭარბე შეიმჩნევა. რაიონის ჩრდილოეთ ნაწილში გავრცელებულ ამავე ასაკის ნალექებისგან დიდი რაოდენობის შეიცავენ თაბაშირსა და იაროზიტს, ამ მხრივ ისინი მაიკოპური თიხნარების მსგავსნი არიან, თუმცა განსხვავდებიან იმით, რომ შეიცავენ კარბონატს. თარხნული ჰორიზონტის სისქეზე, რომელიც აქ დაახლოებით 10 მ-ია, გავლენა მოახდენილია ჩოკრაკულის ჰორიზონტს. იალლუჯის ქედის ჩრდილო ფერდობზე მიმართების გასწვრივ დასავლეთისკენ თარხნული ჰორიზონტი გადარეცხილია.

ჩოკრაკული ჰორიზონტი - ეს ჰორიზონტი ფაუნისტურად თვალსაჩინოდ გამოიყოფა მის ქვეშ მდებარე თარხნულისაგან. ნორიო-მარტყოფის ზოლში ასეთი ლითოლოგიური სურათია: ქვედა ნაწილში საშუალო და წვრილიმარცლოვანი ქვიშაქვები, ზედა ნაწილში კი - მსხვილმარცლოვანი კვარციანი ქვიშაქვები და მიკრო კონგლომერატები, ხოლო სულ ზედა ნაწილში - მძლავრი ქვიშაქვები, რომლებშიც საშუალო სიდიდის დამუშევებული მასალა მოიპოვება. ამ ქვიშაქვებთან ხშირად თხელშრეებრივი თიხიანი ქვიშაქვები და თიხები მოიგეობენ, რომლებიც იაროზიტს შეიცავენ. საერთოდ ჩოკრაკულში ჭარბობს უხემმარცლოვანი მასალა, რომელიც ქვევიდან ზევით თანდათანობით იზრდება. იმ ზოლში ჩოკრაკული ნალექების სისქე ორ ასულ მეტრს აჭარბებს.

რაიონის სამხრეთ ნაწილში ჩოკრაკული ნალექები იაღლუჯის ქედის ჩრდილო ფერდის გასწვრივ გაიდევნებიან, სადაც ისინი იცვლებიან ორი მეტრი სიმძლავრის კონგლომერატებით, რომლებშიც კირქვების, მერგელების, ფიქლების კვარციტისა ქვიშაქვების ქვარგვალეები გვხვდება.

კონგლომერატის ზევით შედარებით წვრილმარცლოვანი ქვიშაქვებისა და საშუალო მარცლოვანი მუქი ნაცრისფერი ქვიშაქვებია განთავსებული. მასალა ანალოგიურია, უფრო ზევით კი ფერადი თიხების ქვიშაქვების თიხების მორიგეობა.

როგორც ჩანს, ჩოკრაკული ნალექები იაღლუჯის მიდამოებში განლაგებულია ძველ ნალექებზე. ჩოკრაკული ჰორიზონტის სიმძლავრე აღწერილ რაიონში 80 მ-ს აღწევს.

საკვლევი რაიონის ჩრდილო ნაწილში (გლდანის წყლის, ხევძმარის ხეობები) ჩოკრაკულ ნალექებს თანხმობით აგრძელებს თიხოვან - ქვიშიანი ნალექების მორიგეობა, რომლებიც მერგელები და კირქვები გვხვდება. კარაგანდული თიხები თხელშრეებრიობით ხასიათდებიან და მომწვანო-ნაცრისფერი და მოლურჯო-ნაცრისფერია, ქვიშაქვები ნაცრისფერი და თხელშრეებრივია.

მერგელები და კირქვები ხშირად დიდი რაოდენობით შეიცავენ

ფაუნას და ბრექჩიული ხასიათი აქვთ. კარაგანული ჰორიზონტის იაღლუჯის უბანზე 100 მ-ს აღწევს.

იაღლუჯის ქედის მიმადამოებში ეს ჰორიზონტი თანხმობით არის განლაგებული ჩოკრაკულზე, ლითოლოგიურად წარმოდგენილია ქვიშიანი-თიხიანი ქვიშაქვებით. ქვიშაქვები უხეშმარცვლიანია, ხშირად გადადიან მიკრო კონგლომერატებსა და წვრილხვიან კონგლომერატებში. კონგლომერატებში ჭარბობს ვულკანოგენური და გრანიტული მასალა. ბევრია აგრეთვე დანალექი ქანების ქვარგავლებიც.

უფრო დამორჩილებულ როლს თამაშობენ თიხები. ისინი ჭრილებში 5-10მ სისქის დასტების და ცალკეული შუაშრეების სახით გვხვდებიან და ჭრელი ელფერი აქვთ.

კარაგანდული ნალექების საზღვრები საკმაო სიზუსტით არის დადგენილი, კონკური ფაუნის მიხედვით. კარაგანდულის სიმძლავრე იაღლუჯის რაიონში 70 მ-ს უდრის.

კონკური ჰორიზონტი - საკვლევი რაიონის ჩრდილოეთ ნაწილში ეს ჰორიზონტი ცუდად არის გაშიშვლებული. ძირითადად წარმოდგენილია ქვიშიანი- ფაციესით, აგრეთვე კირქვებით. სისქე 20-30მ-ს არ აღემატება.

თვალსაჩინოდ გამოიყოფა კონკური ჰორიზონტი, კარაგანდულის ზევით იაღლუჯის ქედზე. იგი წარმოდგენილია სქელშრეებრივი მკვრივი, ჟანგისფერი ქვიშაქვებით, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ ფოლასების ფაუნას. ქვიშაქვებში ხშიარია მიკრო კონგლომერატების შუაშრეები, მასალის შემცველობით. თიხები, რომლებიც აღნიშნულ ქვიშაქვებში მორიგეობენ. ქვიშის შემცველობით ხასიათდებიან და სხვადასხვა შეფერილობის არიან.

კონკური ჰორიზონტის სიმძლავრე იაღლუჯის მიდამოებში 70 მ-ს არ აღემატება.

ქვედა სარმატი - საკვლევი რაიონის ჩრდილოეთ ნაწილში ავჭალა-ნორიოს ზოლში ქვედა სარმატული ნალექები ტიპიური ზღვიური ფაციესით არის წარმოდგენილი. ლითოლოგიურად ეს ნალექები

წარმოდგენენ მოცისფრო-ნაცრისფერ და ნაცრისფერ თიხებს, ქვიშაქვებისა და უფრო იშვიათად კონგლომერატების შუალეობით. ამ ნალექებში გვხვდებიან ქვედა სარმატისათვის დამახასიათებელი ფაუნა. ქვედა სარმატული ნალექების სისქე და მასში თიხოვანი ნაწილაკების ხვედრითი რაოდენობა აღმოსავლეთისკენ თვალსაჩინოდ მატულობს ნალექების სისქე.

მდინარე მტკვრის მარჯვენა მხარეს, ქ. რუსთავის ახალი საცხოვრებელი რაიონის ტერიტორიაზე ქვედა სარმატი წარმოდგენილია უხეშმარცვლოვანი კარბონატული ქვიშაქვის შრეებითა და დასტებით, რომლებიც შეიცავენ ქვედა სარმატისათვის დამახასიათებელ კარგად დაცულ ფაუნას.

მეორე გაშიშვლებაში აღწერილია ამავე ასაკის მოყვითალო და მოყვითალო-ნაცრისფერი თიხები, ფხვიერი, უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვების შუაშრეებით (10 სმ სისქით). ეს ნალექების ამკარად სანაპირო თხელი ზღვის ფაციეს წარმოდგენენ, მათში საკმაო რაოდენობის ქვედა სარმატული ფაუნა იქნა ნაპოვნი. აღწერილი ნალექების სისქე ამ ადგილებში რამდენიმე ათეული მეტრით განსაზღვრება.

ზედა სარმატი მეოტი. როგორც უკვე ავღნიშნეთ იაღლუჯის ქედი საკვლევო ტერიტორიის სამხრეთ საზღვრავს წარმოადგენს. მის მორფოლოგიას განაპირობებს დიდი სისქის ალუვიური კონგლომერატების წყება, რომელიც ჩრდილოეთიდან, ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან და ნაწილობრივ დასავლეთიდან მიოცენური ნალექების ზოლით იფარგლება, სამხრეთით კი ახალგაზრდა წარმოქმნების ქვეშაა მოქცეული.

კონგლომერატების შედგენილობა მეტად მრავალფეროვანია. ისინი ძირითადად წარმოდგენილი არის სამხრეთ აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ფართოდ გავრცელებული ზედაცარული ვულკანოგენური დანალექი წარმონაქმნებით და ლოქისა და ხრამის კრისტალური მასივების მასალით. სახელდობრ შეიმჩნევა ალბიტოფირების, პორფირიტების და გრანიტული მასალის სიჭარბე. საკმაოდ ბევრია აგრეთვე კირქვების და ქვიშაქვების ქვარგვალებიც. ვულკანოგენური მასალის შემცველობის გამო

კონგლომერატებს სიჭრელე ახასიათებთ. ქვარგვალეების ზომები საშუალოდ 5-15 მ დიამეტრის ფარგლებშია. მათ განლაგებაში რაიმე კანონზომიერება არ შეინიშნება. ცემენტი თიხიან - ქვიშიან და კარბონატულია. საერთოდ კონგლომერატები მტკიცდება არის შეცემეტებული, თუმცა ცემენტტაციის ხარისხი სხვადასხვა ადგილებში სხვადასხვაა, იმის მიხედვით თუ როგორ ცვალებადობს ცემენტში კარბონატის და ქვიშაქვების რაოდენობა. ქვიშაქვებში, რომელთა ცალკეული დასტების სისქე 10 მ და მეტია, მორიგეობენ უსტრუქტურო მორუხო-მოწითალო, ზოგან ნაცრისფერი ან მტრედისფერი კარბონატული თიხები. ისინი ზედაპირზე ძლიერ დანაპრალეული და გამოფიტულია, ხოლო საღ მონაკვეთზე კი ძლიერ მკვრივი და ბლანტი არიან, მიუხედავად იმისა, რომ რაოდენობით შეიცავენ ქვიშიან მასალას. თიხიანი შრეების სისქე 4-5 მ-ს არ აღემატება. წყების საერთო სისქე კი დაახლოებით 450 მ - ია. მასში აქამდე ფაუნა არ ყოფილა ნაპოვნი, რის გამოც ასაკზე მსჯელობა მხოლოდ ზოგად გეოლოგიურ მოსაზრებებზე არის დაყრდნობილი.

ტექტონიკა ქალაქ თბილისის რაიონში, პრაქტიკულად აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის ტექტონიკური ზონის აღმოსავლეთ ნაწილში მდებარეობს. ზონა შუა და ზედა ცარცის ვულკანოგენურ-ფლიშური წარმონაქმნების გავრცელებით ხასიათდება. ქანები თავმოყრილია განედური მიმართულების მარაოსებრ ან კოლოფისმაგვარ მსხვილ ანტიკლინიკურ ოლქში.

დარჩენილი ნაწილისგან განსხვავებით, განსახილველი ტექტონიკური აჭარა-თიანეთის ქედის აღმოსავლეთ დაბოლოებაა, რომელიც მთლიანად აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის ქედის აღმოსავლეთ დაძირვას შეესაბამება, დანაოჭების შესუსტებით ხასიათდება, რაც სუსტად შეკუმშული, შედარებით დამრეცი ნაოჭების განვითარება გამოიხატება.

სტრუქტურულ-ტექტონიკური და აგრეთვე ფაციალური ნიშან-თვისებებით პ. გამყრელიძის მიხედვით, ცენტრალური ზონის აღმოსავლეთ

ნაწილში, დილომი-სართიქალას ტექნონიკური ქვეზონა გამოიყოფა.

ქალაქ თბილისის რაიონი ამ ქვეზონაში მდებარეობს და ხასიათდება სუსტად დანაოჭებული, მაგრამ შედარებით ნორმალური ნაოჭებით, ჩრდილოეთისკენ დახრის ერთგვარი ტენდენციით.

ქალაქ თბილისის რაიონში რამდენიმე, კარგად გამოხატული ანტიკლინიკური და სინკლინური ნაოჭი მდებარეობს. ისინი დეტალურად არის შესწავლილი და აღწერილი სხვადასხვა მკვლევარების მიერ.

ჩრდილოეთიდან შესწავლილ ტერიტორიას ხევძმარა-დიღმის სინკლინის აღმოსავლეთი ნაწილი შემოსაზღვრავს. ის ძირითადად ოლიგოცენის ნალექების არის აგებული. ნეოგენის ნალექის მხოლოდ სინკლინის მულდაში არის განვითარებული. დასავლეთით, ნაოჭის ამოზევების შედეგად, მდინარე მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე ოლიგოცენის ნალექები გადარეცხილია და ნაოჭის აგებულებაში მხოლოდ ზედა ეოცენის ქანები მონაწილეობს.

სინკლინის ასიმეტრიული აგებულებისაა და ოდნავ გადაყირავებულია ნაოჭის გადაყირავება განსაკუთრებით კარგად შეინიშნება მდინარე მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე, სადაც ჩრდილოეთ ფრთაზე ოლიგოცენის დახრილობა 25-30° შეადგენს, ხოლო სამხრეთ ფრთაზე - 60-70°.

აღწერილი სინკლინის სამხრეთით ლისის, ანუ დიღმის ანტიკლინი, რომელიც სოფელ დიღმიდან აღმოსავლეთით ვრცელდება. დიდუბის რაიონში ანტიკლინი მდინარე მტკვრის მარცხენა ნაპირზე გადადის და ნაძალადევის რაიონში სწრაფად იძირება. ნაოჭი ზედა ეოცენის ნუმულიტებიანი წყების ქვიშაქვა-თიხური ქანებით არის აგებული და ასიმეტრიული აგებულება აქვს, ციცაბო (60-70°) ჩრდილოეთი და შედარებით ნაკლები ციცაბოა (20-30°) სამხრეთი ფრთები

რაიონის ტექტონიკურ აგებულებაში არსებით როლს სეიდ-აზადის ანტიკლინური ნაოჭი თამაშობს. ის სეიდ-აზადის ქედიდან აღმოსავლეთით, ტერიტორიის გავლით ვრცელდება და დამცავად იძირება ნავთლულის

მიდამოებში, ნავთლულის წყების ქანებში. ნაოჭი ხასიათდება ფართო დამრეცი თალით, რომელიც შუა ეოცენის ვულკანოგენური ქანებით არის აგებული. სამხრეთი ფრთა დამრეცია (5-10⁰), ჩრდილოეთით ფრთა რამდენიმე უფრო ციცაბოა (15-25⁰). ნაოჭის ფრთები და აღმოსავლეთის ხელოვნური დაბოლოება ზედა ეოცენის ქვიშაქვა-თიხური ქანებით არის წარმოდგენილი, რომლებიც ქალაქის ფარგლებში და მდინარე მტკვრის ნაპირებზე ნავთლულის რაიონში შიშვლდება.

თბილისის სამხრეთ პერიმეტრზე ტაბახმელას, ანუ კრწანისის სინკლინი მდებარეობს, რომლის აღმოსავლეთი დაბოლოება თბილისის ფარგლებში თავსდება. ის ზედა ეოცენის ქანებით არის აგებული. სოფელ ტაბახმელასთან ნაოჭი იკეტება.

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.

მოსული ნალექების წლიური ჯამი საშუალოდ 560 მმ. მათი მაქსიმალური რაოდენობა მოდის მაისში, მინიმალური კი იანვარში, მეორე მინიმუმია იანვარში. ნალექიან დღეთა რიცხვი წელიწადში საშუალოდ 89. ნალექების დღედამური მაქსიმუმია 147 მმ. თოვლი შეიძლება მოვიდეს ნოემბრიდან აპრილამდე. თოვლი ყოველ წელს არ მოდის, შესაბამისად მყარი თოვლის საბურველიც იშვიათია. თოვლის საშუალო სიმაღლეა 8 სმ, ხოლო მაქსიმალური 30 სმ. თოვლის საფარის დღეთა რიცხვია 14, ხოლო მისი წონაა 0.50 კკა.

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის საშუალო წლიური მაჩვენებელია 67%. წყლის თბილი პერიოდი მშრალია. წელიწადში საშუალო ფარდობითი ტენიანობა 13 საათზე ყველაზე ცივი და ცხელი თვეებისათვის შესაბამისად 61 და 45%-ია.

წლის განმავლობაში ტერიტორიაზე გაბატონებულია ჩრდილო-დასავლეთის ქარები. თბილ პერიოდში მათი საწინააღმდეგო სამხრეთ-აღმოსავლეთის ქარების სიხშირეები. ყველა დანარჩენი მიმართულების ხვედრითი წილი უმნიშვნელოა და 1-6%-ის ფარგლებშია. ქარზე დაკვირვებათა საერთო რიცხვი 37%-ის ტოლია. ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე აღწევს 5.8 მ/წმ. ძლიერქარიან დღეთა საშუალო (≥ 15 მ/წმ) რაოდენობა 127, ხოლო წელიწადში ერთჯერ შესაბამისად შეადგენს 0.73 და 0.85 კპა-ს.

ცხრილი 2.1

ქარის ყველაზე დიდი შესაძლო სიჩქარე, მ/წმ

ყოველწლიურად	5 წელიწადში	10 წელიწადში	15 წელიწადში	20 წელიწადში
28	33	35	36	37

ცხრილი 2.2

ატმოსფეროს განსაკუთრებული მოვლენები წლის განმავლობაში, დღე

ელჭექი		სეტყვა		ნისლი		ქარბუქი	
საშუალო	ყველაზე დიდი	საშუალო	ყველაზე დიდი	საშუალო	ყველაზე დიდი	საშუალო	ყველაზე დიდი
37	58	12	4	30	58	2	7

თავი 3. 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 უმრავლესობა ფუძე-გრუნტები წარმოადგენილია თიხოვანი გრუნტებით. ასეთი გრუნტების თვისების თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მშრალ მდგომარეობაშია ისინი ხასიათდებიან საკმაოდ მაღალი სიმტკიცის მაჩვენებლებით მათი პირობითი წინაღობა სამშენებლო ნორმებით $3\div 6$ კგ/სმ² შეადგენს. თიხოვანი გრუნები თუ დასველდნენ წყლით, მათი სიმტკიცე მკვეთრად ეცემა და დადის $R_0 = 1 \div 1.2$ კგ/სმ² =მდე. სწორედ ეს გარემოება იწვევს შენობათა დეფორმაციებს.

ქალაქ თბილისში ფუძე-გრუნტების წყლით დასველების ორი პირობაა: 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.

ჩვენს მიერ რეკომენდირებული მეთოდი განსაკუთრებით გამოიყენება ტექნოგენური წყლების მოქმედებისას. ეს იმიტომ, რომ ტექნოგენური წყლები შეიჭრებიან არა მთლიან ფუძეში, არამედ რომელიმე ლოკალურ უბანში და აზიანებს მას.

ასეთ შემთხვევაში სრულიად მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნას ფუძის გასამაგრებლად დაწნეხვა-შეწნეხვის მეთოდი.

იმისათვის, რომ უფრო ნათელი იყოს შენობა-ნაგებობათა დეფორმაციის პირობები ქვემოთ განვიხილავთ რამოდენიმე კონკრეტულ მაგალითს.

3.1 ქალაქ თბილისში, გლდანის მე-5 მ.რ კორპ. № 4-ის დეფორმაციის შესახებ

დეფორმირებული საცხოვრებელი სახლი 8 სართულიანია რკინაბეტონის კარკასია, რომელის კედლებიც აგურის წყობითაა შესრულებული, ხოლო სართულშორის გადახურვას წარმოადგენს რკინაბეტონის ღრუტანიანი ფილები.

შენობის სარდაფი დიდი ხნის განმავლობაში იყო წყლით დატბორილი, რამაც გამოიწვია ფუძის არათაბარი ჯდენა, რის შედეგადაც ზოგიერთი კოლონა გადაიძაბა, არმატურები გაიღუნა და ამოიბურცა. კოლონის დეფორმაციამ გამოიწვია ფანჯრის ღიობებში ბზარების წარმოქმნა.

საინჟინრო გეოლოგიური პირობების დასადგენად გაყვანილი იქნა ერთი შურფი და ერთი ჭაბურღილი. შურფის საშუალებით გახსნილი იქნა

სადირველის კონსტრუქცია, საიდანაც აღებული იქნა გრუნტის ნიმუშები, მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დასადგენად.

როგორც საველი, ისე ლაბორატორიული სამუშაოები ჩატარდა საქართველოში მოქმედი სამშენებლო ნორმების 1.02-07.87წ. „შენობა-ნაგებობათა საინჟინრო გეოლოგიური ძიება“ და სნ 02.02.09 „შენობა-ნაგებობათა ფუძე-სადირვლების მითითებათა მხედველობაში მიღებით“

საკვლევი ტერიტორია განთავსებულია ქალაქის ჩრდილო ნაწლში მდინარე მტკვრის ხეობის მარცხენა მხარეს. გლდანის ტერიტორია გეომორფოლოგიური თვალსაზრისით წარმოადგენს სწორ ადგილს. თვითონ სავლევი მოედანი წარმოადგენს ტერიტორიის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილს, საიდანაც იწყება შემადლება, რომელიც შემდეგ საგურამო-იალნოს ქედების მთისწინა ზოლში გადადის. ტერიტორიის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობს იღებენ მესამეულ ასაკის ოლიგოცენის, არგილირტებისა და ქვიშაქვების მორიგეობა. ისინი საკვლევი მოედანზე უშუალოდ არ შიშვლდებიან, მაგრამ ზემოთ მთებზე არის მათი გამოსავლები.

ტერიტორია ტექტონიკურად წარმოადგენს აღმოსავლეთ დაძირვის სუბმერიდიანული მიმართულების ორმოიანის სინკლინის სამხრეთ ფრთას. ქანების დაქანების აზიმუტის ჩრდილო-აღმოსავლეთ. 45⁰, ხოლო დაქანების კუთხე 25-35⁰.

ქვიშაქვები ღია ნაცრისფერია, მისი ცალკეული მარცვლები შეკავშირებულია თიხური მასალით, ხასიათდებიან თხელი და საშუალო შრეობრიობით. ისინი ძირითადად გრავუაკიანი ქვიშაქვებითაა წარმოდგებილი, მცირე რაოდენობით შეიცავენ შპატებს, მადნეული მინერალებიდან გვხვდება პირიტი, იშვიათად შეიცავენ კვარცის მარცვლებს. ქვიშაქვების ზედა ფენა დაახლოებით 0.5-0.7 მ. სიმძლავრით ძლიერ არის გამოფიტული, რაც მის ნაპრალიანობას მკვეთრად ზრდის. ზოგჯერ ნაპრალები ამოვსებულია თაბაშირის კრისტალებით.

არგილიტები მონაცრისფრო-მოშავო ფერით ხასიათდება, აქვს ფენობრივი სტრუქტურა, ხოლო ტექსტურა ქერცვლოვანია. მინერალური შედგენილობით ისინი თიხური მასალისაგან არიან წარმოდგენილი ჰიდროქარსითა და კაოლინიტით. მათი ზედა ნაწილი დაახლოებით 0.6-1.0 მ სიღრმემდე ძლიერი არის გამოფიტული. უნდა ავღნიშნოთ, რომ არგილიტებში, თუ ზედაპირზე გაშიშვლდა გამოფიტვის პროცესი, მათში მეტად ჩქარა მიმდინარეობს, ამიტომ ქვაბულები, რომლებიც წარმოდგენილია არგილიტებისაგან არ უნდა იყოს დიდხანს გაშიშვლებულ მდგომარეობაში. თუ დიდხანს (ორი კვირა) დარჩა, მაშინ გამოფიტული არგილიტები საძირკვლის ქვაბულს უნდა მოეხსნას.

ქალაქ თბილისის კლიმატზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს, როგორც რეფიეფის სიმაღლე, ისე ფორმათა ხასიათიც. ქალაქი სამი მხრიდან მოზრდილი ქედებითაა გარშემორტყმული დამხოლოდ აღმოსავლეთითაა შედარებით დაბალი და ქარებისაგან თავისუფალი, ამიტომაცაა ქალაქში გამეფებული დასავლეთიდან-აღმოსავლეთ მიმართულების ქარები. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 10.8-12.6 გრადუსის ფარგლებში იცვლება. ნალექების წლიური რაოდენობა 510 მმ. შეადგენს. ნიშანდობლივია უხვნალექიანობა გაზაფხულზე და მცირე ნალექიანობა ზამთარში. დამახასიათებელია აგრეთვე თავსხმა წვიმები მაის-ივნისში.

ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური პირობებიდან გამომდინარე, იგი გრუნტის წყლებით ღარიბია, რაც აისახება გეოლოგიური და კლიმატური პირობებიდან.

ლაბორატორიული და ლიტერატურული მასალებიდან გამომდინარე საკვლევი მოედანზე გეოლოგიურ ჭრილში მოკვლეულ სიღრმემდე გამოყოფილი იქნა გრუნტების შემდეგი ფენები:

1. ფენა - 1 - ნაყარი (t, Q_{IV});
2. ფენა - 2 - თიხნარი (dp, Q_{IV});
3. ფენა - 3 - კენჭნარი (a, Q_{IV});

როგორც გამოკვლევებმა გვიჩვენა შენობა დაფუძნებულია კენჭნარზე და ამიტომ ნაყარის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები არ შესწავლილა. განისაზღვრა მხოლოდ მისი ბუნებრივი სიმკვრივე:

$$\rho = 1.68 \text{ კგ/სმ}^3$$

რაც შეეხება თიხნარებს, ისინი არ წარმოადგენენ ფუძე-გრუნტებს, მაგრამ მაინც განვსაზღვრეთ მათი ზოგიერთი თვისება, რომელი მოცემულია ქვემოთ:

1. ბუნებრივი ტენიანობა $-W = 17 \%$
2. ბუნებრივი სიმკვრივე $-\rho = 1.76 \text{ გრ/სმ}^3$
3. პლასტიურობის რიცხვი $-I_p = 14$
4. დენადობის მაჩვენებელი $-I_b = 0.08$
5. შიგა ხახუნის კუთხე $-\varphi = 18^\circ$
6. კუთრი შეჭიდულობა $C = 0.32 \text{ კგ/სმ}^2$

რაც შეეხება კენჭნარებს, ვინაიდან ისინი წარმოადგენენ ფუძე-გრუნტებს, მათი თვისებები დეტალურად იქნა შესწავლილი. განსაზღვრული იქნა კენჭნარების გრანულომეტრიული შედგენილობა, რომელიც მოცემულია ქვემოთ ცხრილ № 3.1-ში

ცხრილი № 3.1

კენჭნარების გრანულომეტრიული შედგენილობა

№	შურფი ჭაბურღილის №	აღების სიღრმე	ფრაქციის ზომები - მმ				
			>100	100-50	50-20	20-2	<2
1	1	1.0	1.91	0	39	34	27
2	1	2.0	-	0	42	25	33
3	1	2.5	-	12	35	27	26
4	1	2.8	1.96	0	37	33	30

კენჭნარების პირობითი წინაღობის დასადგენად სამშენებლო ნორმებით საჭიროა განსაზღვრული იქნას შემავსებლის პლასტიკურობის მაჩვენებლები, როგორც გამოკვლევებმა გვიჩვენა შემავსებლი თიხნარებითაა წარმოდგენილი და მათი ფიზიკური მაჩვენებელი ასეთია:

1. ბუნებრივი ტენიანობა $-W = 18\%$
2. პლასტიურობის ზედა ზღვარი $-W_L = 30$
3. პლასტიურობის ქვედა ზღვარი $-W_L = 16$
4. დენადობის მაჩვენებელი $-I_L = 14$

მიღებული მონაცემების მიხედვით სამშენებლო ნორმებით 3.ნ. 02.01.08 დანართი 3, ცხრილი №1, კენჭნარების პირობითი წინაღობა:

$$R_0^{კენჭ} = 5.0 \text{ კგ/სმ}^2$$

რაც შეეხება დეფორმაციის მოდულს:

$$E_0^{კენჭ} = 500 \text{ კგ/სმ}^2$$

მოედნის ჰიდროგეოლოგიური პირობებიდან გამომდინარე, გამოკვლევულ სიღრმემდე გრუნტის წყლები არ დაფიქსირებულა.

