ქ. თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, ნაკვ. №01.14.03.040.220-ში მრავალფუნქციური საცხოვრებელი სახლის პროექტი.

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ტექნიკური ანგარიში

თბილისი
2021

შ. პ. ს. “თბილინვესტპროექტი“

ქ. თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, ნაკვ. №01.14.03.040.220-ში მრავალფუნქციური საცხოვრებელი სახლის პროექტი.

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ტექნიკური ანგარიში

შ.პ.ს. “თბილინვესტპროექტი”-ს დირექტორი,
სამთო და გეოინჟინერიის მაგისტრი გ. სიყმაშვილი

გეოლოგიის მაგისტრი,
ინჟინერ-გეოლოგი გ. სადრაძე

ტექნიკური დავალება

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ჩასატარებლად

გაცემულია შ.პ.ს. "იქსორი"-ს პროექტის მთავარი კონსტრუქტორის მიერ
/დამკვეთის ან ორგანიზაციის დასახელება/

I. საერთო ცნობები

1. ობიექტის სრული დასახელება მრავალფუნქციური საცხოვრებელი სახლი

2. ობიექტის მდებარეობა ~~თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, ნაკვ. №01.14.03.040.220~~
ი. /ადმინისტრაციული კუთვნილება და მისამართი/

3. მშენებლობის მოკლე დახასიათება ახალმშენებლობა
1. /ახალმშენებლობა, რეკონსტუქცია, გაფართოება/

4. გამოკვლევის მიზანი: ნაკვეთის თანამედროვე საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების და ფუძე-გრუნტების თვისობრიობის შესწავლა, მშენებლობის პროექტის დასასაბუთებლად.

II. საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევა-ძიებისთვის საჭირო მონაცემები.

4. დაპროექტების სტადია მუშა პროექტი
/წინასაპროექტო სტადია, პროექტი, მუშა პროექტი/

საპროექტო შენობა-ნაგებობების დახასიათება

5. ნაგებობის კლასი პასუხისმგებლობის მიხედვით ~~II~~

6. შენობის სართულიანობა და ზომები გეგმაში ოცდაცამეტსართულიანი 44,8x19.5 მ

7. პირველი სართულის იატაკის საპროექტო ნიშნული ±0,00=476,80 მ

8. სარდაფის იატაკის საპროექტო ნიშნული 471.30 მ

9. შენობის ტიპი მონოლითური, კარკასული ტიპის, სიხისტის დიაფრაგმებით,

10. საძირკვლის სავარაუდო ტიპი და ზომები ~~ხიმინჯოვანი, როსტვერკის ფილით~~

11. მოსალოდნელი საპროექტო დატვირთვა საძირკვლის ფუძეზე ~~(ხიმინჯზე) 2500 ტ/ძ~~

12. საამშენებლო უბნის ტოპოგეგმა ნაგებობის კონტურებით მასშ. 1 : 500

პროექტის მთ. კონსტრუქტორი ირაკლი კიკნაძე

სარჩევი

1. შესავალი ---------- 2
2. ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება, გეოლოგიური აგებულება და ჰიდროგეოლოგიური პირობები ---------- 3
3. გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ---------- 4
4. დასკვნები და რეკომენდაციები ---------- 5
9

დანართები

ტექნიკური დავალება ---------- 1 ფ.
ჭაბურღილების განლაგების სქემა ---------- 1 ფ
საინჟინრო-გეოლოგიური ჭრილი ---------- 4 ფ.
ჭაბურღილის გეოლოგიურ-ლითოლოგიური ჭრილი ---------- 10 ფ
ლაბორატორიული შედეგების ჯამური უწყისი ---------- 2 ფ
გრუნტის ძვრაზე გამოცდის შედეგები ---------- 12 ფ
გრუნტის გრანულაციის შედეგები ---------- 1 ფ
გრუნტის ერთღერძა კუმშვაზე გამოცდის შედეგები ---------- 10 ფ
გრუნტის წყლის ქიმიური ანალიზი ---------- 3 ფ
სტატისტიკური დამუშავების შედეგები ---------- 4 ფ

ქ. თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, ნაკვ. №01.14.03.040.220-ში მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლის პროექტი.

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ტექნიკური ანგარიში

1. შესავალი

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევები ჩატარებულია შ.პ.ს. "იქსორი"-სა და შ.პ.ს. “თბილინვესტპროექტი”-ს შორის დადებული ხელშეკრულების და მასზე თანდართული ტექნიკური დავალების საფუძველზე. შ.პ.ს “თბილინვესტპროექტი” რეგისტრირებულია საქართველოში 1999 წლის 1 ოქტომბერს, რეგისტრაციის №ა/4100/4-10, საიდენტიფიკაციო კოდი 249263416. კომპანიის ძირითად საქმიანობას წარმოადგენს საინჟინრო-გეოლოგიური სამუშაოების შესრულება.

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ამოცანას წარმოადგენს ქ. თბილისში, ალ. ყაზბეგის გამზირზე, ნაკვეთი №01.14.03.040.220-ის საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობების დადგენა, მოედნის ამგები გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლა და უბანზე გავრცელებული საშიში გეოლოგიური მოვლენების შეფასება. აღნიშნულ მოედანზე უნდა აშენდეს ოცდათექვსმეტსართულიანი შენობა სარდაფის ორი სართულით, ზომებით გეგმაში 41,9x18,2 მ. შენობის ტიპი – კარკასული, საძირკვლის სავარაუდო ტიპი – ბურღვით-ნატენი ხიმინჯები. ნაგებობების კლასი პასუხისმგებლობის მიხედვით – II.

დასაპროექტებელი ნაგებობის დაფუძნების პირობების განსაზღვრისათვის ჩატარებულია შემდეგი სახის და მოცულობის სამუშაოები: ანგარიშში გამოყენებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგიის დეპარტამენტის მიერ 2019 წელს ჩატარებული კვლევები “ქ, თბილისის ტერიტორიის საინჟინრო-გეოდინამიკური პირობები და გეოლოგიური საფრთხეების შეფასება”, გ. ჯაფარიძის “თბილისის საინჟინრო გეოლოგია”, შ.პ.ს. “თბილინვესტპროექტი”-ს მიერ 2017 წლის სექტემბერში ახლო მდებარე ნაკვეთზე №01.14.03.040.382-ში ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების მასალები. შესწავლილია და გაანალიზებულია ნაშრომების ის ნაწილი, რომელიც საკვლევ უბანს ეხება. უბნის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების შეფასების მიზნით, დათვალიერებულია მიმდებარე ტერიტორია, ლითოლო-

გიური ჭრილის დასადგენად და ნიმუშების ასაღებად გაყვანილია 10 ჭაბურღილი, კლდოვან ქანებში 3,0 მ-მდე ჩაღრმავებით, საერთო სიღრმით 261,0 გრძ/მ. ბურღვა მიმდინარეობდა საბურღი აგრეგატით УРБ А-2А საშუალებით, მექანიკურ-სვეტური მეთოდით, საცავი მილების გამოყენებით, კერნის უწყვეტი ამოღებით. გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესასწავლად ჭაბურღილებიდან აღებულია გრუნტის ნიმუშები, რომლებზეც ჩატარდა ლაბორატორიული კვლევები შ.პ.ს. "თბილინვესტპროექტი"-ს გეოტექნიკურ ლაბორატორიაში. გამონამუშევრების გეგმური და სიმაღლითი მიბმა განხორციელდა დამკვეთის მიერ გადმოცემული ტოპო-გეგმის მიხედვით. საველე სამუშაოების დამთავრების შემდეგ ჭაბურღილები ამოივსო ამოღებული მასალით.

საველე სამუშაოების და ლაბორატორიული კვლევების მონაცემების საფუძველზე შედგენილია წინამდებარე დასკვნა. კვლევები ჩატარებულია და დასკვნა შედგენილია საქართველოში ამჟამად მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების (სამშენებლი წესების და ნორმები) მოთხოვნების შესაბამისად – (სამშენებლო წესების და ნორმები) მოთხოვნების შესაბამისად – ს.ნ. და წ. 1.02.07-87 (საინჟინრო გამოკვლევები მშენებლობისათვის), პნ 01.05-08 (სამშენებლო კლიმატოლოგია), პნ 02.01-08 (შენობების და ნაგებობების ფუძეები), ს.ნ. და წ. IV-5-82 (მიწის სამუშაოები), ს.ნ. და წ. 2.02.03-85 (ხიმინჯოვანი საძირკვლები), ს.ნ. და წ. 3.02.01-87 (მიწის ნაგებობები, ნაგებობათა ფუძეები და საძირკვლები), პნ 01.01.-09 (სეისმომედეგი მშენებლობა), სახსტანდარტი 25100-82 (გრუნტები, კლასიფიკაცია). საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევები შესრულდა 2021 წლის მაისში.

2. ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება, გეოლოგიური აგებულება და ჰიდროგეოლოგიური პირობები

საკვლევი მოედანი მდებარეობს აღმოსავლეთ საქართველოში, ქ. თბილისში, მდ. მტკვრის მარჯვენა სანაპიროს ნაწილში, საბურთალოზე. საქართველოს ტერიტორიის სამშენებლო კლიმატური დარაიონების სქემის მიხედვით განეკუთვნება IIIგ კლიმატურ ქვერაიონს. წლის საშუალო ტემპერატურა 12,2°C, წლის აბსოლუტური მინიმუმი –23°C, აბსოლუტური მაქსიმუმი 40°C. ნალექების წლიური რაოდენობა 560 მმ-ს შეადგენს, ხოლო დღეღამური მაქსიმუმი –– 147 მმ. თოვლის საფარის წონა 0,50 კპა, თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი –– 14. ქარის წნევის ნორმატიული მნიშვნელობა 5

წელიწადში ერთხელ –– 0,73 კპა, ქარის წნევის ნორმატიული მნიშვნელობა 15 წელიწადში ერთხელ –– 0,85 კპა. ქარის უდიდესი სიჩქარე შესაძლებელი 1, 5, 10, 15 და 20 წელიწადში ერთხელ –– შესაბამისად 28, 33, 35, 36, და 37 მ/წმ. გრუნტების სეზონური გაყინვის ნორმატიული სიღრმე – 0 სმ.

საქართველოს სეისმური საშიშროების რუკის მიხედვით, ქ. თბილისის მაკროსეისმური ინტენსივობა MSK64 სკალის მიხედვით 8 ბალს შეადგენს, ხოლო სეისმურობის კოეფიციენტი A-0,17.

გამოკვლეული უბანი მდებარეობს დელისის დეპრესიის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში. ტერიტორია ინტენსიურად განაშენიანებულია ქუჩებით და საცხოვრებელი სახლებით. სამშენებლო მოედნის რელიეფი ტექნოგენური, ჰორიზონტალური ზედაპირით არის წარმოდგენილი. სამშენებლო მოედანს დასავლეთიდან ქავთარაძის ბაზრობის ტერიტორია ესაზღვრება, ჩრდილოეთიდან კათოლიკური ეკლესიის შენობა, ხოლო დანარჩენი ორი მხრიდან საცხოვრებელი კორპუსები. მოედნის აბსოლუტური ნიშნულები 476,1 – 476,7 მ ფარგლებში მერყეობს.

საქართველოს ტერიტორიის ტექტონიკური დანაწევრების სქემის მიხედვით, ტერიტორია განთავსებულია მცირე კავკასიონის ნაოჭა სისტემის, აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის სამხრეთ ქვეზონაში. აღნიშნული ტერიტორია მდებარეობს მდ. ვერეს წყალგამყოფი ქედის ჩრდილოეთ ფრთაზე, რომელიც დელისის დეპრესიის ნალექების ქვეშ თანდათან იძირება. იგი ამ ნაწილში აგებულია ზედა ეოცენური ასაკის ქვიშაქვების და არგილიტების მორიგეობით. ქვიშაქვები მკვრივია, მდგრადი, თიხოვან-კარბონატულ ცემენტზე, ტექსტურა უწესრიგო. არგილიტები თხელშრეებრივია, ნაკლებად მდგრადია, შედგება თიხური არაერთგვაროვანი მასისაგან, ტექსტურა შრეებრივია. ეს ნალექები ზემოდან გადაფარულია მეოთხეული ასაკის მძლავრი დელუვიურ-პროლუვიური ნალექებით. ეს ნალექები წყალგამყოფი ქედის ამგები ქანების გამოფიტვის შედეგს წარმოადგენენ, რომლებიც წყლის ნაკადებით არიან ჩამოტანილნი, ამიტომ, შეიცავენ ძირითადი ქანების ნამტვრევ მასალას ჩანართების და შუაშრეების სახით. ამ ნალექების სახურავს თანამედროვე ტექნოგენური გრუნტები წარმოადგენენ.

საქართველოს ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების სქემის მიხედვით, ტერიტორია განთავსებულია თბილისის ნაპრალოვანი და ნაპრალოვან-კარსტული წყალწნევიანი სისტემის ფარგლებში. გრუნტის წყლების ფორმირება, მოძრაობა და გავრცელება განისაზღვრება ტერიტორიის გეომორფოლოგიური პირობებით და

გეოლოგიური აგებულებით. მიწისქვეშა წყლები ინფილტრაციული ხასიათის არის. მისი კვების არეს მთის ფერდობები წარმოადგენს, ხოლო განტვირტვის არე ღელისის დეპრესიაა.

3. გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები

საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების სირთულის მიხედვით, ს.ნ. და წ. 1.02.07-87-ის დანართი 10-ის თანახმად, უბანი განეკუთვნება II (საშუალო) სირთულის კატეგორიას. უბნისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის დათვალიერების შედეგად დადგინდა რომ, ტერიტორიაზე საშიში გეოლოგიური მოვლენების განვითარების კვალი არ აღინიშნება. ჩატარებული საველე სამუშაოების და ლაბორატორიული კვლევების მონაცემების საფუძველზე ჭრილში გამოყოფილია ხუთი ფენა. ქვემოთ მოყვანილია ამ ფენების დახასიათება.

ფენა №1 ნაყარი გრუნტი - tQIV - წარმოდგენილია თიხნარის მასით, ბეტონის და აგურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებული. ეს ფენა გავრცელებულია მიწის ზედაპირიდან 4,0-5,2 მ-ის სიღრმემდე. ტერიტორიის ნაწილზე მდებარეობდა ძველი, სარდაფიანი შენობა, რომელიც ამჟამად დანგრეულია და მოხსნილია საძირკვლის ფილაც. ამ ნაწილში ნაყარ გრუნტს წარმოადგენს 1,2-1,5 მ-ის სიმძლავრის დატკეპნილი ხრეშის (ბალასტი) ფენა. ნაყარი არ დასინჯულა, რადგან ფენა მოხსნას ექვემდებარება. გრუნტი დამუშავების სიძნელის მიხედვით მიეკუთვნება 24-a – II კატეგორიას.

ფენა №2 თიხნარი - dQIV – მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური კონსისტენციის. ფენა დასინჯულია დაურღვეველი სტრუქტურის 10 ნიმუშით. 6 ნიმუშზე ჩატარდა ძვრაზე გამოცდები ბუნებრივ მდგომარეობაში, საფეხურებრივი დატვირთვით 0,5 კგძ/სმ^2 3,0 კგ-მდე. შესწავლილია გრუნტის ფიზიკური თვისებები. ტენიანობა, სიმკვრივე, პლასტიურობის ზღვრები. მათი რიცხვითი მნიშვნელობების მიხედვით გამოთვლილია დენადობის მაჩვენებელი და ფორიანობის კოეფიციენტი. გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ნორმატიული მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილ 1-ში, ხოლო ლაბორატორიული კვლევების შედეგები ჯამურ უწყისში. ცხ. 1

№	ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დასახელება	ინდექსი	განზ. ერთ.	ნორმატიული მნიშვნელობა

1	სიმკვრივე	ρ	გ/სმ^3	1,88
2	ჩონჩხის სიმკვრივე	ρδ	გ/სმ^3	1,51
3	მინერალური ნაწილაკების სიმკვრივე	ρs	გ/სმ^3	2,70
4	ბუნებრივი ტენიანობა	W	ერთ. ნაწ.	0,246
5	ფორიანობა	n	%	44
6	ფორიანობის კოეფიციენტი	e	ერთ. ნაწ.	0,791
7	ტენიანობა დენადობის ზღვარზე	W_L	ერთ. ნაწ.	0,307
8	ტენიანობა პლასტიკურობის ზღვარზე	Wp	ერთ. ნაწ.	0,197
9	პლასტიურობის რიცხვი	Ip	ერთ. ნაწ.	11,0
10	დენადობის მაჩვენებელი	I_L	ერთ. ნაწ.	0,44
11	ტენიანობის ხარისხი	Sr	ერთ. ნაწ.	0,8
12	პუასონის კოეფიციენტი	μ	ერთ. ნაწ.	0.35
13	დეფორმაციის მოდული	E	კგძ/სმ^2	140
14	შიგა ხახუნის კუთხე	φ	გრად.	22^0
15	ხვედრითი შეჭიდულობა	C	კგძ/სმ^2	0,26
16	საანგარიშო წინაღობა	R_0	კგძ/სმ^2	2,0

გრუნტი დამუშავების სიძნელის მიხედვით მიეკუთვნება 33-ბ-II კატეგორიას.

გრუნტი სეისმური თვისებების მიხედვით მიეკუთვნება II კატეგორიას.

ფენა №3 ქვიშნარი - dQ_{IV} – მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური კონსისტენციის. ფენა დასინჯულია დაურღვეველი სტრუქტურის 10 ნიმუშით. ნატეხოვანი მასალის მცირე შემცველობის მიხედვით შეირჩა 6 ნიმუში, რომლებზეც ჩატარდა ძვრაზე გამოცდები ბუნებრივ მდგომარეობაში, საფეხურებრივი დატვირთვით 0,5 კგძ/სმ^2 3,0 კგ-მდე. აგრეთვე, შესწავლილია გრუნტის ფიზიკური თვისებები. ტენიანობა, სიმკვრივე, პლასტიურობის ზღვრები. მათი რიცხვითი მნიშვნელობების მიხედვით გამოთვლილია დენადობის მაჩვენებელი და ფორიანობის კოეფიციენტი. გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ნორმატიული მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილ 2-ში, ხოლო ლაბორატორიული კვლევების შედეგები ჯამურ უწყისში. ცხ. 2

№	ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დასახელება	ინდექსი	განზ. ერთ.	ნორმატიული მნიშვნელობა
1	სიმკვრივე	ρ	გ/სმ^3	1,95
2	ჩონჩხის სიმკვრივე	ρδ	გ/სმ^3	1,59
3	მინერალური ნაწილაკების სიმკვრივე	ρs	გ/სმ^3	2,68
4	ბუნებრივი ტენიანობა	W	ერთ. ნაწ.	0,233
5	ფორიანობა	n	%	41

6	ფორიანობის კოეფიციენტი	e	ერთ. ნაწ.	0,692
7	ტენიანობა დენადობის ზღვარზე	W_L	ერთ. ნაწ.	0,271
8	ტენიანობა პლასტიკურობის ზღვარზე	Wp	ერთ. ნაწ.	0,209
9	პლასტიურობის რიცხვი	Ip	ერთ. ნაწ.	6,2
10	დენადობის მაჩვენებელი	I_L	ერთ. ნაწ.	0,39
11	ტენიანობის ხარისხი	Sr	ერთ. ნაწ.	0,9
12	პუასონის კოეფიციენტი	μ	ერთ. ნაწ.	0.30
13	დეფორმაციის მოდული	E	კგძ/სმ^2	160
14	შიგა ხახუნის კუთხე	φ	გრად.	23^0
15	ხვედრითი შეჭიდულობა	C	კგძ/სმ^2	0,14
16	საანგარიშო წინაღობა	R_0	კგძ/სმ^2	2,3

გრუნტი დამუშავების სიძნელის მიხედვით მიეკუთვნება 34-в-I კატეგორიას.

გრუნტი სეისმური თვისებების მიხედვით მიეკუთვნება II კატეგორიას.

ფენა №4 ღორღოვანი გრუნტი - aQIV – თიხის შემავსებლით 30%-მდე, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი. გრუნტი დასინჯულია დარღვეული სტრუქტურის 6 ნიმუშით. ფენა წარმოდგენილია კლდოვანი ქანის მსხვილი და საშუალო ზომის ნატეხებით. მასალა დაუმუშავებული და დაუხარისხებელია, ნატეხებს აქვთ დაკუთხული ფორმა. საცრული მეთოდით შესწავლილია გრუნტის გრანულომეტრიული შედგენილობა. შედეგები მოცემულია ცხრ. 3-ში და ლაბორატორიული კვლევების შედეგების ჯამურ უწყისში. ცხრ. 3

ფრაქციის ზომა, მმ	>40.0	40.0-20.0	20.0-10.0	10.0-5.0	5.0-2.0	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-005	0.05-0.01	0.01-0.005	<0.005
საშუალო % რაოდ.	3.8	22.8	24.6	9.9	7.4	1.3	1.1	1.0	1.1	0.9	6.5	8.6	11.0
ჯამური % რაოდ	3.8	26.6	51.2	61.1	68.5	69.8	70.9	71.9	73.0	73.9	80.4	89.0	100.0

ცხრილში მოცემული სიდიდეების მიხედვით 10 მმ-ზე მეტი ზომის ფრაქციები გრუნტის მასაში აღემატება 50%-ს, რაც პნ 02.01-08-ის დან. 1, ცხრ.2-ის მიხედვით კლასიფიცირდება როგორც ღორღოვანი გრუნტი. შემავსებელი გრუნტის მასაში 30%-ზე მეტია, ამიტომ, განისაზღვრა შემავსებლის ფიზიკური თვისებები: ბუნებრივი ტენიანობა, პლასტიურობის ზღვრები და დენადობის მაჩვენებელი, ხოლო, მექანიკური თვისებების განსაზღვრისთვის გამოყენებულია "методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов ДальНИИС 1989" ცხრ. 4-ში მოყვანილია გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლების ნორმატიული მნიშვნელობები. ცხრ. 4

გრუნტის სიმკვრივე ნორმატიული	ρ	გ/სმ^3	2.00
შემავსებლის ბუნებრივი ტენიანობა	W	ერთ. ნაწ	0,237

ტენიანობა დენადობის ზღვარზე	W_L	ერთ. ნაწ.	0,396
ტენიანობა პლასტიკურობის ზღვარზე	Wp	ერთ. ნაწ.	0,205
შემავსებლის პლასტიურობის რიცხვი	Ip	ერთ. ნაწ.	19,1
შემავსებლის დენადობის მაჩვენებელი	I_L	ერთ. ნაწ.	0,18
შიგა ხახუნის კუთხე	φ	გრად.	37^0
ხვედრითი შეჭიდულობა	C	კპა	19
პუასონის კოეფიციენტი	μ		0,27
დეფორმაციის მოდული	E	მპა	35
პირობითი საანგარიშო წინაღობა	R_0	კპა	400

გრუნტი დამუშავების სიძნელის მიხედვით მიეკუთვნება 6-ბ-IV კატეგორიას.