ჩატარებული ლაბორატორიული სამუშაოებიდან შეიძლება თქვას, რომ:

ა. საკვლევი მოედანი გეომორფოლოგიურად წარმოადგენს სწორ ადგილს, რაიმე საშიში გეოლოგიური პროცესების განვითარება, რომელიც უარყოფითათ იმოქმედებს შენობის მდგრადობაზე არაა მოსალოდნელი;

ბ. საინჟინრო სირთული მიხედვით საკვლევი მოედანი სამშენებლო ნორმების 1.02.07.87წ. დანართი 10-ის მიხედვით მიეკუთვნება პირველ (მარტივ) კატეგორიას;

გ. საკვლევი მოედნის გეოლოგიური ჭრილი გამოკვლევულ სიღრმემდე შემდეგნაირია:

1. ფენა - 1 - ნაყარი (t, Q_{IV});
2. ფენა - 2 - თიხნარი (dp, Q_{IV});
3. ფენა - 3 - კენჭნარი (a, Q_{IV});

დ. საცხოვრებელი კორპუსი დაფუძნებულია კენჭნარ გრუნტზე, მათი სიმტკიცის და დეფორმაციის მაჩვენებლებია:

$$R_0^{პენჭ} = 5.0 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$E_0^{პენჭ} = 500 \text{ კგ/სმ}^2;$$

ე. გამოკვლეულ სიღრმემდე გრუნტის წყლები არ ფიქსირდება;

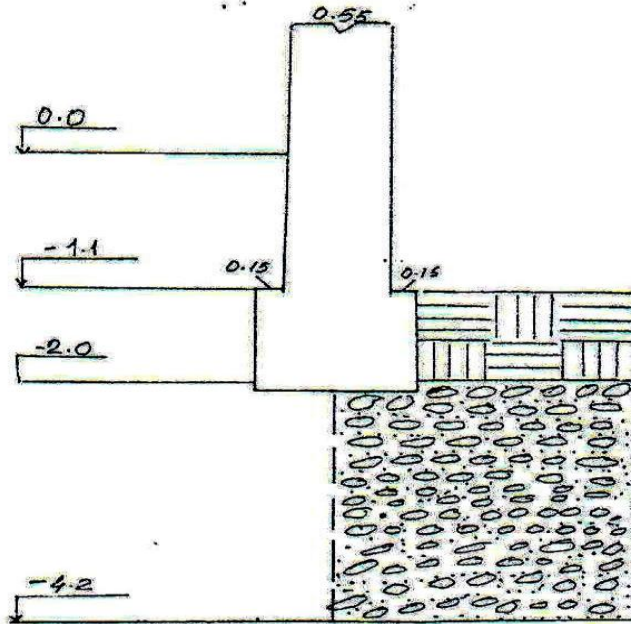
ვ. ქალაქი თბილისის საქართველოს სეისმური ნორმებით პ.ნ. 01.01.09 „სეისმომედეგი მშენებლობა“ მიეკუთვნება 8 ბალიან სეისმურ ზონას. საკვლევი მოედანსაც ვაკუთვნებთ 8 ბალიან სეისმურ ზონას. იგივე ნორმებით სეისმური თვისებებით საკვლევი გრუნტი მიეკუთვნებიან:

1. ნაყარი - III კატეგორიას;
2. თიხნარი და კენჭნარი - II კატეგორიას.



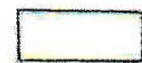
ზ. საკვლევი გრუნტები დამუშავებული სიძნელის მიხედვით, სამშენებლო ნორმებით IV-2-82წ. ცხრილი 1-1-ის მიხედვით მიეკუთვნებიან:

1. ნაყარი და თიხნარი - II ჯგუფი;
2. კენჭნარი - III ჯგუფი

შუიფი №1
 შ-ბი 1:50



ჰირობოთი ნიშნები

-  ნაყარი
-  ხეჩნახი ძვიშნახის უქმუკელობით
-  ზეცონი

ნახაზი № 3. 1. შუიფი №1

ლითოლოგიური ჭრილი

ნახაზი № 1

მასშტაბი 1:100

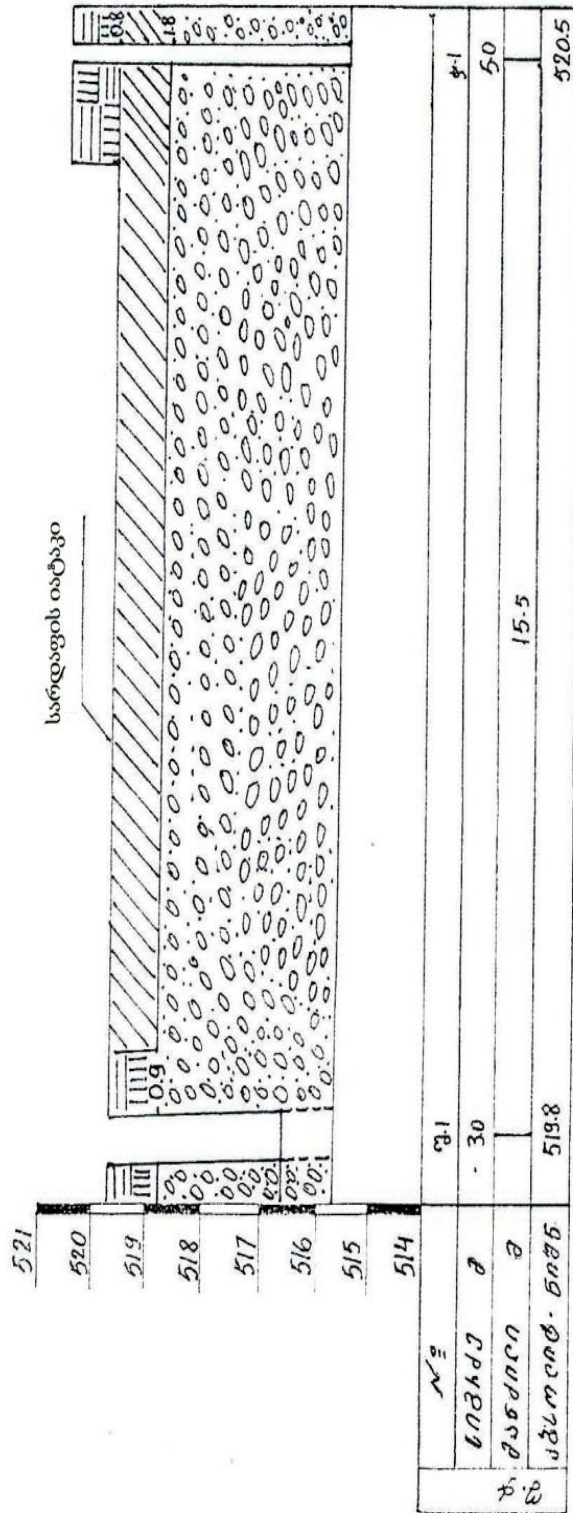
520.9

პროექტი	სართ.	სართ.	სართ.	სართ.	სართ.	სართ.	სართ.	მრუტის წყალი		სართ.	
								გამოწმ.	ღრმა		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0.0	0.8	0.8	520.1	ნაყარი			II				ტ.ნ.ე.
0.8	1.8	1.0	519.1	თიხნარი			II				ძ.ნ.ე.
1.8	5.0	3.2	515.9	ხუნძნარი ძვიშნარის შემყვდობით	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00	III				ა.ნ.ე.

■ ნიშნის სიღრმის აღგები

ნახაზი № 3.2. შური №1-ის ლითოლოგიური ჭრილი

მოედნის გეოლოგიური ჭრილი
მასშტაბი 1:100



ნახაზი № 3.3 მოედნის გეოლოგიური ჭრილი

2.2 ქალაქ თბილისში, მუხიანის დასახლების მე-3 მ/რ კორპუსი № 1

დეფორმაციის შესახებ

დეფორმირებული საცხოვრებელი სახლი, რომელიც მდებარეობს ქალაქ თბილისში, კემოდ კი მუხიანის დასახლებაში. დეფორმირებული კორპუსი 9 სართულიანია, იგი აშენებულია მსხვილი ბეტონის ბლოკებით, შენობის სიგრძე 105 მეტრია და შედგება რამოდენიმე ბლოკ-სექციისგან. გადახურვა ბრტყელი, სართულშუა გადახურვა ღრუტანიანი ფილებითაა განხორციელებული. შენობა დეფორმაცია განიცადა პირველ და მეათე სადარბაზოებში, რომლის გამომწვევი მიზეზია ტექნოგენური წყლები, რაც გამოწვეულია კომუნიკაციიდან წყლის კარგვის შედეგად.

საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების დასადგენად საცხოვრებელი სახლის პირველ და მეათე სადარბაზოს ნაკვეთებზე გაყვანი იქნა 2 შურფ-ჭაბურღილი და 2 ჭაბურღილი, მათმა ჯამურმა სიგრძემ შეადგინა 34 მეტრი. პირველი და მეათე სადარბაზოს ნაკვეთზე გაყვანილი შურფებიდან აღებული იქნა გრუნტის ნიმუშები, რათა დადგენილი იქნას მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები.

როგორც საველი, ისე ლაბორატორიული სამუშაოები ჩატარდა საქართველოში მოქმედი სამშენებლო ნორმების 1.02-07.87წ. „შენობა-ნაგებობათა საინჟინრო გეოლოგიური ძიება“ და სნ 02.02.09 „შენობა-ნაგებობათა ფუძე-სადირკვლების მითითებათა მხედველობაში მიღებით“

საკვლევი ტერიტორია განთავსებულია ქალაქის უკიდურეს ჩრდილოეთ მხარეს. მუხიანი ქალაქის განვითარების სპეციფიკის მიხედვით მიეკუთვნება მასივებს, რომელიც ქალაქ თბილისში გასული საუკუნის 80-იან წლებში განაშენიანდა. მასივის ერთერთ უბანს წარმოადგენდა მე-3 მიკრორაიონი.

გეომორფოლოგიურად მე-3 მიკრორაიონი წარმოადგენს ფერდობს, რომელსაც ახასიათებს ამაღლებები სწორი თხემით. ასეთ თხემებზე აშენებულია კორპუსი №1.

საკვლევ მოედანზე ძირითადი ქანები წარმოდგენილი არის მესამეული ასაკის ოლიგოცენის სუბარგილიტებითა და ქვიშაქვების მორიგეობით, რომელიც ზემოდან დაფარულია მეოთხეული ასაკის წარმონქმნებით, ძირითადად თიხური ქანებით. მათი სიმძლავრე საკმაოდ დიდია. ლიტერატურული მონაცემებით იგი აღწევს 7-15 მეტრს.

ტექტონიკურად ტერიტორია წარმოადგენს დიღმის სინკლინის სამხრეთ ფრთას. ქანების ვარდნაა სამხრეთ-აღმოსავლეთი 170° , ხოლო ვარდნის კუთხე $20-25^{\circ}$. ტერიტორია ჩრდილოეთის მიმართულებით სწრაფად მაღლდება და გადადის მთაგორიან მასივში, ხოლო სამხრეთ-აღმოსავლეთ მიმართულებით გადადის თბილისის ზღვის მიდამოებში.

ტერიტორიის კლიმატიდან გამომდინარე ავლნიშნავთ, რომ საინჟინრო გეოლოგიური თვალსაზრისით განსაკუთრებით საინტერესოა ჰაერის ტემპერატურა, მისი ცვალებადობა, გაყინვის სიღრმე, ნალექების რაოდენობა და ღარები.

ჰაერის საშუალო ტემპერატურა გლდანი-მუხიანის რაიონისათვის $10.5^{\circ}-12.5^{\circ}$ -ის ფარგლებში იცვლება. გაყინვის სიღრმე 0.4 მ-ს არ აღემატება. ეს მონაცემები კი ოპტიმალურია მშენებლობისათვის. რაც შეეხება ქარებს, ქალაქ თბილისში გაბატონებულია დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულების ქარები. მათი საშუალო სიჩქარე 30მ/წმ-ით განისაზღვრება.

ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური პირობებიდან ავლნიშნავთ, რომ გრუნტის წყლებით რაიონი მწირია, რაც გამოწვეულია როგორც კლიმატური, ისე ტერიტორიის გეოლოგიური პირობებით. ლიტერატურული მონაცემებით გრუნტის წყლის დონე ზედაპირიდან საშუალოდ 7-8 მეტრზეა განთვსებული. როგორც წესი, გრუნტის წყლები ქიმიური შედგენილობით (განსაკუთრებით დიდია SO_4 იონების მონაცემებით) აგრესიულია ბეტონის ნაკეთობის მიმართ. ამიტომ იმ შემთხვევაში, თუ შენობის მიწისქვეშა კონსტრუქციას შეეხება ექნება გრუნტის წყლებთან, გამოყენებული უნდა იქნას სულფატომედეგი ცემენტები, რათა არ მოხდეს კონსტრუქციის კოროზია.

ჩატარებული საველე და ლაბორატორიული სამუშაოების ანალიზის საფუძველზე საკვლევ მოედანზე გეოლოგიური ჭრილი შემდეგნაირია:

1. ფენა - 1 - ნაყარი
2. ფენა - 2 - თიხა

მოედნის სულ ზედა ფენა წარმოდგენილი არის ნაყარით. იგი იგივე თიხაა, რომელიც შეიცავს 10-15%-ის რაოდენობის სამშენებლო ნარჩენებს ძირითადად აგურის და ბეტონის ნატეხების სახით. ვინაიდან ნაყარი არ წარმოადგენს შენობის ფუძე-გრუნტებს, განისაზღვრა მხოლოდ მისი ბუნებრივი სიმკვრივე:

$$\rho = 1.72 \text{ გ/სმ}^3$$

მოედნის შემდეგი ფენა წარმოდგენილია მოყვითალო-მონაცისფრო ფერის თიხებით. ისინი გასდევნენ სამთო გამონამუშევრებს მთელ სიღრმეზე. ლიტერატურული წყაროებიდან მათი სიმძლავრე 10-15 მ. შეადგენს. აღსანიშნავია, რომ შურფის ჭრილში კარგად ჩანდა თიხების შრეობრიობა, ხასიათებიან მეტად თხელი შრეებით, რომელთა სიმძლავრე 2-3 მ არ აღემატება. ზოგჯერ შრეებს გამოერევა ქვიშის მეტად თხელი შრეები. ყოველივე აქედან უნდა ვივარაუდოთ, რომ თიხების დალექვისას დიდ როლს თამაშობდა წყალი, თუმცა საერთო სურათით თიხები წარმოშობით მაინც დელუვიურ-პროლივიურია.

განსაზღვრული იქნა თიხების სიმტკიცისა და დეფორმაციის მაჩვენებლები. შედეგები მოცემულია ცხრილ №1-ში, ჭრისა და კომპრესიის გრაფიკების სახით. თიხის სიმტკიცის მაჩვენებლები განსაზღვრული იქნა ჰიდროპროექტის ჭრის ხელსაწყოზე, ჭრები ჩატარდა პროფესორ ნ. მასლოვის ჩქარი ჭრის მეთოდით. ვიცოდით, რა შენობის ფუძეზე მოსული დატვირთვები, ვერტიკალური დატვირთვები აღებული იქნა შესაბამისად პროფესორ გ. ნიჩპოროვიჩის მეთოდით. შედეგები მოცემულია ცხრილ №2.2-ში და ჭრის გრაფიკების სახით. აქ ყურადღება უნდა მიექცეს ერთ

ცხრილი 3.2

ობიექტის დასახელება: ქ. თბილისი, მუხიანის დასახლების მე-მ/რ კორპუსი №1

№	გამონამუშევრის №	აღების სიღრმე	გრუნტის ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგები																	გრუნტის ტიპი	
			ლაბ. №	პლასტიკურობა			ბუნებრივი ტენიანობა %	სიმკვრივე გრ/სმ ³			ფორიანობის ოეფიციენტი	დენადობის მაჩვენებელი	ტენიანობის ხარისხი	კუმულაციური კოეფიციენტი კგ/სმ ²	ფარდობითი ჩაჯდომადობა	ბუნებრივი		წყლიტაჟენთილი			ტაბაშირის შემცველობა %
				ზედა ზღვარი %	ქვედა ზღვარი %	პლასტიკურობის რიცხვი		ბუნებრივი	მშრალ გრუნტის	გრუნტის ნაწილაკების						ფ	მკა	ფ	მკა		
		h		W_L	W_P	I_P	W	ρ	ρ_d	ρ_s	e	l_i	S_r	a	l_s	φ	C	φ	C	$CaSO_4 * 2H_2O$	
1	შ-1	1.50	36	44	21	23	19	1.85	1.55	2.72	0.75	- 0.08	0.69	0.02	-	18	0.036	14	0.020	--	თიხა
2	შ-1	1.90	37	46	22	24	20	1.85	1.53	2.72	0.77	- 0.08	0.71	0.02	-	17	0.026	--	--	--	თიხა
3	შ-2	4.00	38	48	23	25	20	1.86	1.54	2.72	0.76	- 0.12	0.72	0.02	-	16	0.030	--	--	--	თიხა
4	შ-2	5.10	39	46	23	23	21	1.84	1.55	2.72	0.74	-0.07	0.74	0.02	-	18	0.032	--	--	--	თიხა

გარემოებას, როგორც ცხრილიდან ჩანს დასველები შემთხვევაში გრუნტების სიმტკიცის მაჩვენებლები მკვეთრად ეცემა, ამიტომ შენობის ფუძე-გრუნტები დაცული უნდა იყოს დასველებისგან. შენარჩუნებული იყო ის ბუნებრივი ტენიანობა, რომელიც მათ აქვთ რეალურად.

შენობის დეფორმაცია ფუძე-გრუნტების წყლით დასველებით უნდა აიხსნას. კომუნიკაციის დაზინების გამო წყალი დიდხნის განმავლობაში იდგა სარდაფში, რამაც გამოიწვია შენობის დეფორმაცია.

თიხების დეფორმაციის მაჩვენებლიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი აქვს დეფორმაციის მოდულს. იგი განსაზღვრული იყო კომპრესიის ხელსაწყოზე სტანდარტული მეთოდით. შედეგები მოცემულია ცხრილ №2.2-ში და კომპრესიის გრაფიკის სახით. დეფორმაციის მოდულის საშუალო მნიშვნელობა:

$$E_0 = 140 \text{ კგ/სმ}^2$$

უნდა ავლნიშნოთ, რომ დასველების შემთხვევაში დეფორმაციის მოდულის მნიშვნელობა მკვეთრად ეცემა.

ჩატარებული ლაბორატორიული სამუშაო საშუალებას იძლევა განსაზღვრული იყოს თიხების პირობითი წინაღობა. ამისათვის ვსარგებლობთ სამშენებლო ნორმებით 3.ნ. 02.01.08 დანართი 3, ცხრილი №3, საიდანაც ორმაგი ინტერპოლაციით:

$$R_0 = 1.8 \text{ კგ/სმ}^2$$

მოედნის ჰიდროგეოლოგიური პირობების შესახებ ავლნიშნავთ, რომ გრუნტის წყალი გამოკვლეულ სიღრმემდე არ დაფიქსირებულა.

ჩატარებული სამუშაოებიდან გამომდინარე შეიძლება ითქვას:

ა. საკვლევი მოედანი გეომორფოლოგიურად წარმოადგენს მცირედ დახრილ ფერდობს, როგორც გამოკვლევებმა გვიჩვენა რაიმე საშიში გეოლოგიური პროცესების განვითარება, რომელიც უარყოფითად

იმოქმედებს შენობის მდგრადობაზე არაა მოსალოდნელი;

ბ. საინჟინრო გეოლოგიური სირთულის მიხედვით საკვლევი მოედანი სამშენებლო ნორმებით 1.02.07.87წ დანართი 10-ის მიხედვით მიეკუთვნება პირველ (მარტივ) კატეგორიას;

გ. მოედნის გეოლოგიური ჭრილი გამოკვლეულ სიღრმემდე შემდეგნაირია:

1. ფენა - 1 - ნაყარი
2. ფენა - 2 - თიხა

დ. შენობა დაფუძნებულია თიხებზე , მათი სიმტკიცის და დეფორმაციის მაჩვენებლებია:

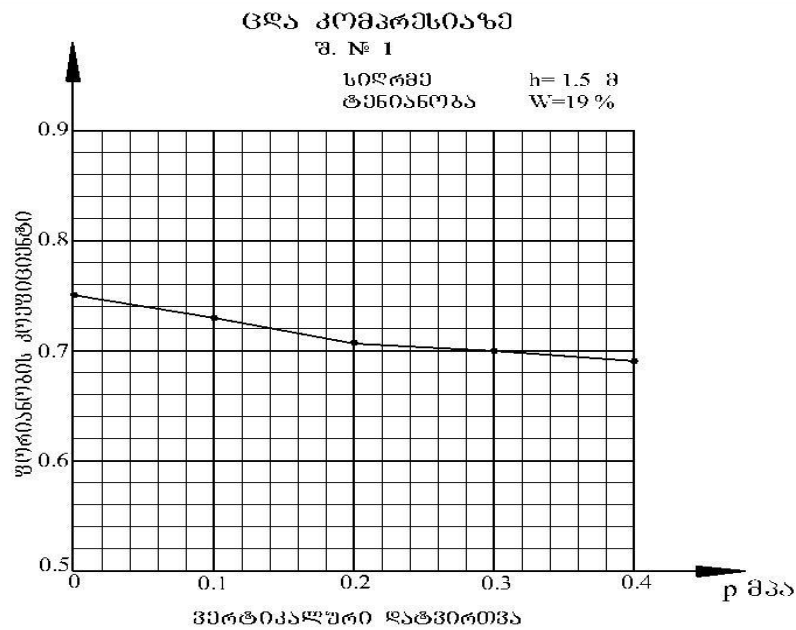
$$R_0 = 1.8 \text{ კგ/სმ}^2$$

$$E_0 = 140 \text{ კგ/სმ}^2$$

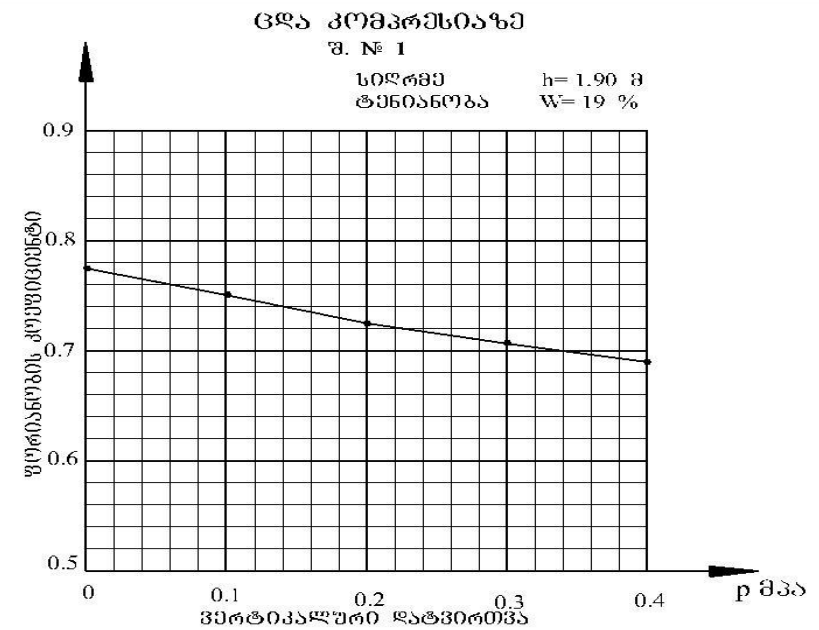
ე. გამოკვლეულ სიღრმემდე გრუნტის წყალი არ დაფიქსირებულა.

ვ. საქართველოს სეისმური ნორმებით პ.ნ. 01.01.09 „სეისმომედეგი მშენებლობა“ ქალაქი თბილისი მიეკუთვნება 8 ბალიან სეისმურ ზონას. საკვლევ მოედანსაც ვაკუთვნებთ 8 ბალიან სეისმურ ზონას. რაც შეეხება გრუნტის სეისმიურ თვისებებს იგივე ნორმებით თიხები მიეკუთვნებიან მეორე კატეგორიას.

ზ. დამუშავებული სიძნელის მიხედვით, სამშენებლო ნორმებით IV-2-82წ. ცხრილი 1-1-ის მიხედვით, როგორც ნაყარი, ისე თიხები მიეკუთვნებიან მეორე ჯგუფს.

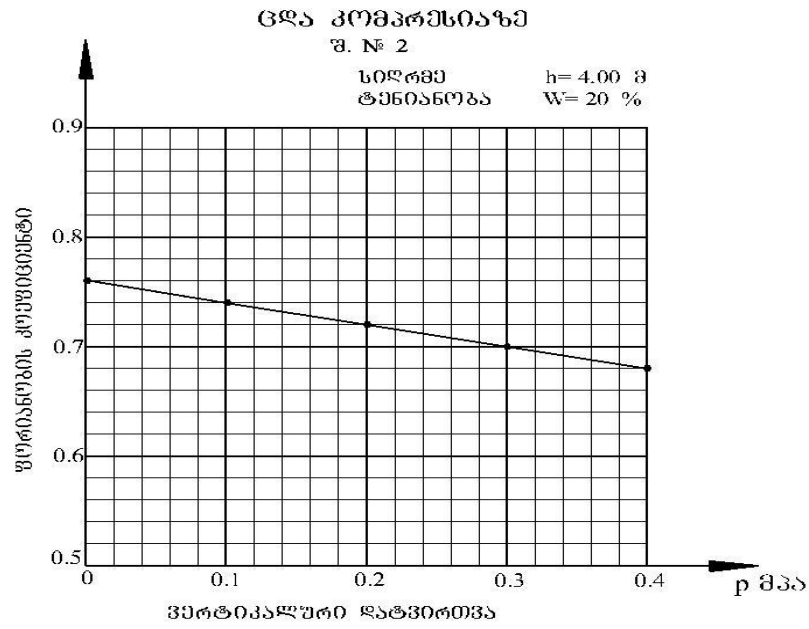


ვერტიკალური დატვირთვა	მპა	0	0.1	0.2	0.3	0.4
ფორიანობის კოეფიციენტი	e	0.75	0.73	0.71	0.70	0.69
დაჯდომის მოდული	e_p		5.80	1.50	1.90	2.30
დეფორმაციის მოდული	E მპა		8.60	8.70	17.50	17.60
კუმულაციის კოეფიციენტი	a		0.02	0.02	0.01	0.01

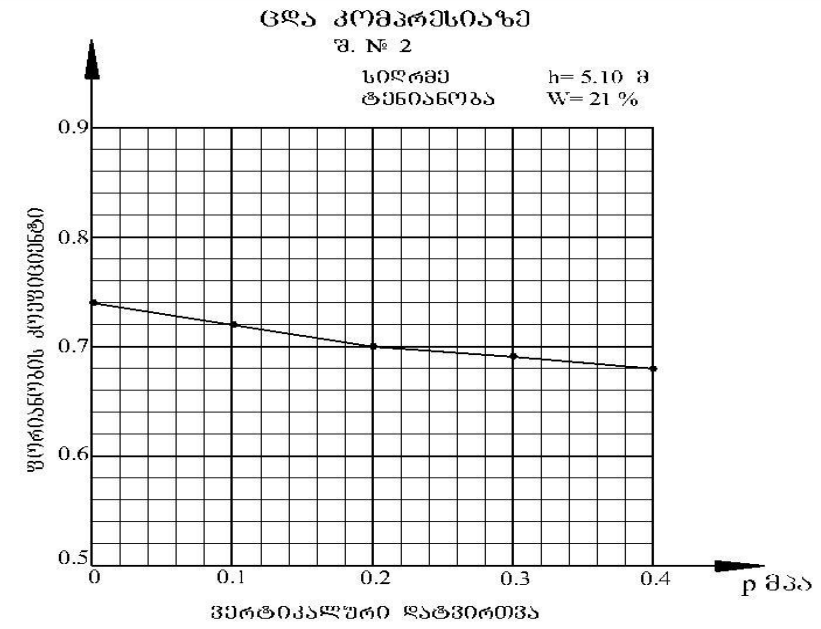


ვერტიკალური დატვირთვა	მპა	0	0.1	0.2	0.3	0.4
ფორიანობის კოეფიციენტი	e	0.77	0.75	0.73	0.71	0.70
დაჯდომის მოდული	e_p		0.80	1.60	2.40	2.80
დეფორმაციის მოდული	E მპა		8.70	8.80	9.00	17.70
კუმულაციის კოეფიციენტი	a		0.02	0.02	0.03	0.01

ნახაზი № 3. 5 ცდა კომპრესიაზე შურფი № 1(I სადარბაზო)



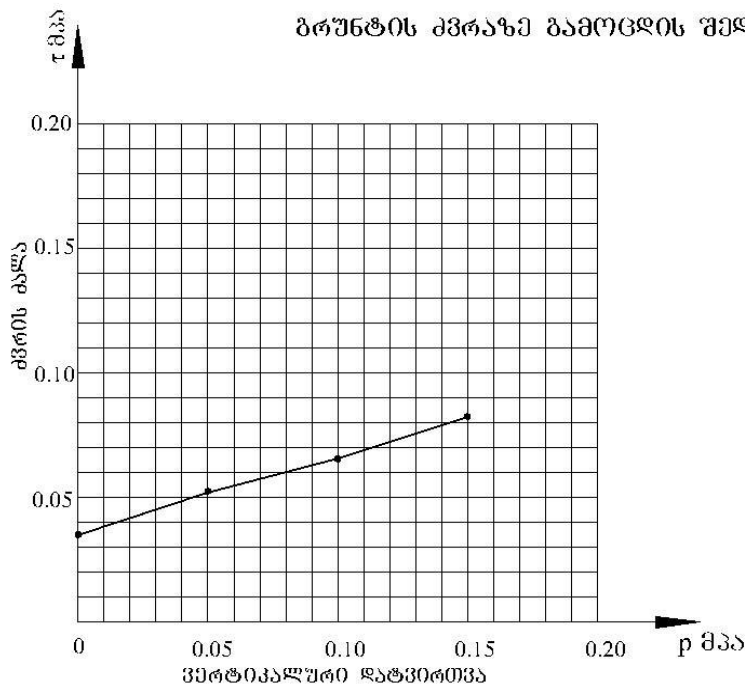
ვერტიკალური დატვირთვა	მპა	0	0.1	0.2	0.3	0.4
ფორიანობის კოეფიციენტი	e	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68
დაჯღოვის მოღული	e_p		0.80	1.60	2.40	3.20
დეფორმაციის მოღული	E მპა		8.60	8.70	8.80	8.90
კუმფვადობის კოეფიციენტი	a		0.02	0.02	0.02	0.02



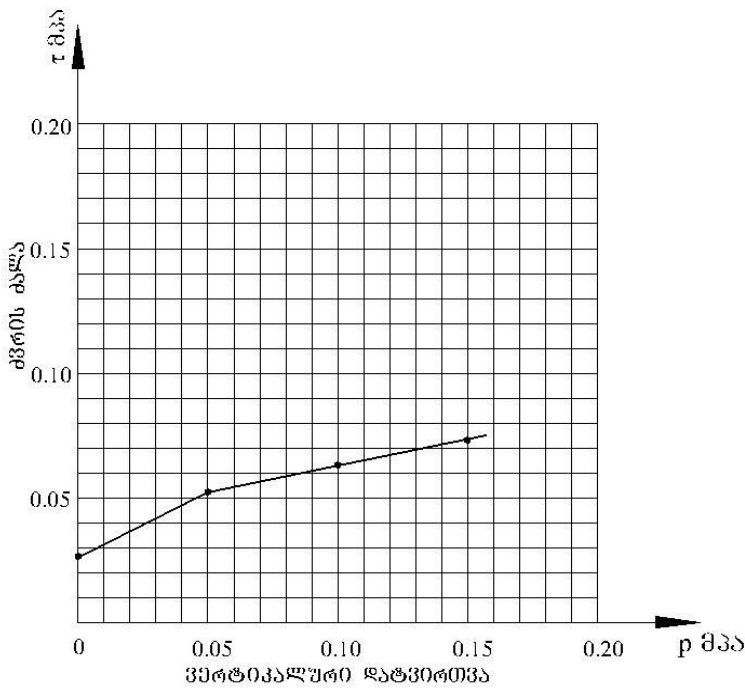
ვერტიკალური დატვირთვა	მპა	0	0.1	0.2	0.3	0.4
ფორიანობის კოეფიციენტი	e	0.74	0.72	0.70	0.69	0.68
დაჯღოვის მოღული	e_p		0.80	1.60	2.00	2.40
დეფორმაციის მოღული	E მპა		8.60	8.70	17.40	17.50
კუმფვადობის კოეფიციენტი	a		0.02	0.02	0.01	0.01

ნახაზი № 3. 6 ცდა კომპრესიაზე შურფი № 2 (X სადარბაზო)

ბრუნტის ძვრაზე გამოცდის შედეგები



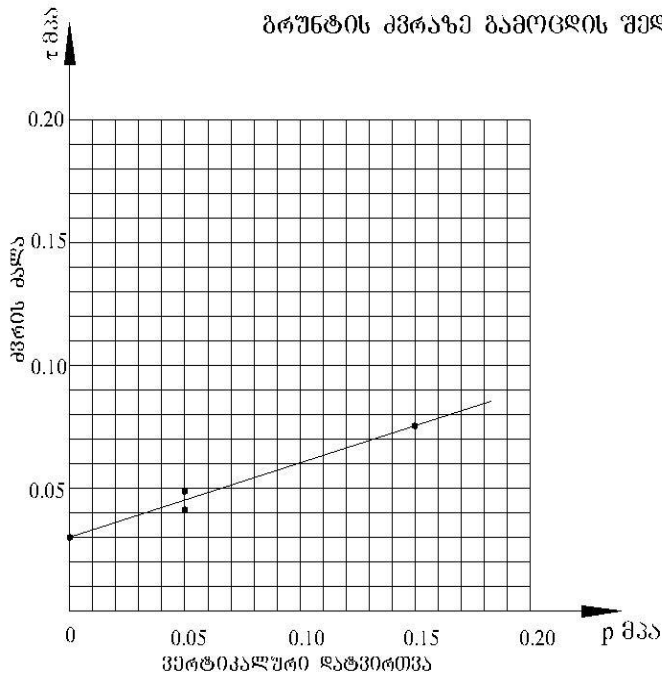
შ. № 1			
სიღრმე		h=1.50მ	
ტენიანობა		W=19%	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპპ	ძვრის ძალა მპპ	შობა ხახუნის კუთხე	კუთრი უმჯობესობა მპპ
P	τ	φ°	c მპპ
0.05	0.052	18°	0.036
0.10	0.066		
0.15	0.082		
0.20			



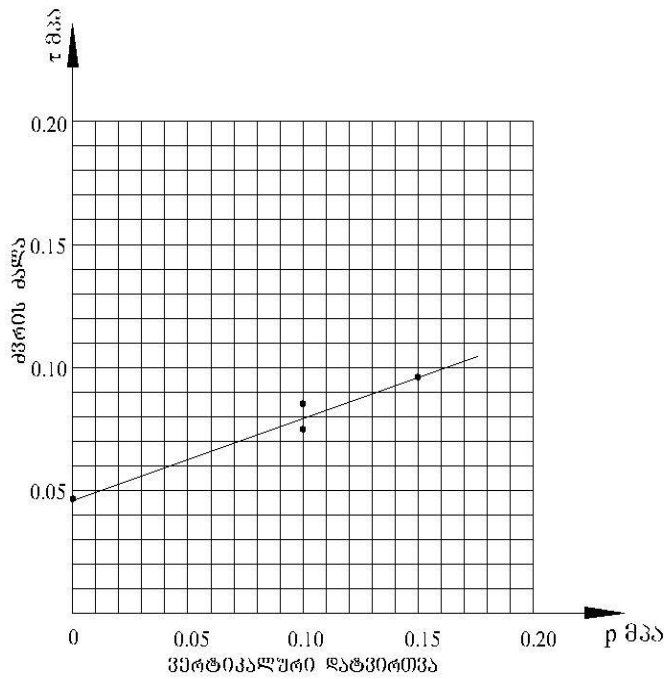
შ. № 1			
სიღრმე		h=1.90მ	
ტენიანობა		W=20%	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპპ	ძვრის ძალა მპპ	შობა ხახუნის კუთხე	კუთრი უმჯობესობა მპპ
P	τ	φ°	c მპპ
0.05	0.041	17°	0.026
0.10	0.056		
0.15	0.071		
0.20			

ნახაზი № 3. 7 ძვრაზე გამოცდის შედეგები შურფი № 1 (I სადარბაზო)

გრუნტის ძვრის გამოცდის შედეგები

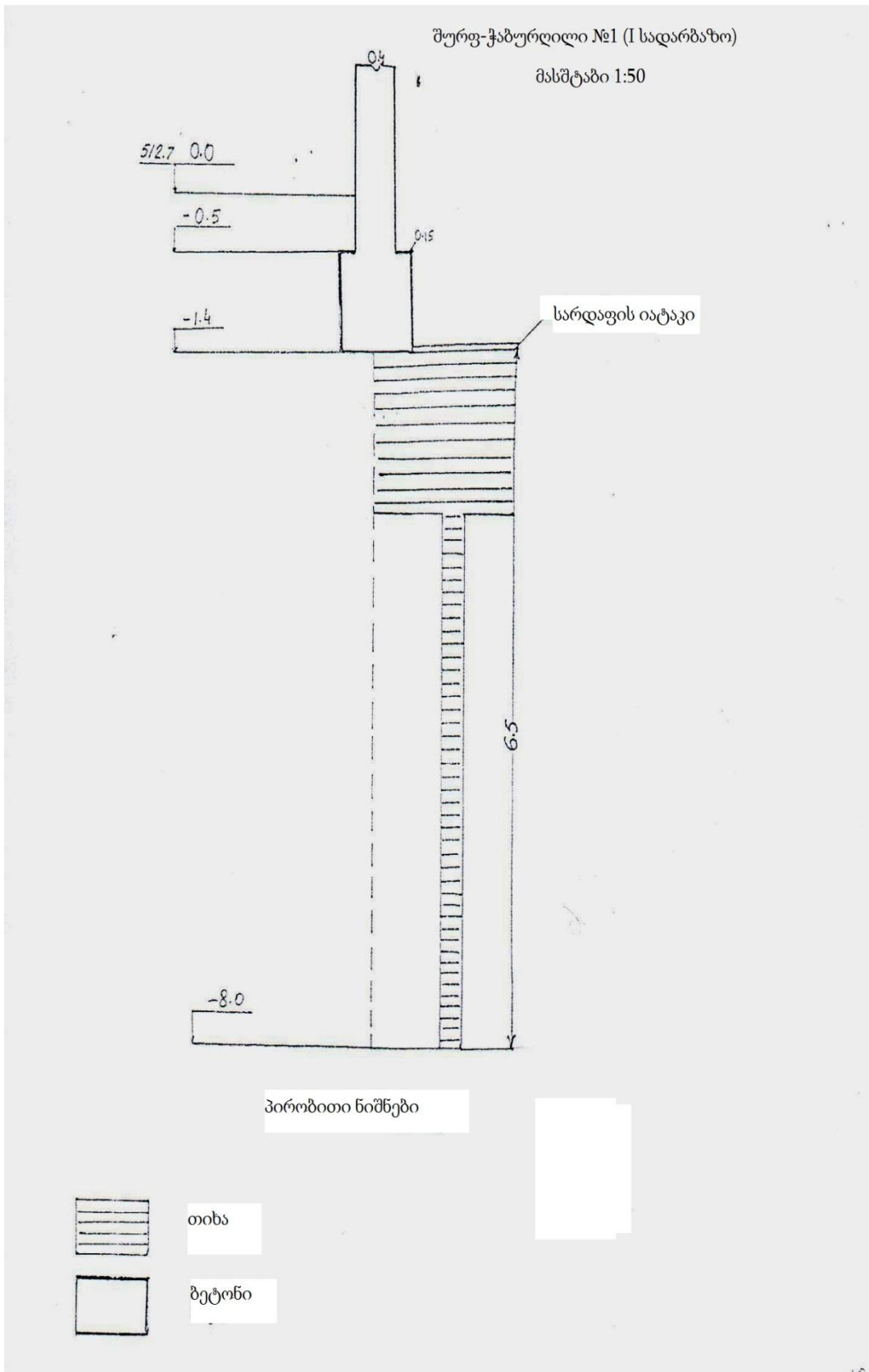


შ. № 2			
სიღრმე		h=4.0მ	
ტენიანობა		W=20%	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპა	ძვრის აბლა მპა	წიბის ხახუნის კუთხე	კუთრი შეჭიდულობა მპა
P	τ	φ°	c მპა
0.05	0.044	16°	0.030
0.10	0.058		
0.15	0.072		
0.20			



შ. № 2			
სიღრმე		h=5.10მ	
ტენიანობა		W=21%	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპა	ძვრის აბლა მპა	წიბის ხახუნის კუთხე	კუთრი შეჭიდულობა მპა
P	τ	φ°	c მპა
0.05	0.048	18°	0.032
0.10	0.064		
0.15	0.080		
0.20			

ნახაზი № 3. 8 ძვრაზე გამოცდის შედეგები შურფი № 2 (X სადარბაზო)



ნახაზი № 3.9 შურფ-ჭაბურღილი № 1 (I სადარბაზო)

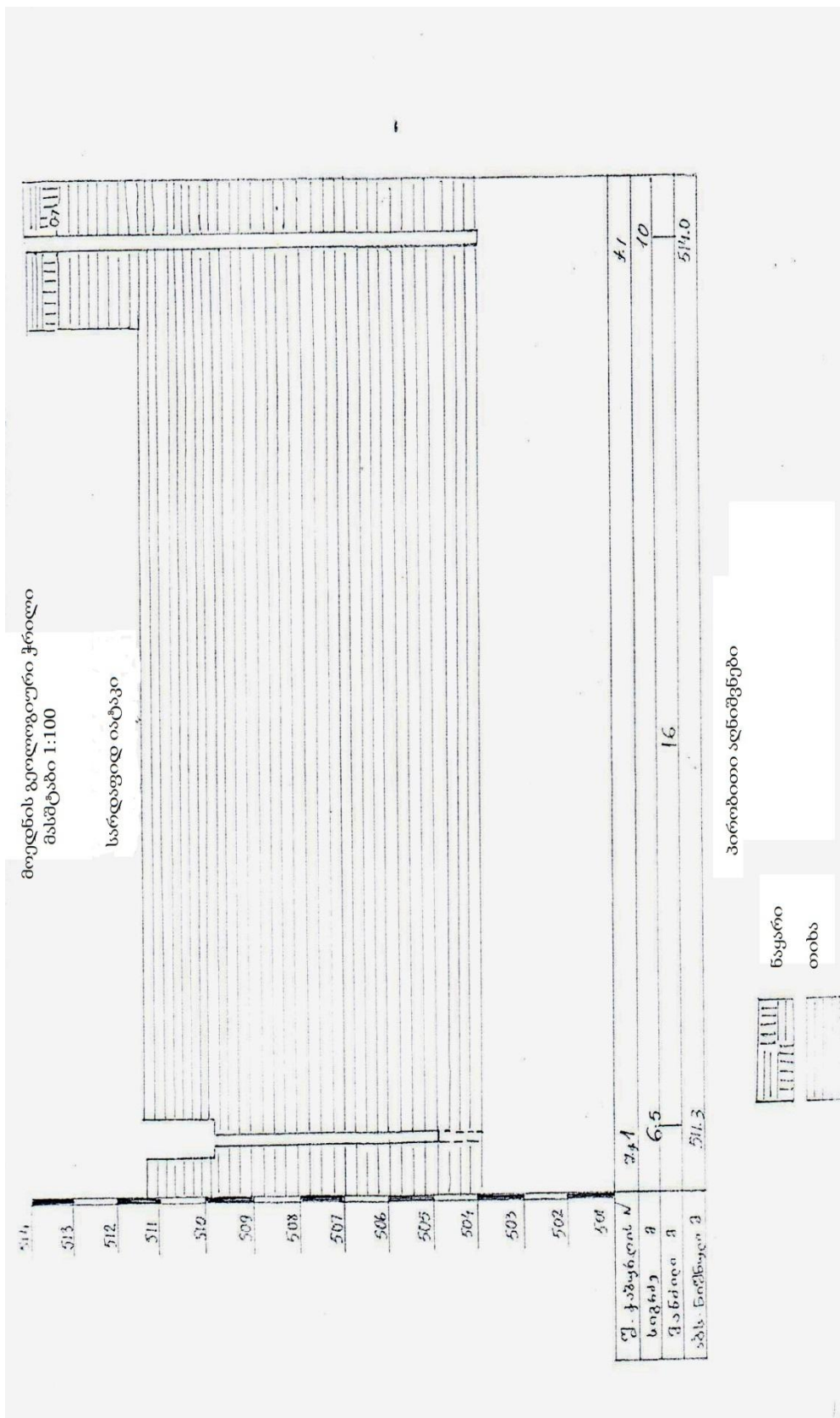
514.0

ლითოლოგიური ჭრილი

სიღრმის მანძილი		ფენის ხილვები	ფენის მისდევნის ხარისხი	ქანების აღწერა	ლითოლოგია	გრუნტების კატეგორია	R ₀ კგ/სმ ²	გრუნტის წყალი		სტრატოგრაფიული სტრატონომი
მ.მ	სმ							გამოჩენა	ფორმა	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.0	0.7	0.7	513.3	ნაყარი		II				zღ
				თიხა		II				dpa
0.7	100	9.3	504.0							

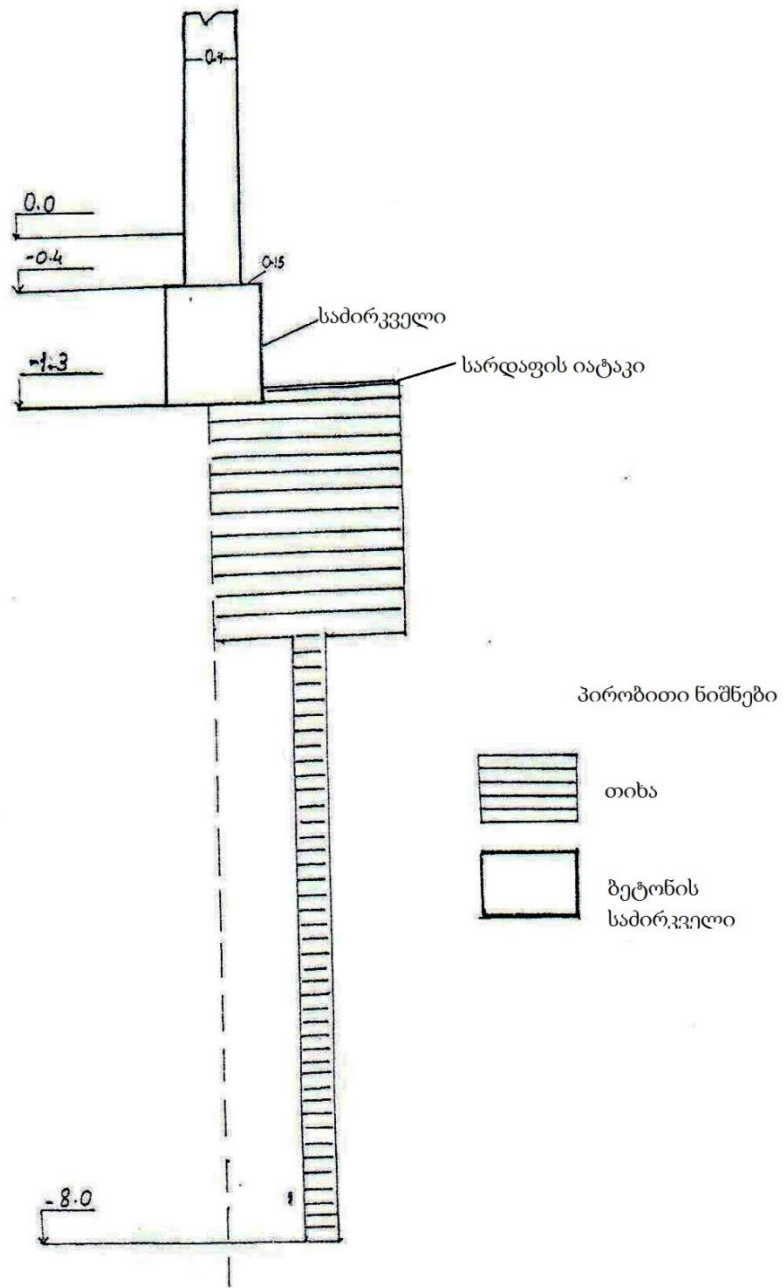
■ ნიშნის აღების აღიერი

ნახაზი № 3.10 ლითოლოგიური ჭრილი (I სადარბაზო)



ნახაზი № 3.11 მოედნის გეოლოგიური ჭრილი (I სადარბაზო)

შურფ-ჭაბურღილი № 2 (X სადარბაზოში)
მასშტაბი 1 : 50



ნახაზი № 3.12 შურფ-ჭაბურღილი (X სადარბაზო)

ლითოლოგიური ჭრილი

ჯანსუღი № 2

მასშტაბი 1:100

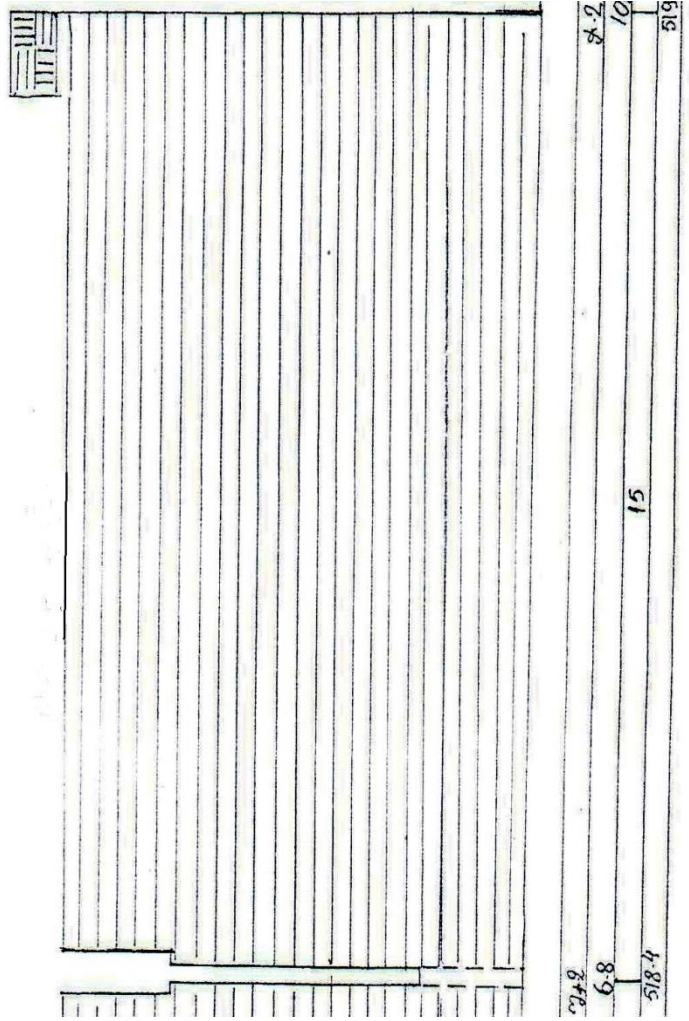
519.70

შენიშვნა		სიღრმე მ	სიღრმის მ	სიღრმის მ	სიღრმის მ	ლითოლოგია	პროფილის კატეგორია	R ₀ კგ/სმ ²	გრუნტის წყალი		სტრატეგია ანალიზი
ღან	მდე								გამოჩენა	ღგოჭა	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0.0	0.9	0.9	518.8	ნაცარი		II					t 0.4
0.9	8.0	7.1	511.7	თიხა		II					ძვნი

■ ნიშნის აღების აღკვირ

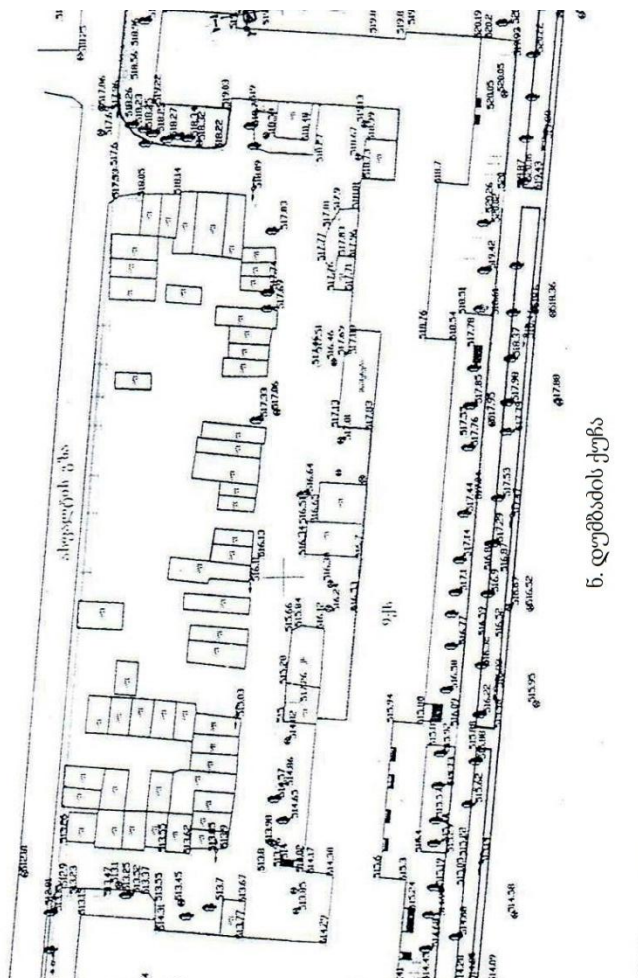
ნახაზი № 3.13 ლითოლოგიური ჭრილი (X სადარბაზო)

გეოლოგიური ქრილი I-I (X სადარბაზო)
 მასშტაბი 1:100



ნახაზი № 3.14 გეოლოგიური ქრილი (X სადარბაზო)

ტოპოგრაფიკა
 მუხიანი მე-3 მ/რ. კ. 1
 მასშტაბი 1 : 500



ნახაზი № 3.15 ტოპოგრაფიკა

3.3 ქალაქ თბილისში ჩიტაძის № 12 -ში არსებული შენობის დეფორმაციის შესახებ.

ადმინისტრაციული შენობა ოთხ სართულიანია და აშენებულია გასული საუკუნის 50 წლებში. შენობის ძირი კედლები აგურისაა, ხოლო სართულშუა და სასხვენო გადახურვა ხის. რაც შეეხება შენობის საძირკვლის ნაწილს იგი ბეტონითაა განხორციელებული, ნაწილი კი ყორექვით. ადრე შენობაში განთავსებული იყო ყოფილი საბჭოთა კავშირის საქართველოს შინაგან საქმეთა სამინისტროს პოლიკლინიკა.

შენობის მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევამდე ჩატარებული იქნა სარეკოგნისცირებო სამუშაოები, რის შედეგადაც გამოვლინდა, რომ შენობის მზიდი კედლების ის ნაწილი, რომელიც გადის ჩიტაძის ქუჩაზე დეფორმირებულია და შეინიშნება ბზარები. ბზარების უმრავლესობა გამჭოლია. გამომდინარე ამ მდგომარეობიდან სამუშაო პროგრამა მოიცავდა შემდეგ ძირითად საკითხებს:

1. გაცნობა მასალებისა, სადაც ასახულია არსებული შენობის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები;
2. მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური და შენობის დაფუძნების პირობების გამოკვლევა;
3. იმ შემთხვევაში, თუ შენობის ზემოთ აღნიშნული ბზარები გამოწვეულია ფუძე-გრუნტების შესუსტებით, მაშინ კედლის დეფორმაციის საწინააღმდეგო ღონისძიებათა დასახვა.

მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების დასადგენად გაყვანილი იქნა 5 შურფი, მათი საერთო სიგრძე შეადგენს 14.6 მეტრს. შურფებიდან აღებული იქნა გრუნტის ნიმუშები მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებათა დასადგენად ლაბორატორიული წესით განსაზღვრული იქნა:

1. გრუნტის ტიპი;
2. ფიზიკურ თვისებები;
3. მექანიკური მაჩვენებლები;
4. წყლოვანი თვისებები;

ლაბორატორიული სამუშაოები ჩატარდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გრუნტების მექანიკისა და ფუძე-საძირკვლის მიმართულების და სამშენებლო ფაკულტეტის სასწავლო, სამეცნირო და საექსპერტო ლაბორატორიის ბაზაზე.

როგორც საველე, ისე ლაბორატორიული სამუშაოები ჩატარდა სამშენებლო ნორმების 2.02.07-87წ. „შენობა-ნაგებობათა საინჟინრო-

გეოლოგიური ძიება“ და 2.02.01-83წ. „შენობა-ნაგებობათა ფუძე-სამირკვლები“ მოთხოვნათა შესაბამისად.

მიღებული შედეგები წარმოდგენილი არის კომპიუტერზე აკრეფილი ანგარიშის სახით, სადაც გარდა ტექნიკური ნაწილისა მოცემულია გრაფიკული მასალა გრუნტების თვისებებზე და მოედნის გეოლოგიურ პირობებზე.

ქ. თბილისი და მისი შემოგარენი გეოლოგიურად განლაგებულია აჭარა-თრიალეთის დაძირვის სისტემის აღმოსავლეთით. ხასიათდებიან პალეოგენურ-ეოცენური პერიოდის დანალექი და ვულკანოგენური ქანების მძლავრი განფენებით. უმეტეს ნაწილზე ძირითადი ქანები დაფარულია მეოთხეული ასაკის ქანებით, რომლებიც წარმოდგენილია თიხური გრუნტებით, ზოგჯერ მათში გამოერევა ალუვიური წარმოშობის კენჭნარები. რელიეფის ძლიერი დანაწევრიანების გამო ხშირია ძირითადი ქანების გაშიშვლებანი, რაც მათზე დაკვირვების და შესწავლის კარგ საშუალებას იძლევა. ლითოლოგიურად საკვლევი ტერიტორიის აგებულებაში მონაწილეობას ღებულობენ დანალექი და ვულკანოგენური ქანები, როგორცაა არგილიტები, ქვიშაქვები, ტუფობრექრიები და სხვა. აქედან ყველაზე მეტი გავრცელებით სარგებლობენ არგილიტებისა და ქვიშაქვების მორიგეობა. აღნიშნული ძირითადი ქანების გაშიშვლებული ადგილები საკმაოდ დიდი რაოდენობით გვხვდება მდინარე მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე, მარცხენაზე კი მხოლოდ ზოგიერთ ადგილზე შიშვლდებიან.

ქ. თბილისი საქართველოს ტექტონიკური (პ. გამყრელიძე) დარაიონების მიხედვით შედის ართვინ-ბოლნისის ბელტის ზონაში. საკვლევი რაიონი წარმოადგენს მამადავითის ანტიკლინის (იგივე მამადავითის ქედის) ჩრდილო ფერდის დაბოლოებას. მამადავითის ქედი თავზე დასცქერის ქალაქს. დასავლეთით იგი თრიალეთის ქედში გადადის, ხოლო აღმოსავლეთით ციკაბო ფარდობით აწყდება ქალაქს, მისი ნაოჭები მდინარე მტკვრის მარცხენა მხარეზეც გრძელდება და

დაფარულია ახალგაზრდა ნალექებით. მამადავითის ქედის თხემი მოვაკებულია, ხოლო ფერდობები ასიმეტრიული. ჩრდილო კალთა მოკლეა და ციცაბოდ ეშვება ქალაქში. იგი დანაწევრებულია მრავალრიცხოვანი ხეობებით და ხრამებით, რომლებიც თავისებური შესახედაობის ლანდშაფტს ქმნიან. სამხრეთით კი ანტიკლინის ფრთა თანდათან გადადის წავკის-ოქროყანის სივრცეში.

როგორც ავღნიშნეთ საკვლევ ტერიტორიაზე ქალაქის ქანები წარმოდგენილი არის მესამეული ასაკის ზედა ეოცენის არგილიტების და ქვიშაქვების მორიგებით. ქანების გავრცელების აზიმუტია ჩრდილოეთით 340°, ხოლო დაქანების კუთხე 20-30°.