გრუნტი სეისმური თვისებების მიხედვით მიეკუთვნება II კატეგორიას.

ფენა №5 თიხა - dQ_{IV} – მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ნახევრადმყარი კონსისტენციის. ფენა დასინჯულია დაურღვეველი სტრუქტურის 6 ნიმუშით. შესწავლილია გრუნტის ფიზიკური თვისებები. ტენიანობა, სიმკვრივე, პლასტიურობის ზღვრები. გამოთვლილია დენადობის მაჩვენებელი და ფორიანობის კოეფიციენტი. მათი რიცხვითი მნიშვნელობების მიხედვით პნ 02.01-08 დანართი 2, ცხრ. 2, ცხრ. 3 და დანართი 3, ცხრ. 3-ის საფუძველზე მიღებულია გრუნტის სიმტკიცის და დეფორმაციის მახასიათებლების მნიშვნელობა. გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ნორმატიული მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილ 5-ში, ხოლო ლაბორატორიული კვლევების შედეგები ჯამურ უწყისში. ცხრ. 5

№	ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დასახელება	ინდექსი	განზ. ერთ.	ნორმატიული მნიშვნელობა
1	სიმკვრივე	ρ	გ/სმ^3	1,85
2	ჩონჩხის სიმკვრივე	ρδ	გ/სმ^3	1,46
3	მინერალური ნაწილაკების სიმკვრივე	ρs	გ/სმ^3	2,74
4	ბუნებრივი ტენიანობა	W	ერთ. ნაწ.	0,229
5	ფორიანობა	n	%	45
6	ფორიანობის კოეფიციენტი	e	ერთ. ნაწ.	0,822
7	ტენიანობა დენადობის ზღვარზე	W_L	ერთ. ნაწ.	0,435
8	ტენიანობა პლასტიკურობის ზღვარზე	Wp	ერთ. ნაწ.	0,188
9	პლასტიურობის რიცხვი	Ip	ერთ. ნაწ.	24,7
10	დენადობის მაჩვენებელი	I_L	ერთ. ნაწ.	0,17
11	ტენიანობის ხარისხი	Sr	ერთ. ნაწ.	0,7
12	პუასონის კოეფიციენტი	μ	ერთ. ნაწ.	0.42
13	დეფორმაციის მოდული	E	კგძ/სმ^2	180
14	შიგა ხახუნის კუთხე	φ	გრად.	18^0

15	ხვედრითი შეჭიდულობა	C	კგძ/სმ^2	0,47
16	საანგარიშო წინაღობა	R_0	კგძ/სმ^2	2,5

გრუნტი დამუშავების სიძნელის მიხედვით მიეკუთვნება 8-ბ-II კატეგორიას.

გრუნტი სეისმური თვისებების მიხედვით მიეკუთვნება II კატეგორიას.

ფენა №6 ქვიშაქვის და არგილიტის თხელშრეებრივი მორიგეობა – P^2_3 – მოყვითალო-ყავისფერი, ძლიერ გამოფიტული, ძლიერ ნაპრალიანი, ნაპრალები შევსებულია გამოფიტვის მასალებით. კერნი ამოდის დაშლილი სახით, შესაბამისად, ნიმუშის აღება ვერ მოხერხდა. ფენა მცირე სიმძლავრისაა – 1,0-1,4 მ. იგი ფუძის გრუნტებად არ განიხილება, ამიტომ, მისი მახასიათებლები მოცემულია ახლო მდებარე ნაკვეთ №01.14.03.040.382-ში ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების მასალებიდან. ფენის თვისებების ნორმატიული მაჩვენებლები მოყვანილია ცხრილ 6-ში. ცხრ. 6

№	ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დასახელება	ინდექსი	განზ. ერთ.	ნორმატიული მნიშვნელობა
1	სიმკვრივე	ρ	გ/სმ^3	2,25
2	სიმტკიცე ერთღერძა კუმშვაზე წყალში	R_C	მპა	3,8

გრუნტი დამუშავების სიძნელის მიხედვით მიეკუთვნება 3-ა-V კატეგორიას.

გრუნტი სეისმური თვისებებით მიეკუთვნება II კატეგორიას.

ფენა №7 ქვიშაქვები არგილიტის თხელი შუაშრეებით – P^3_2 – მონაცრისფრო-მოლურჯო, სუსტად გამოფიტული. ქვიშაქვები წვრილმარცვლოვანია, კარბონატულ ცემენტზე, ტექსტურა უწესრიგო. არგილიტები ქვიშაქვის ფენებს შორის თხელი შუაშრეების სახით არის გავრცელებული. სიღრმის მატებასთან ერთად არგილიტები ხდებიან უფრო მკვრივები, უფრო მდგრადები, ამიტომ ფენა შეიძლება განვიხილოთ როგორც ერთი მთლიანი, რადგან მათ შორის კავშირი მტკიცეა. ექვს ნიმუშზე ჩატარდა გამოცდები ერთღერძა კუმშვაზე, მშრალ და წყალნაჯერ მდგომარეობაში. ფენის თვისებების ნორმატიული მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილ 6-ში. ცხრ. 6

№	ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დასახელება	ინდექსი	განზ. ერთ.	ნორმატიული მნიშვნელობა
1	სიმკვრივე	ρ	გ/სმ^3	2,45
2	სიმტკიცე ერთღერძა კუმშვაზე წყალნაჯერ მდგომარეობაში	R_C	მპა	30,2
3	დეფორმაციის მოდული	E	მპა	2000
4	პუასონის კოეფიციენტი	μ	ე.ნ	0,20

სახსტანდარტი 25100-82-ის მიხედვით გრუნტი მიეკუთვნება დანალექ, შეცემენტებულ, არადარბილებად, საშუალო სიმტკიცის კლდოვან ქანებს.

გრუნტი დამუშავების სიძნელის მიხედვით მიეკუთვნება 28-ნ-VI კატეგორიას.

გრუნტი სეისმური თვისებებით მიეკუთვნება I კატეგორიას.

სამშენებლო მოედანზე გრუნტის წყლის სამი ჰორიზონტი დაფიქსირდა: პირველი ქვაბულის ძირიდან 1,0 მ-ის სიღრმეზე – ნაყარ გრუნტებში – წყალი დაბალი მინერალიზაციის და არა აგრესიულია, მეორე ჰორიზონტი ქვიშნარში – 6,5 მ-ის სიღრმეზე, წყალი საშუალოდ აგრესიულია და მესამე ჰორიზონტი ღორღოვან გრუნტში 15,8 მ-ის სიღრმეზე – წყალი ძლიერ აგრესიულია. დონის დამყარება 1,0-4,0 მ. მიწისქვეშა წყალი ძლიერ აგრესიულია სახ.სტანდარტის 10178-76 პორტლანტცემენტზე დამზადებული წყალშეუღწევადი W_4 მარკის ბეტონის მიმართ, სუსტად აგრესიულია W_6 და W_8 მარკის ბეტონების მიმართ. არ არის აგრესიული პორტლანდცემენტის სახ.სტანდარტი 10178-76 კლინკერში ჩანართებით C_3S არაუმეტეს 65%; C_3A არაუმეტეს 7%; $C_3A+ C_4AF$ არაუმეტეს 22%; წიდაპორტლანდცემენტზე და აგრეთვე სულფატომედეგი სახ.სტანდარტი 22266-76 ცემენტზე დამზადებული წყალშეუღწევადი W_4, W_6, W_8 მარკის ბეტონების მიმართ.

არ არის აგრესიული არმატურის მიმართ წყალში რკინა-ბეტონის კონსტრუქციების მუდმივი დაძირვის პირობებში, სუსტად აგრესიულია პერიოდული დასველების დროს.

4. დასკვნები და რეკომენდაციები

1. ქ. თბილისში, ალ. ყაზბეგის გამზირზე მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლის მშენებლობისათვის გამოყოფილი მიწის ნაკვეთი. №01.14.03.040.220 მდებარეობს ტექნოგენურ, ჰორიზონტალურ რელიეფზე, აბსოლუტური ნიშნულებით 419,3–420,4მ.
2. სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგიის დეპარტამენტის გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების მიხედვით, საკვლევი უბანი მიეკუთვნება დაბალი გეოლოგიური საფრთხის ზონას. ჩატარებული დეტალური საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ მიწის ნაკვეთი მდგრადია, ამჟამად, მასზე და

მიმდებარე ტერიტორიაზე საშიში გეოლოგიური მოვლენები (მეწყერი, ღვარცოფი, სელი, სუფოზია და სხვ.) განვითარებული არ არის.

3. საველე და ლაბორატორიული კვლევების ანალიზის საფუძველზე, სამშენებლო მოედანზე გამოიყო ექვსი საინჟინრო გეოლოგიური ელემენტი – სგე. (ნაყარი გრუნტი მხედველობაში არ მიიღება): ამ სგე-ების ნორმატიული და საანგარიშო მნიშვნელობები მოცემულია ცხრ. 7-ში. ცხრ. 7

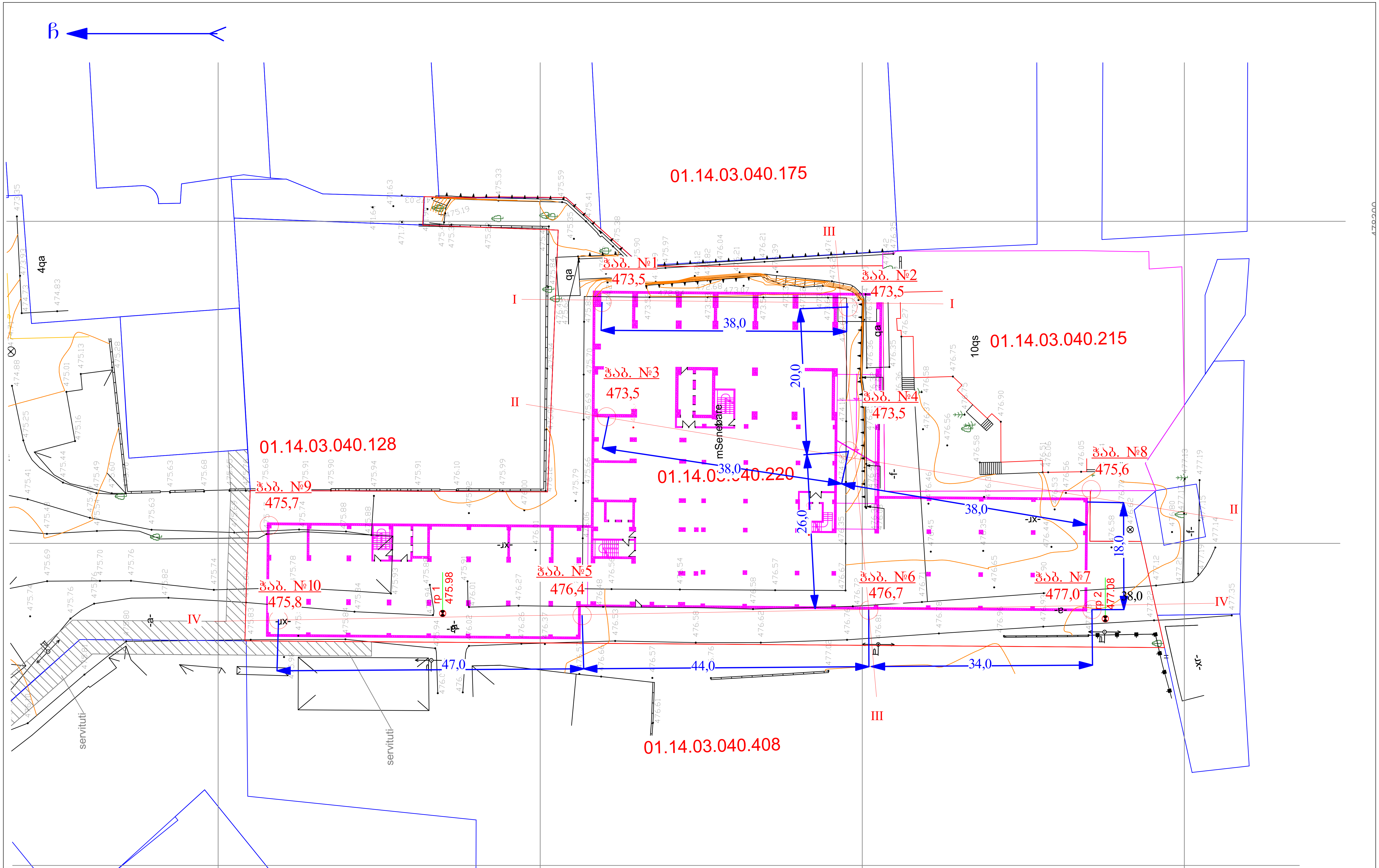
სგე	ნორმატიული და საანგარიშო მნიშვნელობები	სიმკვრივე ρ გ/სმ³	ხვედრითი შეჭიდულობა C კგძ/სმ2	შიგა ხახუნის კუთხე φ გრად	სიმტკიცე ერთღერძა კუმშვაზე წყ. Rc მპა	პირობითი საანგარიშო წინაღობა R ₀, კგძ/სმ²	დეფორმაციის მოდული E მპა	პუასონის კოეფიციენტი μ	გრუნტის დასახელება
I	A_n	1.88	0.26	22º		2.0	14	0.35	თიხნარი
	α =0,85	1.86	0.22	21º					
	α =0,95	1.85	0.19	20º					
II	A_n	1.95	0.14	23º		2.3	16	0.30	ქვიშნარი
	α =0,85	1.94	0.11	23º					
	α =0,95	1.93	0.09	22º					
III	A_n	2.00	0.19	37º		4.0	35	0.42	ღორღი თიხით
	α =0,85		0.19	37º					
	α =0,95		0.12	32º					
IV	A_n	1.85	0.47	18º		2.5	18	0.42	თიხა ღორღით
	α =0,85	1.84	0.47	18º					
	α =0,95	1.83	0.31	16º					
V	A_n	2.25			3.8				არგილიტი
VI	A_n	2.45	74.4	27º	30.2		2000	0.20	ქვიშაქვა
	α =0,85	2.44	74.4	27º	29.0				
	α =0,95	2.44	49.6	23º	28.2				

4. საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების შედეგად სამშენებლო მოედანზე გამოყოფილი შვიდი ფენიდან საველე და ლაბორატორიული კვლევების

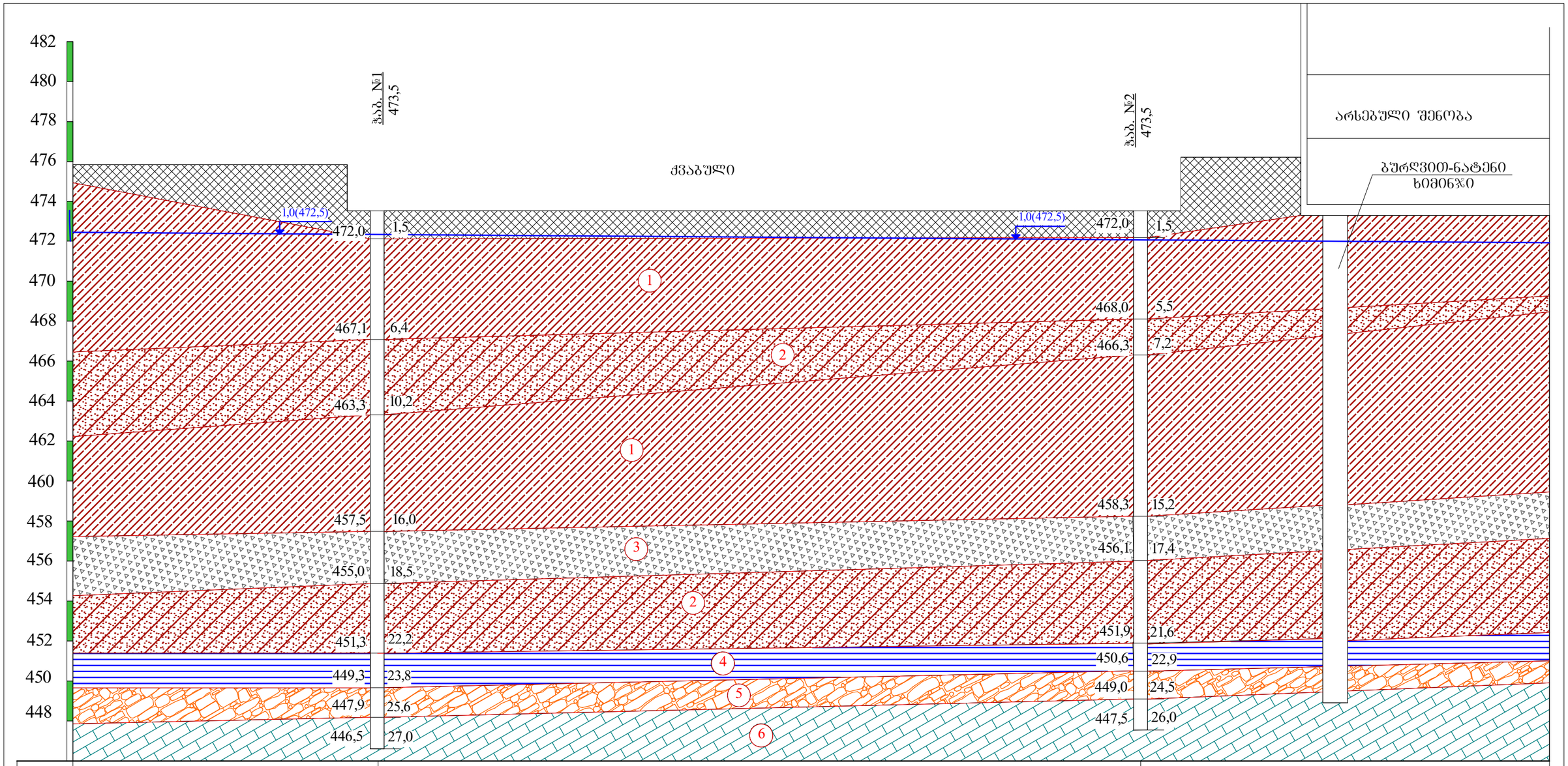
ანალიზის საფუძველზე გამოიყო ექვსი სგე: I სგე-დან V სგე-მდე ყველა სგე-ს სიმტკიცის და დეფორმაციის დაბალი მახასიათებლები აქვთ, ამიტომ, მათი გამოყენება ფუძის გრუნტებად რეკომენდებული არ არის.

5. VI სგე წარმოადგენს კლდოვან ქანს – მონაცრისფრო-მოლურჯო ფერის სუსტად გამოფიტულ ქვიშაქვებს. აქვს სიმტკიცის და დეფორმაციის მაღალი მახასიათებლები. პნ 01.01.-09-ის ცხრ. 1-ის მიხედვით სეისმური თვისებებით მიეკუთვნება I კატეგორიას. I სგე რეკომენდებულია ფუძის გრუნტებად, საძირკვლის ტიპი – ბურღვით-ნატენი დგარი ხიმინჯები.
6. გრუნტის წყალი 1,0-15,8 მ-ის სიღრმიდან არის გავრცელებული. წყალი ძლიერი სულფატური აგრესიით ხასიათდება, ამიტომ, ხიმინჯებში გამოყენებულ იქნეს სულფატომედეგ ცემენტზე დამზდებული ბეტონი.
7. ქვაბულის მოწყობის დროს, სადრენაჟო და წყალქცევითი სამუშაოების ჩატარებისთვის გათვალისწინებულ იქნეს ს.ნ. და წ. 3.02.01-87 თავი 2-ის მოთხოვნები, წყლის მოდენა ქვაბულის 1 $მ^2$-ზე მიღებული იქნეს 0.01 ლ/წმ.
8. ქვაბულის ფერდოს ქანობის დახრა განისაზღვრება სნ და წ III-4-80-ის თავი 9-ის ცხრ. 4-ის მოთხოვნების საფუძველზე, რომლის მიხედვით 5 მ-მდე ქვაბულის ფერდოს დახრა თიხნარი გრუნტისთვის მიიღება 1:0,75 ანუ 53°, ხოლო ქვაბულის ფერდოს ვერტიკალური ქანობის შემთხვევაში, როდესაც ქვაბული 5 მ-ზე მეტია, აუცილებელია მისი ფერდოების გამაგრება შპუნტების, ხიმინჯების, საყრდენი კედლების ან სხვა მეთოდების გამოყენებით.
9. ქ. თბილისი - პნ 01.01.-09 "სეისმომედეგი მშენებლობა" სეისმური საშიშროების რუკის დანართის მიხედვით განეკუთვნება 8 ბალიან სეისმური საშიშროების ზონას. ხოლო უბნის ამგები გრუნტები სეისმური თვისებებით, იმავე კრებულის ცხრ. №1-ის მიხედვით მიეკუთვნებიან I კატეგორიას.