ქ. თბილისის კლიმატზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს რელიეფის ფორმები და ხასიათი. ქალაქი სამივე მხრივ საკმაოდ მოზრდილი ქედებითაა გარშემორტყმული და მხოლოდ აღმოსავლეთითაა შედარებით გაშლილი. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 10-12°C ფარგლებში იცვლება. რელიეფის თავისებურების გამო კლიმატის ცვალებადობა სულ მცირე ტერიტორიაზეც კი შეინშნება მაგალითად ბოტანიკურ ბაღში ტემპერატურა სხვაა ქალაქის დანარჩენ რაიონებთან შედარებით.

ჭრელია ქ. თბილისში ნალექების განაწილებაც, ნალექების წლიური საშუალო რაოდენობა 510მმ შეადგენს. ნიშანდობლივია უხვნალექიანობა გაზაფხულზე და მცირე კი ზამთარში. ქ. თბილისათვის დამახასიათებელია თავსხმა წვიმა მაისში და ივლისში, თუმცა მათი ხანგრძლივობა მცირეა. თავსხმა წვიმას თან ერთვის ელჭექი და სეტყვა.

საინჟინრო-გეოლოგიის თავლსაზრისით საინტერესოა ქ. თბილისისათვის დამახასიათებელი ქარები და გრუნტის გაყინვის სიმძლავრე. ქ. თბილისისათვის დამახასიათებელია ქარის მიმართება დასავლეთიდან აღმოსავლეთ მიმართულებით. რაც შეეხება ქარის სიჩქარეს იგი საშუალოდ შეადგენ 30მ/წ. თუმცა როგორც ამას პრაქტიკა ადასტურებს ისეთ რაიონებში როგორცაა ნუცუბიძის პლატო და

ვარკეთილის მასივი ქარის სიჩქარე 60 მ/წ-მდე აღის. რაც შეეხება ნიადაგის გაყვივის სიღრმეს იგი ქ. თბილისის ფარგლებში 30-40 სმ_ს არ აღემატება.

ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური პირობების შესახებ ავღნიშნავთ, რომ გრუნტის წყლებით ქალაქი მწირია, რაც აიხსნება, როგორც კლიმატით, ისე ქ. თბილისში გავრცელებული ქანების თვისებებით.

ჩატარებული საველე და ლაბორატორიული სამუშაოების ანალიზის შედეგად საკვლევ მოედანზე გეოლოგიურ ჭრილში გამოყოფილი იქნა გრუნტის ორი ფენა:

1. ფენა-1 ნაყარი ($t_I Q_{IV}$)
2. ფენა - 2 ქვიშნარი ($dp_I Q_{IV}$)

მოედნის ზედა ფენა სულ დელუვიურ-პროვიურ წარმოშობის მოყავისფრო ფენის თიხოვანი გრუნტით არის წარმოდგენილი. ლაბორატორიულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ისინი სამშენებლო ნომენკლატურით ქვიშნარებს მიეკუთვნებიან. საძირკვლის გაშიშვლებამ გვიჩვენა, რომ შენობა დაფუძნებულია ქვიშნარ გრუნტებზე. ამიტომ მათი თვისებები დეტალურად იქნა შესწავლილი. ქვიშნარები გაყვანილ შურფებს მთელ სიგრძეზე (4.0მ) გასდევენ ლიტერატურული მონაცემებით ქვიშნარების სიმძლავრე 10-12მეტრს შეადგენს. მათ შემდეგ კი განთავსებულია ძირითადი ქანები ზედა ეოცენის არგილიტებისა და ქვიშაქვების მორიგეობა. აღნიშნული გრუნტები თავისი სიმტკიცით კლდოვან (ქვიშაქვა) და ნახევარ კლდოვან (არგილიტები) გრუნტებს მიეკუთვნებიან და ქვიშნარებთან შედარებით გაცილებით მაღალი სიმტკიცით ხასიათდებიან.

ქვიშნარები ბუნებრივ პირობებში მშრალ მდგომარეობაში არიან, მათი ბუნებრივი ტენიანობა $16 \div 17\%$ ფარგლებში მერყეობს. რაც შეეხება ბუნებრივ სიმკვრივეს მისი სიდიდე იცვლება $1,74 \div 1,80 \text{მ/სმ}^2$ ფარგლებში. ქვიშნარებში არც თუ იშვიათად გვხვდება ძირითადი ქანების ქვიშების ნამსხვრევლები, რომელთა დიამეტრი 3-4სმ-ის ფარგლებში იცვლება. ამრიგად ქვიშნარები წარმოადგენენ ძირითადი ქანების ნაშალს, ნაშალში

ქვიშაქვების გვევლინება ქვიშის მარცვლების სახით, ხოლო არგილიტები უკვე გათიხებულ მდგომარეობაში არიან. ქანების ასეთ მდგომარეობისათვის საჭიროდ ვცანით განსაზღვრულიყო ქვიშნარების გრანულომეტრიული შედგენილობა, რომელიც მოცემულია ცხრილ №1-ში. როგორც ცხრილიდან ჩანს, გრანულომეტრიულ შედგენილობაში გაბატონებული მდგომარეობა უჭირავს მტროვან ფრაქციებს, რაც შეეხება პლასტიკურობის მაჩვენებლის მიხედვით, აღნიშნული ქანები სამშენებლო ნომენკლატურით მიეკუთვნება ქვიშნარებს, მათი პლასტიკურობის რიცხვი იცვლება 5-6-ის ფარგლებში.

ცხრილ №3.3-ში

ქვიშნარის გრანულომეტრიული შედგენილობა

№	შურფების №	აღების სიღრმე	ფრაქციის ზომა მმ					
			>100	100÷50	50÷2	2÷0.05	0.05÷0.005	<0.005
1	1	2.4	0	0	7	33	39	21
2	2	3.4	0	0	0	43	41	16
3	3	2.8	0	5	4	33	35	23
4	4	2.5	0	0	3	36	45	16
5	4	3.3	0	0	0	35	47	18

განსაზღვრული იყო ქვიშნარების სიმტკიცის და დეფორმაციის მაჩვენებლები შედეგები მოცემულია ცხრილი №2-ში და ჭრის გრაფიკების

ცხილი 3.4

ობიექტის დასახელება: ქ. თბილისი, ჩიტბის ქ. №12

№	გამონამუშევრის №	აღების სიღრმე	გრუნტის ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგები																	გრუნტის ტიპი	
			ლაბ. №	პლასტიკურობა			ბუნებრივი ტენიანობა %	სიმკვრივე გრ/სმ ³			ფორიანობის ოეფიციენტი	დენადობის მაჩვენებელი	ტენიანობის ხარისხი	კუმშვადობის კოეფიციენტი კგ/სმ ²	ფარდობითი ჩაჯდომადობა	ბუნებრივი		წყლიტგაჟენთილი			ტაბაშორის შემცველობა %
				ზედა ზღვარი %	ქვედა ზღვარი %	პლასტიკურობის რიცხვი		ბუნებრივი	მშრალ გრუნტის	გრუნტის ნაწილაკების						ფ	ც	ფ	ც		
h	W _L	W _P	I _p	W	ρ	ρ _d	ρ _s	e	l _i	S _r	a	l _s	φ	C	φ	C	CaSO ₄ * 2H ₂ O				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	შ.1	2.5	81	20	14	6	13	1.74	1.53	2.66	0.73	-0.16	0.47	0.02	<0.01	19°	0.020	15°	0.010	-	ქვიშნარი
2	შ.1	3.5	82	21	15	6	14	1.76	1.55	2.66	0.71	-0.16	0.52	0.02	<0.01	19°	0.022	-	-	-	ქვიშნარი
3	შ.2	2.8	83	19	15	4	14	1.74	1.52	2.66	0.75	-0.25	0.49	0.02	<0.01	18°	0.016	14°	0.010	-	ქვიშნარი
4	შ.2	3.9	84	21	14	7	14	1.72	1.50	2.66	0.77	0.00	0.48	0.02	<0.01	17°	0.010	-	-	-	ქვიშნარი
5	შ.4	2.6	85	19	13	6	12	1.71	1.52	2.66	0.74	-0.16	0.43	0.02	<0.01	18°	0.016	14°	0.010	-	ქვიშნარი
6	შ.4	3.5	86	19	14	5	13	1.73	1.53	2.67	0.72	-0.20	0.43	0.02	<0.01	19°	0.020	15°	0.020	-	ქვიშნარი

სახით, სიმტკიცის მაჩვენებელი განსაზღვრული იქნა პროკ. ნ. მასლოვის ჩქარი ჭრის მეთოდით. ჰიდროპროექტის ჭრის ხელსაწყო საშუალებით. ამ შედეგებიდან ჩანს ქვიშნარები თავისი სიმტკიცის მაჩვენებლებით პროფ. კ. ნიჩიპოროვიჩის მიხედვით მიეკუთვნებიან საშუალო სიმტკიცის თიხოვან გრუნტებს, როგორც ცხრილ №2-დან ჩანს დასველების შემთხვევაში ქვიშნარების სიმტკიცე მკვეთრად ეცემა.

თიხნარების დეფორმაციის მაჩვენებლიდან განსაზღვრული იქნა კუმშვადობის კოეფიციენტი და დეფორმაციის მოდული. შედეგები მოცემულია ცხრილი №2-ში და კომპრესიის გრაფიკების სახით. შედეგებიდან ჩანს, რომ ქვიშნარები კუმშვადობის კოეფიციენტის მიხედვით, მიეკუთვნებიან სამშენებლო ნომენკლატურით საშუალოდ კუმშვად გრუნტებს. რაც შეეხება დეფორმაციის მოდულს იგი განისაზღვრა სტანდარტული მეთოდით. ნიმუშებს ვერტიკალური დატვირთვები ეძლეოდათ 0,5კგ/სმ² ინტერვალით, დატვირთვების თანდათანობით გაზრდით. მიღებული შედეგები მოცემულია როგორც აღვნიშნეთ კომპრესიის გრაფიკის სახით. აღვნიშნავთ, რომ ამ წესით განსაზღვრული დეფორმაციის მოდულის სიდიდე გაცილებით ნაკლებია რეალურ მნიშვნელობასთან შედარებით, ამიტომ დეფორმაციის მოდული განსაზღვრული იქნა ქვიშნარების ფიზიკური მონაცემების მიხედვით. ამისათვის გამოვიყენეთ ნორმებში 2.02.01-83წ. ცხრილი №2, სადაც დეფორმაციის მოდული შეიძლება განისაზღვროს გრუნტის ფიზიკური მონაცემების მიხედვით. ორმაგი ინტერპოლიაციის შედეგად მივიღეთ:

$$E_0^{ქვიშ} = 170 \text{ კგ/სმ}^2$$

იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ ქვიშნარების საანგარიშო წინაღობა ვსარგებლობთ სამშენებლო ნორმებით 2.02.01-83წ. დანართი 3, ცხრილი №3, სადაც ორმაგი ინტერპოლიაციით ვღებულობთ:

$$R_0^{ქვიშ} = 2.3 \text{ კგ/სმ}^2$$

მოედნის ჰიდროგეოლოგიურ პირობებიდან აღვნიშნავთ, რომ გრუნტის წყალი გამოკვლეულ სიღრმემდე (4.0მ) არ დაფიქსირებულა.

ლიტერატურული მონაცემებით გრუნტის წყლების დონე საკვლევ ტერიტორიაზე მიწის ზედაპირიდან 6-7მ შეადგენს წყალი, როგორც წესი აგრესიულია ბეტონის ნაკეთობის მიმართ.

ჩატარებული საველე და ლაბორატორიული სამუშაოების საშუალებას იძლევა გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. საკვლევი ტერიტორია, რომელზეც განთავსებულია შესასწავლი შენობა გეომორფოლოგიურად წარმოადგენს მცირედ დახრილ ფერდობს. საინჟინრო-გეოლოგიური სირთულის მიხედვით საკვლევი მოედანი სამშენებლო ნორმებით 1.02.07-87წ. დანართ 10-ის მიხედვით მიეკუთვნება მეორე (საშუალო) კატეგორიას.

2. მოედნის გეოლოგიური ჭრილი შემდგნაირია:

1. ფენა-1 ნაყარი ($t_I Q_{IV}$)

2. ფენა - 2 ქვიშნარი ($dp_I Q_{IV}$)

4. შენობა დაფუძნებულია ქვიშნარ გრუნტებზე, საძირკვლის ჩაღრმავება ზედაპირიდან საშუალოდ შეადგენს 3-4 მეტრს. ქვიშნარების სიმტკიცის მაჩვენებლებია.

$$R_0^{ქვიშ} = 2.3 კგ/სმ^2$$

$$E_0^{ქვიშ} = 170 კგ/სმ^2$$

5. შენობის ერთ-ერთი მზიდი კედლის დეფორმაციის მიზეზია ფუძე-გრუნტების დასველება ტექნოგენური წყლებით. აღნიშნული წყლების წარმოშობა და მოქმედება დაკავშირებულია დაზიანებულ კომუნიკაციებიდან წყლის კარგვით.

6. დეფორმირებული კედლის მზიდუნარიანობის შესანარჩუნებლად მიზანშეწონილად მოგვაჩნია:

ა. მოყვანილი იქნას სრულ წესრიგში წყალ-კანალლიზაციის ქსელი;

ბ. მოხდეს საპირკვლის გაფართოება სათანადო პროექტის მიხედვით;

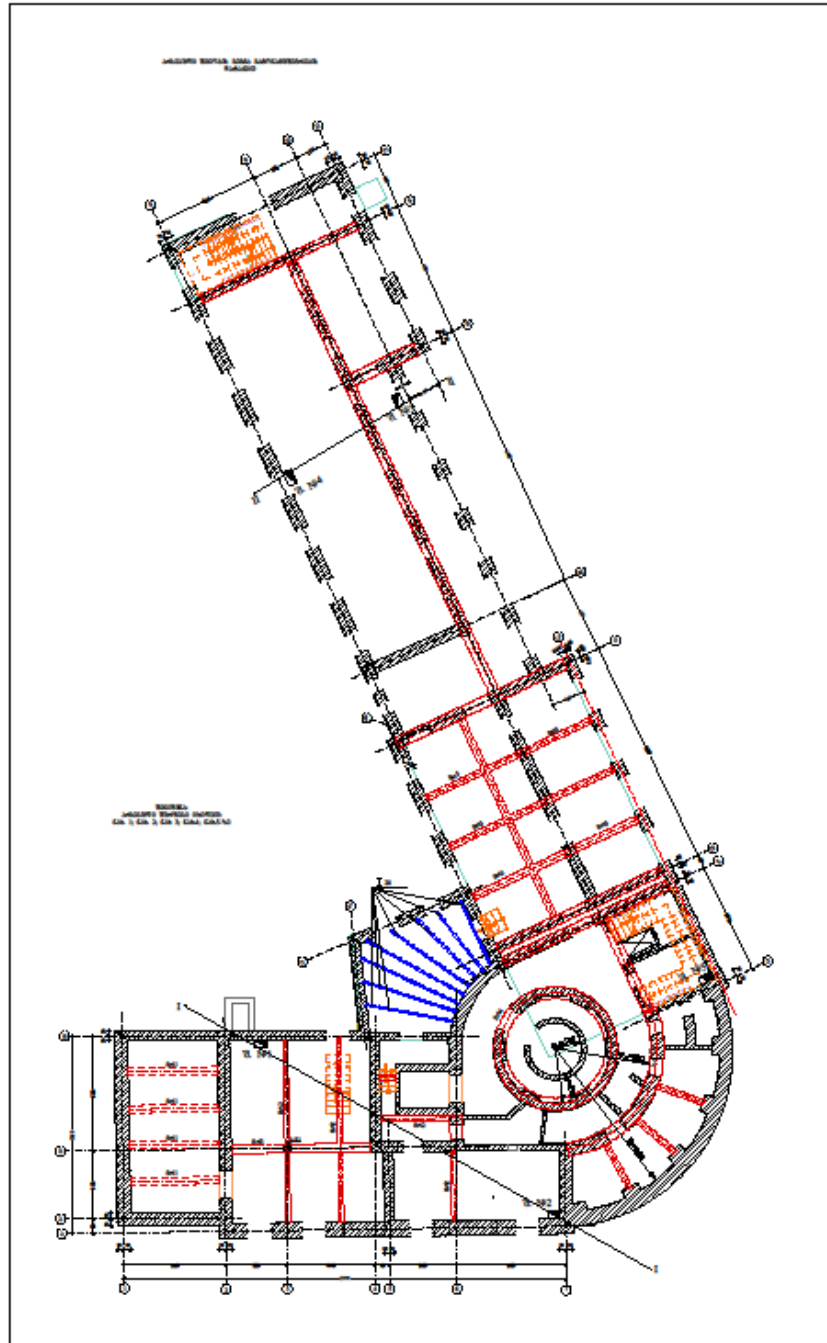
7. გამოკვლულ სიღრმეზე გრტუნტის წყალი არ დაფიქსირებულა;

8. სამშენებლო ნორმების პნ 01.01.09 „სეისმომედეგი მშენებლობა“ ქ. თბილისი მიეკუთვნება 8 ბალიან სეისმიურად აქტიურ ზონას. მოედანსაც ვაკუთვნებთ 8 ბალიან სეისმურად აქტიურ ზონას. ამავე ნორმატიული დოკუმენტის ცხრილ №1-ის მიხედვით მოედანზე გავრცელებული გრუტები სეისმიური თვისებებით მიეკუთვნებიან:

ნაყარი - III -კატეგორიას;

ქვიშნარი - II -კატეგორიას;

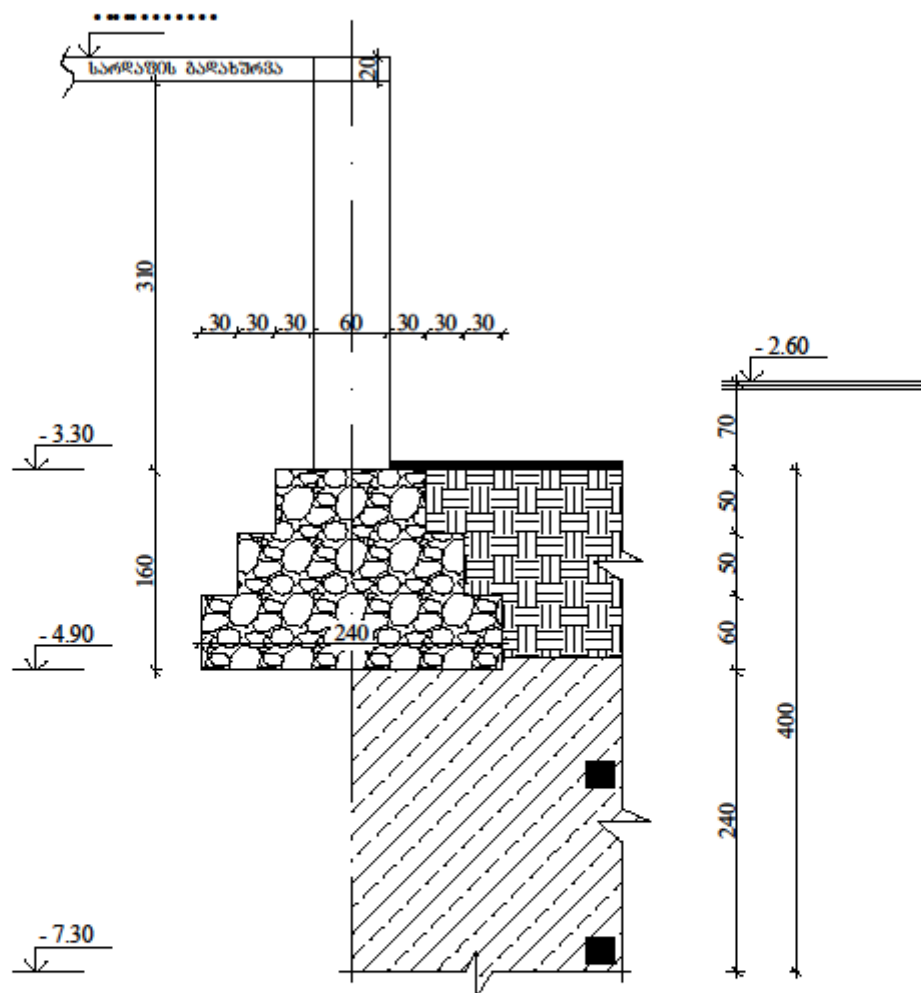
9. დამუშავების სიძნელის მიხედვით, როგორც ნაყარი ისე ქვიშნარები სამშენებლო ნორმებით IV-2-82წ ცხრილი №1-ის მიხედვით მიეკუთვნებიან მეორე ჯგუფს.










ნახაზი № 3.16 შენობის გეგმაზე გამონამუშევრების დატანით

შპრეზი №1. ნიშნულზე - 2.60

მასშტაბი 1:50



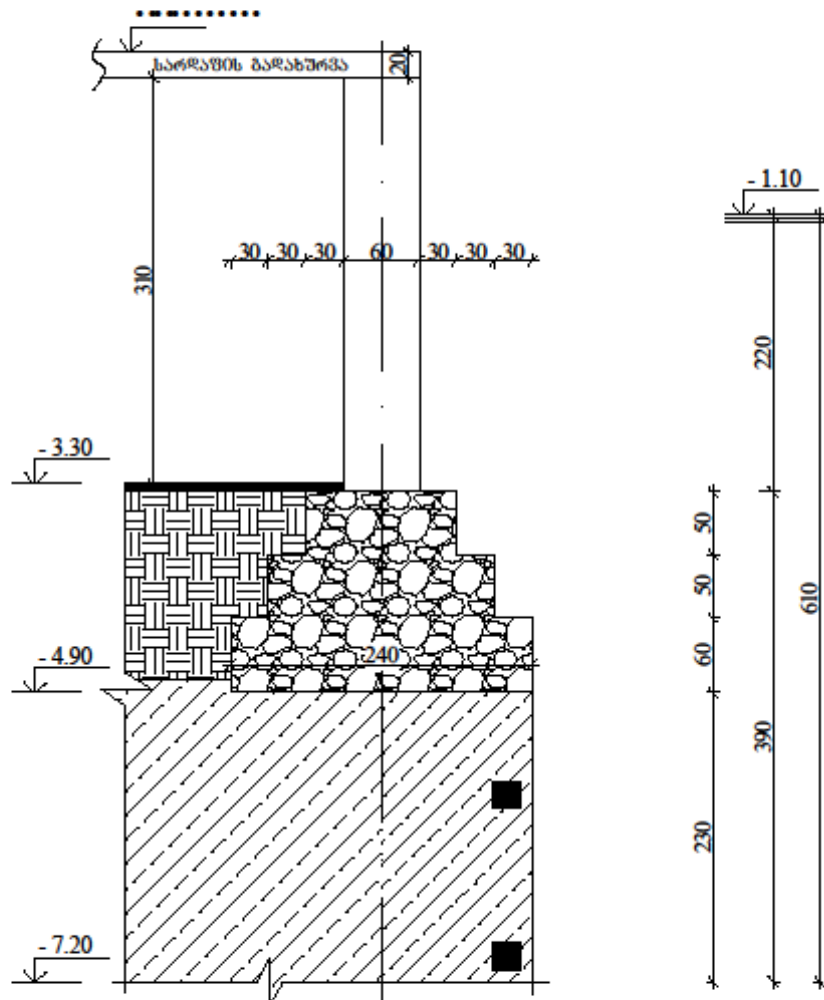
პირობითი ნიშნები

	ნიმუშის აღების ადგილი		ქვიშარი
	ნაყარი		ბუტო ბეტონი
	ბეტონი		ტროტუარი
	იატაკი		








ნახაზი 3. 17 შურვი № 1 ნიშნული -2.60

შპრპო №2. ნიშნულზე - 1.10

მასშტაბი 1:50



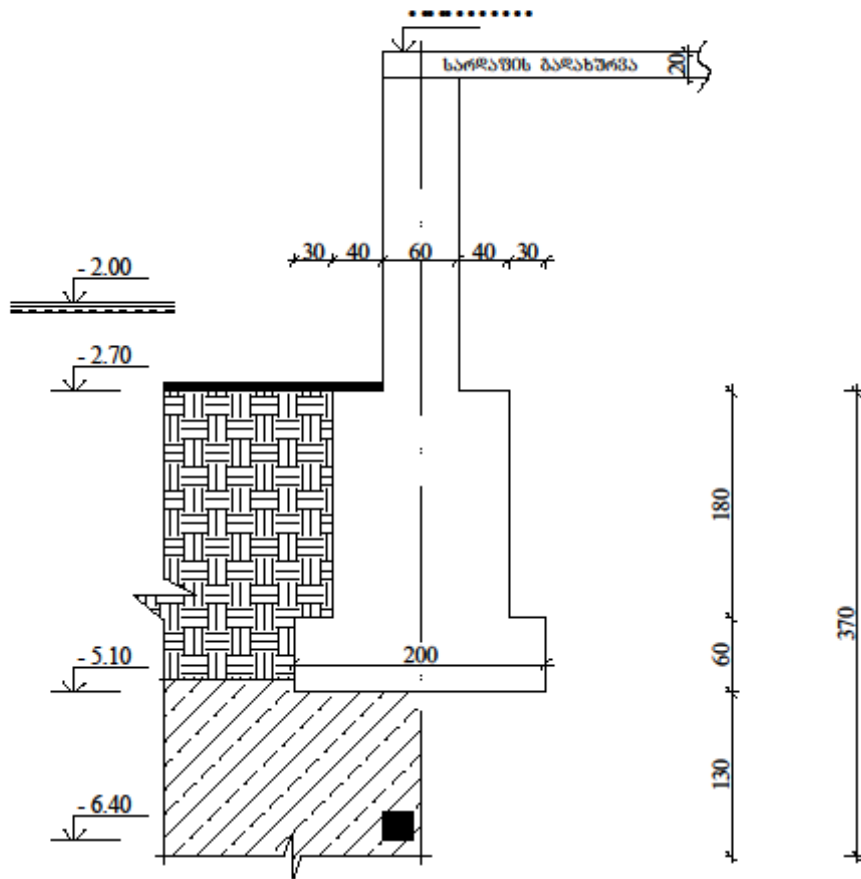
პირობითი ნიშნები

	ნიმუშის აღების ადგილი		ქვიშარი
	ნაყარი		ბუტო ბეტონი
	ბეტონი		ტროტუარი
	იატაკი		








24

ნახაზი 3. 18 შური № 2 ნიშნული -1.10

შპრეზი №3. ნიშნულზე - 2.00
 მასშტაბი 1:50

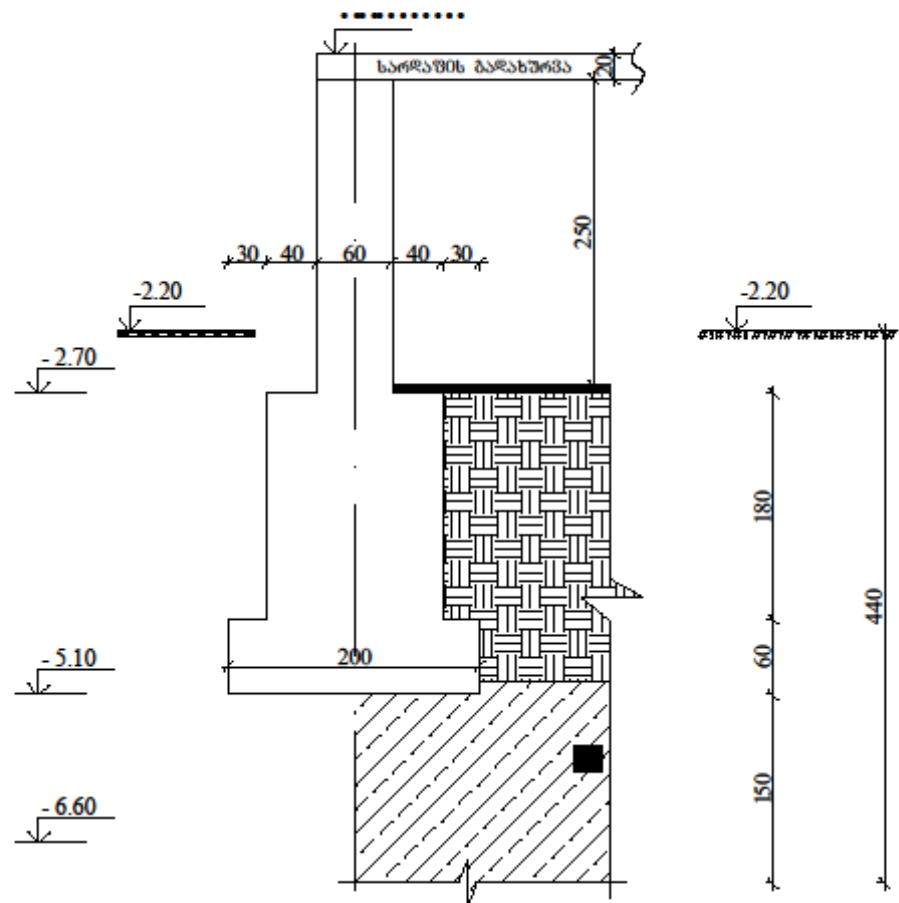


პირობითი ნიშნები








	ნიმუშის აღების ადგილი		ქვიშარი
	ნაყარი		ბუტო ბეტონი
	ბეტონი		ტროტუარი
	იატაკი		

ნახაზი 3. 19 შურვი № 3 ნიშნული -2.00

შპრეზი №4. ნიშნულზე - 2.20
 მასშტაბი 1:50



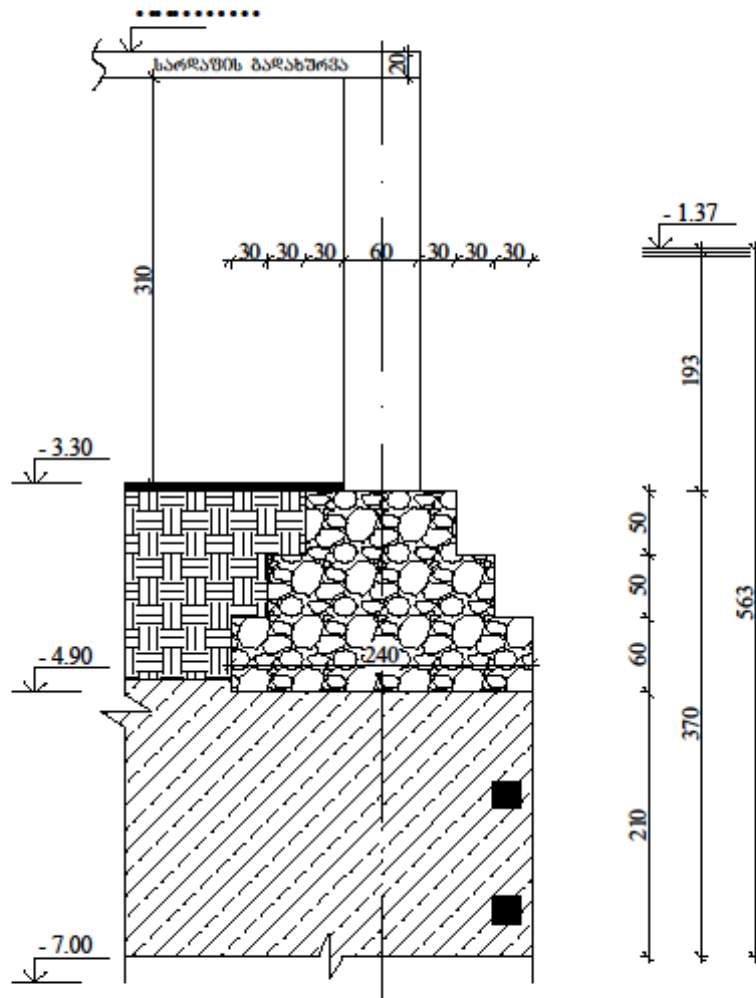
პირობითი ნიშნები

	ნიშნის აღების ადგილი		ქვიშარი
	ნაყარი		ბუტო ბეტონი
	ბეტონი		ტროტუარი
	იატაკი		

ნახაზი 3. 20 შური № 4 ნიშნული -2.20

შპრეზი №5. ნიშნულზე -1.37

მასშტაბი 1:50



პირობითი ნიშნები

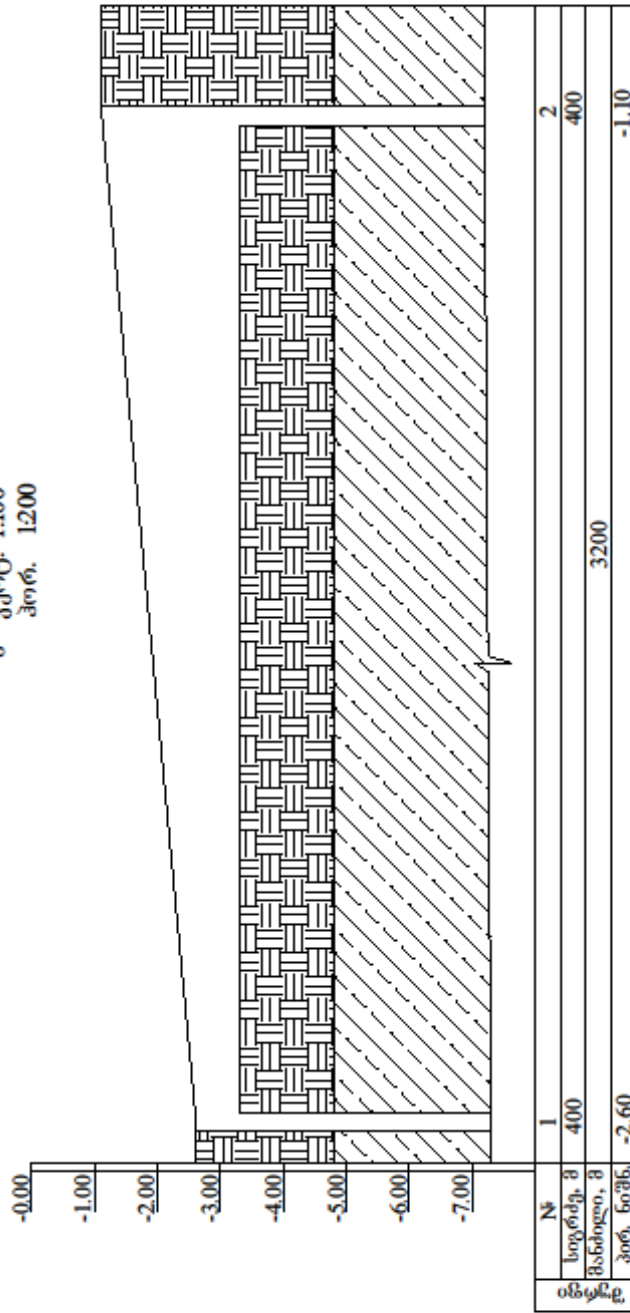
	ნიმუშის ადუბის ადგილი		ქვიშარი
	ნაყარი		ბუტო ბეტონი
	ბეტონი		ტროტუარი
	იატაკი		

27

ნახაზი 3. 21 შურვი № 5 ნიშნული -1.37

მოედნის გეოლოგიური ჭრილი I-I ლეკძზე
 - 2.60 და - 1.10 ნიშნულზე

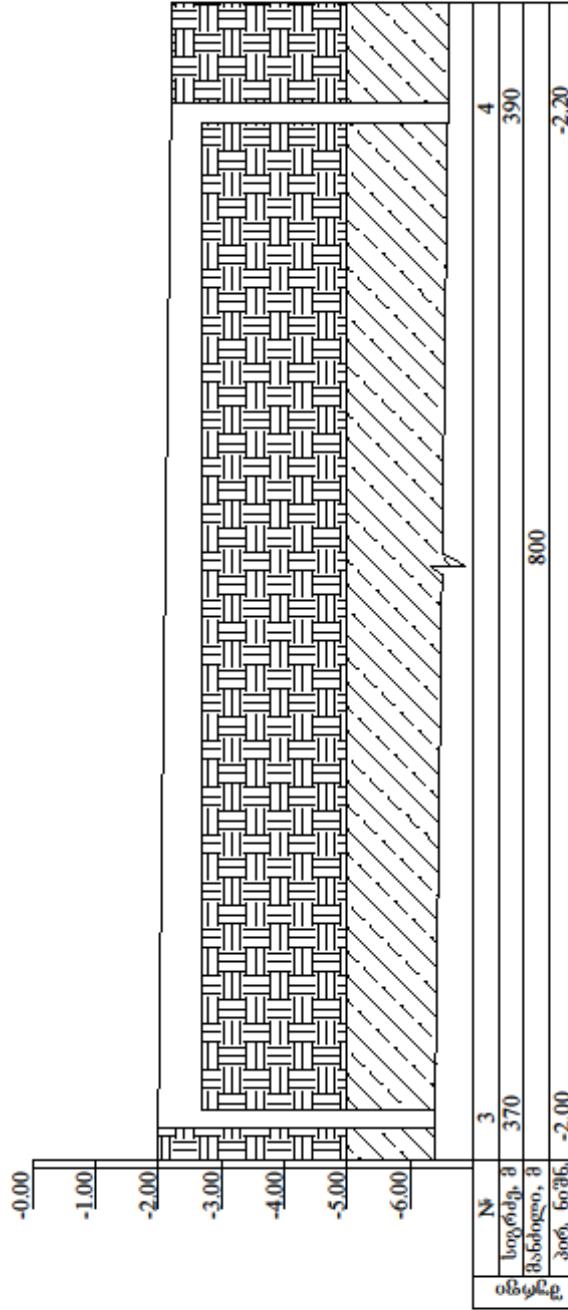
მ კვრბ. 1:100
 პორ. 1:200



ნახაზი 3. 22 მოედნის გეოლოგიური ჭრილი I-I

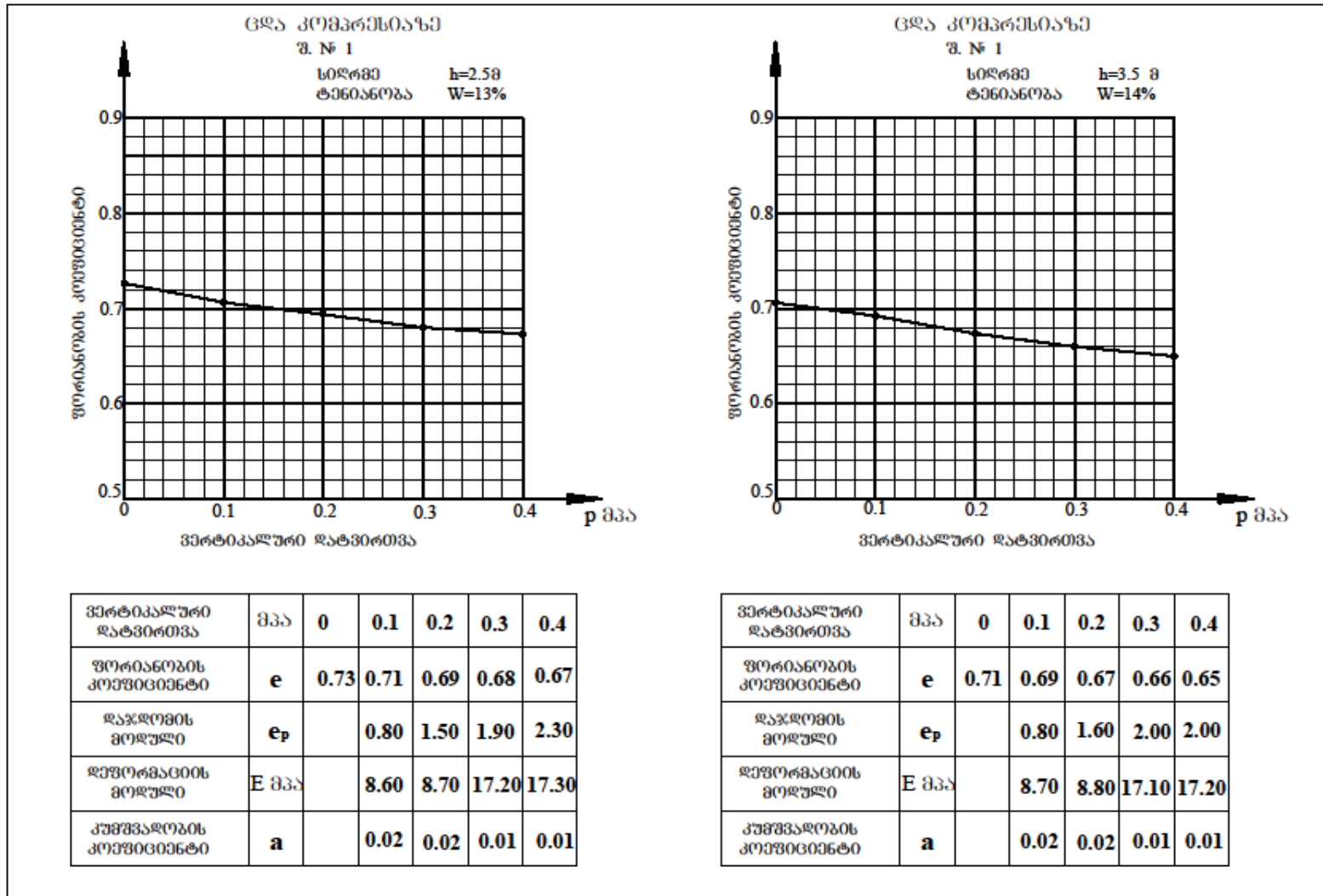
მოედნის გეოლოგიური ჭრილი II-II ლერძზე
 - 2.00 და - 2.20 ნიშნულზე

მ ვერტ. 1:100
 პორ. 1:50

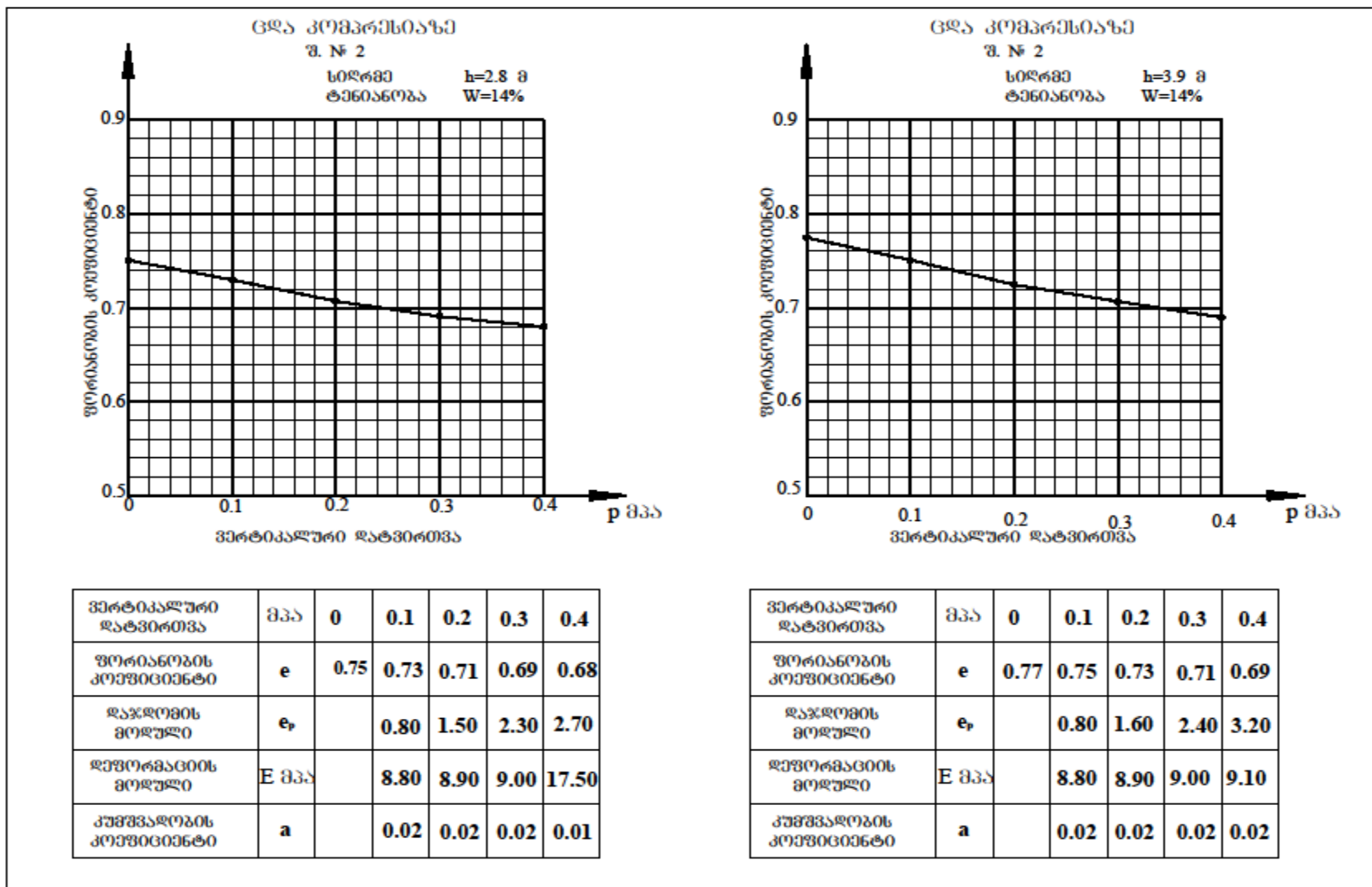


პრობითი ნიშნები
 ნაქარი
 ქვიშაარი

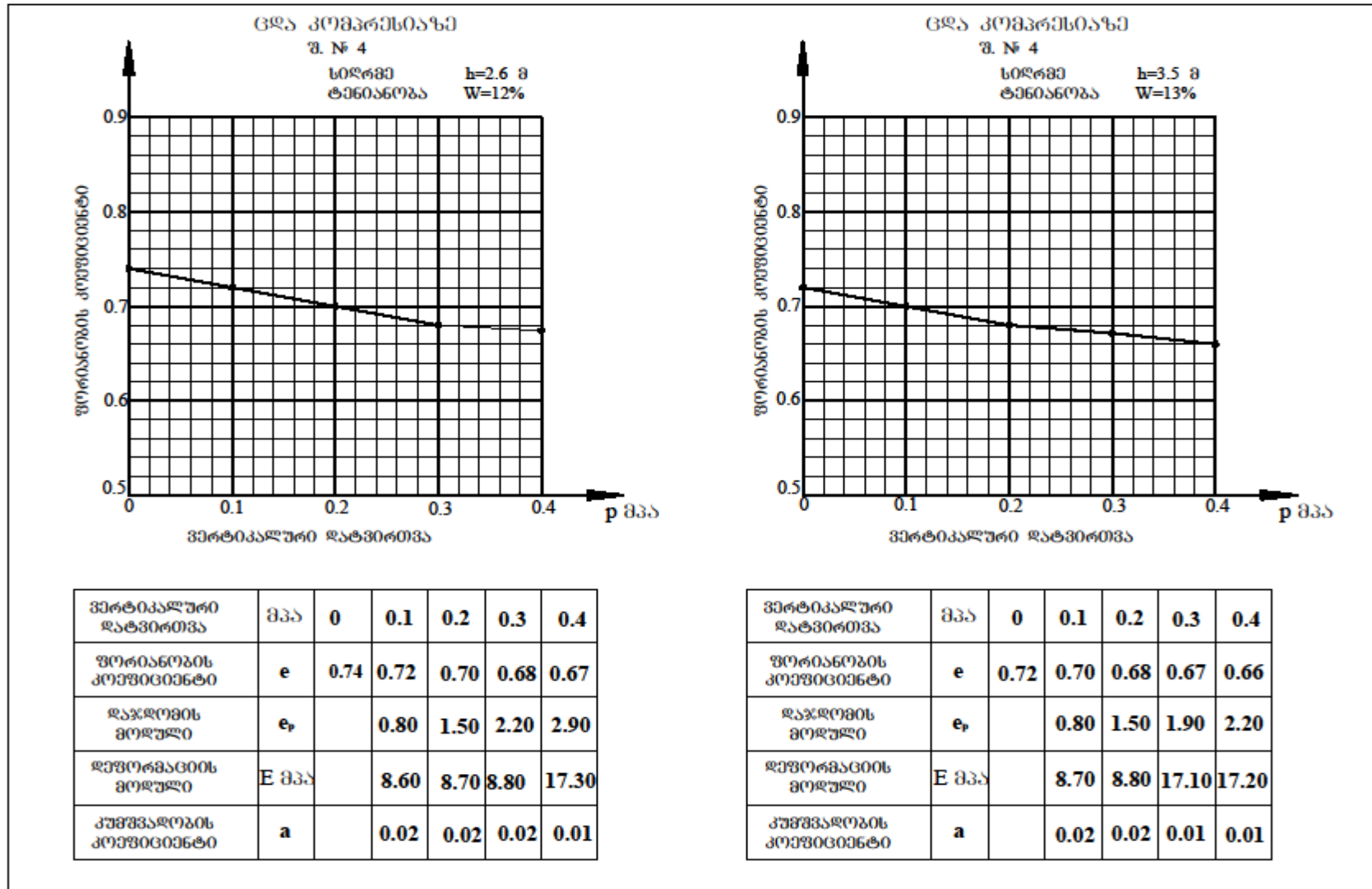
ნახაზი 3. 23 მოედნის გეოლოგიური ჭრილი II-II



ნახაზი 3.24 ცდა კომპრესიასზე შურფი 1

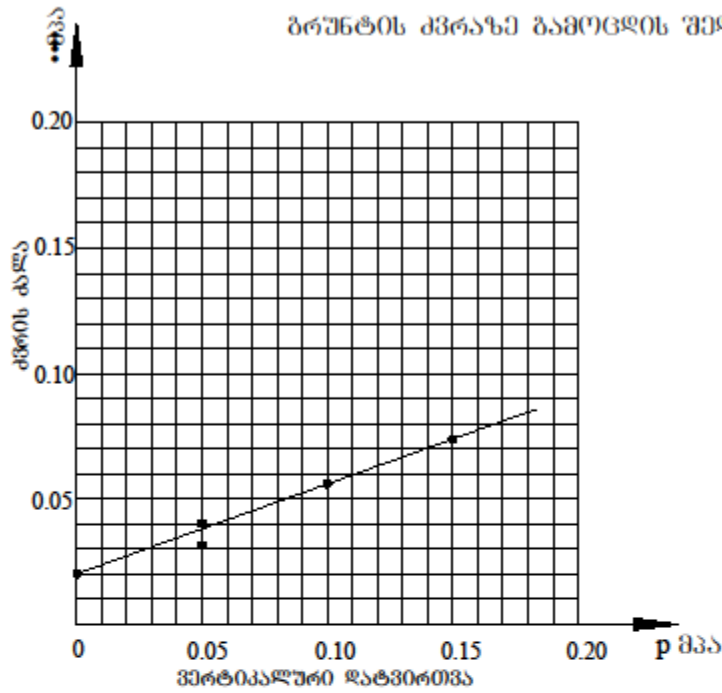


ნახაზი 3.25 ცდა კომპრესიაზე შურფი 2

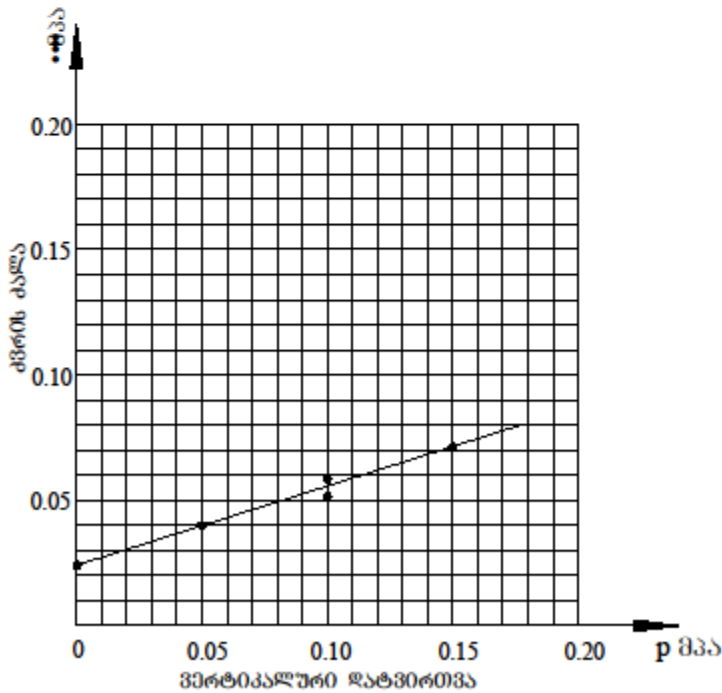


ნახაზი 3.26 ცდა კომპრესიაზე შურფი 4

ბრუნტის ძვრახე გამოცდის შედეგები



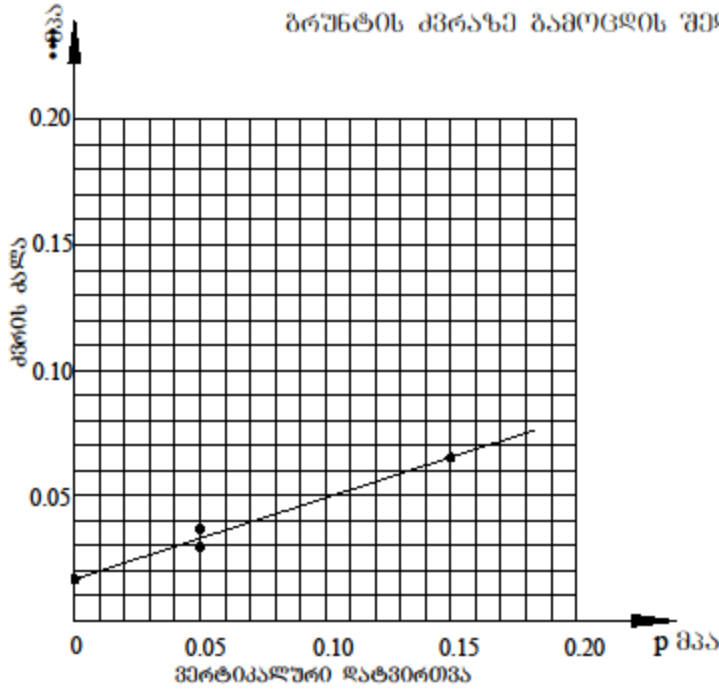
შ. № 1			
სიღრმე		h=2.5 მ	
ტენიანობა		W=13%	
ვერტიკალური ღატვირთვა, მკა	ძვრის ძალა მკა	შიდა ხანგრძლივი კუთხე	კუთხე
P	**	***	c მკა
0.05	0.037	19	0.020
0.10	0.054		
0.15	0.071		
0.20			



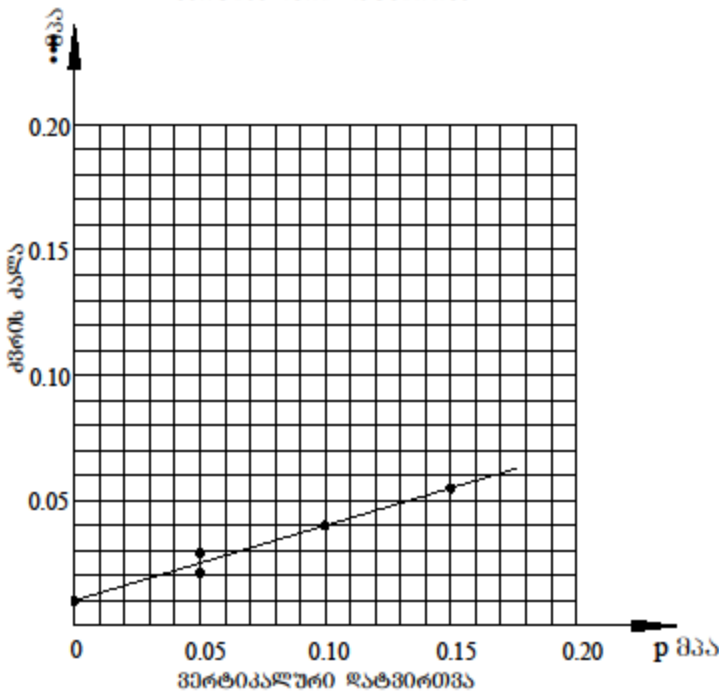
შ. № 1			
სიღრმე		h=3.5 მ	
ტენიანობა		W=14%	
ვერტიკალური ღატვირთვა, მკა	ძვრის ძალა მკა	შიდა ხანგრძლივი კუთხე	კუთხე
P	**	***	c მკა
0.05	0.039	19	0.022
0.10	0.056		
0.15	0.073		
0.20			

ნახაზი 3.27 ძვრახე გამოცდის შედეგები შურვი № 1

ბრუნტის ძვრახე გამოცდის შედეგები



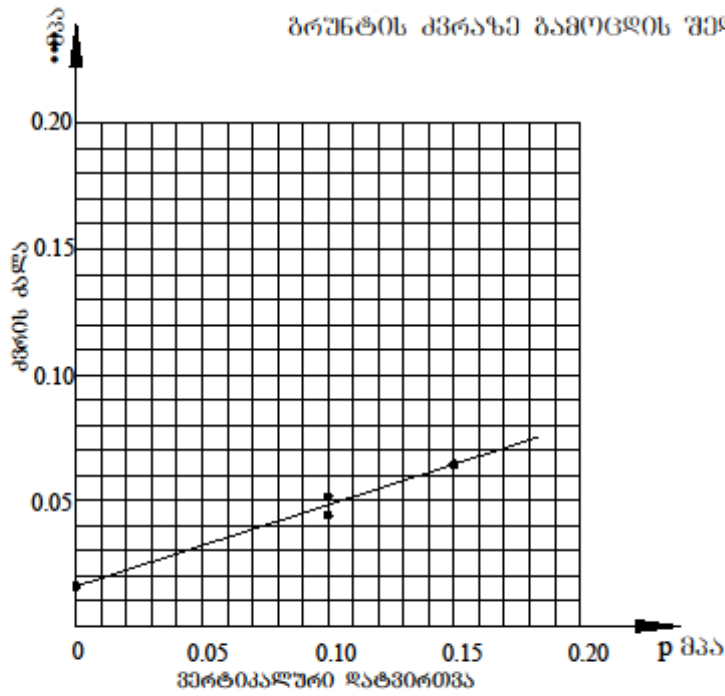
შ. № 2			
სიღრმე		h=2.8 მ	
ტენიანობა		W=14%	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპა	ძვრის კალა მპა	შიგა ხახუნის კოეფიციენტი	შეხილულობა მპა
P	**	***	c მპა
0.05	0.032	18	0.016
0.10	0.048		
0.15	0.064		
0.20			



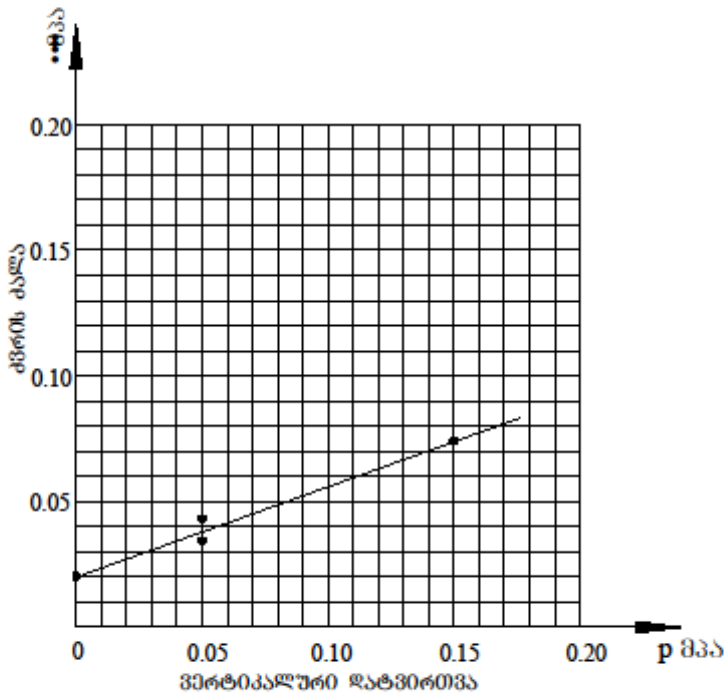
შ. № 2			
სიღრმე		h=3.9 მ	
ტენიანობა		W=14%	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპა	ძვრის კალა მპა	შიგა ხახუნის კოეფიციენტი	შეხილულობა მპა
P	**	***	c მპა
0.05	0.025	17	0.010
0.10	0.040		
0.15	0.055		
0.20			

ნახაზი 3.28 ძვრახე გამოცდის შედეგები შურფი № 2

ბრუნტის ძვრახე გამოცდის შედეგები



შ. № 4			
სიღრმე		h=2.6 მ	
ტენიანობა		W=12%	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპპა	ძვრის ძალა მპპა	შიგას ნახუნის კუთხე	კუთხე
P	••	••••	c მპპა
0.05	0.032	18	0.016
0.10	0.048		
0.15	0.064		
0.20			



შ. № 4			
სიღრმე		h=3.5 მ	
ტენიანობა		W=13%	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპპა	ძვრის ძალა მპპა	შიგას ნახუნის კუთხე	კუთხე
P	••	••••	c მპპა
0.05	0.037	19	0.020
0.10	0.054		
0.15	0.071		
0.20			

ნახაზი 3.29 ძვრახე გამოცდის შედეგები შურფი № 4

თავი 4. ცდები (ექსპერიმენტები), გრუნტის ოპტიმალურ ტენიანობით მაქსიმალური სიმკვრივის 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, ჩემს შემთხვევაში ყურადგება მიექცევა თიხოვან გრუნტს.