გეოლოგიის მაგისტრი,
ინჟინერ-გეოლოგი: გ. სადრაძე



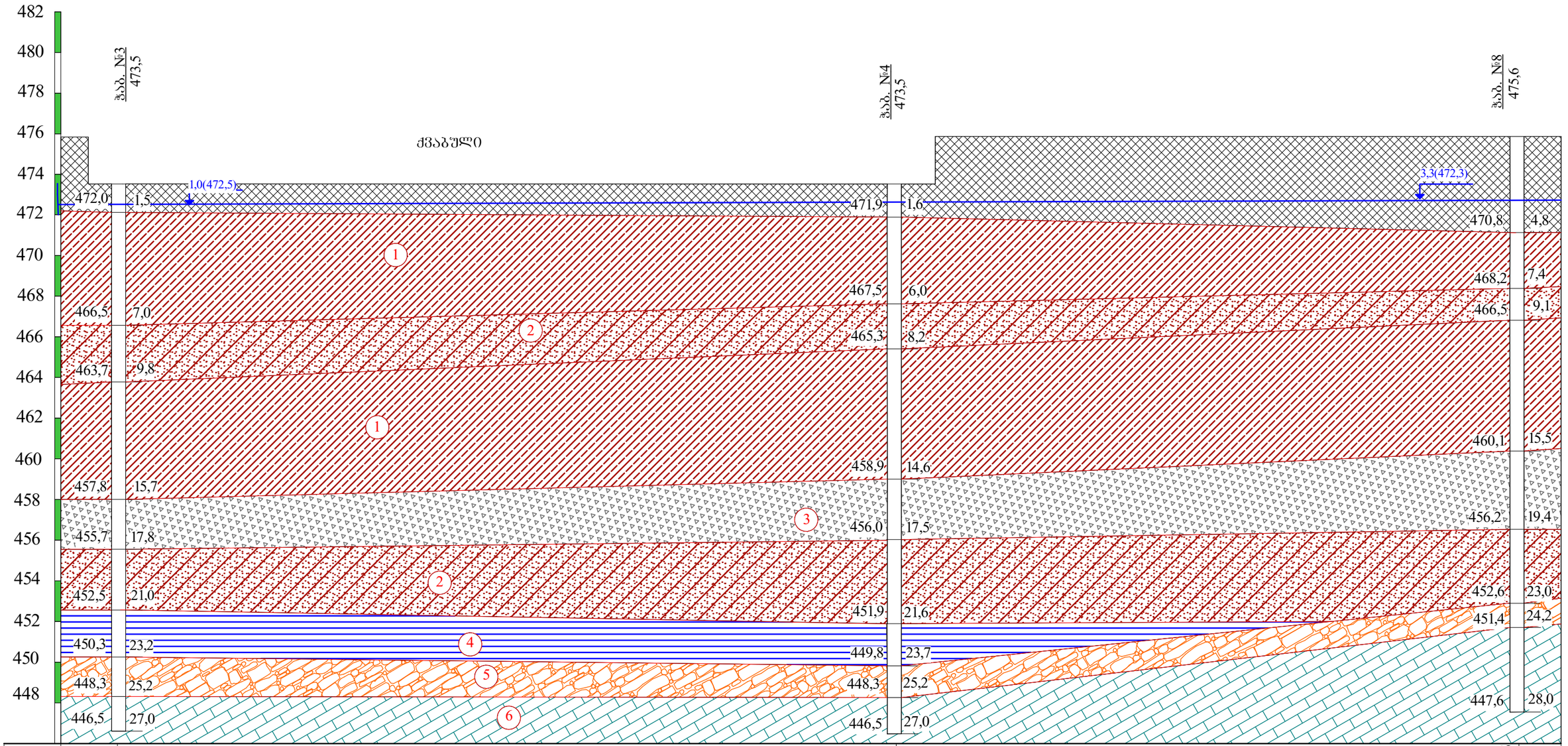
თანამდებობა	გვარი	ხელმოწერა	თბილისი, ყაზბეგის გამზ.№34,ნაკვ. №01.14.03.040.220-ში მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლის პროექტი			
დირექტორი	გ. სიყმაშვილი					
ინჟ.გეოლოგი	გ. სიყმაშვილი		ჭაბურღილების განლაგების სქემა			
შეასრულა						
შეამოწმა			სტადია	ფურცელი	ფურც-ბი	მასშტაბი	შ.პ.ს
			მუშა/პროექტი	1	5	უმასშტაბო	"თბილინვესტპროექტი"



პირობითი ნიშნები

- ნაყარი გრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აბურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებელი.
- 1 — თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.
- 2 — ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.
- 3 — ღორღოვანი გრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი, წყალშემცველი.
- 4 — თიხა მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ნახევრადმყარი.
- 5 — არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის.
- 6 — ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მონაცრისფრო-მოლურჯო, საშუალო სიმტკიცის.
- ლითოლოგიური საზღვარი
- 5,5(468,0) — გრუნტის წყლის დონე

თანამდებობა	გვარი	ხელმოწერა	თბილისი, ყაზბეგის გამზ.№34,ნაკვ. №01.14.03.040.220-ში მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლის პროექტი				
დირექტორი	გ. სიმსაშვილი						
ინჟ.გეოლოგი	გ. სიმსაშვილი		საინჟინრო-გეოლოგიური ჭრილი I-I				
შესასრულა							
შესამოწმა			სტადია	ფურცელი	ფურც-ბი	მასშტაბი	შ.პ.ს
			პროექტი	2	5	1:200	"თბილინჯინიტპროექტი"

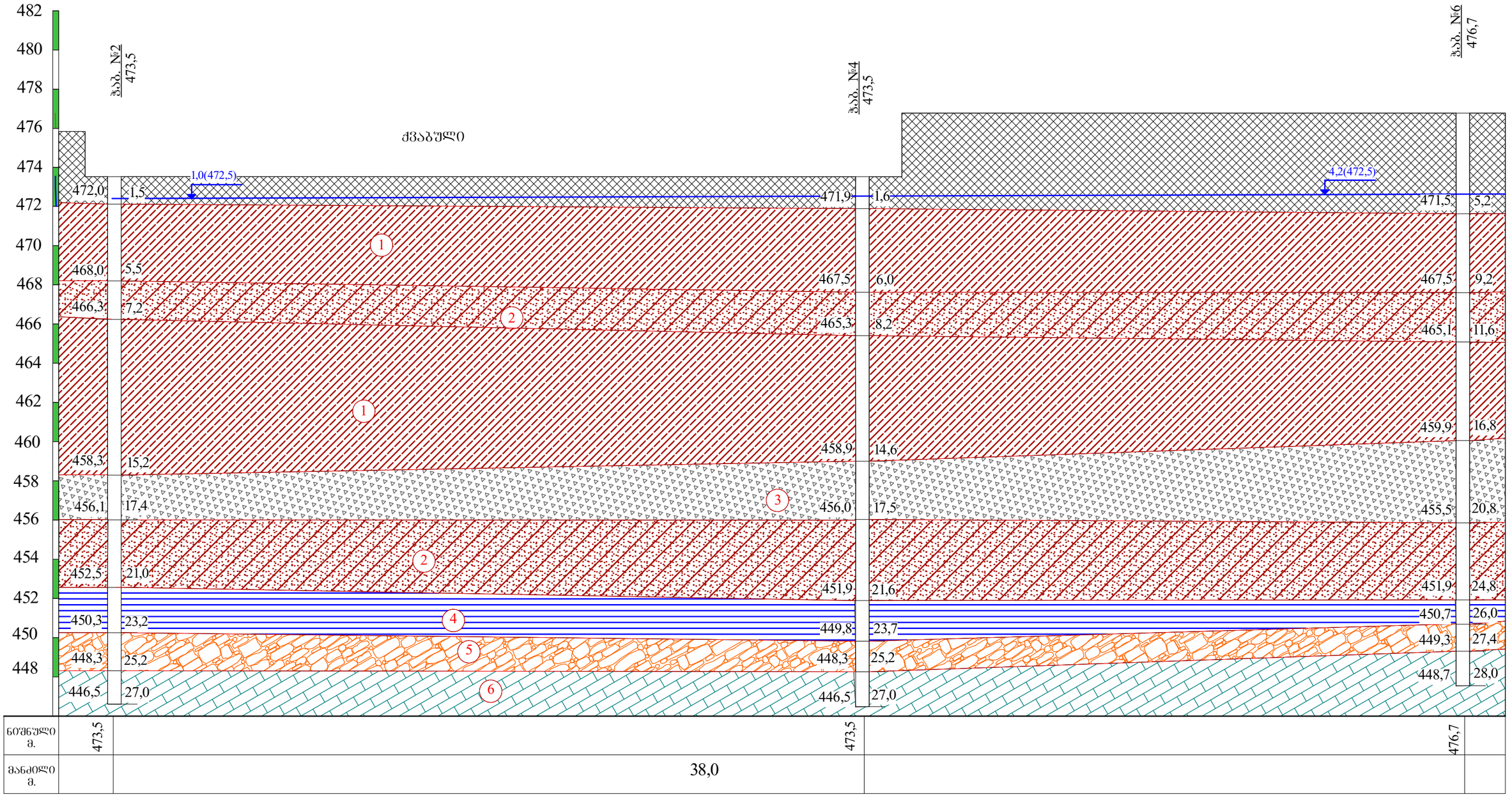


პირობითი ნიშნები

- ნაყარი გრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აბურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებელი.
- 1 — თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.
- 2 — ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.
- 3 — ღორღოვანი გრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი, წყალშემცველი.
- 4 — თიხა მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ნახევრადმყარი.
- 5 — არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის.
- 6 — ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მონაცრისფრო-მოლურჯო, საშუალო სიმტკიცის.

- ლითოლოგიური საზღვარი
- 5,5(468,0) — გრუნტის წყლის დონე

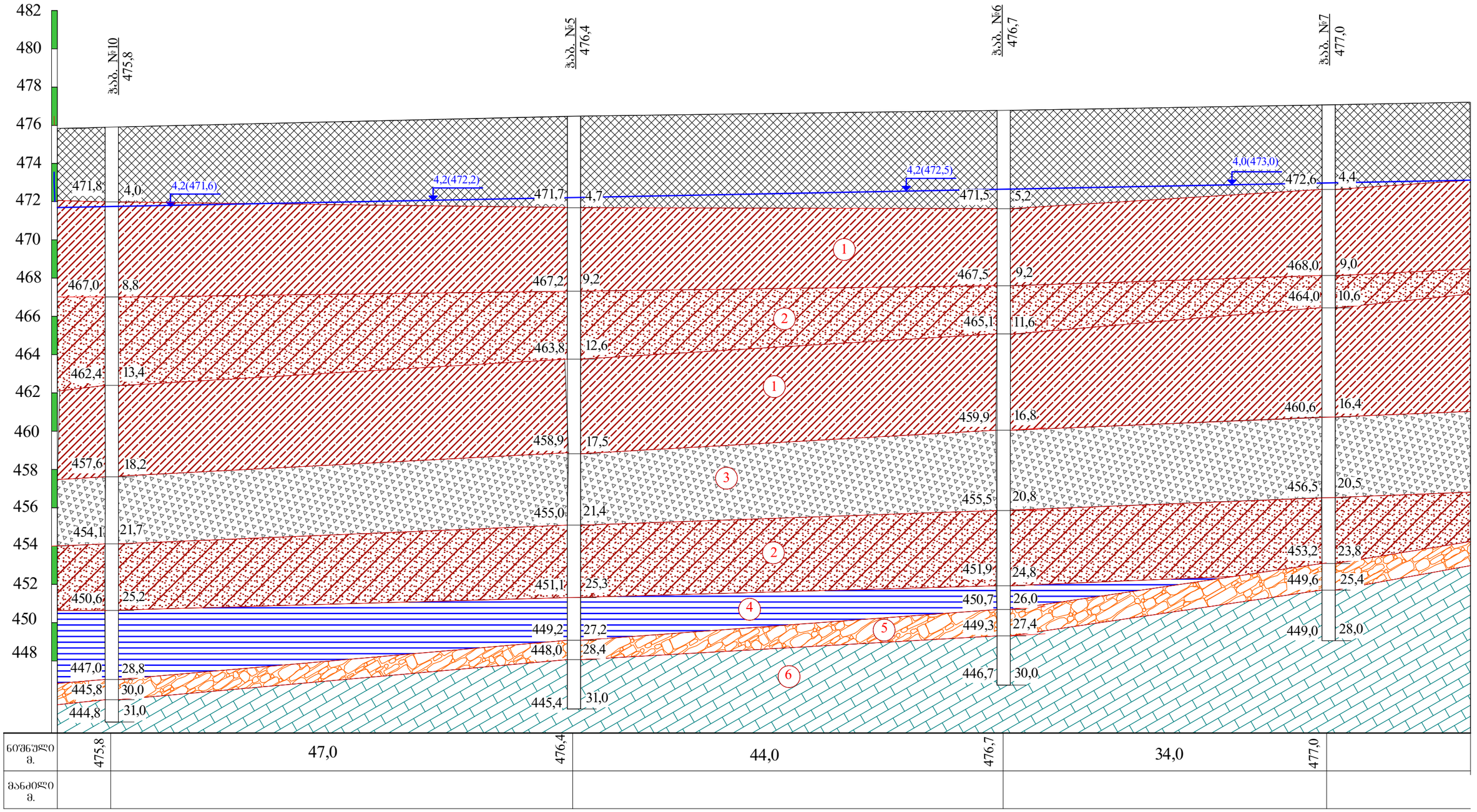
თანამდებობა	გვარი	ხელმოწერა	თბილისი, ყაზბეგის გამზ.№34,ნაკვ. №01.14.03.040.220-შ0 მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლის პროექტი
დირექტორი	გ. სიმაშვილი		
ინჟ.გეოლოგი	გ. სიმაშვილი		საინჟინრო-გეოლოგიური ჭრილი II-II
შესრულა			
შეამოწმა			სტადია / წარცელი / წარც-ბი / მასშტაბი / შ.პ.ს
			პროექტი / 3 / 5 / 1:200 / "თბილინვესტპროექტი"



პირობითი ნიშნები

- ნაყარი ბრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აბურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებელი.
- 1 — თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.
- 2 — ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.
- 3 — ღორღოვანი ბრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი, წყალშემცველი.
- 4 — თიხა მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ნახევრადმყარი.
- 5 — არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის.
- 6 — ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მონაცრისფრო-მოლურჯო, საშუალო სიმტკიცის.
- ლითოლოგიური საზღვარი
- 5,5(468,0) — ბრუნტის წყლის დონე

თანამდებობა	გვარი	ხელმოწერა	თბილისი, ქაზბეგის გამზ.№34,ნაკვ. №01.14.03.040.220-ში მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლის პროექტი				
დირექტორი	გ. სიმსაშვილი						
ინჟ.გეოლოგი	გ. სიმსაშვილი		საინჟინრო-გეოლოგიური ჭრილი III-III				
შესასრულა							
შეამოწმა			სტადია	ფურცელი	ფურც-ბი	მასშტაბი	შ.პ.ს
			პროექტი	4	5	1:200	"თბილინჟსტაროექტი"



პირობითი ნიშნები

ნაყარი ბრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აბურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებელი.

1 თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.

2 ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.

3 ღორღოვანი ბრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი, წყალშემცველი.

4 თიხა მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ნახევრადმყარი.

5 არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის.

6 ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მონაცრისფრო-მოლურჯო, საშუალო სიმტკიცის.

ლითოლოგიური საზღვარი

5,5(468,0) ბრუნტის წყლის დონე

თანამდებობა	გვარი	ხელმოწერა	თბილისი, ქაზბეგის გამზ.№34,ნაკვ. №01.14.03.040.220-ში მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლის პროექტი			
დირექტორი	გ. სიჭინავიძე					
ინჟგეოლოგი	გ. სიჭინავიძე		საინჟინრო-გეოლოგიური ჭრილი IV-IV			
შესრულა						
შემოწმა			სტადია	ფურცელი	ფურც-ბი	მასშტაბი
			პროექტი	5	5	ვერტ.1:200 კორ. 1:400

შ.პ.ს "თბილინჟსტაროექტი"

ჭაბურღილის გეოლოგიურ-ლითოლოგიური სვეტი

ჭაბ. №1 მასშ: 1:50 აბს. ნიშნ 473.5

მეტრაჟი	გეოლოგიური ინდექსი	ლითოლოგიური ჭრილი	შრის საგების სიღრმე მ	შრის სიმძლავრე მ	აბს. ნიშნული მ	ბრუნტის აღწერა	წყლის გამოჩენა მ	ღონის დაწყარება მ	ნიმუშის აღების სიღრმე მ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	tQIV		1.5	1.5	472.5 472.0	ნაყარი გრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აგურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებული.	1.0		
2 3 4 5 6	pdQIV		6.4	4.9	467.1	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			4.5
7 8 9 10	pdQIV		10.2	3.8	463.3	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			8.5
11 12 13 14 15 16	pdQIV		16.0	5.8	457.5	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			
17 18	pdQIV		18.5	2.5	455.0	ღორღოვანი გრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი.			17.5
19 20 21 22	pdQIV		22.2	3.7	451.3	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			
23	pdQIV		23.8	1.6	449.7	თიხა მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ძნელპლასტიური.			
24 25	P²3		25.6	1.8	447.9	არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის.			
26 27	P²3		27.0	1.4	446.5	ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მონაცრისფრო მოლურჯო, საშუალო სიმტკიცის.			26.7

ჭაბურღილის გეოლოგიურ-ლითოლოგიური სვეტი

ჭაბ. №2 მასშ: 1:50 აბს. ნიშნ 473.5

მეტრაჟი	გეოლოგიური ინდექსი	ლითოლოგიური ჭრილი	შრის სვეტის სიღრმე მ	შრის სიმძლავრე მ	აბს. ნიშნული მ	ბრუნტის აღწერა	წყლის გამოჩენა მ	ღონის დამყარება მ	ნიმუშის აღების სიღრმე მ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	tQIV		1.5	1.5	472.5 472.0	ნაყარი გრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აგურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებული.	1.0		
2 3 4 5	pdQIV		5.5	4.0	468.0	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			
6 7	pdQIV		7.2	1.7	466.3	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			
8 9 10 11 12 13 14 15	pdQIV		15.2	8.0	458.3	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			9.0
16 17	pdQIV		17.4	2.2	456.1	ღორღოვანი გრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი.			
18 19 20 21	pdQIV		21.6	4.2	451.9	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			19.4
22 23	pdQIV		22.9	1.3	450.6	თიხა მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ძნელპლასტიური.			22.4
24	P²3		24.5	1.6	449.0	არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის			
25 26	P²3		26.0	1.5	447.5	ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მონაცრისფრო მოლურჯო, საშუალო სიმტკიცის.			

ჭაბურღილის გეოლოგიურ-ლითოლოგიური სვეტი

ჭაბ. №3 მასშ: 1:50 აბს. ნიშნ 473.5

მეტრაჟი	გეოლოგიური ინდექსი	ლითოლოგიური ჭრილი	ძრის სვეტის სიღრმე მ	ძრის სიმძლავრე მ	აბს. ნიშნული მ	ბრუნტის აღწერა	წყლის გამოჩენა მ	ღონის დამყარება მ	ნიმუშის აღების სიღრმე მ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	tQIV		1.5	1.5	472.5 472.0	ნაყარი გრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აგურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებული.	1.0		
2 3 4 5 6 7	pdQIV		7.0	5.5	466.5	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			6.2
8 9	pdQIV		9.8	2.8	463.7	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			8.5
10 11 12 13 14 15	pdQIV		15.7	5.9	457.8	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			
16 17	pdQIV		17.8	2.1	455.7	ღორღოვანი გრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი.			
18 19 20 21	pdQIV		21.0	3.2	452.5	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			
22 23	pdQIV		23.2	2.2	450.3	თიხა მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ძნელპლასტიური.			23.0
24 25	P²3		25.2	2.0	448.3	არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის.			
26 27	P²3		27.0	1.8	446.5	ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მონაცრისფრო მოლურჯო, საშუალო სიმტკიცის.			

ჭაბურღილის გეოლოგიურ-ლითოლოგიური სვეტი

ჭაბ. №4 მასშ: 1:50 აბს. ნიშნ 473.5

მეტრაჟი	გეოლოგიური ინდექსი	ლითოლოგიური ჭრილი	შრის სავების სიღრმე მ	შრის სიმძლავრე მ	აბს. ნიშნული მ	ბრუნტის აღწერა	წყლის გამოჩენა მ	ღონის დამყარება მ	ნიმუშის აღების სიღრმე მ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	tQIV		1.6	1.6	472.5 471.9	ნაყარი გრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აგურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებული.	1.0		
2 3 4 5 6	pdQIV		6.0	4.4	467.5	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			
7 8	pdQIV		8.2	2.2	465.3	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.	6.5		
9 10 11 12 13 14	pdQIV		14.6	6.4	458.9	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			12.4
15 16 17	pdQIV		17.5	2.9	456.0	ღორღოვანი გრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი, წყალშემცველი.	15.8		15.3
18 19 20 21	pdQIV		21.6	4.1	451.9	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			20.1
22 23	pdQIV		23.7	2.1	449.8	თიხა მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ძნელპლასტიური.			21.8
24 25	P²3		25.2	1.5	448.3	არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის.			
26 27	P²3		27.0	1.8	446.5	ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მონაცრისფრო მოლურჯო, საშუალო სიმტკიცის.			26.0

ჭაბურღილის გეოლოგიურ-ლითოლოგიური სვეტი

ჭაბ. №5 მასშ: 1:50 აბს. ნიშნ 476.4

მეტრაჟი	გეოლოგიური ინდექსი	ლითოლოგიური ჭრილი	შრის სვეტის სიღრმე მ	შრის სიმძლავრე მ	აბს. ნიშნული მ	ბრუნტის აღწერა	წყლის გამოჩენა მ	ღონის დამყარება მ	ნიმუშის აღების სიღრმე მ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 2 3 4	tQIV		4.7	4.7	472.2 471.7	ნაყარი გრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აგურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებული.	4.2		
5 6 7 8	pdQIV		9.2	4.5	467.2	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			
9 10 11 12	pdQIV		12.6	3.4	463.8	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			11.3
13 14 15 16 17	pdQIV		17.5	4.9	458.9	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			16.5
18 19 20 21	pdQIV		21.4	3.9	455.0	ღორღოვანი გრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი, წყალშემცველი.			20.4
22 23 24 25	pdQIV		25.3	3.9	451.1	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			
26 27	pdQIV		27.2	5.8	449.2	თიხა მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ძნელპლასტიური.			26.5
28	P^2_3		28.4	1.2	448.0	არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული,			
29 30 31	P^2_3		31.0	2.6	445.4	ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მონაცრისფრო მოლურჯო, საშუალო სიმტკიცის.			29.5

ჭაბურღილის გეოლოგიურ-ლითოლოგიური სვეტი

ჭაბ. №6 მასშ: 1:50 აბს. ნიშნ 476.7

მეტრაჟი	გეოლოგიური ინდექსი	ლითოლოგიური ჭრილი	შრის სავების სიღრმე მ	შრის სიმძლავრე მ	აბს. ნიშნული მ	ბრუნტის აღწერა	წყლის გამოჩენა მ	ღონის დამყარება მ	ნიმუშის აღების სიღრმე მ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 2 3 4 5	tQIV		5.2	5.2	472.5 471.5	ნაყარი გრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აგურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებული.	4.2		
6 7 8 9	pdQIV		9.2	4.0	467.5	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			8.4
10 11	pdQIV		11.6	2.4	465.1	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			10.2
12 13 14 15 16	pdQIV		16.8	5.2	459.9	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			
17 18 19 20	pdQIV		20.8	4.0	455.9	ღორღოვანი გრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი, წყალშემცველი.			
21 22 23 24	pdQIV		24.8	4.0	451.9	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			
25 26	pdQIV		26.0	1.2	450.7	თიხა მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ძნელპლასტიური.			
27	P²3		27.4	1.4	449.3	არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის.			
28 29 30	P²3		30.0	2.6	446.7	ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მონაცრისფრო მოლურჯო, საშუალო სიმტკიცის.			28.5

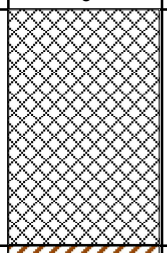
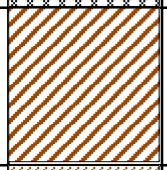
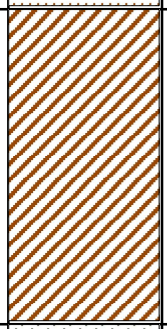
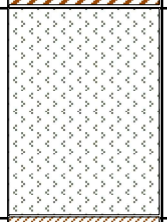
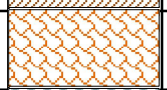
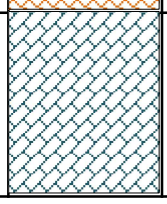
ჭაბურღილის გეოლოგიურ-ლითოლოგიური სვეტი

ჭაბ. №7 მასშ: 1:50 აბს. ნიშნ 477.0

მეტრაჟი	გეოლოგიური ინდექსი	ლითოლოგიური ჭრილი	ძრის საფუძის სიღრმე მ	ძრის სიმძლავრე მ	აბს. ნიშნული მ	ბრუნტის აღწერა	წყლის გამოჩენა მ	ღონის დამყარება მ	ნიმუშის აღების სიღრმე მ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 2 3 4	tQIV		4.4	4.4	473.0 472.6	ნაყარი გრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აგურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებული.	4.0		
5 6 7 8 9	pdQIV		9.0	4.6	468.0	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			
10	pdQIV		10.6	1.6	466.4	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			
11 12 13 14 15 16	pdQIV		16.4	5.8	460.6	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			14.2
17 18 19 20	pdQIV		20.5	4.1	456.5	ღორღოვანი გრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი, წყალშემცველი.			17.7
21 22 23	pdQIV		23.8	3.3	453.2	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			
24 25	P²3		25.4	1.6	451.6	არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის.			
26 27 28	P²3		28.0	2.6	449.0	ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მონაცრისფრო მოლურჯო, საშუალო სიმტკიცის.			27.0

ჭაბურღილის გეოლოგიურ-ლითოლოგიური სვეტი

ჭაბ. №8 მასშ: 1:50 აბს. ნიშნ 475.6

მეტრაჟი	გეოლოგიური ინდექსი	ლითოლოგიური ჭრილი	შრის საკების სიღრმე მ	შრის სიმძლავრე მ	აბს. ნიშნული მ	ბრუნტის აღწერა	წყლის გამოჩენა მ	დონის დაწყარება მ	ნიმუშის აღების სიღრმე მ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 2 3 4	tQIV		4.8	4.8	472.3 470.8	ნაყარი გრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აგურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებული.	3.3		
5 6 7	pdQIV		7.4	2.6	468.2	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			
8 9	pdQIV		9.1	1.7	466.5	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			
10 11 12 13 14 15	pdQIV		15.5	6.4	460.1	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			11.0
16 17 18 19	pdQIV		19.4	3.9	456.2	ღორღოვანი გრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი, წყალშემცველი.			16.0
20 21 22 23	pdQIV		23.0	3.6	452.6	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			22.0
24	P²3		24.2	1.2	451.4	არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის.			
25 26 27 28	P²3		28.0	3.8	447.6	ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მონაცრისფრო მოლურჯო, საშუალო სიმტკიცის.			

ჭაბურღილის გეოლოგიურ-ლითოლოგიური სვეტი

ჭაბ. №9 მასშ: 1:50 აბს. ნიშნ 475.7

მეტრაჟი	გეოლოგიური ინდექსი	ლითოლოგიური ჭრილი	შრის სიღრმე მ	შრის სიმძლავრე მ	აბს. ნიშნული მ	ბრუნტის აღწერა	წყლის გამოჩენა მ	დინის დამყარება მ	ნიმუშის აღების სიღრმე მ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 2 3 4	tQIV		4.0	4.0	471.7	ნაყარი გრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აგურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებული.			
5 6 7 8	pdQIV		8.7	4.7	470.7 467.0	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.	5.0		
9 10 11 12	pdQIV		12.4	3.7	463.3	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			11.6
13 14 15 16 17	pdQIV		17.8	5.4	457.9	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			15.2
18 19 20 21	pdQIV		21.2	3.4	454.5	ღორღოვანი გრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი, წყალშემცველი.			
22 23 24 25	pdQIV		25.1	3.9	450.6	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			
26 27 28 29	pdQIV		29.0	3.9	446.7	თიხა მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ძნელპლასტიური.			28.5
30	P^2_3		30.0	1.0	445.7	არგილიტის და ქვიშაქვის მორიგეობა ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის.			
31	P^2_3		31.0	1.0	444.7	ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მოლურჯო ფერის, საშუალო სიმტკიცის			30.5

ჭაბურღილის გეოლოგიურ-ლითოლოგიური სვეტი

ჭაბ. №10 მასშ: 1:50 აბს. ნიშნ 475.8

მეტრაჟი	გეოლოგიური ინდექსი	ლითოლოგიური ჭრილი	ფენის სვეტის სიღრმე მ	ფენის სიმძლავრე მ	აბს. ნიშნული მ	ბრუნტის აღწერა	წყლის გამოჩენა მ	ღონის დამყარება მ	ნიმუშის აღების სიღრმე მ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 2 3 4	tQIV		4.0	4.0	471.8	ნაყარი გრუნტი: თიხნარის მასა ბეტონის და აგურის ნამტვრევების ჩანართებით, შემკვრივებული.			
5 6 7 8	pdQIV		8.8	4.8	471.6 467.0	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.	4.2		5.5
9 10 11 12 13	pdQIV		13.4	4.6	462.4	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			
14 15 16 17 18	pdQIV		18.2	4.8	457.6	თიხნარი მუქი-ყავისფერი, ხვინჭის ჩანართებით, ქვიშნარის ლინზებით და შუაშრეებით, ძნელპლასტიური.			
19 20 21	pdQIV		21.7	3.5	454.1	ღორღოვანი გრუნტი თიხის შემავსებლით, ქვიშის ლინზებით, ტენიანი, წყალშემცველი.			20.8
22 23 24 25	pdQIV		25.2	3.5	450.6	ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით, პლასტიური.			24.2
26 27 28	pdQIV		28.8	3.6	447.0	თიხა მოლურჯო ფერის, ღორღის ჩანართებით, ძნელპლასტიური.			26.3
29 30	P²3		30.0	1.2	445.8	არგილიტის და ქვიშაქვის თხელშრეებრივი მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული, დაბალი სიმტკიცის.			
31	P²3		31.0	1.0	444.8	ქვიშაქვები არგილიტის შუაშრეებით, მოლურჯო ფერის, საშუალო სიმტკიცის			

პროექტის დასახელება: ქ. თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, ნაკვ. №01.14.03.040.220

გრუნტების შედგენილობის და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევის ჯამური უწყისი

რიგითი №	ჭაბურღილის/შურფის №	ნიმუშის ალების ინტერვალი, მ	ფრაქციის ზომა, მმ													ტენიანობა W%		პლასტიკურობა			I_L	სიმკვრივე, გრ/სმ³			ფორიანობა, n%	ფორიანობის კოეფიციენტი, e	S_z	შეჭიდულობა, c,კგ/სმ2	შინაგანი ხახუნის კუთხე, φ	გრუნტის დასახელება
			60-40	40-20	20-10	10-5	5-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	< 0.005	ბუნებრივი	მშრალებული	ზღვარი, W_L%	ზღვარი, W_p%	პლასტიკურობის რიცხვი, I_p	კონსისტენციის მაჩვენებელი,	მინერალური ნაწილაკების ρs	ბუნებრივი, ρ	ჩონჩხის, ρ_d						
1	1	4.5														24.9		30.8	19.5	11.3	0.48	2.70	1.87	1.50	45	0.803	0.84			თიხნარი ძნელპლასტიური
2	2	9.0														23.2		29.6	18.7	10.9	0.41	2.70	1.83	1.49	45	0.818	0.77	0.69	15	თიხნარი ძნელპლასტიური
3	3	6.2														24.7		29.7	20.2	9.5	0.47	2.70	1.90	1.52	44	0.772	0.86	0.66	15	თიხნარი ძნელპლასტიური
4	4	12.4														25.6		33.2	19.3	13.9	0.45	2.70	1.89	1.50	44	0.794	0.87	0.68	16	თიხნარი ძნელპლასტიური
5	5	16.5														23.4		26.7	21.5	5.2	0.37	2.68	1.95	1.58	41	0.696	0.90			ქვიშნარი პლასტიური
6	6	8.4														24.3		32.4	18.2	14.2	0.43	2.70	1.87	1.50	44	0.795	0.83			თიხნარი ძნელპლასტიური
7	7	14.2														25.6		33.7	21.9	11.8	0.31	2.70	1.84	1.46	46	0.843	0.82	0.63	19	თიხნარი ძნელპლასტიური
8	8	11.0														24.5		29.2	18.8	10.4	0.55	2.70	1.91	1.53	43	0.760	0.87	0.59	16	თიხნარი ძნელპლასტიური
9	9	15.2														25.2		30.6	20.9	9.7	0.44	2.70	1.86	1.49	45	0.817	0.83			თიხნარი ძნელპლასტიური
10	10	5.5														24.4		31.5	18.2	13.3	0.47	2.70	1.85	1.49	45	0.816	0.81	0.57	17	თიხნარი ძნელპლასტიური
11	1	8.5														23.7		27.3	20.8	6.5	0.45	2.68	1.94	1.57	41	0.709	0.90	0.14	22	ქვიშნარი პლასტიური
12	2	19.4														24.2		27.7	21.9	5.8	0.40	2.68	1.96	1.58	41	0.698	0.93	0.10	24	ქვიშნარი პლასტიური
13	3	8.5														21.9		25.5	19.7	5.8	0.38	2.68	1.90	1.56	42	0.719	0.82	0.16	23	ქვიშნარი პლასტიური
14	4	20.1														24.5		26.7	22.6	4.1	0.46	2.68	1.97	1.58	41	0.694	0.95	0.15	22	ქვიშნარი პლასტიური
15	5	11.3														22.1		25.6	19.9	5.7	0.39	2.68	1.96	1.61	40	0.670	0.88			ქვიშნარი პლასტიური
16	6	10.2														23.3		26.3	20.7	5.6	0.46	2.68	2.00	1.62	39	0.652	0.96			ქვიშნარი პლასტიური
17	7	17.7														22.5		27.2	20.4	6.8	0.31	2.68	1.95	1.59	41	0.684	0.88	0.12	21	ქვიშნარი პლასტიური
18	8	22.0														25.3		30.7	22.2	8.5	0.36	2.68	1.93	1.54	43	0.740	0.92			ქვიშნარი პლასტიური
19	9	11.6														21.9		26.4	19.9	6.5	0.31	2.68	1.94	1.59	41	0.684	0.86	0.15	22	ქვიშნარი პლასტიური
20	10	24.2														23.3		27.5	21.2	6.3	0.33	2.68	1.99	1.61	40	0.661	0.95			ქვიშნარი პლასტიური
21	1	17.5	1.1	21.7	25.8	9.8	7.9	1.2	1.1	0.7	1.4	1.6	5.8	10.1	11.8		24.3	42.7	21.1	21.6	0.15		2.03							ღორღი თიხნარით

№	№		ფრაქციის ზომა, მმ													ტენიანობა W%		პლასტიკურობა			I_L	სიმკვრივე, გრ/სმ³								
რიგითი №	ჭაბურღილის/შურფის №	ნიმუშის აღების ინტერვალი, მ	60-40	40-20	20-10	10-5	5-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	< 0.005	ბუნებრივი	მკვრივი	ზღვა ზღვარი, W_L%	ქვედა ზღვარი, W_p%	პლასტიკურობის რიცხვი, I_p	კონსისტენციის მაჩვენებელი,	მინერალური ნაწილაკების ρs	ბუნებრივი, ρ	ჩონჩხის, ρ_d	ფორიანობა, n%	ფორიანობის კოეფიციენტი, e	ტენიანობის ხარისხი, S_r	შეჭიდულობა, c,კგ/სმ2	შინაგანი ხახუნის კუთხე, φ	გრუნტის დასახელება
22	4	15.3	2.3	23.1	23.7	11.1	9.3	1.4	1.3	1.8	1.1	0.4	7.2	5.9	11.4		23.7	40.4	20.7	19.7	0.15		1.98							ღორღი თიხნარით
23	5	20.4	5.6	22.3	25.6	9.1	7.3	1.6	2.3	1.2	1.8	0.8	5.1	6.4	10.9		22.5	43.7	19.8	23.9	0.11		1.96							ღორღი თიხნარით
24	7	17.7	6.9	23.2	21.9	9.7	5.6	1.2	0.6	1.2	0.6	1.4	6.9	10.2	10.6		23.6	36.2	20.3	15.9	0.21		1.99							ღორღი თიხნარით
25	8	16.0	3.1	21.6	27.6	10.1	8.7	0.9	0.8	1.1	0.8	0.7	6.7	5.2	12.7		24.2	32.7	21.3	11.4	0.25		2.05							ღორღი თიხნარით
26	10	20.8	3.7	24.9	22.9	9.8	5.6	1.2	0.6	0.4	0.6	0.4	7.3	13.8	8.8		23.8	41.9	19.6	22.3	0.19		1.98							ღორღი თიხნარით
27	2	22.4														23.9		45.5	18.8	26.7	0.19	2.74	1.85	1.49	46	0.835	0.78			თიხა ნახევრადმყარი
28	3	23.0														22.8		43.2	18.9	24.3	0.16	2.74	1.87	1.52	44	0.799	0.78			თიხა ნახევრადმყარი
29	4	21.8														22.5		44.1	19.7	24.4	0.11	2.74	1.89	1.54	44	0.776	0.79			თიხა ნახევრადმყარი
30	5	26.5														23.8		42.3	18.4	23.9	0.23	2.74	1.82	1.47	46	0.864	0.75			თიხა ნახევრადმყარი
31	9	28.5														21.9		45.1	19.7	25.4	0.09	2.74	1.84	1.51	45	0.815	0.74			თიხა ნახევრადმყარი
32	10	26.3														22.4		40.7	17.4	23.3	0.21	2.74	1.82	1.49	46	0.843	0.73			თიხა ნახევრადმყარი

შ.პ.ს. "თბილინვესტპროექტი"-ს გეოტექნიკური
ლაბორატორიის ხელმძღვანელი : თ. ხევცურიანი
თარიღი: 10.06.2021

ბრუნტების ძვრაზე გამოცდის შედეგები

ადგილმდებარეობა			
ქ. თბილისი, ყაზბეგის გამზ. №34,	სტადია	პროექტი	
ნაკვ. №01.14.03.040.220	თარიღი	8.06	2021
ჭანის ადგილა	ჭაბ/შურფის №	2	
თიხნარი მუქი-ყავისფერი,	ნიმუშის №	1	
ძნელპლასტიური	სიღრმე მ	9.0	9.2

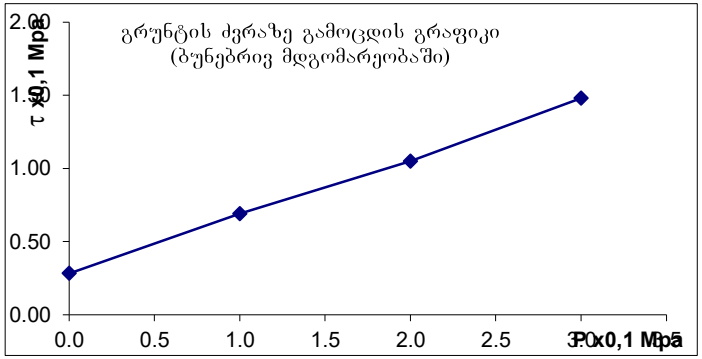
გრუნტში მარილების შემცველობა

თაბაშირი %		კარბონატები %	
SO_4	$CaSO_4$	$CaCO_3$	CO_2

ბრუნტის ფიზიკური თვისებები

ცდის პირობები	ხვლისაწყოს №	ტენიანობა W%	სიმკვრივე გ/სმ³	სიმკვ. მინ. ნაწ. გ/სმ³	სიმკვრივე ჩონჩხის გ/სმ3	ფორიანობა n%	ფორიანობის კოეფიც e	პლასტ. ზღვა ზღვარი W%	პლასტ. ქვედა ზღვარი W%	პლასტურობის რიცხვი I_P	დენადობის მახვენებელი I_L	ტენიანობის ხარისხი Sr
ბუნებრივი	1	23.20	1.83	2.70	1.49	45.0	0.818	29.60	18.70	10.9	0.41	0.77

ნორმალური დატვირთვა, P 0.1მპა	ძვრის ძალა, τ 0.1მპა	შიგა ხახუნის კოეფიციენტი, tgφ°	შიგა ხახუნის კუთხე, φ0	შეჭიდულობა, C კბა/სმ²	მდგომარეობა
1	0.69	0.395	22	0.28	ბუნებრივი
2	1.05				
3	1.48				



ბრუნტების ძვრაზე გამოცდის შედეგები

ადგილმდებარეობა			
ქ. თბილისი, ყაზბეგის გამზ. №34,	სტადია	პროექტი	
ნაკვ. №01.14.03.040.220	თარიღი	8.06	2021
ქანის აღწერა	ჭაბ/შურფის №	3	
თიხნარი მუქი-ყავისფერი,	ნიმუშის №	2	
ძნელპლასტიური	სიღრმე მ	6.2	6.4

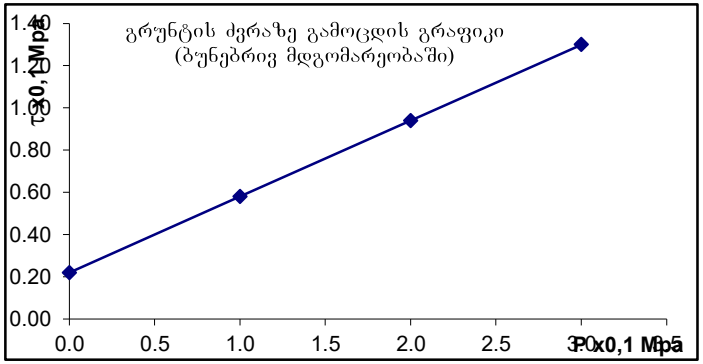
გრუნტში მარილების შემცველობა

თაბაშირი %		კარბონატები %	
SO_4	$CaSO_4$	$CaCO_3$	CO_2

ბრუნტის ფიზიკური თვისებები

ცდის პირობები	ხვლისაწყის №	ტენიანობა W%	სიმკვრივე გ/სმ³	სიმკვ. მიწ. ნაწ. გ/სმ³	სიმკვრივე ჩონჩხის გ/სმ3	ფორიანობა n%	ფორიანობის კოეფიც e	პლასტ. ზღვა ზღვარი W%	პლასტ. ქვედა ზღვარი W%	პლასტიურობის რიცხვი I_P	დენადობის მაჩვენებელი I_L	ტენიანობის ხარისხი Sr
ბუნებრივი	1	24.70	1.90	2.70	1.52	44	0.772	29.70	20.20	9.5	0.47	0.86

ვერტიკალური დატვირთვა, P 0.1მპა	ძვრის ძალა, τ 0.1მპა	შიდა ხახუნის კოეფიციენტი, tgφ°	შიდა ხახუნის კუთხე, φ0	შეჭიდულება, C კპა/სმ²	მდგომარეობა
1	0.58	0.360	20	0.22	ბუნებრივი
2	0.94				
3	1.30				



ბრუნტების ძვრაზე გამოცდის შედეგები

ადგილმდებარეობა			
ქ. თბილისი, ყაზბეგის გამზ. №34,	სტადია	პროექტი	
ნაკვ. №01.14.03.040.220	თარიღი	8.06	2021
ჭანის ადგილი	ჭაბ/შურფის №	4	
თიხნარი მუქი-ყავისფერი,	ნიმუშის №	3	
ძნელპლასტიური	სიღრმე მ	12.4	12.6

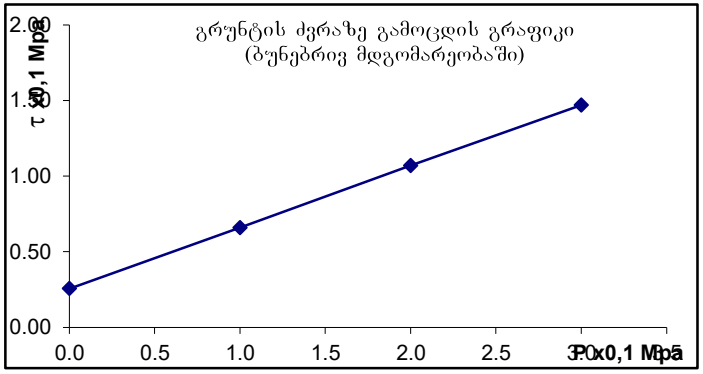
გრუნტში მარილების შემცველობა

თაბაშირი %		კარბონატები %	
SO_4	$CaSO_4$	$CaCO_3$	CO_2

ბრუნტის ფიზიკური თვისებები

ცდის პირობები	ხვლისაწყოს №	ტენიანობა W%	სიმკვრივე გ/სმ³	სიმკვრივე ჩონჩხის გ/სმ3	ფორიანობა n%	ფორიანობის კოეფიც e	პლასტ. ზღვა ზღვარი W%	პლასტ. ქვედა ზღვარი W%	პლასტიურობის რიცხვი I_P	დენადობის მაჩვენებელი I_L	ტენიანობის ხარისხი Sr
ბუნებრივი	2	25.60	1.89	2.70	1.50	44	0.794	33.20	19.30	13.9	0.45	0.87