მიწის ალუვიური მოწყობილობების აღმართვა ხდება მისის გადაყრით და შემდგომ მისი გამკვრივებით.

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 გახარჯული სამუშაო. ასევე გრუნტის დატკეპნისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ოპტიმალურ ტენიანობას (ტენიანობა, რომლის დროსაც გრუნტი იტკეპნება სრულყოფილად).

სიმკვრივის ძირითად მაჩვენებელს წარმოადგენს დატკეპნის ხარისხი და მისთვის აუცილებელი გახარჯული სამუშაო. ასევე ნიადაგის დატკეპნისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ოპტიმალურ ტენიანობას.

მიწის ტენიანობა წარმოადგენს ერთ ერთ ძირითად ფაქტორს, რომელიც დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის სიმკვრივეზე. მაგალითად, ჰიგროსკოპული დატენიანების დროს გამკვრივება რთულია; გარდა ამისა, მათ შესაძლებელია შექმნან მიწის წყლით გაჟღენთის სახიფათო პირობები (მიწის გაჯირჯევა). თითქმის მაქსიმალური მოლეკულური ტენიანობის დროს, ნიადაგის მდგომარეობა დატკეპნისას საგრძნობლად იცვლება.

წყლის დიფუზიური გარსი არღვევს ნაწილაკებს შორის კონტაქტს; ნაწილაკები უფრო აქტიურდებიან; იზრდება წყლის თხელი ფენების საპოხი მოქმედება, რის შედეგადაც დატკეპნის დროს ხდება ნიადაგის ნაწილაკების შემჭიდროება. მაქსიმალურ მოლეკულარულ ტენიანობაზე მეტი დატენიანების დროს, გრუნტში თავს იყრის ზედმეტი წყალი, რაც ხელს უშლის მიწის სიმკვრივეს.

ტენიანობას, რომელიც უზრუნველყოფს მოცემული სამუშაოს დროს გრუნტის მაქსიმალური სიმკვრივეს, ოპტიმალური ტენიანობა ეწოდება.

გრუნტის დატკეპნას ოპტიმალური ტენიანობისას ძალიან დიდი ეკონომიური მნიშვნელობა აქვს, რადგან, ამ დროს მიიღწევა მიწის მაქსიმალური სიმკვრივე სამუშაოს მინიმალური დანახარჯით.

4. 1 ცდები გრუნტის ოპტიმალურ ტენიანობით მაქსიმალური სიმკვრივის დადგენა

გრუნტის მაქსიმალური სიმკვრივისა და ოპტიმალური ტენიანობის დასადგენად საჭიროა გრუნტის ნიმუში დაიტკეპნოს ეტაპობრივად და დადგინდეს თუ როგორ დამოკიდებულებაშია ნიმუშის სიმკვრივე მის ტენიანობასთან.

ამისათვის ცდის თითოეულ ეტაპზე ვზრდით ნიმუშის ტენიანობას გარკვეული პროცენტით, ცალკეული ცდების რაოდენობა უნდა იყოს არანაკლებ ექვსისა.

მიღებული შედეგების მეშვეობით იგება სიმკვრივის ტენიანობაზე დამოკიდებულების გრაფიკი. გრაფიკის უდიდესი მონაცემი ჩაითვლება ნიმუშის მაქსიმალურ სიმკვრივედ (W_{max}), ხოლო სიმკვრივის შესაბამისი ტენიანობა ოპტიმალურ ტენიანობად (W_{opt}).

გრუნტს ვაშრობთ ოთახის ტემპერატურაზე და ვცრით 10 მმ-იან საცერში, ვაცლით მინიმუმ 30 გრამს ტენიანობის (W_1) დასადგენად.

საცერში გასულ მასას (M_1) (არანაკლებ 10კგ.) ვწონით და ვამზადებთ

ცდისათვის, ხოლო საცერზე დარჩენილ (10 მმ-ზე მსხვილ ფრაქციას) ვწონით (M_2) და გარკვეულ მასას ვაცლით ტენიანობის (W_2) დასადგენად.

თუ რამდენი პროცენტია 10 მმ-ზე მსხვილი ფრაქცია (X) ვანგარიშობთ ფორმულით:

$$X = \frac{m_2(1 + 0.01W_1)}{m_2(1 + 0.01W_2)} * 100\%$$

ცდისათვის გამზადებულ გრუნტს ვანაწევრებთ ცალკეულ ნიმუშებად, თითოეულის მასა უნდა იყოს არანაკლებ 2.5 კგ და ვწონით (M_3) და ვათავსებთ ჯამში, სადაც ხდება დატენიანება (იხ.სურათი №1 და სურათი №2) (W_3). ხრეშისა და ქვიშის შემთხვევაში მასის 4%-ით, ხოლო თიხნარების შემთხვევაში 8%-ით. საჭირო წყლის (Q) რაოდენობა დაიანგარიშება ფორმულით:

$$Q = \frac{m_3}{1 + 0.01W_1} * 0.01(W_3 - W_1)$$



სურათი №1



სურათი № 2

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



სურათი № 3

ამასობაში ვწონით (M_4) ცილინდრულ ყალიბს, სადაც ხდება ნიმუშების დატკეპნა 1 გრამის სიზუსტით (სურათი №4).



სურათი №4

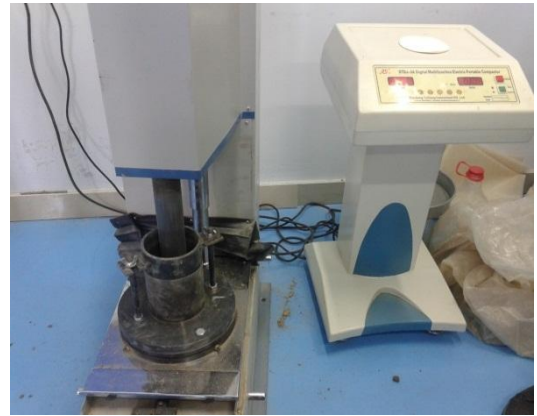
ნიმუშის დატკეპნა უნდა განხორციელდეს სამ ფენად (სურათი №5), თითოეულ ფენაზე ვახდენთ 40 დარტყმას (სურათი №6). გრუნტით სავსე ცილინდრს ვწონით (M_5) 1 გრამის სიზუსტით (სურათი №7) და ვანგარიშობთ სველი გრუნტის სიმკვრივეს (X) 0.01 გრ/სმ³-ის სიზუსტით:

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

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



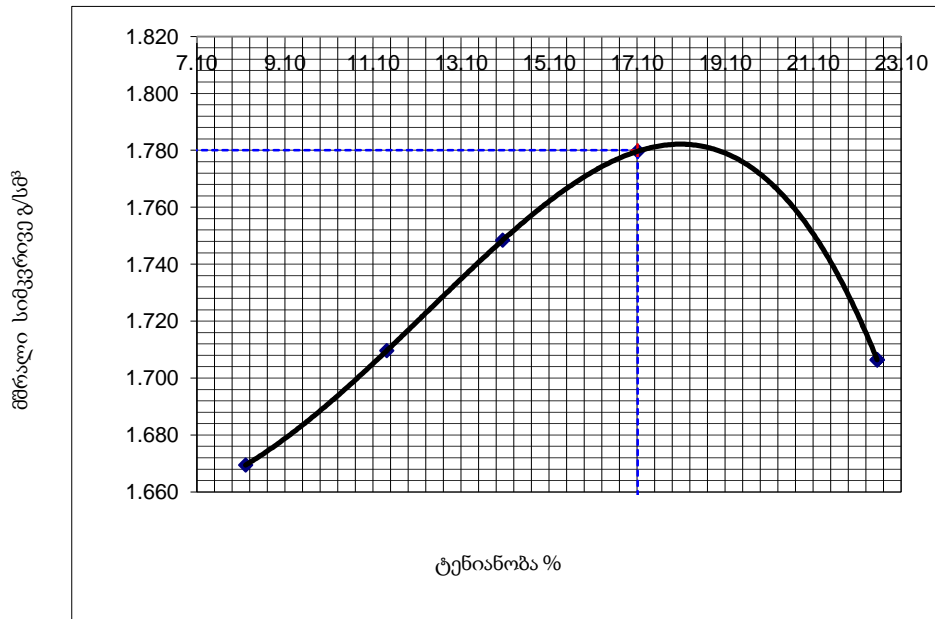
სურათი №9

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 (γ მშ).

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

შედეგების დამუშავების შემდეგ იგება სიმკვრივის ტენიანობაზე დამოკიდებულების გრაფიკი.



ნახაზი 4.1 მაქსიმალური სიმკვრივის და ოპტიმალური ტენიანობის გრაფიკი

იმ შემთხვევაში, თუ გრუნტს გააჩნია 10 მმ-ზე მეტი ფრაქცია, მაქსიმალური სიმკვრივე ($\gamma_{მაქს}$) და ოპტიმალური ტენიანობა ($W_{ოპტ.}$) დაიანგარიშება ფორმულით:

$$\left(\gamma_{მაქს} = \frac{\gamma_{შშ\rho}}{\rho - 0,01x(\rho - \gamma_{შშ})} \right)$$

$$W_{ოპტ.} = 0,01W_{ოპტ.}(100 - X)$$

**პროქტორი
PROCTOR COMPACTION TEST**

დამკვეთი: შპს. „საქართველოს გაერთიანებული სამელიორაციო სისტემების კომპანია“

პროდუქციის დასახელება: გრუნტის გამოცდა. თიხნარი. პოზიცია: I ძირის ნაწილი.

ნიმუშის აღების ადგილი : სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფ. ერისიძედი, მიმდებარე ტერიტორია

ლაბორატორიაში ნიმუშის მიღების თარიღი: 10.02.2014 წელი

გამოცდის ჩატარების თარიღი: 14.02.2014 წელი

ნორმატიული დოკუმენტის დასახელება,

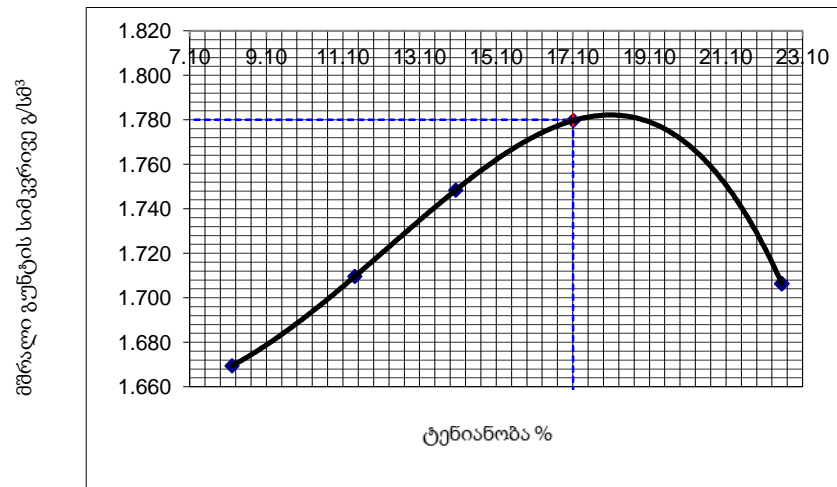
რის მიხედვითაც ტარდება გამოცდა: ASTM D1557-09 „გრუნტის ლაბორატორიული გამკვრივებისათვის დამახასიათებელი თვისებების მოდიფიცირებული ძალისხმევის გამოყენებით. გამოცდის მეთოდები“; გოსტ 22733-77 „გრუნტი. მაქსიმალური სიმკვრივის ლაბორატორიული განსაზღვრის მეთოდები“.

Type of Test / ცდის მეთოდი	Mold Volume / ყალიბის მოცულობა, მმ ³	Rammer,kg / ჩაქუჩის წონა, კგ	Blows / დარტყმების რაოდენობა	Layer / შრეების რაოდენობა
გოსტ 22733-77	997	2,5	40	3

		1	2	3	4	5	6	7
Weight of Mould + Wet Sample, g / სველ ნიმუშს + ყალიბის წონა, გ	A	9718	9816	9905	9995	10002		
Weight of Compacted Specimen, g / ნიმუშის წონა, გ	A-B	1801	1899	1988	2078	2085		

Container № / ბიუქსის №	1	4	5	6	7		
Weight of container and wet sample, g /ბიუქსის და სველი ნიმუშის წონა .გ	C	73.9	57.3	61.1	65.9	54	
Weight of container and dry sample, g/ ბიუქსის და მშრალი ნიმუშის წონა, გ	D	70.7	53.5	56.1	60.8	48	
Weight of container, g / ბიუქსის წონა, გ	E	31.7	20.2	20.5	31	21.4	
Moisture content, % / ტენიანობა, % $w=100((C-D)/(D-E))$	W	8.21	11.41	14.04	17.11	22.56	

Wet Density, g/cm ³ / სიმკვრივე, გ/სმ ³ $\gamma_w = (A-B) / 997$	1.806	1.905	1.994	2.084	2.091		
Dry density, g/cm ³ / მშრალი გრუნტის სიმკვრივე, გ/სმ ³ $\gamma_d = 100 \times \gamma_w / (100+w)$	1.669	1.710	1.748	1.780	1.706		



ტესტის რეზულტატი

Max. Dry Density / მშრალი გრუნტის მაქსიმალური სიმკვრივე, გ/სმ ³	1.78
---	-------------

Optimum Water Cont./ ოპტიმალური ტენიანობა, %	17.1
---	-------------

საგამოცდო ოქმი №

დამკვეთი: შ.პ.ს „საქართველოს გაერთიანებული სამელიორაციო სისტემების კომპანია“

პროდუქციის დასახელება: გრუნტის გამოცდა. თიხნარი. პოზიცია: I ძირის ნაწილი.

პროდუქციის მწარმოებელი:

ნიმუშის აღების თარიღი: 09.02.2014

ლაბორატორიაში ნიმუშის მიღების თარიღი: 10.02.2014

გამოცდის ჩატარების თარიღი: 12.02.2014

ნორმატიული დოკუმენტის დასახელება,

რის მიხედვითაც ტარდება გამოცდა: გოსტ 12536-79 „გრუნტები. გრანულომეტრიული(მარცვლოვანი) და მიკროაგრეგატული

შემადგენლობის გამოკვლევის მეთოდები“

gruntis granulometriuli analizi sacruli meTodiT

სინჯის №	სიღრმე, მ	გრუნტის ტიპი	სინჯის მასა (გრ)		ფრაქციის ზომები %								ფრაქციების ჯამური შემცველობა %
			მშრალ მდგომარეობაში	სველ მდგომარეობაში	>10.0	10.0-5.0	5.0-2.0	2.0-1.0	1.0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ნორმატიული დოკუმენტის დასახელება,

რის მიხედვითაც ტარდება გამოცდა: გოსტ 5180-84 „გრუნტები. ფიზიკური მახასიათებლების ლაბორატორიული გამოკვლევის მეთოდები“
tenianoba

სინჯის №	სიღრმე, მმ	სინჯის მასა (გრ)		ცარიელი ბიუქსის წონა სახურავით m_0 გრ	ტენის წონა m_3 გრ	მშრალი გრუნტის წონა m_4 გრ	ბუნებრივი ტენიანობა W %	პლასტიურობის ქვედა ზღვარი W_p %	დენადობის ზღვარი W_L %	პლასტიურობის რიცხვი I_p %	დეინდობის მაჩვენებელი I_L %
		სველი გრუნტის წონა+ბიუქსის წონა m_1	მშრალი გრუნტის წონა+ბიუქსის წონა m_2								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	125,0	116,7	75,0	8,3	91,7	19,9	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

simkvrive

სინჯის №	სინჯის მასა (გრ)		ცილინდრის მოცულობა V (სმ ³)	სიმკვრივე ρ (გრ/სმ ³)	კუთრი წონა γ (კნ/მ ³)
	ცილინდრის m_1	გრუნტის m_2			
1	2	3	4	5	6
1	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---

სიმკვრივის დადგენა ქვიშის ჩანაცვლების მეთოდით

ნორმატიული დოკუმენტის დასახელება,

რის მიხედვითაც ტარდება გამოცდა: გოსტ 28514-90 „გრუნტები. გრუნტის მოცულობის განსაზღვრა ჩანაცვლების მეთოდით“

სინჯის №	ცილინდრის მოცულობა, V სმ ³	ცილინდრს+ქვიშა m_1 , გრ	ცილინდრს+ქვიშა m_2 , გრ	ცილინდრის კონუსში ჩასული ქვიშის წონა m_3 , გრ	ქვიშის წონა m_a გრ	ცილინდრს+ქვიშა m_4 გრ	ველიდან მოტანილი გრუნტის წონა m_w გრ	ორმოში ჩასული ქვიშის წონა m_b გრ	ორმოს მოცულობა v_h სმ ³	ქვიშის ნაყარი სიმკვრივე γ_s გრ/სმ ³	ნაყარი სიმკვრივე γ_b გრ/სმ ³	ტენიანობა W %	შშრალი სიმკვრივე γ_d გრ/სმ ³	$\gamma_{d,sat}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4.2 ცდები გრუნტის დაწნეხვა-შეწნეხვის მეთოდით

ქ. თბილისში მრავალი შენობა-ნაგებობათა დეფორმაციების მოწმე ვართ, ქ. თბილისის მერიის 2012 წლის მონაცემებით 4 000-მდე დეფორმირებული სახლია, რომელთა უმეტესობა მოითხოვს ფუძე-გრუნტების გამაგრებას.

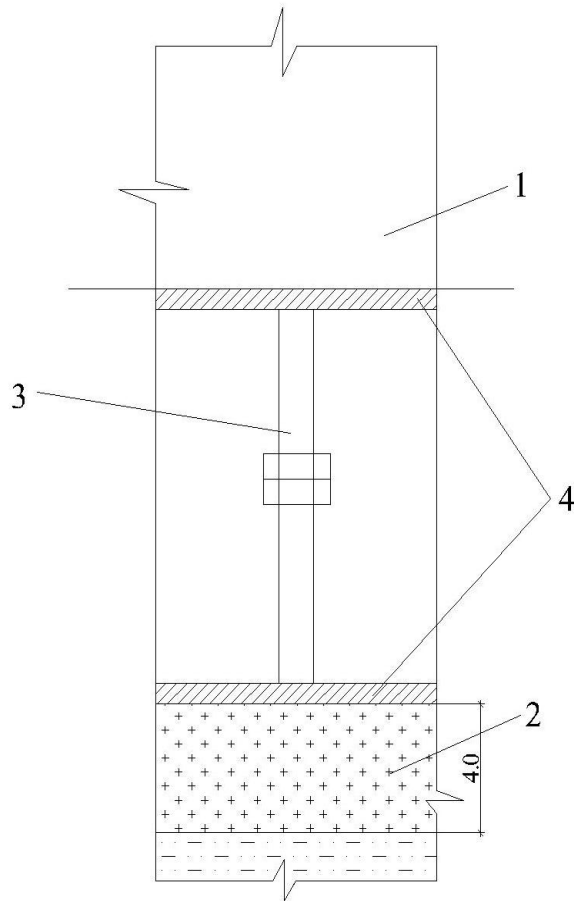
როგორც ქალაქის მშენებლობის პრაქტიკამ გვიჩვენა ქ. თბილისის შენობათა დეფორმაციის ძირითადი მიზეზი არის ფუძე - გრუნტების გაწყლიანება. ქ. თბილისში ფუძე - გრუნტები ძირითად ნაწილს წარმოადგენს თიხნარები.

თავდაპირველად შენობა-ნაგებობის მშენებლობის პერიოდში სამშენებლო მოედანზე გრუნტის წყალი არ არის და მშენებლობა წარიმართა მშრალი ფუძის პირობებში.

შენობა-ნაგებობების ექსპლუატაციის პერიოდში საძირკვლებში გაჩნდა გრუნტის წყლები, როგორც კვლევებმა გვიჩვენა აღნიშნული წყლები ტექნოგენურ სახეს ატარებს, ე.ი. იგი წარმოიშვა დაზიანებული კომუნიკაციებიდან წყლის კარგვის შედეგად, თუმცა იმასაც ავლნიშნავთ, რომ ზოგიერთ ადგილებში, მაგალითად საბურთალოზე მოხდა გრუნტის წყლების დონის აწევა, რამაც გამოიწვია ფუძე-გრუნტების დასველება.

ამ მეთოდის მუშაობის არსი მდგომარეობს შემდეგში:

საჭიროა გამაგრებული იქნას 10მ-ია კედელი, 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 (0,4მ) და ვაწვებით დომკრატით გარკვეული წნევით. წნევა უნდა იყოს 1კგ/სმ² მეტი იმ წნევისა, რომელიც გადაეცემა ფუძეს ამ კონკრეტულ შემთხვევაში.



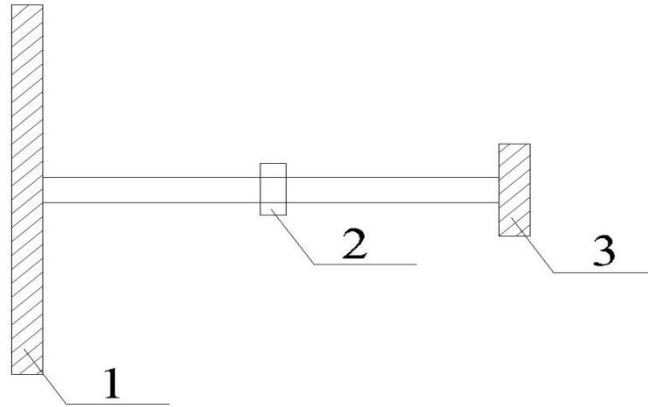
ნახაზი 4.2 გასამაგრებელი გრუნტის დაჭირხვნის სქემა.

1 - არსებული საძირველი; 2 - გასამაგრებელი გრუნტი; 3 - დომკრატი; 4 - ლითონის ფირფიტა.

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

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 საძირკვევში არ განთავსდება დომკრატი, მას გვერდითა მხარეს დავუყენებთ დომკრატს და გრტუნტი შეჭირხვნება.

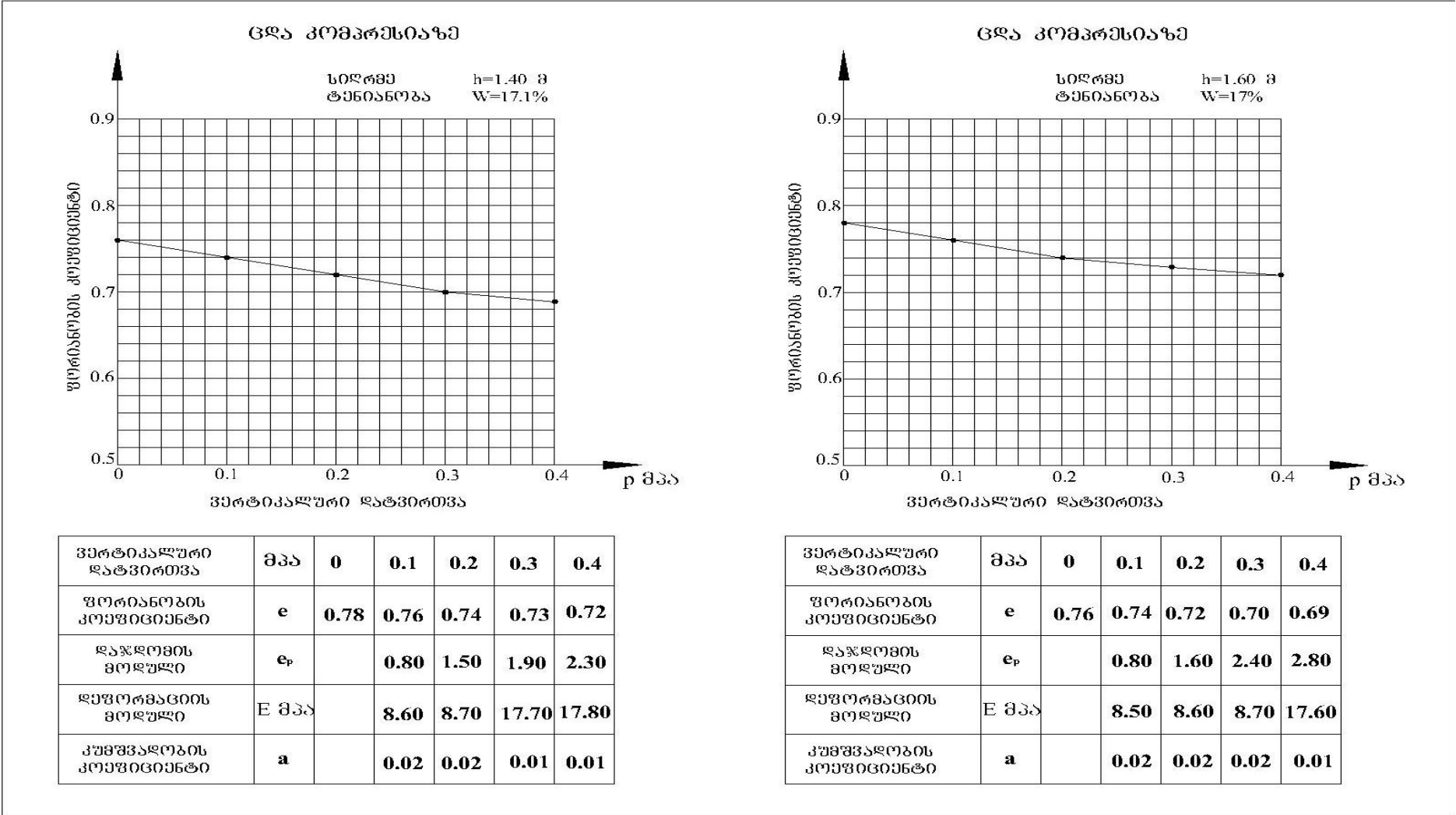


ნახაზი 4.3 გასამაგრებელი გრუნტის შეჭირხვნის სქემა.

1- ლითონის ფირფიტა №1; 2- ლითონის ფირფიტა №2;

3 - დომკრატი;

იმისათვის რომ დადგინდეს საცდელი გრუნტის ფიზიკური თვისებები და მათი კუმშვადობის ხარისხი, სავსე ცდას წინ უსწრებს მთელი რიგი ლაბორატორიული კვლევები, გრუნტის სიმკვრივის დადგენა, (სურათი №2.5; №2.6), ბუნებრივი ტენიანობის, აგორების და დენადობის ზღვარის დადგენა და ოპტიმალური ტენიანობის განსაზღვრა. ასევე გრუნტის გამოცდა კომპრესიაზე (სურათი №2.1; №2.0; №2; №2. 3; №2.4), რომელიც მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ნახაზზე გრაფიკული სახით.



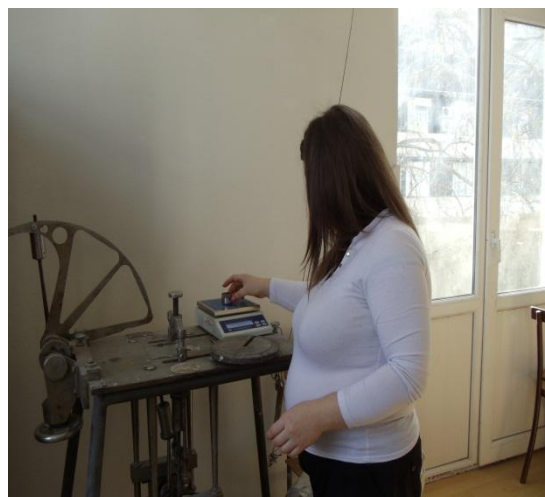
ნახაზი 4.4 გასამაგრებელი გრუნტის ჩატარებული კომპრესიის ცდის გრაფიკი



სურათები 10 და № 11 გასამაგრებელი
გრუნტის დამუშავება



სურათები № 12 და № 13 გასამაგრებელი
გრუნტის მომზადება კომპრესიის ჭრისათვის.