ჭერტობალური დატვირთვა, P 0.1მპა	ძვრის ძალა, τ 0.1მპა	შიდა ხახუნის კუთხის ტანგენსი, $tg\varphi^0$	შიდა ხახუნის კუთხე, φ0	შეჭიდულება, C კმ/სმ²	მდგომარეობა
1	0.66	0.405	22	0.26	ბუნებრივი
2	1.07				
3	1.47				



ბრუნტების ძვრაზე გამოცდის შედეგები

ადგილმდებარეობა			
ქ. თბილისი, ყაზბეგის გამზ. №34,	სტადია	პროექტი	
ნაკვ. №01.14.03.040.220	თარიღი	8.06	2021
ძანის ადვერა	ჭაბ/შურფის №	7	
თიხნარი მუქი-ყავისფერი,	ნიმუშის №	4	
ძნელპლასტიური	სიღრმე მ	14.2	14.4

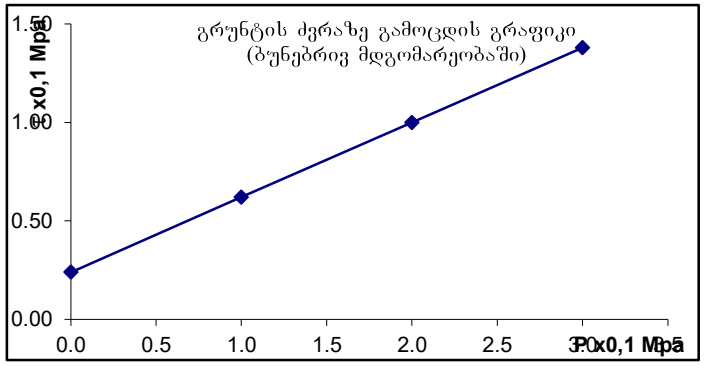
გრუნტში მარილების შემცველობა

თაბაშირი %		კარბონატები %	
SO4	CaSO4	CaCO3	CO2

ბრუნტის ფიზიკური თვისებები

ცდის პირობები	ხვლასაწყის №	ბუნებრივი W%	სიმკვრივე გ/სმ³	სიმკვრივე ნაწ. გ/სმ³	სიმკვრივე ჩონჩხის გ/სმ3	ფორიანობა n%	ფორიანობის კოეფიც e	პლასტ. ზღვა ზღვარი W%	პლასტ. ქვქვა ზღვარი W%	პლასტიურობის რიცხვი I_P	დენადობის მაჩვენებელი I_L	ბუნებრივი ხარისხი Sr
ბუნებრივი	3	25.60	1.84	2.70	1.46	46	0.843	33.70	21.90	11.8	0.31	0.82

ვერტიკალური დატვირთვა, P 0.1მპა	ძვრის ძალა, τ 0.1მპა	შიდა ხახუნის კუთხის ტანგენსი, $tg\varphi^0$	შიდა ხახუნის კუთხე, φ0	შეჭიდულობა, C კპა/სმ²	მდგომარეობა
1	0.62	0.380	21	0.24	ბუნებრივი
2	1.00				
3	1.38				



ბრუნტების ძვრაზე გამოცდის შედეგები

ადგილმდებარეობა			
ქ. თბილისი, ყაზბეგის გამზ. №34,	სტადია	პროექტი	
ნაკვ. №01.14.03.040.220	თარიღი	8.06	2021
ჭანის ადგილა	ჭაბ/შურფის №	8	
თიხნარი მუქი-ყავისფერი,	ნიმუშის №	5	
ძნელპლასტიური	სიღრმე მ	11.0	11.2

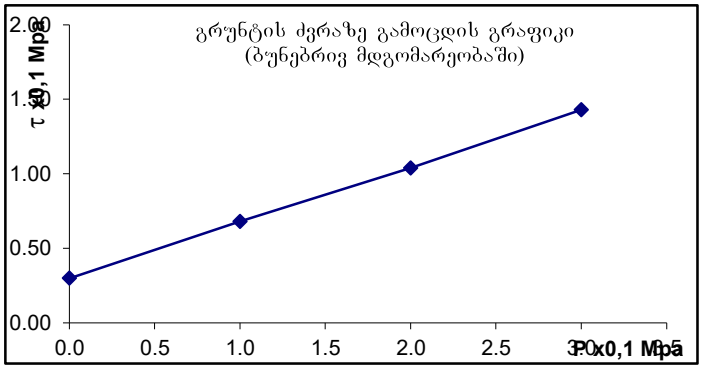
გრუნტში მარილების შემცველობა

თაბაშირი %		კარბონატები %	
SO_4	$CaSO_4$	$CaCO_3$	CO_2

ბრუნტის ფიზიკური თვისებები

ცდის პირობები	ხვლისაწყოს №	ტენიანობა W%	სიმკვრივე გ/სმ³	სიმკვ. მინ. ნაწ. გ/სმ³	სიმკვრივე ჩონჩხის გ/სმ3	ფორიანობა n%	ფორიანობის კოეფიც e	პლასტ. ზღვა ზღვარი W%	პლასტ. ქვედა ზღვარი W%	პლასტურობის რიცხვი I_P	დენადობის მახვნებელი I_L	ტენიანობის ხარისხი Sr
ბუნებრივი	2	24.50	1.91	2.70	1.53	43	0.760	29.20	18.80	10.4	0.55	0.87

ვერტიკალური დატვირთვა, P 0.1მპა	ძვრის ძალა, τ 0.1მპა	შიდა ხახუნის კოეფიციენტი, $tg\varphi^0$	შიდა ხახუნის კუთხე, φ0	შეჭიდულება, C კგძ/სმ²	მდგომარეობა
1	0.68	0.375	21	0.30	ბუნებრივი
2	1.04				
3	1.43				



გრუნტების ძვრაზე გამოცდის შედეგები

ადგილმდებარეობა		
ქ. თბილისი, ყაზბეგის გამზ. №34,	სტადია	პროექტი
ნაკვ. №01.14.03.040.220	თარიღი	8.06 2021
ქანის აღწერა	ჭაბ/შურფის №	10
თიხნარი მუქი-ყავისფერი,	ნიმუშის №	6
ძნელპლასტიური	სიღრმე მ	5.5 5.7

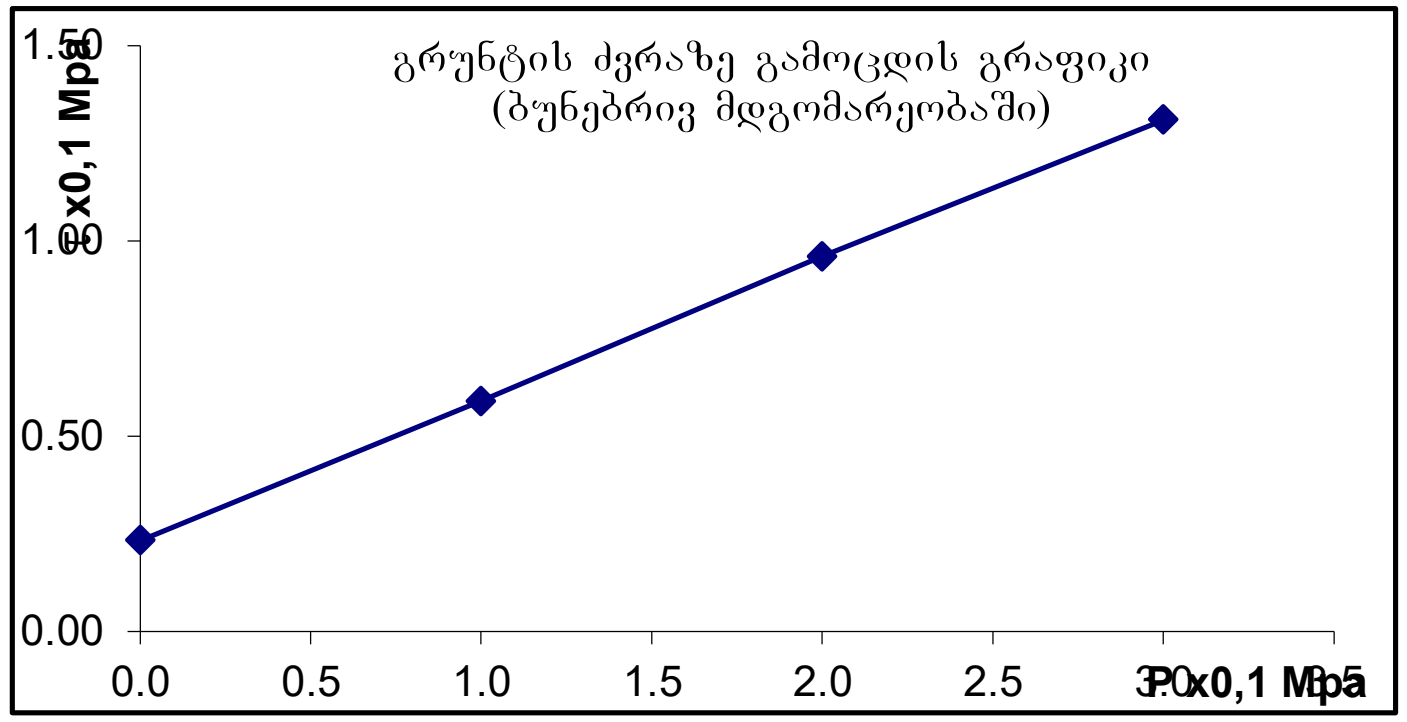
გრუნტში მარილების შემცველობა

თაბაშირი %		კარბონატები %	
SO_4	$CaSO_4$	$CaCO_3$	CO_2

გრუნტის ფიზიკური თვისებები

ცდის პირობები	ხელსაწყოს №	ტენიანობა W%	სიმკვრივე გ/სმ³	სიმკვ, მინ. ნაწ. გ/სმ³	სიმკვრივე ჩონჩხის გ/სმ3	ფორიანობა n%	ფორიანობის კოეფიც e	პლასტ. ზედა ზღვარი W%	პლასტ. ქვედა ზღვარი W%	პლასტიურობის რიცხვი I_P	დენადობის მაჩვენებელი I_L	ტენიანობის ხარისხი Sr
ბუნებრივი	1	24.40	1.85	2.70	1.49	45	0.816	31.50	18.20	13.3	0.47	0.81

ვერტიკალური დატვირთვა, P 0.1მპა	ძვრის ძალა, τ 0.1მპა	შიდა ხახუნის კოეფიციენტი, $tg\varphi^0$	შიდა ხახუნის კუთხე, φ^0	შეჭიდულობა, C კგძ/სმ²	მდგომარეობა
1	0.59	0.360	20	0.23	ბუნებრივი
2	0.96				
3	1.31				



გრუნტების ძვრაზე გამოცდის შედეგები

ადგილმდებარეობა			
ქ. თბილისი, ყაზბეგის გამზ. №34,	სტადია	პროექტი	
ნაკვ. №01.14.03.040.220	თარიღი	8.06	2021
ძანის ადგილა	ჭაბ/შურფის №	1	
ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი,	ნიმუშის №	1	
პლასტიური	სიღრმე მ	8.5	8.7

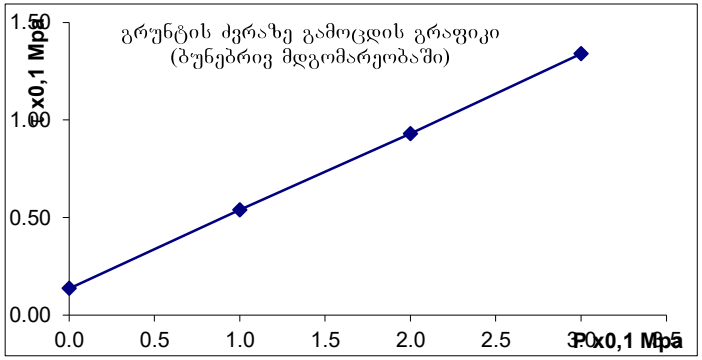
გრუნტში მარილების შემცველობა

თაბაშირი %		კარბონატები %	
SO_4	$CaSO_4$	$CaCO_3$	CO_2

გრუნტის ფიზიკური თვისებები

ცდის პირობები	ხელსაწყოს №	ტენიანობა W%	სიმკვრივე g/სმ³	სიმკვ. მიწ. ნაწ. g/სმ³	სიმკვრივე ჩონჩხის g/სმ3	ფორიანობა n%	ფორიანობის კოეფიც e	პლას. ზღვა ზღვარი W%	პლას. ქვედა ზღვარი W%	პლასტიურობის რიცხვი I_P	დენადობის მაჩვენებელი I_L	ტენიანობის ხარისხი Sr
ბუნებრივი	1	23.70	1.94	2.68	1.57	41.5	0.709	27.30	20.80	6.5	0.45	0.90

ვერტიკალური დაწნევები, P 0.1მპა	ძვრის ძალა, τ 0.1მპა	შიდა ხახუნის კუთხე, $tg\varphi^0$	შიბა ხახუნის კუთხე, φ0	შეჭიდულება, C კპა/სმ²	მდგომარეობა
1	0.54	0.400	22	0.14	ბუნებრივ
2	0.93				
3	1.34				



ბრუნტების ძვრაზე გამოცდის შედეგები

ადგილმდებარეობა			
ქ. თბილისი, ყაზბეგის გამზ. №34,	სტადია	პროექტი	
ნაკვ. №01.14.03.040.220	თარიღი	8.06	2021
ჭაბურღილის ადგილმდებარეობა	ჭაბ/შურფის №	2	
ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი,	ნიმუშის №	2	
პლასტიური	სიღრმე მ	19.4	19.6

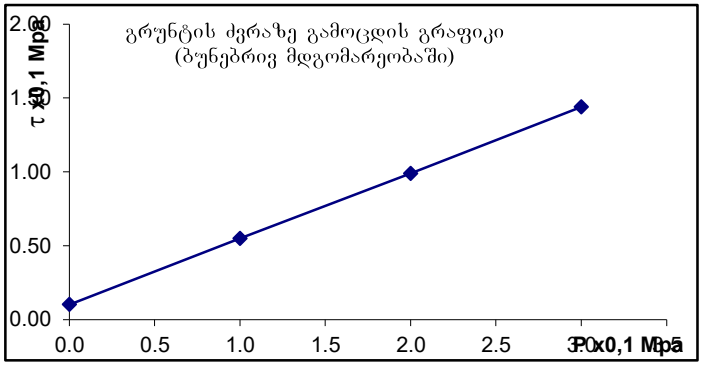
გრუნტში მარილების შემცველობა

თაბაშირი %		კარბონატები %	
SO_4	$CaSO_4$	$CaCO_3$	CO_2

ბრუნტის ფიზიკური თვისებები

ცდის პირობები	ხვლისაწყის №	ტენიანობა W%	სიმკვრივე გ/სმ³	სიმკვ. მიხ. ნაწ. გ/სმ³	სიმკვრივე ჩონჩხის გ/სმ3	ფორიანობა n%	ფორიანობის კოეფიც e	პლასტ. ზღვა ზღვარი W%	პლასტ. ქვედა ზღვარი W%	პლასტიურობის რიცხვი I_P	დენადობის მაჩვენებელი I_L	ტენიანობის ხარისხი Sr
ბუნებრივი	1	24.20	1.96	2.68	1.58	41	0.698	27.70	21.90	5.8	0.40	0.93

ვერტიკალური დატვირთვა, P 0.1მპა	ძვრის ძალა, τ 0.1მპა	შიდა ხახუნის კუთხის ტანგენსი, $tg\varphi^0$	შიდა ხახუნის კუთხე, φ0	შეჭიდულობა, C კნძ/სმ²	მდგომარეობა
1	0.55	0.445	24	0.10	ბუნებრივი
2	0.99				
3	1.44				



გრუნტების ძვრაზე გამოცდის შედეგები

ადგილმდებარეობა ქ. თბილისი, ყაზბეგის გამზ. №34, ნაკვ. №01.14.03.040.220	სტადია	პროექტი
	თარიღი	8.06 2021
ქანის აღწერა ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი, პლასტიური	ჭაბ/შურფის №	3
	ნიმუშის №	3
	სიღრმე მ	8.5 8.7

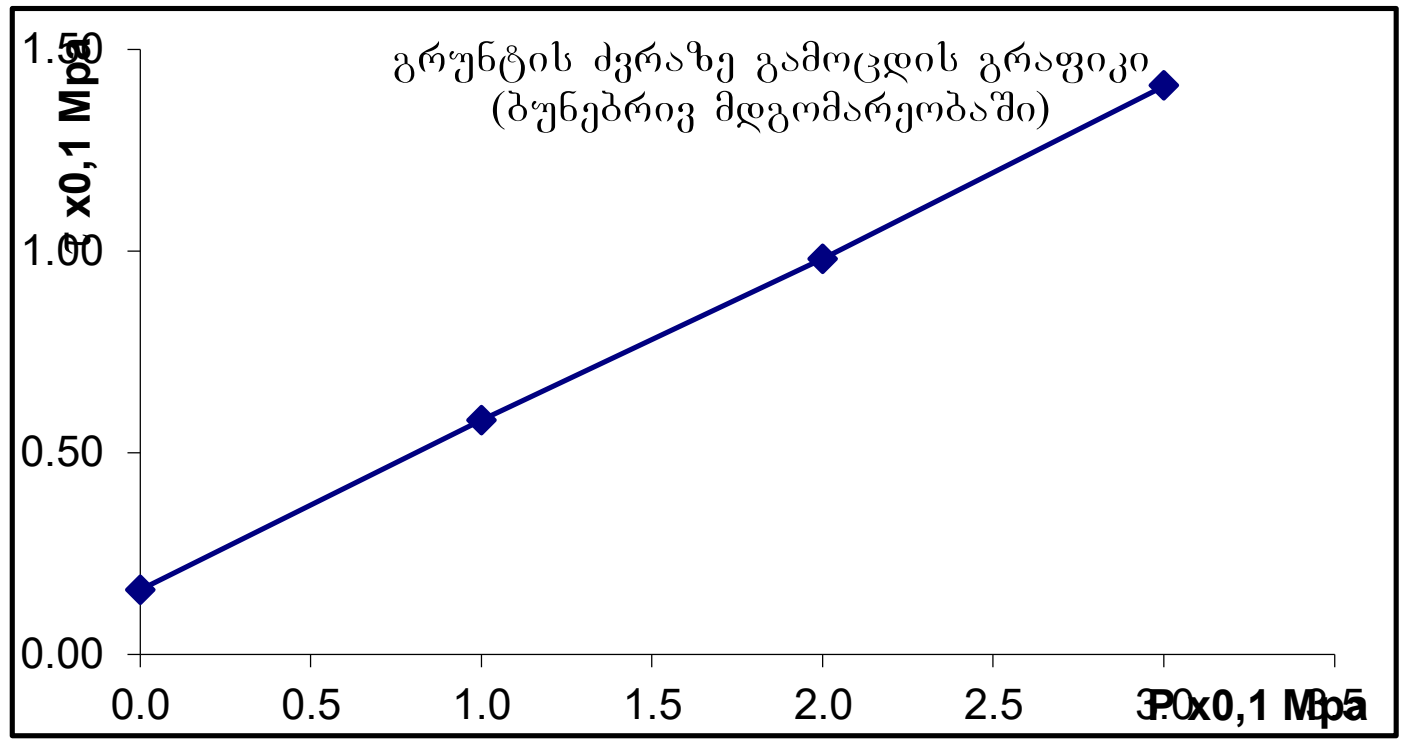
გრუნტში მარილების შემცველობა

თაბაშირი %		კარბონატები %	
SO_4	$CaSO_4$	$CaCO_3$	CO_2

გრუნტის ფიზიკური თვისებები

ცდის პირობები	ხელსაწყოს №	ტენიანობა W%	სიმკვრივე გ/სმ³	სიმკვ, მინ. ნაწ. გ/სმ³	სიმკვრივე ჩონჩხის გ/სმ3	ფორიანობა n%	ფორიანობის კოეფიც e	პლასტ. ზედა ზღვარი W%	პლასტ. ქვედა ზღვარი W%	პლასტიურობის რიცხვი I_P	დენადობის მაჩვენებელი I_L	ტენიანობის ხარისხი Sr
ბუნებრივი	2	21.90	1.90	2.68	1.56	42	0.719	25.50	19.70	5.8	0.38	0.82

ვერტიკალური დატვირთვა, P 0.1მპა	ძვრის ძალა, τ 0.1მპა	შიდა ხახუნის კოეფიციენტი, $tg\varphi^0$	შიდა ხახუნის კუთხე, φ^0	შეჭიდულობა, C კგძ/სმ²	მდგომარეობა
1	0.58	0.415	23	0.16	ბუნებრივი
2	0.98				
3	1.41				



ბრუნტების ძვრაზე გამოცდის შედეგები

ადგილმდებარეობა			
ქ. თბილისი, ყაზბეგის გამზ. №34,	სტადია	პროექტი	
ნაკვ. №01.14.03.040.220	თარიღი	8.06	2021
ჭანის ადწერა	ჭაბ/შურფის №	4	
ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი,	ნიმუშის №	4	
პლასტიური	სიღრმე მ	20.1	20.3

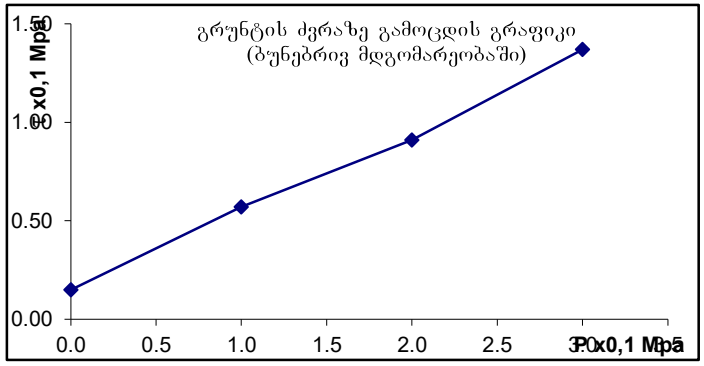
გრუნტში მარილების შემცველობა

თაბაშირი %		კარბონატები %	
SO_4	$CaSO_4$	$CaCO_3$	CO_2

ბრუნტის ფიზიკური თვისებები

ცდის პირობები	ხვლისაწყის №	ტენიანობა W%	სიმკვრივე გ/სმ³	სიმკვ. მინ. ნაწ. გ/სმ³	სიმკვრივე ჩონჩხის გ/სმ3	ფორიანობა n%	ფორიანობის კოეფიც e	პლასტ. ზღვა ზღვარი W%	პლასტ. ქვქვა ზღვარი W%	პლასტიურობის რიცხვი I_P	დენადობის მაჩვენებელი I_L	ტენიანობის ხარისხი Sr
ბუნებრივი	3	24.50	1.97	2.68	1.58	41	0.694	26.70	22.60	4.1	0.46	0.95

ვერტიკალური დატვირთვა, P 0.1მპა	ძვრის ძალა, τ 0.1მპა	შიდა ხახუნის კოეფიციენტი, $tg\varphi^0$	შიდა ხახუნის კუთხე, φ0	შეჭიდულება, C კგძ/სმ²	მდგომარეობა
1	0.57	0.400	22	0.15	ბუნებრივი
2	0.91				
3	1.37				



ბრუნტების ძვრაზე გამოცდის შედეგები

ადგილმდებარეობა			
ქ. თბილისი, ყაზბეგის გამზ. №34,	სტადია	პროექტი	
ნაკვ. №01.14.03.040.220	თარიღი	8.06	2021
ჭაბის ადგილა	ჭაბ/შურფის №	7	
ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი,	ნიმუშის №	5	
პლასტიური	სიღრმე მ	17.7	17.9

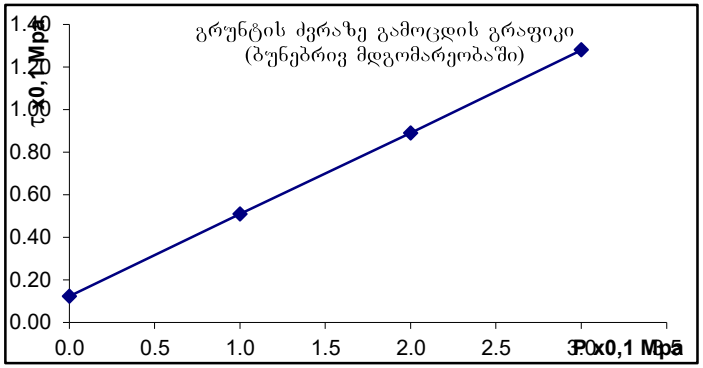
გრუნტში მარილების შემცველობა

თაბაშირი %		კარბონატები %	
SO_4	$CaSO_4$	$CaCO_3$	CO_2

ბრუნტის ფიზიკური თვისებები

ცდის პირობები	ხვლისაწყოს №	ტენიანობა W%	სიმკვრივე გ/სმ³	სიმკვ. მიხ. ნაწ. გ/სმ³	სიმკვრივე ჩონჩხის გ/სმ3	ფორიანობა n%	ფორიანობის კოეფიც e	პლასტ. ზღვა ზღვარი W%	პლასტ. ძვლა ზღვარი W%	პლასტიურობის რიცხვი I_P	დენადობის მაჩვენებელი I_L	ტენიანობის ხარისხი Sr
ბუნებრივი	2	22.50	1.95	2.68	1.59	41	0.684	27.20	20.40	6.8	0.31	0.88

ვერტიკალური დაწნევა, P 0.1მპა	ძვრის ძალა, τ 0.1მპა	შიდა ხახუნის კუთხის, tgφ°	შიდა ხახუნის კუთხე, φ0	შეჭიდულება, C პა/სმ²	მდგომარეობა
1	0.51	0.385	21	0.12	ბუნებრივი
2	0.89				
3	1.28				



ბრუნტების ძვრაზე გამოცდის შედეგები

ადგილმდებარეობა			
ქ. თბილისი, ყაზბეგის გამზ. №34,	სტადია	პროექტი	
ნაკვ. №01.14.03.040.220	თარიღი	8.06	2021
ჭაბურღილის ადგილმდებარეობა	ჭაბ/შურფის №	9	
ქვიშნარი მუქი-ყავისფერი,	ნიმუშის №	6	
პლასტიური	სიღრმე მ	11.6	11.8

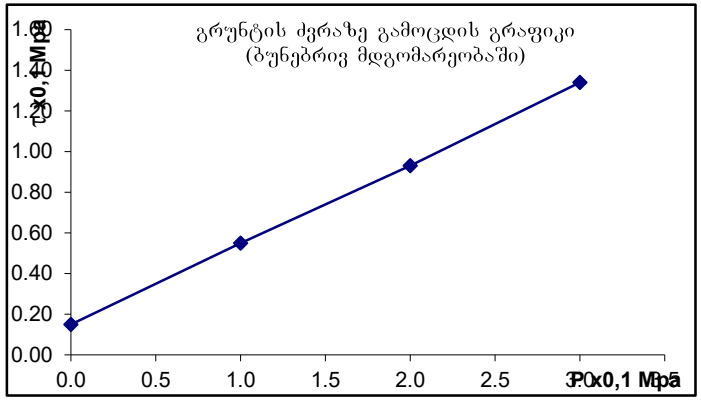
გრუნტში მარილების შემცველობა

თაბაშირი %		კარბონატები %	
SO_4	$CaSO_4$	$CaCO_3$	CO_2

ბრუნტის ფიზიკური თვისებები

ნიმუშის აღების პირობები	ხვლისაწყობის №	ტენიანობა W%	სიმკვრივე გ/სმ³	სიმკვრივე ნაწ. გ/სმ³	სიმკვრივე ჩონჩხის გ/სმ3	ფორიანობა n%	ფორიანობის კოეფიც e	პლასტ. ზღვა ზღვარი W%	პლასტ. ქვედა ზღვარი W%	პლასტიურობის რიცხვი I_P	დენადობის მაჩვენებელი I_L	ტენიანობის ხარისხი Sr
ბუნებრივი	2	21.90	1.94	2.68	1.59	41	0.684	26.40	19.90	6.5	0.31	0.86

ვერტიკალური დატვირთვა, P 0.1მპა	ძვრის ძალა, τ 0.1მპა	შიდა ხახუნის კუთხის ტანგენსი, $tg\varphi^0$	შიდა ხახუნის კუთხე, φ0	შეჭიდულობა, C პპა/სმ²	მდგომარეობა
1	0.55	0.395	22	0.15	ბუნებრივი
2	0.93				
3	1.34				



გრანულომეტრიული შედგენილობის ფაქტიური მასალები

ობიექტი: ქ. თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, ნაკვ. №01.14.03.040.220

№	ნიმუშის აღების ადგილი და სიღრმე.	განზომილების ერთეული	ფრაქციის ზომა მმ												
			60.0-40.0	40.0–20.0	20.0–10.0	10.0–5.0	5.0–2.0	2.0–1.0	1.0–0.5	0.5–0.25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	<0,005
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	გრამი	22	434	516	196	158	24	22	14	28	32	116	202	236
	17.5	%	1.1	21.7	25.8	9.8	7.9	1.2	1.1	0.7	1.4	1.6	5.8	10.1	11.8
2	4	გრამი	46	462	474	222	186	28	26	36	22	8	144	118	228
	15.3	%	2.3	23.1	23.7	11.1	9.3	1.4	1.3	1.8	1.1	0.4	7.2	5.9	11.4
3	5	გრამი	112	446	512	182	146	32	46	24	36	16	102	128	218
	20.4	%	5.6	22.3	25.6	9.1	7.3	1.6	2.3	1.2	1.8	0.8	5.1	6.4	10.9
4	7	გრამი	138	464	438	194	112	24	12	24	12	28	138	204	212
	17.7	%	6.9	23.2	21.9	9.7	5.6	1.2	0.6	1.2	0.6	1.4	6.9	10.2	10.6
5	8	გრამი	62	432	552	202	174	18	16	22	16	14	134	104	254
	16.0	%	3.1	21.6	27.6	10.1	8.7	0.9	0.8	1.1	0.8	0.7	6.7	5.2	12.7
6	10	გრამი	74	498	458	196	112	24	12	8	12	8	146	276	176
	20.8	%	3.7	24.9	22.9	9.8	5.6	1.2	0.6	0.4	0.6	0.4	7.3	13.8	8.8
საშუალო		%	3.8	22.8	24.6	9.9	7.4	1.3	1.1	1.1	1.1	0.9	6.5	8.6	11.0
ჯამური		%	3.8	26.6	51.2	61.1	68.5	69.8	70.9	71.9	73.0	73.9	80.4	89.0	100.0

ქ. თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, ნაკვ. №01.14.03.040.220.

მსხვილნატეხოვანი გრუნტების მექანიკური თვისებების ნორმატიული და საანგარიშო მნიშვნელობები c,φ, E

"Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов…" ДальНИИС, 1989г

$\varphi_n = K_1 K\varphi * 46(0,3)^{\mu_T}$ (5)

$c_n = K_2 K\rho * 79 * \mu_T^{0,32} / (1+I_L)^{3,62}$ (8)

Ф-лы (5), (8) - კონსოლიდირებული ძვრის სქემა

$\varphi_n = K_1 K\varphi * 37(0,234)^{\mu_T}$ (10)

$c_n = K_2 * K\rho * 87 * \mu_T^{0,51} / (1+I_L)^{3,85}$ (12)

Ф-лы (10), (12) - არაკონსოლიდირებული ძვრის სქემა

$E_n = K_E * K\rho * K_L * 1,0/(0,088*\mu_T - 0,15\mu_T * I\rho + 0,017)$ (14)

$\mu_T = \rho_1/\rho_2 * I_\rho(1+I_L)$ - გრუნტის ფიზიკური ეკვივალენტი

ρ_1 - %ნაწილაკები<2 მმ ρ_2 - % ნაწილაკები >2 მმ

კოეფიციენტები:

K_1, K_2 - დაკუთხული =1,0; დამრგვალებული =0,9.

K_E -სიმტკიცეზე ცხრ.8

$K\varphi$ -სიმტკიცეზე ცხრ. 5

$K\rho$ -სიმკვრივეზე.6

K_L - დენადობის მაჩვენებელზე ცხრ. 9

კონსოლიდირებული ძვრის სქემა

K_1	K_2	$K\varphi$	$K\rho$	K_E	K_L	ρ_1	ρ_2	$I\rho$	I_L	μ_T	$\varphi_{n,гр}$	$\varphi_{II,гр}$	$\varphi_{I,гр}$
1.00		0.91				31.5	68.5	0.191	0.18	0.104	**37.0**	**37.0**	**32.1**
											c_n, кПа	c_{II}, кПа	c_I, кПа
	1.00		0.90			31.5	68.5	0.191	0.18	0.104	**19.1**	**19.1**	**12.7**

არაკონსოლიდირებული ძვრის სქემა

K_1	K_2	$K\varphi$	$K\rho$	K_E	K_L	ρ_1	ρ_2	$I\rho$	I_L	μ_T	$\varphi_{n,гр}$	$\varphi_{II,гр}$	$\varphi_{I,гр}$
1.00		0.91				31.5	68.5	0.191	0.18	0.104	**29.0**	**29.0**	**25.2**
											c_n, кПа	c_{II}, кПа	c_I, кПа
	1.00		0.90			31.5	68.5	0.191	0.18	0.104	**13.1**	**13.1**	**8.8**
		დეფორმაციის მოდული											
K_1	K_2	$K\varphi$	$K\rho$	K_E	K_L	ρ_1	ρ_2	$I\rho$	I_L		E_n, МПа	E_{II}, МПа	
			0.90	0.93	0.97	31.5	68.5	0.191	0.18	0.104	**35.1**	**35.1**	

სსიპ გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი
ქანების, საშენი მასალების თვისებების და ხარისხის კონტროლის ლაბორატორია

სამუშაოს ანგარიში

შესრულებულია ქ. თბილისში, ალ. ყაზბეგის გამზ. **№34, ნაკვ. №01.14.03.040.220-ში** აღებული ქანის სინჯების ლაბორატორიული კვლევის საფუძველზე

სამუშაოს ხელმძღვანელი,
მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი
აკადემიური დოქტორი გიორგი ბალიაშვილი

თბილისი 2021 წ

1. ანგარიში წარმოდგენილია 10 გვერდზე. შეიცავს 6 ცხრილს და 6 ნახაზს
2. სინჯების წარმომავლობაზე ანგარიშის შემდგენელი პასუხს არ აგებს.

გამოყენებული სტანდარტი

1. ГОСТ 5180-84 გრუნტების ფიზიკური მახასიათებლების განსაზღვრის ლაბორატორიული მეთოდები;
2. ГОСТ 21153,2-84 სიმტკიცის განსაზღვრის მეთოდი ქანების ერთღერძა შეკუმშვაზე
3. ГОСТ 28985-91 ქანების დეფორმაციული მახასიათებლების კვლევა ერთღერძა შეკუმშვაზე;
4. ГОСТ 21153,5-84 სიმტკიცის განსაზღვრის მეთოდი ქანების ძვრაზე გამოცდით
5. ГОСТ 25100-82 გრუნტების კლასიფიკაცია.

ანგარიში მომზადებულია სსიპ გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის ქანების, საშენი მასალების თვისებების და ხარისხის კონტროლის ლაბორატორიაში ქანების-გრუნტების მექანიკის მიმართულებით 54 წლის და ბეტონების მიმართულებით 20 წლის სტაჟის მქონე, მთავარი მეცნიერ თანამშრომლის, აკადემიური დოქტორის გიორგი ბალიაშვილის მიერ.

კვლევის შედეგებზე ვიღებ სრულ პასუხისმგებლობას.

ცხრილი 1- ქანის თვისებების საშუალო მნიშვნელობები

სინჯის №	ქანის სახეობა	ჭაბურღილის №	სინჯის აღების სიღრმე, მ **H**	სიმტკიცის ზღვარი ერთღერძა კუმშვაზე, მეგპა		დარბილების კოეფიციენტი, **K**	დრეკადობის (ელნგის) მოდული წყალნაჯერ მდგომარეობაში, მეგპა **E**	შიგა ხახუნის კუთხე, გრადუსი **φ**	შეჭიდულობა, მეგპა **C**	სიმკვრივე, გ/სმ³ **ρ**
				გამომრალ მდგომარეობაში, **Rd**	წყალნაჯერ მდგომარეობაში, **Rw**					
1	ქვიშაქვა	1	26,7	42,7	28,0	0,66	6269,1	27,0	7,16	2,44
2	ქვიშაქვა	4	26,0	43,2	28,4	0,66	6354,7	27,0	7,24	2,44
3	ქვიშაქვა	5	29,5	45,5	35,0	0,66	6697,2	27,5	7,58	2,45
4	ქვიშაქვა	6	28,5	44,5	29,3	0,66	6547,3	27,5	7,43	2,44
5	ქვიშაქვა	8	27,0	45,2	29,8	0,66	6654,3	27,5	7,54	2,45
6	ქვიშაქვა	9	30,5	46,3	30,6	0,66	6825,6	27,5	7,70	2,45

ცხრილი 2- ქანების კლასიფიკაცია ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მიხედვით

სინჯის №	სიმტკიცის მიხედვით (წყალნაჯერი)	სიმკვრივის მიხედვით	დარბილების მიხედვით
1	კლდოვანი, საშუალო სიმტკიცის[1]	მკვრივი[2]	დარბილებადი
2	კლდოვანი, საშუალო სიმტკიცის[1]	მკვრივი[2]	დარბილებადი
3	კლდოვანი, საშუალო სიმტკიცის[1]	მკვრივი[2]	დარბილებადი
4	კლდოვანი, საშუალო სიმტკიცის[1]	მკვრივი[2]	დარბილებადი
5	კლდოვანი, საშუალო სიმტკიცის[1]	მკვრივი[2]	დარბილებადი
6	კლდოვანი, საშუალო სიმტკიცის[1]	მკვრივი[2]	დარბილებადი

შენიშვნა 1: *1– შვიდრეიტინგიან კლასიფიკაციაში სიმტკიცის შემცირების მიხედვით მესამე რეიტინგის; 2-ოთხრეიტინგიან კლასიფიკაციაში სიმკვრივის შემცირების მიხედვით მეორე რეიტინგის.*

ცხრილი 3- სიმკვრივე

სინჯის №	გამოცდილი ნიმუშის						
	№	მასა, გ			მოცულობა, სმ³		სიმკვრივე, გ/სმ³
		ჰაერში	პარაფინით		პარაფინის	ნიმუშის	
			ჰაერში	წყალში			
1	1	40,23	43,71	23,42	3,87	16,42	2,45
	2	40,28	43,75	23,32	3,86	16,58	2,43
2	1	40,19	43,38	23,23	3,54	16,61	2,42
	2	40,17	43,42	23,48	3,61	16,33	2,46
3	1	41,57	45,17	24,20	4,00	16,97	2,45
	2	41,69	45,30	24,20	4,01	17,09	2,44
4	1	41,09	44,72	23,85	4,03	16,84	2,44
	2	41,07	44,73	23,76	4,07	16,90	2,43
5	1	39,88	43,44	23,21	3,96	16,28	2,45
	2	39,81	43,28	23,18	3,85	16,25	2,45
6	1	39,96	43,44	23,39	3,87	16,18	2,47
	2	39,95	43,27	23,14	3,69	16,44	2,43

ცხრილი 4- სიმტკიცის ზღვარი ერთღერძა კუმშვაზე და დრეკადობის მოდული

სინჯის №	გამოცდილი ნიმუშის								
	№	სიმაღლე, სმ	დიამეტრი, სმ	ფართობი, სმ²	მასშტაბური კოეფიციენტი	მრღვევი ძალა, კგძ	სიმტკიცე, მეგპა	დრეკადობის მოდული, მეგპა	მდგომარეობა გამოცდისას
1	1.1	6,66	3,32	8,65	1,00	2375	42,7		გამომშრალი
	1.2	6,64	3,32	8,65	1,00	2410	28,0	6269,1	წყალნაჯერი
2	2.1	6,65	3,31	8,60	1,00	3645	43,2		გამომშრალი
	2.2	6,65	3,31	8,60	1,00	2395	28,4	6354,7	წყალნაჯერი

ცხრილი 4- ის დასასრული

სინჯის №	გამოცდილი ნიმუშის								
	№	სიმაღლე, სმ	დიამეტრი, სმ	ფართობი, სმ²	მასშტაბური კოეფიციენტი	მრღვევი ძალა, კგძ	სიმტკიცე, მეგპა	დრეკადობის მოდული, მეგპა	მდგომარეობა გამოცდისას
3	3.1	6,63	3,33	8,70	1,00	3885	45,5		გამომშრალი
	3.2	6,63	3,33	8,70	1,00	2560	30,0	6697,2	წყალნაჯერი
4	4.1	6,64	3,30	8,55	1,00	3730	44,5		გამომშრალი
	4.2	6,64	3,30	8,55	1,00	2455	29,3	6547,3	წყალნაჯერი
5	5.1	6,65	3,30	8,55	1,00	3790	45,2		გამომშრალი
	5.2	6,65	3,31	8,60	1,00	2515	29,8	6654,3	წყალნაჯერი
6	6.1	6,67	3,33	8,70	1,00	3955	46,3		გამომშრალი
	6.2	6,67	3,32	8,65	1,00	2595	30,6	6825,6	წყალნაჯერი

ცხრილი 5-ნიმუშების გამოცდა დეფორმაციაზე

ნიმუში № 1.2			ნიმუში № 2.2			ნიმუში № 3.2		
F	I	II	F	I	II	F	I	II
0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	2	3	200	3	4	200	2	2
400	5	6	400	6	7	400	4	3
600	8	8	600	8	9	600	7	6
800	10	10	800	10	11	800	9	9
1000	12	12	1000	12	13	1000	11	11
1200	14	14	1200	14	15	1200	13	13
1400	17	17	1400	17	18	1400	15	15
1600	20	20	1600	20	21	1600	17	18
1800	23	23	1800	23	24	1800	19	21
2000	27	28	2000	27	28	2000	21	24
2200	32	33	2200	32	29	2200	24	28
2400	38	39	2395	42	39	2400	28	33
2410	47	48				2560	37	42

შენიშვნა 2: *F-ძალა, კგძ; I და II საათის ტიპის ინდიკატორის ჩვენება, დანაყოფი (ერთი დანაყოფი=0,01მმ-ს).*

ცხრილი 5-ის დასარული

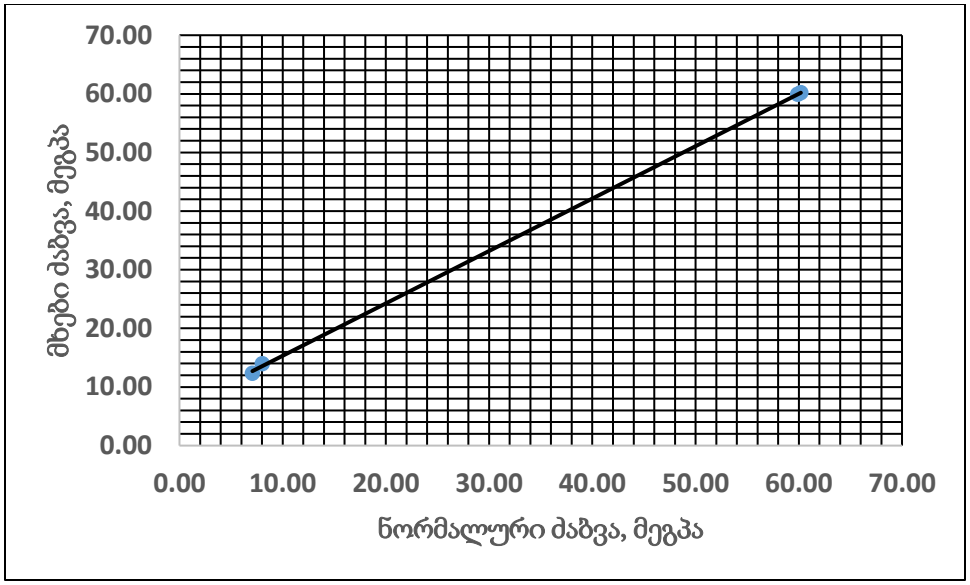
ნიმუში №4.2			ნიმუში № 5.2			ნიმუში № 6.2		
F	I	II	F	I	II	F	I	II
0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	2	2	200	2	3	200	2	2
400	5	3	400	5	6	400	6	5
600	7	6	600	8	9	600	9	8
800	10	9	800	10	10	800	11	10
1000	12	11	1000	12	12	1000	13	12
1200	14	13	1200	14	14	1200	15	14
1400	16	15	1400	16	16	1400	17	16
1600	19	18	1600	19	19	1600	20	18
1800	22	21	1800	22	22	1800	23	20
2000	25	24	2000	25	25	2000	26	22
2200	29	24	2200	29	30	2200	30	25
2400	34	29	2400	34	35	2400	35	29
2455	43	38	2515	43	45	2595	45	39