სურათი №14 და № 15 გრუნტის მოცულობითი წონის დადგენა



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

თავი 5. საწარმოო ცდები ქ. თბილისში მაისურაძის ქუჩაზე მექანიკური საამქროს ადმინისტრაციული კორპუსის დეფორმირებული კედლის გამაგრება დაწნეხვა-შეწნეხვის მეთოდით

5.1 საკვლევი ობიექტის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები

საკვლევი ობიექტი განთავსებულია ისანი-სამგორის რაიონში. მექანიკური საამქრო შედგება სამი კორპუსისაგან. პირველ კორპუსში განთავსებული იყო სამქროს ადმინისტრაცია. გადაწყდა მექანიკური საამქროს აღდგენა, რომელმაც ცოტა შეიძლება პროფილიც შეუცვლოს. მთავრია რომ უნდათ არსებული შენობის რესტავრაცია. ამ თვალსაზრისით მათ გვთხოვეს შეგვესწავლა საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები. არსებული კორპუსების დათვალიერებისას შერჩეული იქნა ადმინისტრაციულ კორპუსში 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. ადმინისტრაციული შენობა ორ სართულიანია, მზიდი კედლები აგურსაა, საძირკველი შენობის დეფორმაციის მიზეზია, რომელიც გამოწვეულია ფუძე-გრუნტების დასველებით ტექნიკური წყლის საშუალებით, რომელიც წარმოიშვა დაზიანებული კომუნიაციებიდან წყლის კარგვის და ფუძეში შეჭრის შედეგად.

ტერიტორიაზე, როგორც ავლიშნეთ განთავსებულია მექანიკურ საამქროს კორპუსები. მოედნის საზღვრებია: აღმოსავლეთის მხარეს იგი

გადადის მაისურამის ქუჩაზე. დანარჩენ მხარეებზე ძირითადად მცირე სიდიდის საწარმოო საამქროებით არის გარემოცული. თითონ ტერიტორია ვაკეს წარმოადგენს მცირე დახრით სამხრეთ მიმართულებით. აღნიშნულ ტერიტორიას თბილისელები „დამპალოს“ უწოდებენ. ამას ავრნიშნავთ, იმოტომ რომ გავერკვეთ რატომ ეწოდა „დამპალო“ ე.ი ცუდი. ჩვენი აზრით ამ ადგილებში ნიადაგი დამლაშებული იყო ნატრიუმის კარბონატით Na_2CO_3 . აღნიშნული მარილი მცენარეულობისათვის მავნებელია. იგი წყალში კარგად იხსნება და ძლერე აზიანებს მცენარეულობის ფესვებს, ამიტომ ეს ადგილები მოუსავლიანია იყო, ტანაც მცირე დაჭაობებაც იყო ყოველივე ამას შედეგად ხალხმა შეარქვა „დამპალო“. დღეისათვის აქ ქალაქია გაშენებული.

გეოლოგიურად ტერიტორია წარმოადგენს ზედა ეოცენის არგილიტებისა და ქვიშაქვების მორიგეობისაგან. ქვიშაქვების ტავისი სიმტკიცე კლდოვან ქანებს მიეკუთნება, ხოლო არგილიტები ნახევარკლდოვანს. მაღალსართულიანი სახლების მშენებლობისათვის ისინი წარმოადგენენ საიმდო საფუძველს. ძირითადი ქანები რაიონში ზემოდან გადაფარულია მეოთხეული ასაკის წარმონაქმებით, ძირითადად თიხური მასალით, რომლებსაც გამოერევა კენჭნარი მდინარე მტკვრის ალუვიონის სახით.

კლიმატური პირობებით ქ. თბილისი მშენებლობის თავლსაზრისით გამოირჩევა იმით, რომ ჰაერის ტემპერატურა თითქმის მთელ წელიწადს ისეთია, რომ იგი საშუალებას იძლევა მშენებლობა აწარმოო მთელ წლის განმავლობაში. ქალაქს არ ახასიათებს ისეთი ატმოსფერული მოვლენები, რომელიც შეაფერხებს ან ხელს შეუშლის მშენებლობას.

ჩატარებული საველე და ლაბორატორიული სამუშაოების ანალიზის შედეგად, საკვლევ მოედანზე გეოლოგიურ ჭრილში გამოყოფილი იქნა გამოკვლეულ სიღრმემდე გრუნტის შემდეგი ფენები:

1. ფენა - 1 - ნაყარი (t, Q_{IV});
2. ფენა - 2 - თიხნარი (dp, Q_{IV});

3. ფენა - 3 - კენჭნარი (a, Q_{IV});

მოედნის სულ ზედა ფენა 0.8 ÷ 1.1 მ სიმძლავრით არის წარმოდგენილი. ნაყარი, იგივე თიხნარია, რომელიც შეიცავს 10 ÷ 15 %-ის რაოდენობით სამშენებლო ნაგავს აგურის და ბეტონის ნატეხების სახით. იგი შენობების ფუძე-სადირღვებს არ წარმოადგენს და ამიტომ მათი თვისებებიდან განსაზღვრული იქნა მხოლოდ ბუნებრივი სიმკვრივე

$$\rho = 1.72 \text{ კგ/სმ}^3$$

მოედნის შემდეგი ფენა წარმოდგენილი არის 1.5÷2.7 მ სიმძლავრის, დელუვიურ- პროლუვიური წარმოშობის მოყავისფრო ფერის თიხნარებით, რომელიც შეიცავს თაბაშირის დიდი რაოდენობას. ზოგჯერ თაბაშირი იმდენად დიდი რაოდენობითაა, რომ გრუნტი იღებს მოთეთრო (თაბაშირის ფერია) ფერს. განხილული კორპუსის ფუძე-გრუნტები თაბაშირშემცველი თიხნარებით არის წარმოდგენილი, ამიტომ მათი თვისებები დეტალურად არის გამოკვლეული.

თიხნარები ბუნებრივ პირობებში მშრალ მდგომარეობაშია, მათი ბუნებრივი ტენიანობა 15 ÷ 17 %-ის ფარგლებში იცვლება. სიმკვრივე შედარებით პარატაა (2.68 გ/სმ³), რაც მათში თაბაშირის დიდი რაოდენობით აიხსნება (თაბაშირის კუთრი წონა 2.66 გ/სმ³). განსაზღვრული იქნა თაბაშირის სიმტკიცე და დეფორმაციის მაჩვენებლები. შედეგები მოცემულია ცხრილში № 4.1 -ში, ჭრისა და კომპრესიის გრაფიკების სახით.

თიხნარების სიმტკიცის მაჩვენებელი გრუნტის შიგა ხახუნის კუთხე - φ და კუთრი შეჭიდულობა C განსაზღვრული იქნა ჰიდროპროექტის ხელსაწყოზე. როგორც ცდება გვიჩვენა (ცხრილში № 4.1) თიხნარები პროფესორ გ. ნიჩიპოროვიჩის კლასიფიკაციის მიხედვით მიეკუთვნება საშუალო სიმტკიცის გრუნტებს.

იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ თიხნარების პირობითი წინაღობა ვსარგებლობთ სამშენებლო ნორმებით ს.ნ. 02.01.08, დანართი 3, ცხრილი № 3,

ცხრილი № 5.1

№	გამონამუშევრის №	აღების სიღრმე	გრუნტის ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგები																		გრუნტის ტიპი
			ლაბ. №	პლასტიკურობა			ბუნებრივი ტენიანობა %	სიმკვრივე გრ/სმ ³			ფორიანობის ოეფიციენტი	დენადობის მაჩვენებელი	ტენიანობის ხარისხი	კუმშვადობის კოეფიციენტი კვ/სმ ²	ფარდობითი ჩაჯდომადობა	ბუნებრივი		წყლიტგაჟენთილი		ტაბაშორის შემცველობა %	
				ზედა ზღვარი %	ქვედა ზღვარი %	პლასტიკურობის რიცხვი		ბუნებრივი	მშრალუ გრუნტის	გრუნტის ნაწილაკების						ფ	მკა	ფ	მკა		
h	W _L	W _P	I _P	W	ρ	ρ _d	ρ _s	e	l _i	S _r	a	l _s	φ	C	φ	C	CaSO ₄ * 2H ₂ O				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	შ-1	0.50	36	30	17	13	15	1.79	1.54	2.68	0.75	- 0.15	0.53	0.02	<0.01	18	0.036	14	0.020	34	თიხნარი
2	შ-1	1.50	37	32	18	14	16	1.78	1.54	2.68	0.76	- 0.12	0.57	0.02	<0.01	17	0.026	--	--	--	თიხნარი
3	შ-2	1.30	38	31	18	13	16	1.75	1.51	2.69	0.78	- 0.12	0.55	0.02	<0.01	17	0.024	--	--	--	თიხნარი
4	შ-2	2.00	39	31	17	14	17	1.78	1.52	2.69	0.77	0.00	0.60	0.02	<0.01	17	0.026	13	0.015	17	თიხნარი
5	შ-3	1.50	40	29	16	13	15	1.78	1.54	2.68	0.76	- 0.15	0.63	0.02	<0.01	18	0.028	--	--	--	თიხნარი
6	შ-3	2.00	41	31	18	13	17	1.82	1.55	2.68	0.73	- 0.15	0.62	0.02	<0.01	18	0.040	--	--	38	თიხნარი

საიდანაც:

$$R_0^{თიხნ} = 1.8 \text{ კგ/სმ}^2$$

თიხნარების დეფორმაციის მაჩვენებლებიდან განსაზღვრული იქნა კუმშვადობის კოეფიციენტი და დეფორმაციის მოდული. შედეგები წარმოდგენლია კომპრესიის გრაფიკების სახით. მათი საშუალებით განისაზღვრება თიხნარების დეფორმაციის მოდული საშუალო მნიშვნელობა:

$$E_0^{თიხნ} = 172 \text{ კგ/სმ}^2$$

მოედნის შემდეგი ფენა წარმოდგენილი არის მდინარე მტკვრის ალუვიონით კენჭნარებით. მათი სიმძლავრე 3,5 მ -ს არ აღემატება. კენჭნარების ქვარგვალეების ზედაპირი არგად არის დამუშავებული მდინარის გეოლოგიური მოქმედებების შედეგად განსაზღვრული იქნა ენჭნარების გრანულომეტრიული შედგენილობა, რომელიც მოცემულია ცხრილ № 4.2-ში.

კენჭნარების გრანულომეტრიული შედგენილობა ცხრილი № 5.2

№	შურფი ჭაბურღილის №	აღების სიღრმე	ფრაქციის ზომები - მმ				
			>100	100-50	50-20	20-2	<2
1	1	2.5	0	31	20	22	27
2	1	2.5	0	36	21	19	24
3	3	2.8	0	33	23	19	25
4	3	2.8	0	28	26	17	29

როგორც გრანულომეტრიული შედგენილობიდან ჩანს კენჭნარებში გაბატონებული მდგომარეობა ფრაქცია (100-50)მმ უჭირავს, შემავსებელი თიხური ფრაქციით არის წარმოდგენილი. იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ კენჭნარის R_0 საჭიროა განისაზღვროს შემავსებლის პლასტიკური თვისებები, რომელიც შემდეგნაირად გამოიყურება:

1. ბუნებრივი ტენიანობა - 17%;

2. პლასტიკურობის რიცხვი - 13;
3. დენადობის მაჩვენებელი - 0.07.

იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ კენჭნარების პირობითი წინაღობა ვსარგებლობთ იგივე სამშენებლო ნორმებით ცხრილი № 1, საიდანაც:

$$R_0^{კენჭ} = 5.0 \text{ კგ/სმ}^2$$

მოედნის ჰიდროგეოლოგიური პირობებიდან ავლნიშნავთ, რომ გრუნტის წყალი გახსნილი იქნა ზედაპირიდან საშუალოდ 5.0 მ-ის სიღრმეზე, მისი აბსოლუტური ნიშნულია 531.0 მ. წყალი, როგორც ცხრილი №3-დან ჩანს აგრესიულია ბეტონის ნაკეთობების მიმართ, თუმცა არსებული კორპუსების საძირკვლები არ დადის გრუნტის წყლის დომენდე. არსებული საძირკვლების აშენებიდან 30 წელზე მეტი გავიდა, მაგრამ საძირკვლებს ბეტონის კოროზიის არავითარი კვალი არა აქვთ, რა აიხსნება იმით, რომ საძირკვლები არ იმყოფებიან წყლოვან გარემოში.

ჩატარებული სამუშაოები საშუალებას იძლევა გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. საკვლევი ტერიტორია გეომორფოლოგიურად წარმოადგენს სწორ ადგილს. რაიმე საშიში გეოლოგიური პროცესების განვითარება, რომელიც საფრთხეს შეუქმნის არსებული შენობის მდგრადობას არაა მოსალოდნელი;
2. საინჟინრო-გეოლოგიური სირთულის მიხედვით საკვლევი მოედანი სამშენებლო ნორმებიტ 1.02.07.87წ დანარი 10-ის მიხედვით მიეკუთვნება პირველ (მარტივ) კატეგორიას;
3. მოედნის გეოლოგიური ჭრილი შემდეგნაირია:
 2. ფენა - 1 - ნაყარი (t, Q_{IV});
 2. ფენა - 2 - თიხნარი (dp, Q_{IV});
 3. ფენა - 3 - კენჭნარი (a, Q_{IV});
4. შენობები დაფუძნებულია თიხნარ გრუნტებზე, მათი სიმტკიცის და დეფორმაციის მაჩვენებლებია:

$$R_0^{თიხ} = 1.8 \text{ კგ/სმ}^2$$

$$E_0^{თიხ} = 172 \text{ კგ/სმ}^2$$

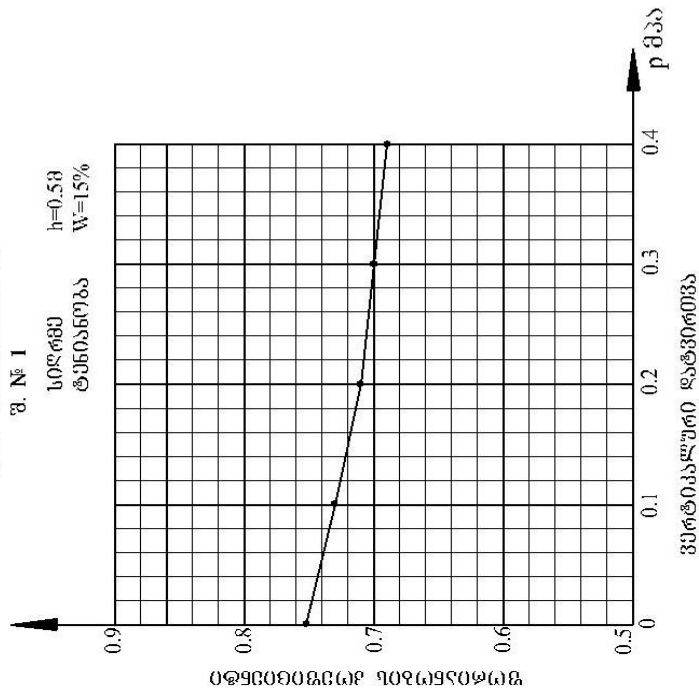
5. გრუნტის წყალი გახსნილი იქნა 431 მ ნიშნულზე, წყალი აგრესიული არის ბეტონის ნაკეთობების მიმართ.
6. ქ. თბილისი საქართველოს პროექტირების ნორმებით „სეისმომედეგი მშენებლობა“ პ.ნ. 01.01.09 მიხედვით მიეკუთვნება 8 ბალიან სეისმური ინტენსივობის ზონას. საკვლევი მოედანსაც ვაკუთვნებთ 8 ბალიან სეისმური ინტენსივობის ზონას. იგივე ნორმებით საკვლევი გრუნტები სეისმური თვისებებით მიეკუთვნება II კატეგორიას;
7. 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.

ცხრილი №5.3

წყლის ქიმიური ანალიზის შედეგები							
ობიექტის დასახელება: ქ. თბილისი მაისურამის ქუჩა							
წყალ პუნქტის დასახელება: შ, ჭაბ. №2			სინჯის აღების თარიღი: 12.11.2013 წ				
სინჯის აღების სიღრმე: h =5მ							
ფიზიკური თვისებები		ქიმიური შემადგენლობა					
		წყალგადიონის მაჩვენებელი		ph			
გამჭვირვალობა	შემღვრეული	იონები		მგ/ლ	მგ/ექვ	მგ/ექვ%	
ფერი	უფერო	ანიონები	ქლორი	Cl	213.0	6.00	14.04
ნალექი	უმნიშვნელო		სულფატი	SO ₄ ²⁻	1380.5	28.74	67.27
სუნი	სუნო		ნიტრატი	NO ₃	0.1	კვალი	

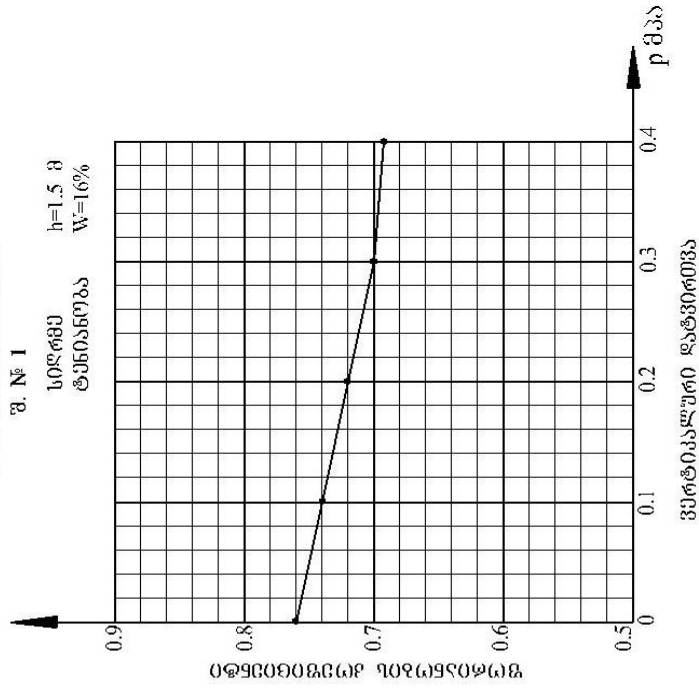
გემო	არ გასინჯულა		კათიონები	ნიტრატი	NO_3	0.3	კვალი		
ტემპერატურა	---			ჰილკარბონატი	HCO_3	488.0	8.00	18.72	
სიხისტე				კარბონატი	CO_3^{2-}	არ შეიცავს			
დასახელება	გერმ. გრადუს ი	მგ/ექვ		ჯამი		2081.9	42.74	100	
საერთო	37.5	13.4		ნატრიუმი	$Na^+ + K^+$	674.8	89.34	66.65	
კარბონატული	22.4	8.0		კალიუმი	$Na^+ + K^+$				
არაკარბონატული	15.1	5.5		ამონიუმი	NH_4^+	0.3	კვალი		
წყლის მარილოვანი შემადგენლობა				კალციუმი	Ca^{2+}	166.3	8.30	19.42	
(კურლოვის ფორმულა)				მაგნიუმი	Mg^{2+}	62.2	5.10	11.93	
$M_{28} = \frac{SO_{67}^4 HCO_{19}^3 Cl_{14}}{Na_{63} CO_{19} Mg_{12}}$				რკინის ქვეჟანგი	$Fe^{2+} + Fe^{3+}$	0.5	კვალი		
			რკინის ჟანგი						
			ჯამი	904.1					42.74
			მშრალი ნაშთი			ექსპერიმ.		მგ/ლ	2900.8
გამოთვლ.		2750.5							

ცდა კომპრესიონაზე



ვმრტიპაკალური რატვირთვა	მპა	0	0.1	0.2	0.3	0.4
ვორიანობის კოეფიციენტი	e	0.75	0.73	0.71	0.70	0.69
დაჯდომის მოდული	ep		0.80	1.60	2.00	2.40
დუომბაციის მოდული	E მპა		8.10	8.20	17.50	17.60
კუმბაციის კოეფიციენტი	a		0.02	0.02	0.01	0.01

ცდა კომპრესიონაზე



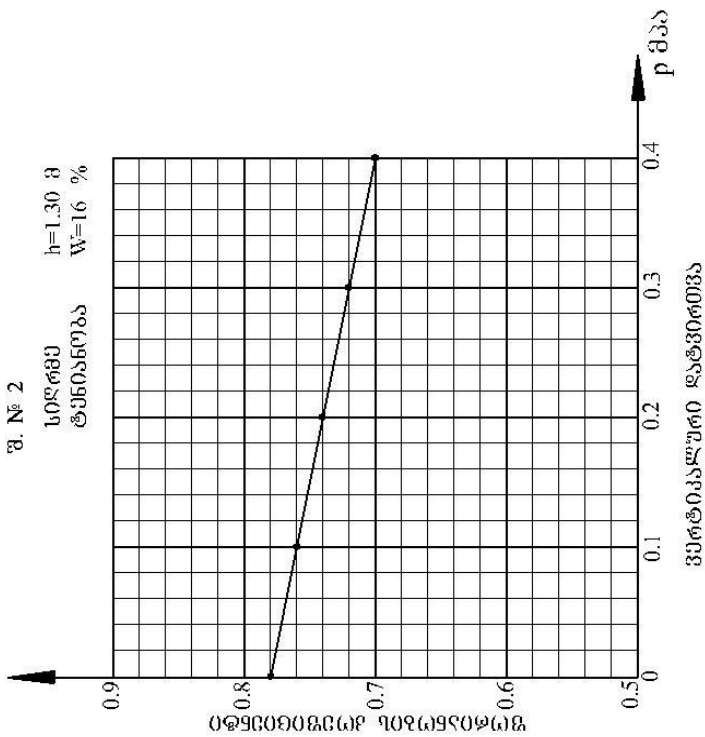
ვმრტიპაკალური რატვირთვა	მპა	0	0.1	0.2	0.3	0.4
ვორიანობის კოეფიციენტი	e	0.76	0.74	0.72	0.70	0.69
დაჯდომის მოდული	ep		0.80	1.50	2.30	2.70
დუომბაციის მოდული	E მპა		8.20	8.30	8.40	17.60
კუმბაციის კოეფიციენტი	a		0.02	0.02	0.02	0.01

ნახაზი 5.1 შური № 1 კომპრესიონის ცდის შედეგების გრაფიკი

ცდის კომპარეზიონაჟი

შ. № 2

სიღრმე $h=1.30$ მ
ტენიანობა $W=16$ %

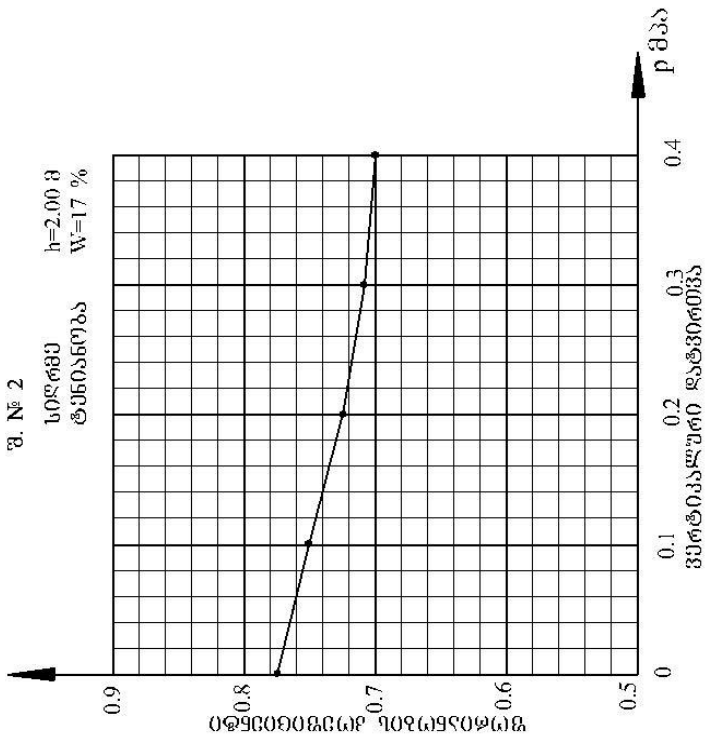


პლასტიკური ინდექსი	0	0.1	0.2	0.3	0.4
ტენიანობის კოეფიციენტი	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70
დაჯდომის მოდული	0.80	1.60	2.40	3.20	
დუფორმაციის მოდული	8.70	8.80	8.90	9.00	
კუმულაციის კოეფიციენტი	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

ცდის კომპარეზიონაჟი

შ. № 2

სიღრმე $h=2.00$ მ
ტენიანობა $W=17$ %



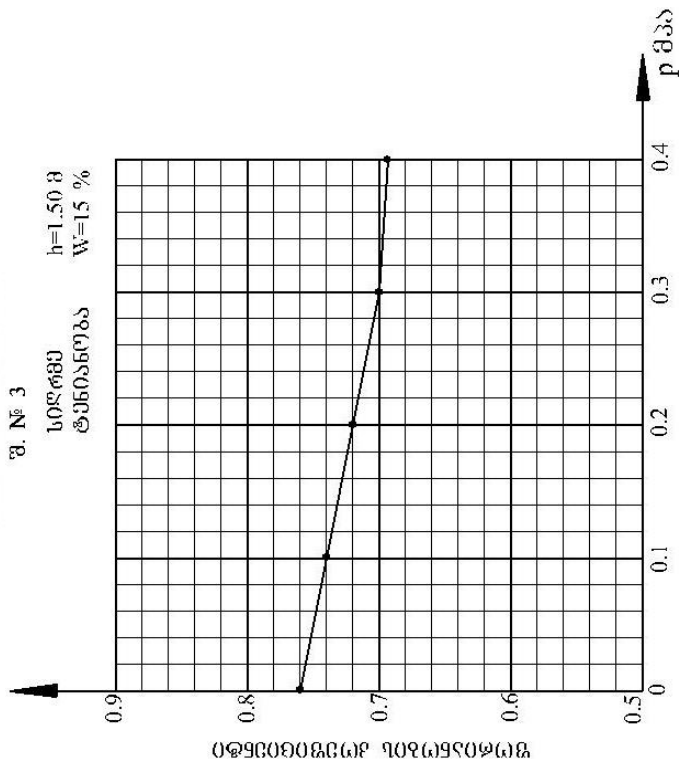
პლასტიკური ინდექსი	0	0.1	0.2	0.3	0.4
ტენიანობის კოეფიციენტი	0.77	0.75	0.73	0.71	0.70
დაჯდომის მოდული	0.80	1.60	2.40	2.80	
დუფორმაციის მოდული	8.20	8.30	8.40	17.70	
კუმულაციის კოეფიციენტი	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01

ნახაზი 5.2 შურფი № 2 კომპრესიის ცდის შედეგების გრაფიკი

ცდა კომპრესიაზე

შ. № 3

სიღრმე $h=1.50$ მ
ტანადობა $W=15$ %



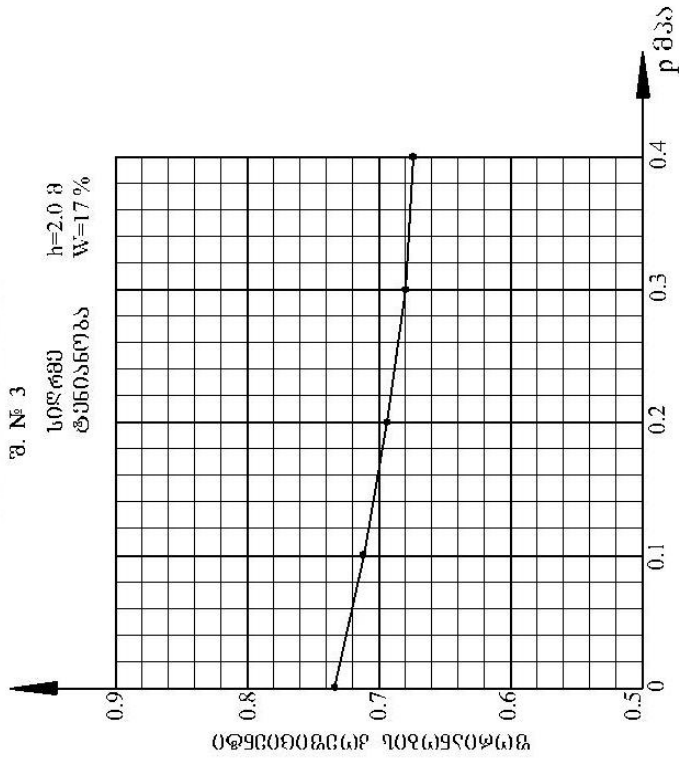
ვერტიკალური დატვირთვა

ვერტიკალური დატვირთვა	მპპ	0	0.1	0.2	0.3	0.4
ფორმირების კოეფიციენტი	e	0.76	0.74	0.72	0.70	0.69
დაჯდომის მოდული	e_p		0.80	1.50	2.20	2.60
დეფორმაციის მოდული	E მპპ		8.00	8.10	8.20	17.60
კუმულაციური კოეფიციენტი	a		0.02	0.02	0.02	0.01