ცხრილი 6- ძვრაზე გამოცდის პარამეტრები

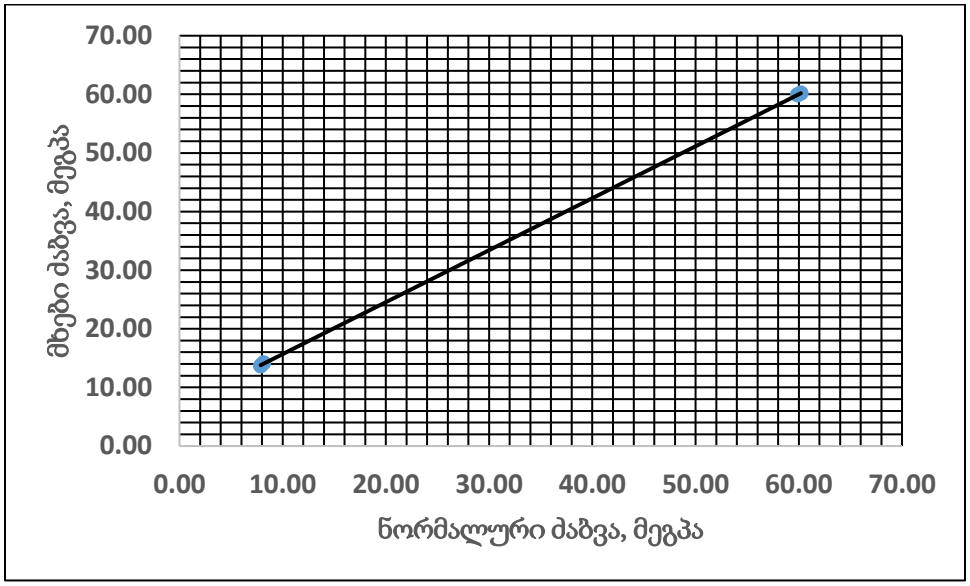
სინჯის №	გამოცდილი ნიმუშის №	სიგრძე, სმ	სიგანე, სმ	ფართობი, სმ²	გამოცდის კუთხე, გრადუსი	მრღვევი ძალა, კგძ	ნორმალური ძაბვა, მეგპა	მხებით ძაბვა, მეგპა	შიგა ხახუნის კუთხე, გრადუსი	შეჭიდულობა, მეგპა
1	1	4,01	4,02	16,12	30	2236	7,07	12,30	27,0	7,16
	2	4,03	4,03	16,24	30	2560	8,03	13,98		
	3	4,08	4,08	16,65	45	13777	59,90	59,90		
	4	4,08	4,07	16,61	45	13812	60,20	60,20		
2	1	4,03	4,03	16,24	30	2505	7,86	13,68	27,0	7,24
	2	4,04	4,04	16,32	30	2604	8,13	14,15		
	3	4,07	4,08	16,61	45	13746	59,91	59,91		
	4	4,09	4,07	16,65	45	13846	60,20	60,20		
3	1	4,11	4,11	16,89	30	2642	7,97	13,87	27,5	7,58
	2	4,12	4,12	16,97	30	2804	8,42	14,65		
	3	4,12	4,11	16,93	45	14564	62,25	62,25		
	4	4,11	4,10	16,85	45	15260	65,54	65,54		

ცხრილი 6- ის დასასრული

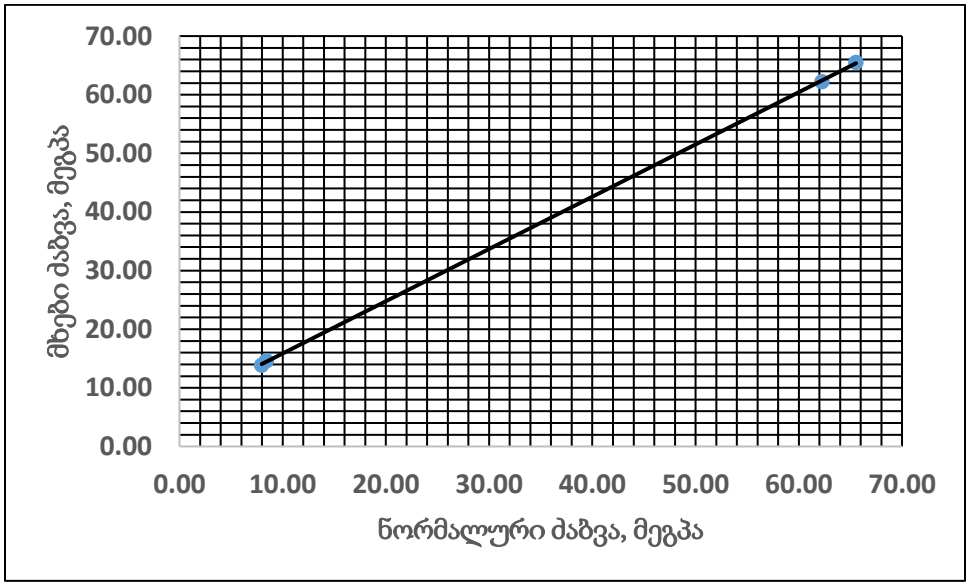
სინჯის №	გამოცდილი ნიმუშის №	სიგრძე, სმ	სიგანე, სმ	ფართობი, სმ²	გამოცდის კუთხე, გრადუსი	მრღვევი ძალა, კგძ	ნორმალური ძაბვა, მეგპა	მხები ძაბვა, მეგპა	შეჭიდულობა, მეგპა	შიგა ხახუნის კუთხე, გრადუსი
4	1	4,11	4,12	16,93	30	2587	7,79	13,55	27,5	7,43
	2	4,13	4,12	17,02	30	2696	8,07	14,05		
	3	4,12	4,12	16,97	45	14597	62,24	62,24		
	4	4,10	4,10	16,81	45	15222	65,54	65,54		
5	1	4,08	4,07	16,61	30	2530	7,76	13,51	27,5	7,54
	2	4,06	4,07	16,52	30	2613	8,06	14,03		
	3	4,07	4,07	16,56	45	14243	62,23	62,23		
	4	4,05	4,06	16,44	45	14888	65,53	65,53		
6	1	4,12	4,12	16,97	30	2676	8,03	13,98	27,5	7,70
	2	4,12	4,13	17,02	30	2753	8,25	14,35		
	3	4,11	4,12	16,93	45	14569	62,27	62,27		
	4	4,12	4,12	16,97	45	15374	65,55	65,55		



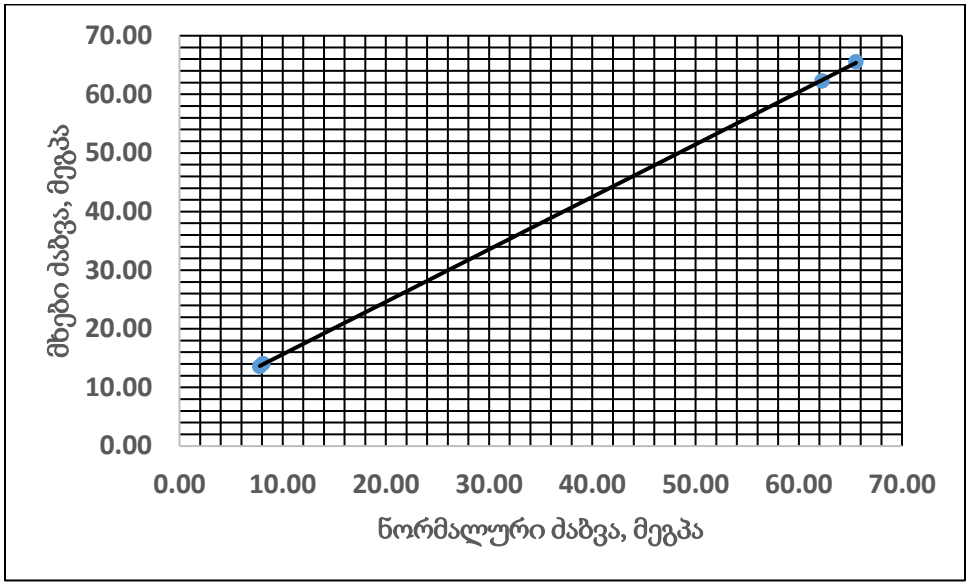
ნახ. 1- ნორმალურ და მხებ ძაბვებს შორის დამოკიდებულების გრაფიკი. სინჯი 1.



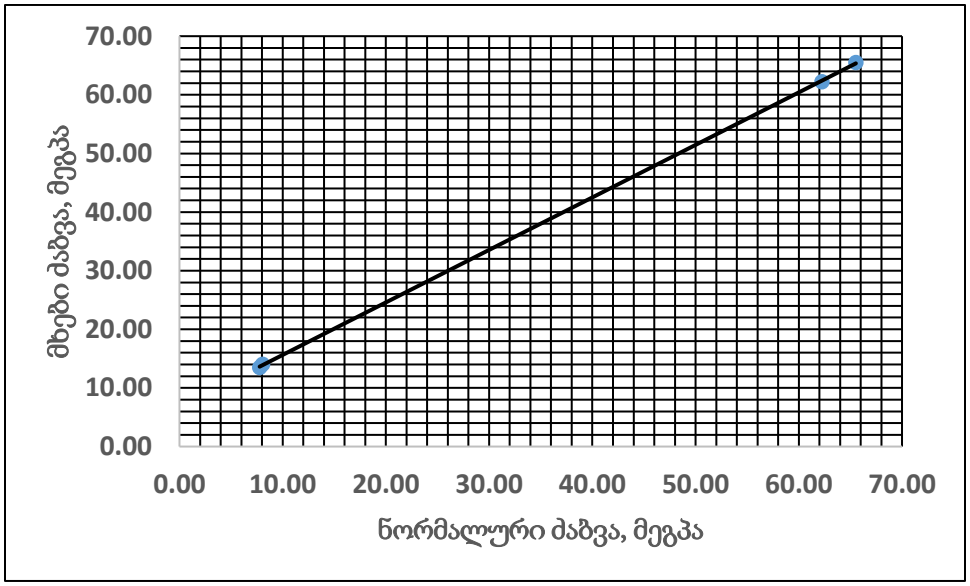
ნახ. 2- ნორმალურ და მხებ ძაბვებს შორის დამოკიდებულების გრაფიკი. სინჯი 2 .



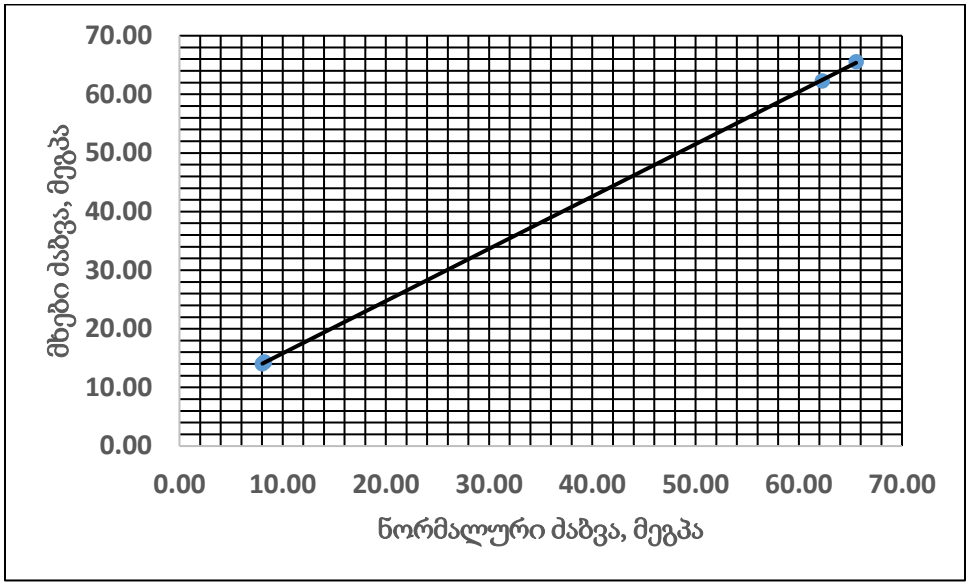
ნახ. 3- ნორმალურ და მხებ ძაბვებს შორის დამოკიდებულების გრაფიკი. სინჯი 3.



ნახ. 4- ნორმალურ და მხებ ძაბვებს შორის დამოკიდებულების გრაფიკი. სინჯი 4 .



ნახ. 5- ნორმალურ და მხებ ძაბვებს შორის დამოკიდებულების გრაფიკი. სინჯი 5.



ნახ. 6- ნორმალურ და მხებ ძაბვებს შორის დამოკიდებულების გრაფიკი. სინჯი 6.

წყლის ქიმიური და სანიტარული ანალიზი

ობიექტი თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, ნაკვ. №01.14.03.040.220
აღების ადგილი ჭაბ. №1 სიღრმე 1.0 მ
აღების თარიღი _____

$K_{ფ}$>0.1

ანიონები	შემცველობა 1 ლიტრში		
	მგ.	მგ.ექვ.	მგ.ექვ.%
CI’	53	1.5	11.0
SO_4”	283	5.9	43.4
HCO_3’	378	6.2	45.6
CO_3”	-	-	-
NO_2’	-	-	-
NO_3’	-	-	-
ჯამი	714	13.6	100
კათიონები	შემცველობა 1 ლიტრში		
	მგ.	მგ.ექვ.	მგ.ექვ.%
$Na^{+}+k^{+}$	78	3.4	25.0
Ca^{++}	156	7.8	57.3
Mg^{++}	29	2.4	17.7
NH_4^{+}	0.5	-	-
ჯამი	264	13.6	100
საერთო მინერალიზაცია მგ/ლ 789			
მშრალი ნაშთი გამომშრალი გ/ლ 820			
ქიმიური შედგენილობა კურლოვის ფორმულის მიხედვით: $M_{0.8}\ \frac{HCO_3’46\ SO_4”43\ CI’11}{Ca^{+2}57\ Na^{+}+k^{+}25\ Mg^{++}18}$			

სიხისტე

ბრადუსებში – მგ.ექვ/ლ
საერთო 10.2
კარბონატული 6.2
არაკარბონატული 4.0
PH----------7.0

სანიტარული ანალიზი

გამჭვირვალება ---გამჭვირვალე
ფერი --უფერო----
სუნი ბალებში --უსუნო----
ნალექი არის
NH_4^{+} -- 105 მგ/ლ
NO_2’ -- არა
NO_3’ - არა
შანგვადობა O_2--------
CO_2 - 8.8 მგ/ლ
CO_2 აბრესიული -----არა

დასკვნა: წყალი არ არის აგრესიული სახ.სტანდარტის 10178 - 76 პორტლანტცემენტზე დამზადებული წყალშეუღწევადი არც ერთი მარკის ბეტონის მიმართ.

არ არის აგრესიული არმატურის მიმართ რკინა-ბეტონის კონსტრუქციების წყალში მუდმივი დაძირვის პირობებში, სუსტად აგრესიულია პერიოდული დასველების დროს. შეინიშნება წყლის სანიტარულად დაბინძურებულია

ს.ნ. და წ. 2.03.11.85 სამშენებლო ნაგებობათა
დაცვა კოროზიისაგან (ცხრილი №№5,6,7)

წყლის ქიმიური და სანიტარული ანალიზი

ობიექტი თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, ნაკვ. №01.14.03.040.220
აღების ადგილი ჭაბურღილი №5 სიღრმე 5.5 მ
აღების თარიღი _____
ლაბორატორიული № $K_ფ$<0.1

ანიონები	შემცველობა 1 ლიტრში		
	მგ.	მგ.ექვ.	მგ.ექვ.%
Cl'	11	0.3	1.1
SO_4''	1075	22.4	83.9
HCO_3'	244	4.00	15.0
CO_3''	-	-	-
NO_2'	კვ.	-	-
NO_3'	კვ.	-	-
ჯამი	1330	26.7	100
კათიონები	შემცველობა 1 ლიტრში		
	მგ.	მგ.ექვ.	მგ.ექვ.%
$Na^+ + k^+$	99	4.3	16.1
Ca^{++}	365	15.2	68.2
Mg^{++}	51	4.2	15.7
NH_4^+	კვ.	-	-
ჯამი	515	26,7	100
საერთო მინერალიზაცია, მგ/ლ		1723	
მშრალი ნაშთი გამომშრალი		1785	

ქიმიური შედგენილობა კურლოვის ფორმულის მიხედვით:

$$M_{1,7}\ \frac{SO_4''84\ HCO_3'15}{Ca^{+2}68\ Na^+ + k^+16\ Mg^{++}16}$$

სიხისტე

ბრადუსებში – მგ.ექვ/ლ	
საერთო	22,4
კარბონატული	4,0
არაკარბონატული –	18,4
PH----------7.1	

სანიტარული ანალიზი

გამჭვირვალება	---გამჭვირვალე
ფერი	--უფეროა----
სუნი ბალებში -	უსუნო
ნალექი	არის-
NH_4^+ --	კვ
NO_2'	კვ
NO_3' -	კვ.
შანგვადობა O_2--------	
CO_2 მგ/ლ	17.6
CO_2 აბრესიული	--არა--

დასკვნა: წყალი საშუალოდ აგრესიულია სახ.სტანდარტის 10178-76 პორტლანტცემენტზე დამზადებული წყალშეუღწევადი W_4 მარკის ბეტონის მიმართ, სუსტად აგრესიულია W_6 და W_8 მარკის ბეტონების მიმართ..

არ არის აგრესიული პორტლანდცემენტის სახ.სტანდარტი 10178-76 კლინკერში ჩანართებით C_3S არაუმეტეს 65%; C_3A არაუმეტეს 7%; C_3A+ C_4AF არაუმეტეს 22%; წიდაპორტლანდცემენტზე და აგრეთვე სულფატომედეგი სახ.სტანდარტი 22266-76 ცემენტზე დამზადებული წყალშეუღწევადი W_4, W_6, W_8 მარკის ბეტონების მიმართ.

არ არის აგრესიული არმატურის მიმართ რკინა-ბეტონის კონსტრუქციების მუდმივი დაძირვის პირობებში, სუსტად აგრესიულია პერიოდული დასველების დროს.

ს.ნ. და წ. 2.03.11.85 სამშენებლო ნაგებობათა
დაცვა კოროზიისაგან (ცხრილი №№5,6,7)

წყლის ქიმიური და სანიტარული ანალიზი

ობიექტი თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, ნაკვ. №01.14.03.040.220
აღების ადგილი ჭაბ. №4 სიღრმე 15.8 მ
აღების თარიღი _____
ლაბორატორიული № $K_ფ$>0.1

ანიონები	შემცველობა 1 ლიტრში		
	მგ.	მგ.ექვ.	მგ.ექვ.%
CI’	21	0.6	1.7
SO_4”	1488	31.0	85.6
HCO_3’	281	4.6	12.7
CO_3”	-	-	-
NO_2’	კვ	-	-
NO_3’	კვ	-	-
ჯამი	1790	36.2	100
კათიონები	შემცველობა 1 ლიტრში		
	მგ.	მგ.ექვ.	მგ.ექვ.%
Na^++k^+	74	3.2	8.9
Ca^{++}	521	26.0	71.8
Mg^{++}	85	7.0	19.3
NH_4^+	-	-	-
ჯამი	680	36.2	100
საერთო მინერალიზაცია, მგ/ლ		2330	
მშრალი ნაშთი გამომშრალი		2386	

ქიმიური შედგენილობა კურლოვის ფორმულის მიხედვით:

$$M_{2.3}\ \frac{SO_4\text{” }86\ HCO_3\ 13}{Ca^{++}72\ Mg^{++}19}$$

სიხისტე

ბრადუსებში – მგ.ექვ/ლ
საერთო 31.0
კარბონატული 4.6
არაკარბონატული – 26.4
PH----------7.0

სანიტარული ანალიზი

გამჭვირვალება ---გამჭვირვალე
ფერი --უფერო----
სუნი ბალებში -უსუნო----
ნალექი არა----
NH_4^+ -- -არა
NO_2’ ---- კვ
NO_3’ - . კვ
შანგვადობა O_2--------
CO_2 - 17.6 მგ/ლ
CO_2 აბრესიული ----არა-

დასკვნა: წყალი ძლიერ აგრესიულია სახ.სტანდარტის 10178--76 პორტლანტცემენტზე დამზადებული წყალშეუღწევადი W_4 მარკის ბეტონის მიმართ, საშუალოდ აგრესიულია W_6 მარკის ბეტონის მიმართ , სუსტად აგრესიულია W_8 მარკის ბეტონის მიმართ.

არ არის აგრესიული პორტლანდცემენტის სახ.სტანდარტი 10178-76 კლინკერში ჩანართებით C_3S არაუმეტეს 65%; C_3A არაუმეტეს 7%; C_3A+ C_4AF არაუმეტეს 22%; წიდაპორტლანდცემენტზე და აგრეთვე სულფატომედეგი სახ.სტანდარტი 22266-76 ცემენტზე დამზადებული წყალშეუღწევადი W_4, W_6, W_8 მარკის ბეტონების მიმართ.

არ არის აგრესიული არმატურის მიმართ რკინა-ბეტონის კონსტრუქციების მუდმივი დაძირვის პირობებში, სუსტად აგრესიულია პერიოდული დასველების დროს.