ცდა კომპრესიაზე

შ. № 3

სიღრმე $h=2.0$ მ
ტანადობა $W=17$ %

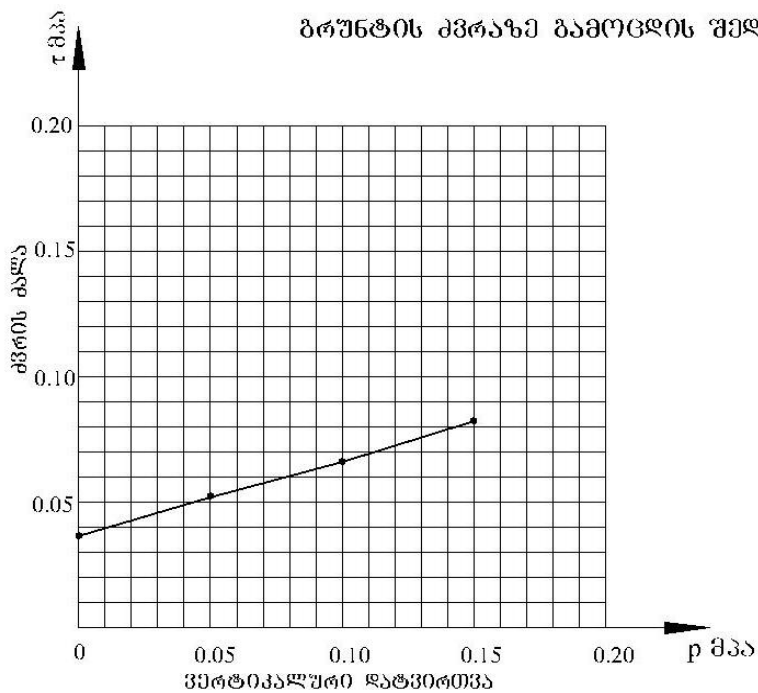


ვერტიკალური დატვირთვა

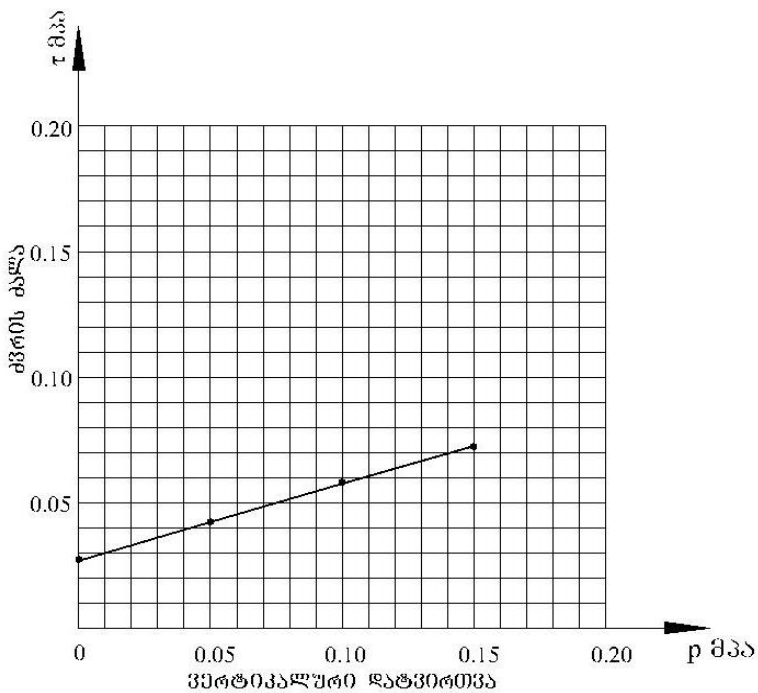
ვერტიკალური დატვირთვა	მპპ	0	0.1	0.2	0.3	0.4
ფორმირების კოეფიციენტი	e	0.73	0.71	0.69	0.68	0.67
დაჯდომის მოდული	e_p		0.80	1.50	1.90	2.30
დეფორმაციის მოდული	E მპპ		8.80	8.90	17.30	17.40
კუმულაციური კოეფიციენტი	a		0.02	0.02	0.01	0.01

ნახაზი 5.3 შურფი № 3 კომპრესიის ცდის შედეგების გრაფიკი

გრუნტის ძვრაზე გამოცდის შედეგები



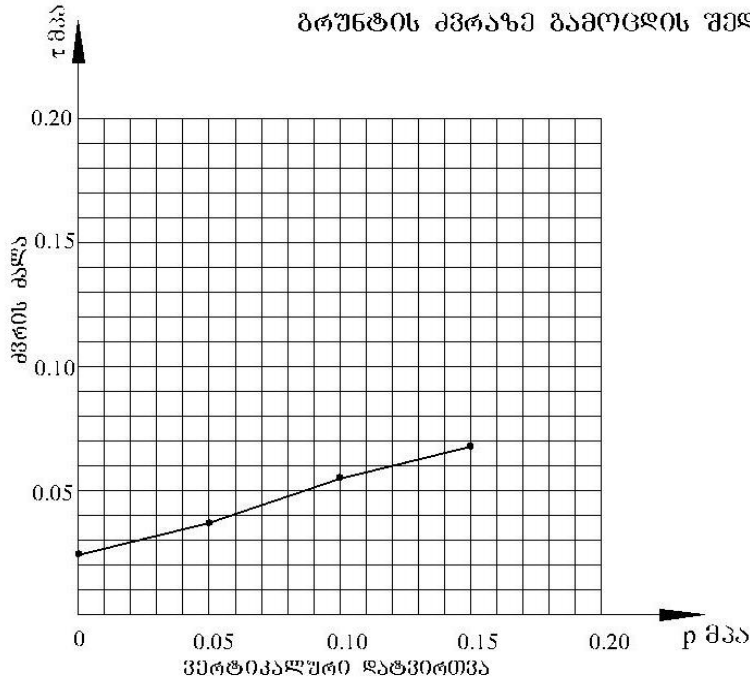
შ. № 1			
სიღრმე		h=0.5 მ	
ტენიანობა		W=15 %	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპა	ძვრის ძალა მპა	შიბა ხახუნის კუთხე	კუთრი შეჭიდულობა მპა
P	τ	φ°	c მპა
0.05	0.052	18	0.036
0.10	0.068		
0.15	0.084		
0.20			



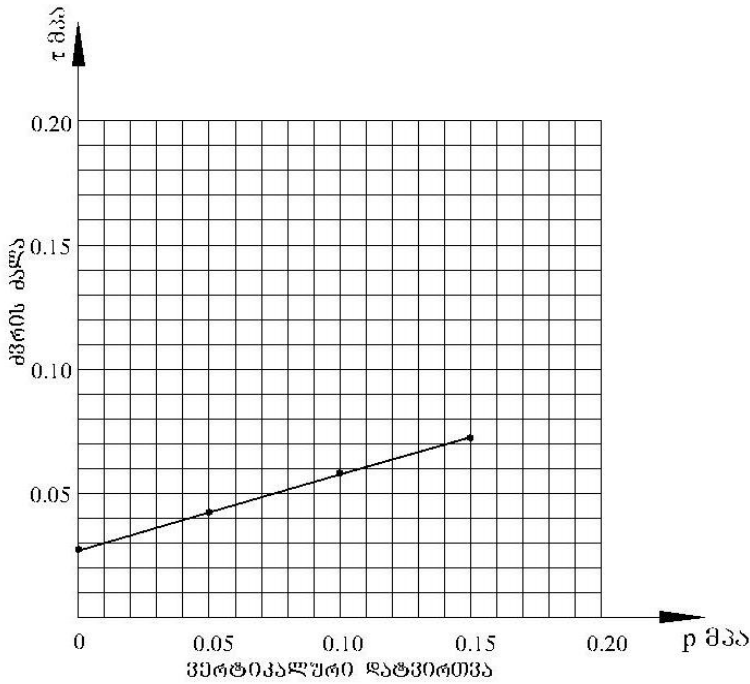
შ. № 1			
სიღრმე		h=1.50 მ	
ტენიანობა		W=16 %	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპა	ძვრის ძალა მპა	შიბა ხახუნის კუთხე	კუთრი შეჭიდულობა მპა
P	τ	φ°	c მპა
0.05	0.041	17	0.026
0.10	0.056		
0.15	0.071		
0.20			

ნახაზი 5.4 შურფი №1 გრუნტის ძვრაზე გამოცდის შედეგების გრაფიკი

გრუნტის ძვრის ბამოცდის შედეგები



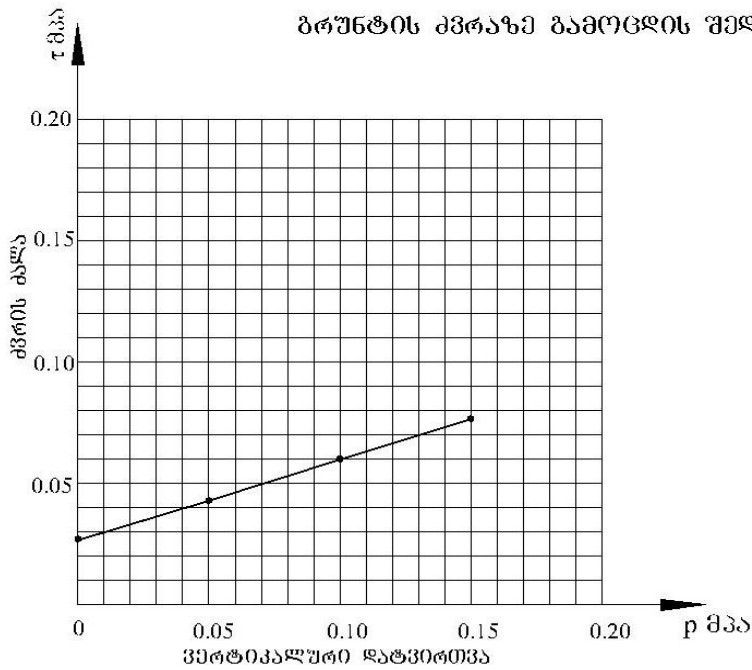
შ. № 2			
სიღრმე		h=1.30 მ	
ტენიანობა		W=16 %	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპპ	ძვრის ძალა მპპ	შიშა ხახუნის კუთხე	კუთრი შეჭიდულობა მპპ
P	τ	φ°	c მპპ
0.05	0.039	17	0.024
0.10	0.054		
0.15	0.069		
0.20			



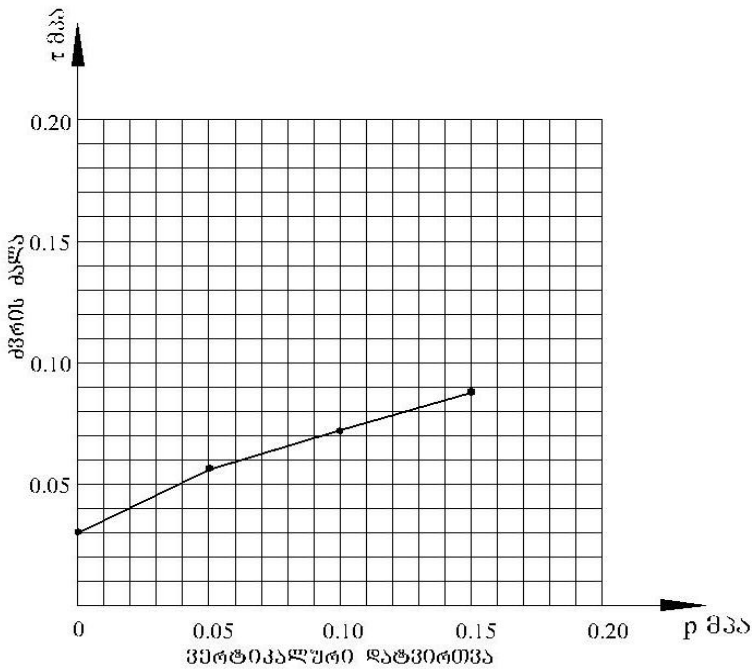
შ. № 2			
სიღრმე		h=2.0 მ	
ტენიანობა		W=17 %	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპპ	ძვრის ძალა მპპ	შიშა ხახუნის კუთხე	კუთრი შეჭიდულობა მპპ
P	τ	φ°	c მპპ
0.05	0.041	17	0.026
0.10	0.056		
0.15	0.071		
0.20			

ნახაზი 5.5 შური № 2 გრუნტის ძვრის ბამოცდის შედეგების გრაფიკი

გრუნტის ძვრაზე გამოცდის შედეგები



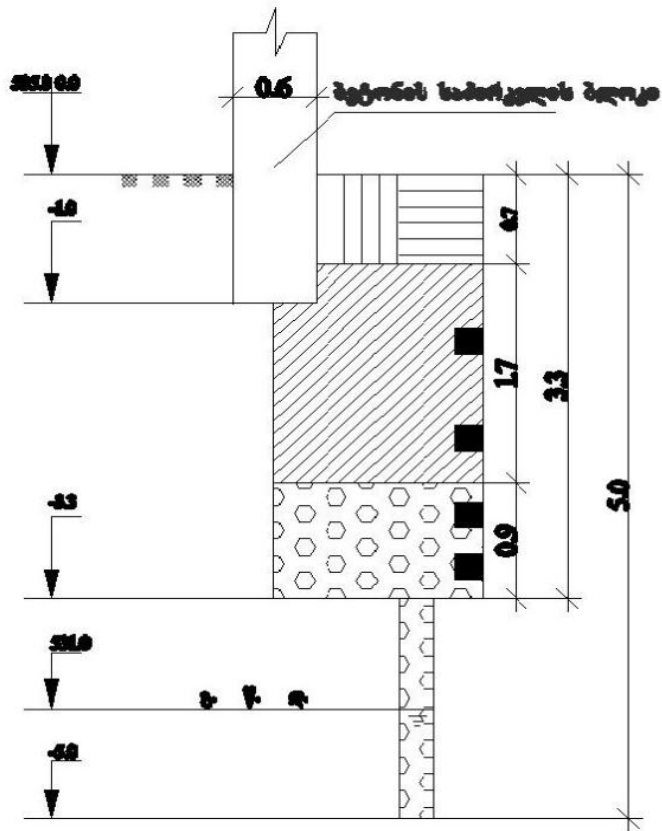
შ. № 3			
სიღრმე		h=1.50 მ	
ტენიანობა		W=15 %	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპა	ძვრის ძალა მპა	შიბა ხახუნის კუთხე	კუთრი შეჭიდულობა მპა
P	τ	φ°	c მპა
0.05	0.044	18	0.028
0.10	0.060		
0.15	0.076		
0.20			



შ. № 3			
სიღრმე		h=2.0 მ	
ტენიანობა		W=17 %	
ვერტიკალური დატვირთვა, მპა	ძვრის ძალა მპა	შიბა ხახუნის კუთხე	კუთრი შეჭიდულობა მპა
P	τ	φ°	c მპა
0.05	0.056	18	0.040
0.10	0.072		
0.15	0.088		
0.20			

ნახაზი 5.6 შურფი № 3 გრუნტის ძვრაზე გამოცდის შედეგების გრაფიკი

შურტი № 1



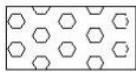
პირობითი ნიშნები



ბეტონი



თიხნარი



კერამიკა



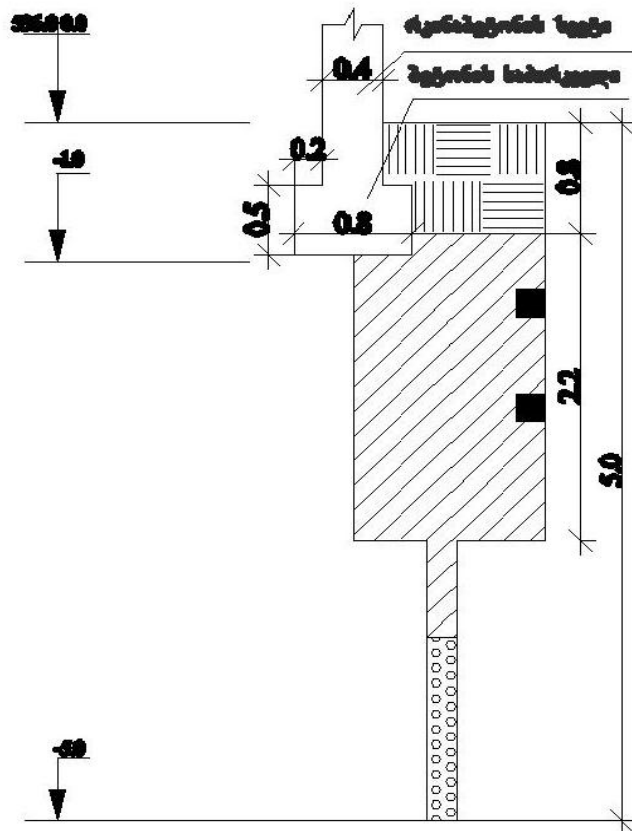
ნამუშის ძაღვების აკრეფა



გრუნტის წყლების დონე

ნახაზი 5.7 შურტი №1

შურფი № 2



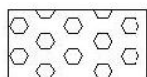
პირობითი ნიშნები



ბეტონი



თიხნარი



კენჭნარი

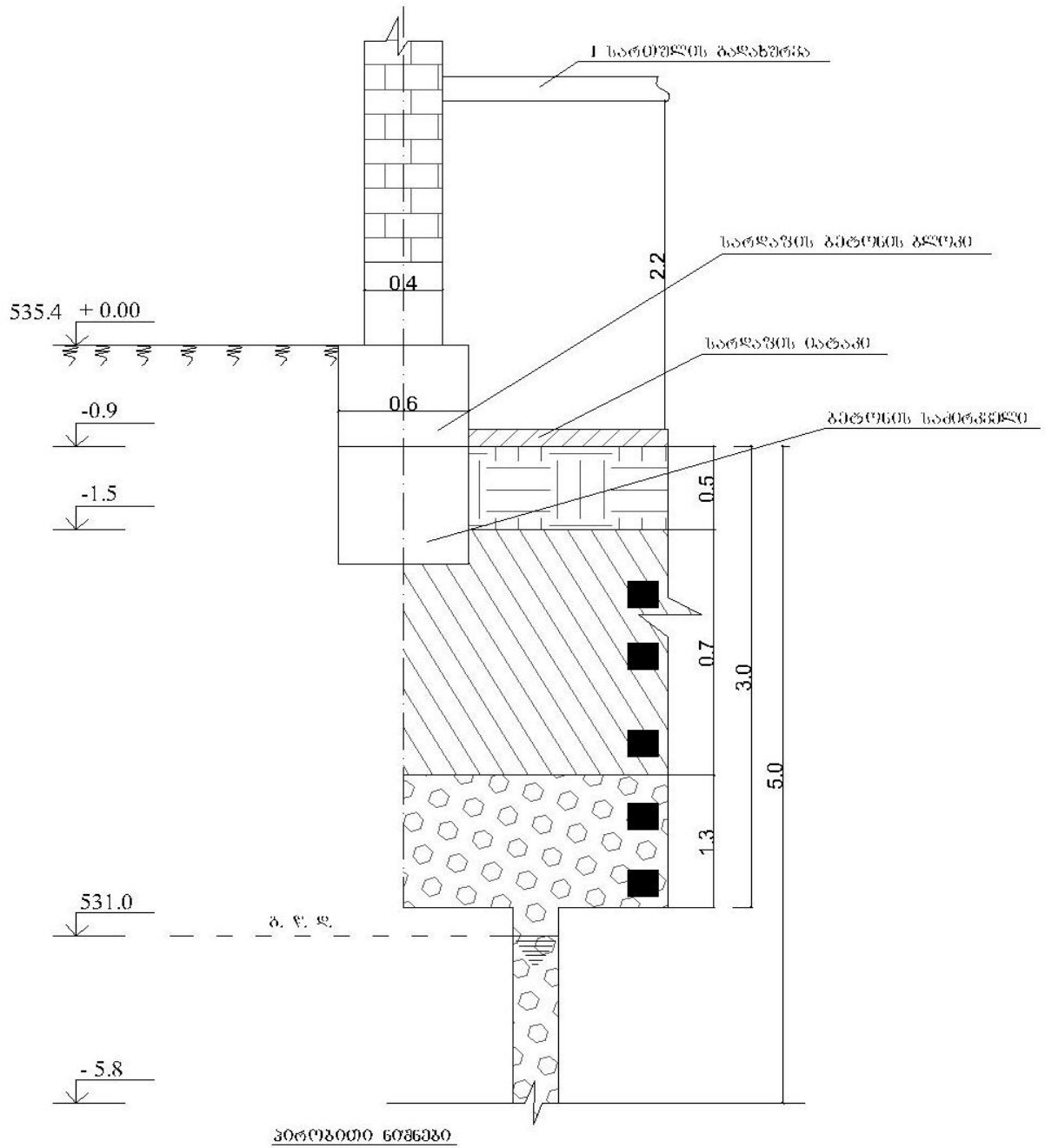


ნაშუშის აკრების ადგილი

ნახაზი 5.8 შურფი №1

შ. ზ. №3.

მასშტაბი 1:50



- | | | | |
|--|---------------------|--|--------------------|
| | ნიშნების აღმოსაჩენი | | თიხნარი |
| | ნაყარი | | ბრუნვის წყლის დონე |
| | პინკარი | | |

ნახაზი 5.9 შურვი №1

5.2 საწარმოო ცდის ადგილზე მომზადება გამაგრებისთვის

როგორც ავღნიშნეთ ადმინისტრაციული კორპუსის კედლის ერთი ნაწილი სამხრეთ-აღმოსავლეთი კუთხე დეფორმირებულია, რის შედეგადაც მზიდ კედლებს აქვს ბზარი. შენობის სარესტავრაციო სამუშაოებში შედის კედლის გამაგრება ფუძის მონაცემებით. იგი კეთდება შენობის 8 მეტრი სიგრძეზე. სუსტი გრუნტები დასველებული თიხნარები შეიცვლებიან ბეტონის საძირკვლით. ვიდრე ეს მეთოდი განხორციელდებოდა შენობის ეს ნაწილი მოითხოვდა საჩქაროდ გამაგრებას და ამიტომ ჩვენ შევთავაზეთ ვინაიდან შენობის ამ ნაწილში საძირველი დაახლოებით 1 მეტრზე სიგრძეზე გავაშიშვლებული გვექონდა, მომხდარი ფუძის გამაგრება დაწნევა-შეწნევის მეთოდით, რომელზედაც მივიღეთ თანხმობა. ვიდრე დავიწყებდით გაძლერებით სამუშაოებს პირველ რიგში გამოვლენული იქნა, რატომ დაზიანდა კედელი ამ ნაწილში. როგორც საინჟინრო-გეოლოგიურმა გამოკვლევამ გვიჩვენა კედლის დაზიანების მიზეზი ფუძე-გრუნტების ტექნოგენური წყლით დასველება იყო. ეზოში გადიოდა წყლის მილი, რომელიც ავტოფარეხებს წყლით ამარაგებდა. მილი ხანდაზმულობის გამო დაზიანდა და დასველდა შენობის ფუძე-გრუნტის კუთხე. დასველების შედეგად, როგორც ცხრილი 4.1_დან ჩანს თიხნარების სიმტკიცე მკვეთრად იკლო და მზიდმა კედელმა მიიღო ბზარი.

ვინაიდან შურფი მზიდი კედლის ქვეშ გათხრილი იყო ჩემი ამოცანა იყო შურფი დაგვეყვანა კენჭნარამდე, მათში ჩაღრმავებით 20 სმ-ით. კედლის სიგანე შეადგენდა 40 სმ. შურფსაც მივეცი 40 სმ და ჩაღრმავდა იგი კენჭნარამდე მათში შესვლით 20 სმ-ით.

გამაგრების მეორე ეტაპზე მომზადდა შურფში ჩასაყრელი გრუნტის მასა, ამისათვის ეზოში ამოიჭრა გრუნტი და დაშლილი იქნა კომტებად, რის შედეგადაც განისაზღვრა მისი ტენიანობა, როგორც მონაცემებმა გვიჩვენა ოპტიმალური ტენიანობისათვის საჭირო გახდა წყლის დამატება, ამისათვის გრუნტი გაიშალა (ყველაპერი ეს ხდება სარდაფში და მას მიეცა

საჭირო რაოდენობის წყალი).

გრუნტი, ასეთ მდგომარეობაში იყო 3 დღე-ღამე, რათა მომხდარიყო ტენიანობის თანაბარი განაწილება გრუნტის მთელ მასაში. ე.ი. მივიღეთ დაშლილი სტრუქტურის გრუნტის მასა, რომელსაც ჰქონდა ოპტიმალური ტენიანობა.

სამუშაოების მესამე ეტაპზე მოხდა გრუნტის დაყრა სიმძლავრით 40 სმ-ით, იგი ჯერ ხელის სატეკნით დაიტკეპნა და შემდეგ მოხდა მისი დატკეპნა წნეხის საშუალებით. საჭირო იყო დადგენილიყო გრუნტის მაქსიმალური დაწოლა (P_{max}) ამიათვის გაანგარიშებული იქნა ფუძეზე მოსული დატვირთვა, რომელიც ორ სართულიანი შენობა. 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/სმ^2 . ჩვენ ამ მონაცემის მხედველობაში მიღებით ჩვენ ავიღეთ $P_{max} = 2.0 \text{ კგ/სმ}^2$ დატვირთვა.

ვინაიდან 2.0 კგ/სმ^2 დატვირთვის შემთხვაში რეაქციის ძალებს შეძლება დაეზიანებია შენობის კედელი და ამიტომ შტამპის ფართი, რომელსაც უნდა განხორციელდეს დომკრატით, წნევა 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 $50 \times 40 \times 3 \text{ სმ}$.

დატვირთვები შტამპს ეძლეოდა საფეხურობრივად საფეხურის სიდიდე შეადგენდა 0.5 კგ/სმ^2 , თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ შტამპის ფართი იყო $50 \times 40 \times 2000 \text{ სმ}^2$ ე.ი. დომკრატს უნდა განევითარებია 1 ტ ძალა, რომ მიგვეღოთ დატვირთვა 0.5 კგ/სმ^2 .

დატვირთვის შედეგად გრუნტი ვინაიდან იგი ხელლით იყო დატკეპნილი ანვითარებდა გრუნტის შეკუმშვას. გრუნტის დეფორმაციის სიდიდე იზომებოდა ჩალუნმზომების საშუალებით.

როგორც კი დატვირთვა ავიდოდა 2.0 კგ/სმ^2 , დატვირთვის ქვეშ გრუნტი რჩებოდა 4 საათის განმავლობაში როგორც ჩარუნმზომებმა

გვიჩვენა 1 საათი სრულად საკმარისი აღმოჩნდა, რომ გრუნტს მიეღო სტაბილური მდგომარეობა, ამის შემდეგ გრუნტს ეძლეოდა კიდევ დატვირთვა 0.5 კგ/სმ^2 , ვიდრე ის არ მიიღებდა მაქსიმალურ დატვირთვას.

მაქსიმალური დატვირთვის შემდეგ გრუნტი ჩერდებოდა აღნიშნულ დატვირთვაზე 2 საათით და შემდეგ კი 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 მარკინი ბეტონით.

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

ჩვენს მიერ განსაზღვრული იქნა გამკვრივებული ფუძის სიმტკიცე გრუნტის დაწნევის შემდეგ, იგი შეადგენდა $\rho = 18$; $C = 0,45 \text{ კგ/სმ}^2$, ხოლო 3 თვის შემდეგ კი $\rho = 19$; $C = 0,52 \text{ კგ/სმ}^2$

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

ძირითადი დასკვნები

1. ნაშრომში განხილულია თიხოვან გრუნტზე აგებული დეფორმირებული შენობების ფუძის გამაგრების ახალი მეთოდი, ფუძის გამგრება დაწნეხვა-შეწნეხვის მეთოდი. იგი საყურადღებოა იმის გამო, რომ გასამაგრებლად გამოყენებულია ადგილობრივი გრუნტი, რაც მეტად აიაფებს განაგრების ღონისძიებებს;
2. მეთოდი, ახალია ლიტერატურაში 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 კგ/სმ²-ით მეტი ანგარიშით მიღებული ფუძეზე მოსულ დატვირთვაზე;
5. ლაბორატორიულმა ცებმა საშუალებით დადგენილი უნდა იყოს გრუნტის დატკეპნის ოპტიმალური ტენიანობა;
6. ჩატარებული იქნა საწარმოო ცდა ქალაქ თბილისში მასურამის ქუჩაზე, სადაც დეფორმირებული კედლის ერთი უბანის გაძლიერებული იქნა წარმოდგენილი მეთოდით, შედეგი დადებითია;
7. სემოთავაზებული მეთოდის ხანმედეგობის შესახებ, ავლნიშნავთ, რომ იგი დროთა განმავლობაში მოხდება გამაგრებული გრუნტის გამოშრობა. ვინაიდან დატკეპნილია ოპტიმალურ ტენიანობაზე, რომელიც ჩვეულებრივად ბუნებრივ ტენიანობაზე 3-5% მეტია. გამოშრობისას კი გრუნტის ტენიანობა მცირდება;

8. მაისურადის ქუჩა №1-ში ჩატარებულ ცდებზე იწარმოებს დაკვირვებანი გრუნტის ტენიანობის ცვალებადობაზე დროში. ჯერჯერობით დატკეპნილი გრუნტის ტენიანობა მცირედ არის შეცვლილი;

9. იმ შემთხვევაში, თუ ფუძის გამაგრებისათვის 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, მაშნ ჯენ უნდა მოხდეს გრუნტის წყლის დონის ხელოვბურად დაწევა 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. ჟორდანია; 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, ჟორდანია; 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. Перлея - Устройство фундаментов и заглубленных сооружений в условиях реконструкции действующих предприятий в стесненных условиях строительства. Под ред. 1983г.