ს.ნ. და წ. 2.03.11.85 სამშენებლო ნაგებობათა დაცვა კოროზიისაგან (ცხრილი №№5,6,7)

I ს.გ.ე. მექანიკური მახასიათებლების საანგარიშო მნიშვნელობები

№№	ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები	განზომილება	განსაზღვრის რაოდენობა		საშ.კვადრ. გადახრა	საშ.კვადრგა დახრის შეფასება	ვარიაციის	ნორმატიული	გრუნტის საიმედობის	საანგარიშო მნიშვნელობა	
			საწყისი	საბოლოო	σ	σ cm	კოეფ. ν	მნიშვნ. An	კოეფიციენტი γg	α=0,85	α=0,95
1	შეჭიდულობა C	კპა/სმ²	6	6	0.059	0.037	0.143	0.26		0.22	0.19
2	შიგა ხახუნის კუთხე φ	გრად	6	6	0.017	0.624	0.045	22		21	20
3	სიმკვრივე ρ	გ/სმ³	10	10	0.001	0.034	0.019	1.88		1.86	1.85
4	დეფორმაციის მოდული E	კპა/სმ²						140	1	140	140
5	ბუნებრივი ტენიანობა W	ერთ.ნაწ	10	10				0.246	1	0.246	0.246

I ს.გ.ე. ფიზიკური თვისებების ნორმატიული მნიშვნელობები

№№	ფორიანობის კოეფიციენტი e	ბუნ. ნაწილის სიმკვრივე ρs	ჩონჩხის სიმკვრივე ρd	კლასტერების ზღვარი WL	კლასტერების ქვედა ზღვარი Wp	კლასტერების რიცხვი Ip	დენადობის მაჩვენებელი IL	ფორიანობა n	ტენიანობის ხარისხი Sr	კუასონის კოეფიციენტი μ	საანგარიშო წინაღობა Ro
		გ/სმ³	გ/სმ³	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ		კპა/სმ²
1	0.791	2.70	1.51	0.307	0.197	11.0	0.44	0.442	0.84	0.35	2.00

II ს.ბ.ე. მექანიკური მახასიათებლების საანგარიშო მნიშვნელობები

№№	ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები	განზომილება	განსაზღვრის რაოდენობა		საშ.კვადრ. გადახრა	საშ.კვადრგა დახრის შეფასება	ვარიაციის	ნორმატიული	გრუნტის საიმედობის	საანგარიშო მნიშვნელობა	
			საწყისი	საბოლოო	σ	σ cm	კოეფ. ν	მნიშვნ. An	კოეფიციენტი γg	α=0,85	α=0,95
1	შეჭიდულობა C	კპა/სმ²	6	6	0.042	0.026	0.191	0.14		0.11	0.09
2	შიგა ხახუნის კუთხე φ	გრად	6	6	0.012	0.624	0.030	23		23	22
3	სიმკვრივე ρ	გ/სმ³	10	10	0.001	0.028	0.015	1.95		1.94	1.93
4	დეფორმაციის მოდული E	კპა/სმ²						160	1	160	160
5	ბუნებრივი ტენიანობა W	ერთ.ნაწ	10	10				0.233	1	0.233	0.233

II ს.ბ.ე. ფიზიკური თვისებების ნორმატიული მნიშვნელობები

№№	ფორიანობის კოეფიციენტი e	ბუნ. ნაწილის სიმკვრივე ρs	ჩონჩხის სიმკვრივე ρd	კლასტერების ზღვარი WL	კლასტერების ქვედა ზღვარი Wp	კლასტერების რიცხვი Ip	დენადების მაჩვენებელი IL	ფორიანობა n	ტენიანობის ხარისხი Sr	კუმსლონის კოეფიციენტი μ	საანგარიშო წინაღობა Ro
		გ/სმ³	გ/სმ³	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ		კპა/სმ²
1	0.691	2.68	1.59	0.271	0.209	6.2	0.39	0.408	0.90	0.30	2.30

IV ს.ბ.ე. მექანიკური მახასიათებლების საანგარიშო მნიშვნელობები

№№	ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები	განზომილება	განსაზღვრის რაოდენ.		საშ.კვადრ. გადახრა	საშ.კვადრ. გადახრის შეფასება	ვარიაციის კოეფ.	ნორმატიული მნიშვნ.	გრუნტის საიმედობის კოეფიციენტი	საანგარიშო მნიშვნელობა	
			საწყისი	საბოლოო	σ	σ cm	ν	An	γg	α=0,85	α=0,95
1	შეჭიდულობა C	კპა/სმ²			0.000	0.000	0.000	0.43	1.5	0.43	0.29
2	შიბა ხახუნის კუთხე φ	გრად			0.000	0.000	0.000	16	1.15	16	14
3	სიმკვრივე ρ	გ/სმ³	6	6	0.025	0.025	0.013	1.85		1.84	1.83
4	დეფორმაციის მოდული E	კპა/სმ²						150	1	150	150
5	ბუნებრივი ტენიანობა W	ერთ.ნაწ	6	6				0.265	1	0.265	0.265

IV ს.ბ.ე. ფიზიკური თვისებების ნორმატიული მნიშვნელობები

№№	ფორიანობის კოეფიციენტი e	მშრ. ნაწილის სიმკვრივე ρ_s	ჩონჩხის სიმკვრივე ρ_d	კლასტიურობის ზედა ზღვარი W_L	კლასტიურობის ქვედა ზღვარი W_p	კლასტიურობის რიცხვი I_p	დენადობის მაჩვენებელი I_L	ფორიანობა n	ტენიანობის ხარისხი Sr	კუმსრენის კოეფიციენტი μ	საანგარიშო წინაღობა R_o
		გ/სმ³	გ/სმ³	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ	ერთ.ნაწ		კპა/სმ²
1	0.875	2.74	1.46	0.433	0.188	24.5	0.31	0.467	0.83	0.42	2.50

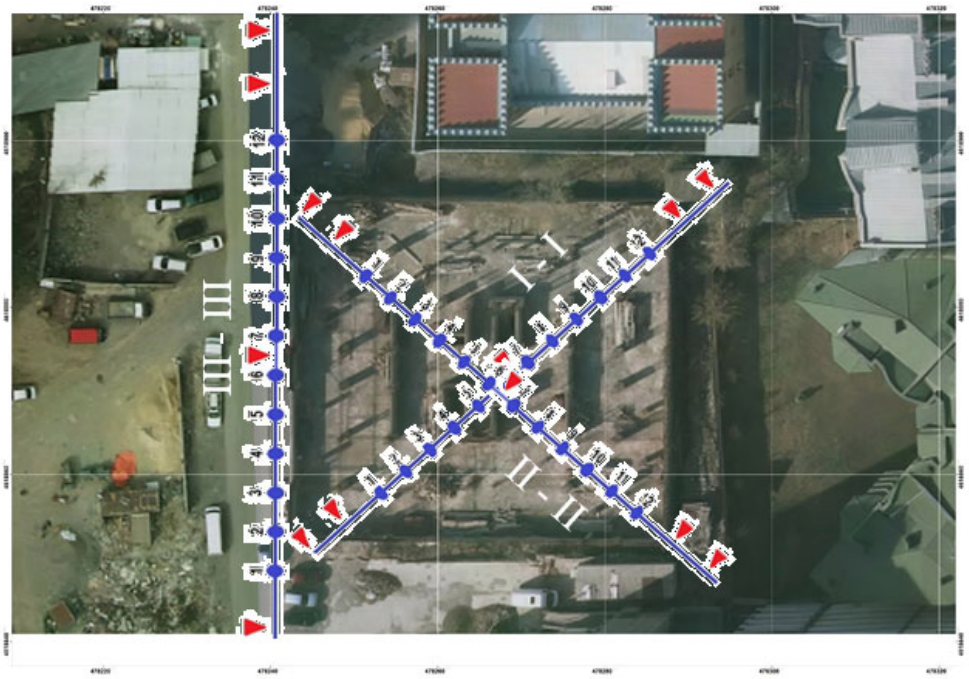
VI ს.ბ.ე.ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების საანგარიშო მნიშვნელობები

№N	ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები	განზომილება	განსაზღვრის რაოდენობა			საშუალო კვადრატული გადახრის შეფასებაσ cm	ვარიაციის კოეფიციენტი ν	ნორმატიული მნიშვნ. An	საანგარიშო მნიშვნელობა	
			საწყისი	საბოლოო	საშუალო კვადრატული გადახრა σ				α=0,85	α=0,95
1	სიმტკიცე წყალნაჯერი Rc.	მპა	6	6	2.540	2.318	0.084	30.2	29.0	28.2
2	სიმკვრივე ρ	ტ/სმ³	6	6	0.005	0.005	0.002	2.45	2.44	2.44

შპს „ქილუქი“

სამშენებლო საძიებო საინჟინრო გეოლოგიური და გეოფიზიკური კვლევების საწარმო

ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებლის გამზირი 164, ტელ. 2954247, 555723431
ელფოსტა: gogmachadzeeka@gmail.com

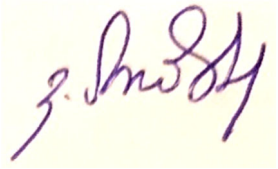


ქ.თბილისში, ალ. ყაზბეგის ქუჩა #34-ში (ს/კ 01.14.03.040.220) მრავალსართულიანი საცხოვრებელი სახლის მშენებლობისათვის გამოყოფილ ტერიტორიაზე სეისმური პროფილების აგება, სეისმურობის დაზუსტება ლოკალური პარამეტრების გათვალისწინებით, საპროექტო შენობისათვის აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა, დრეკადი რეაქციის სპექტრების აგება და მიღებული შედეგების წარმოდგენა პროგრამა Lira SAPR-ის ფორმატში

შ.პ.ს. „ქილუქი“-ს
დირექტორი ეკა გოგმაჩაძე

თბილისი 2021

შემსრულებელთა სია:

ვახტანგ არაბიძე		დოქტორი ტექნიკაში, პროფესორი
შალვა სამსონაძე		ინჟინერ–ექსპერიმენტატორი
თემურ ასტამაძე		ინჟინერ–ექსპერიმენტატორი

სარჩევი

შესავალი 4

1 ფუძე-გრუნტების სეისმური თვისებების შესწავლა 4

2 სამშენებლო უბნის სეისმურობის დადგენა 15

3 საანგარიშო აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა 19

3.1 აქსელეროგრამების შერჩევა ზოგადი პრინციპებით 19

3.2 აქსელეროგრამების შერჩევა პაკეტისათვის 22

4 საანგარიშო სპექტრების დამუშავება 33

5 აქსელეროგრამებისა და რეაქციის სპექტრების ციფრული პაკეტის გადაყვანა პროგრამა „Lira SAPR“ ფორმატში 35

დასკვნები და რეკომენდაციები 38

გამოყენებული ლიტერატურა 39

შესავალი

შ.პ.ს. „იქსორი”-ს დირექტორის ბატონ ვალერიან კირკიტაძეს დაკვეთით ჩვენს მიერ ჩატარებულ იქნა სამუშაოები, რომლებიც ითვალისწინებდა: ქ.თბილისში, ალ. ყაზბეგის ქუჩა #34-ში (ს/კ 01.14.03.040.220) მრავალსართულიანი საცხოვრებელი სახლის მშენებლობისათვის გამოყოფილ ტერიტორიაზე სეისმური პროფილების აგებას, სეისმურობის დაზუსტებას ლოკალური პარამეტრების გათვალისწინებით, საპროექტო შენობისათვის აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევას, დრეკადი რეაქციის სპექტრების აგებას და მიღებული შედეგების წარმოდგენას პროგრამა Lira SAPR-ის ფორმატში.

1. ფუძე-გრუნტების სეისმური თვისებების შესწავლა

სამუშაო დავალებიდან გამომდინარე, ფუძე-გრუნტების ძირითადი საინჟინრო-სეისმოლოგიური და დინამიკური პარამეტრები შესწავლილ იქნა არეკვლილი და გარდატეხილი სეისმური ტალღების მეთოდის გამოყენებით. აღნიშნული მეთოდი გულისხმობს გრუნტების დრეკადი სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარის და გრუნტის შრის ან შრეების სეისმური სიხისტეების სიდიდეების დადგენას.

არეკვლილი ტალღების მეთოდით დგინდება გრუნტებში გრძივი – V_P და განივი – V_S დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარეები, შემდგომ მიღებული სიდიდეების საშუალებით დგინდება სამშენებლო უბნის ამგები გრუნტების სეისმურობის კატეგორია და იანგარიშება გრუნტების ძირითადი დინამიკური მახასიათებლები, როგორებიცაა: ძვრის მოდული, დეფორმაციის მოდული, პუასონის კოეფიციენტი და სხვა.

სეისმური გრძივი და განივი ტალღების ექსპერიმენტული განსაზღვრა განხორციელდა „Seistronix“-ის RAS-24-ის ტიპის 12 არხიანი სეისმომიმღები აპარატურის გამოყენებით (იხ. სურ. 1.1, [1.1]), რომელსაც ამავდროულად გააჩნია მონაცემთა კომპიუტერული დამუშავების უზრუნველყოფის ლიცენზირებული პროგრამა.

აპარატურა შედგება ერთმანეთთან 5 მეტრის ინტერვალით დაკავშირებული NK-27-21C ტიპის 12 სეისმოგადამცემისაგან. სეისმოგადამცემები თავის მხრივ კაბელის საშუალებით დაკავშირებულია RAS-24-ის ტიპის სეისმომიმღებთან და პორტატულ კომპიუტერთან.

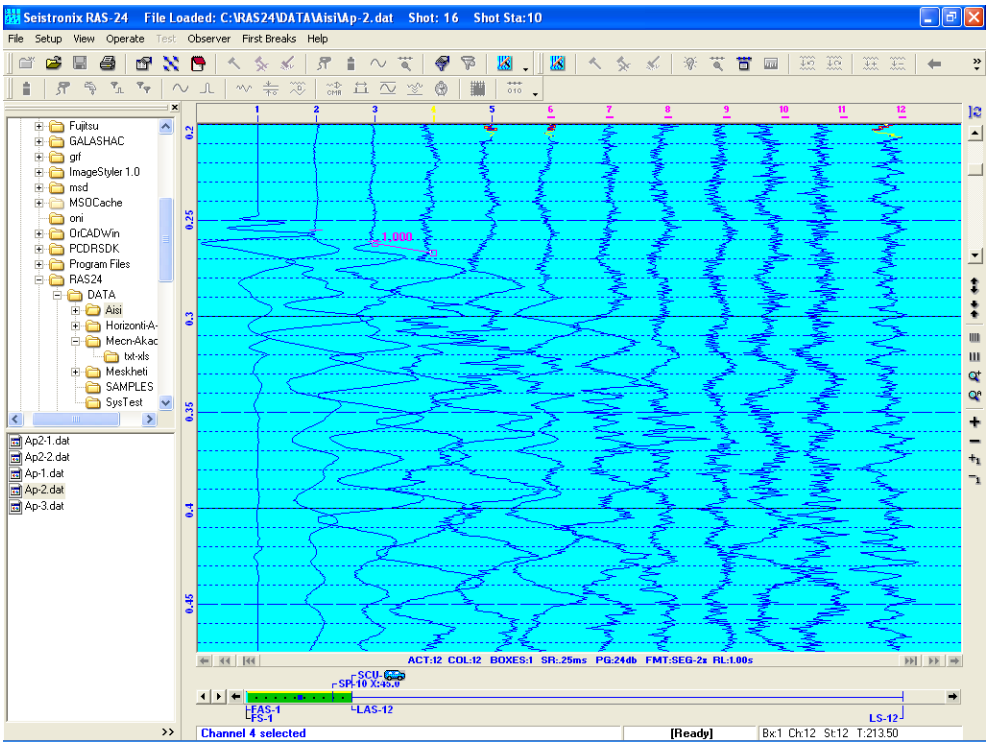
ექსპერიმენტი ტარდებოდა დღის პერიოდში, ჩანაწერები დაცული იყო ტრანსპორტისა და სხვა ტექნიკის მოძრაობით (მუშაობით) გამოწვეული დამატებითი ვიბრაციული რხევების ფონისაგან (სურ. 1.2). საკვლევ ტერიტორიაზე დღეისათვის ნაწილობრივ ამოღებულია ქვაბული, ძირითადად დემონტიტებულია ძველი საძირკვლის რკინაბეტონის კონსტრუქციები, ირგვლივ შემოფარგულულია საცხოვრებელი შენობებით და ბაზრობის ტერიტორიით. პრაქტიკულად შესაძლებელი გახდა სამი სეისმომეტრიული პროფილის შერჩევა და გამოკვლევა, სიგრძით: I-ლი და მე-2 პროფილები 68 მეტრი, ხოლო მე-III - 70 მეტრი.

პროფილების განლაგების სქემა მოყვანილია 1.3 ნახაზზე. სამივე პროფილზე სეისმოგადამცემები განლაგებული იყო ყოველ 5 მეტრში.

ა)



ბ)

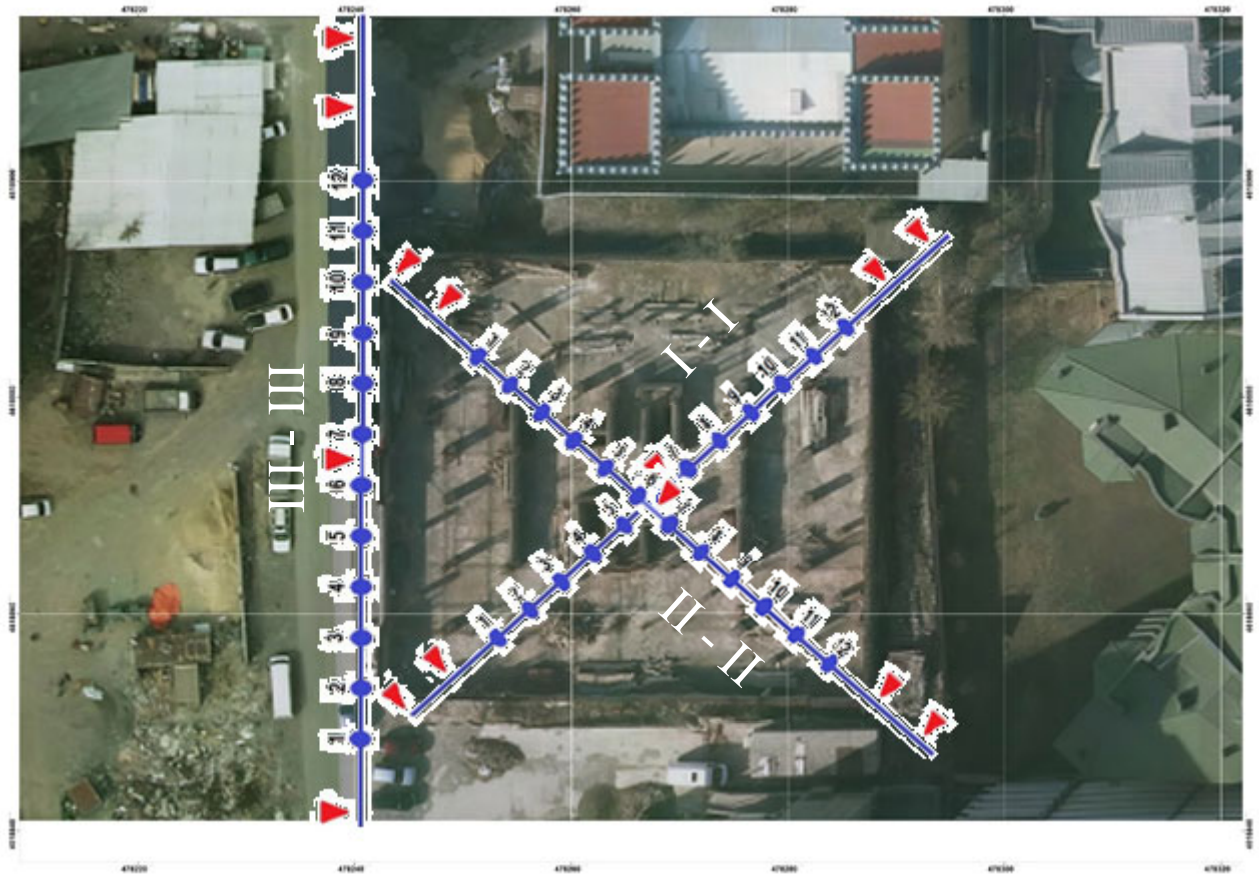


სურ. 1.1. ა) აპარატურის კომპლექტაცია; ბ) V_P ტალღის სიჩქარის განსაზღვრა.





სურ. 1.2. ექსპერიმენტის მსვლელობის პროცესი.



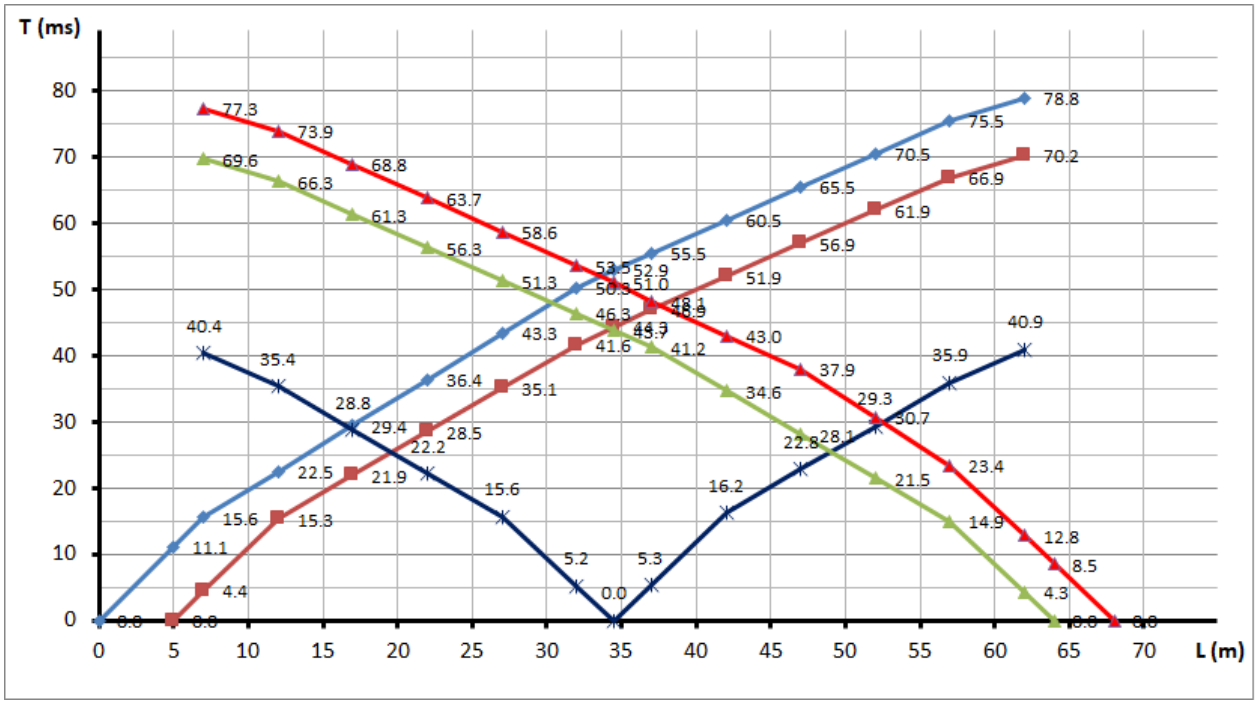
- დარტყმის ადგილი
- სეისმომიმღები
- პროფილის ხაზი

ნახ. 1.3. სეისმური პროფილების განლაგების სქემა.

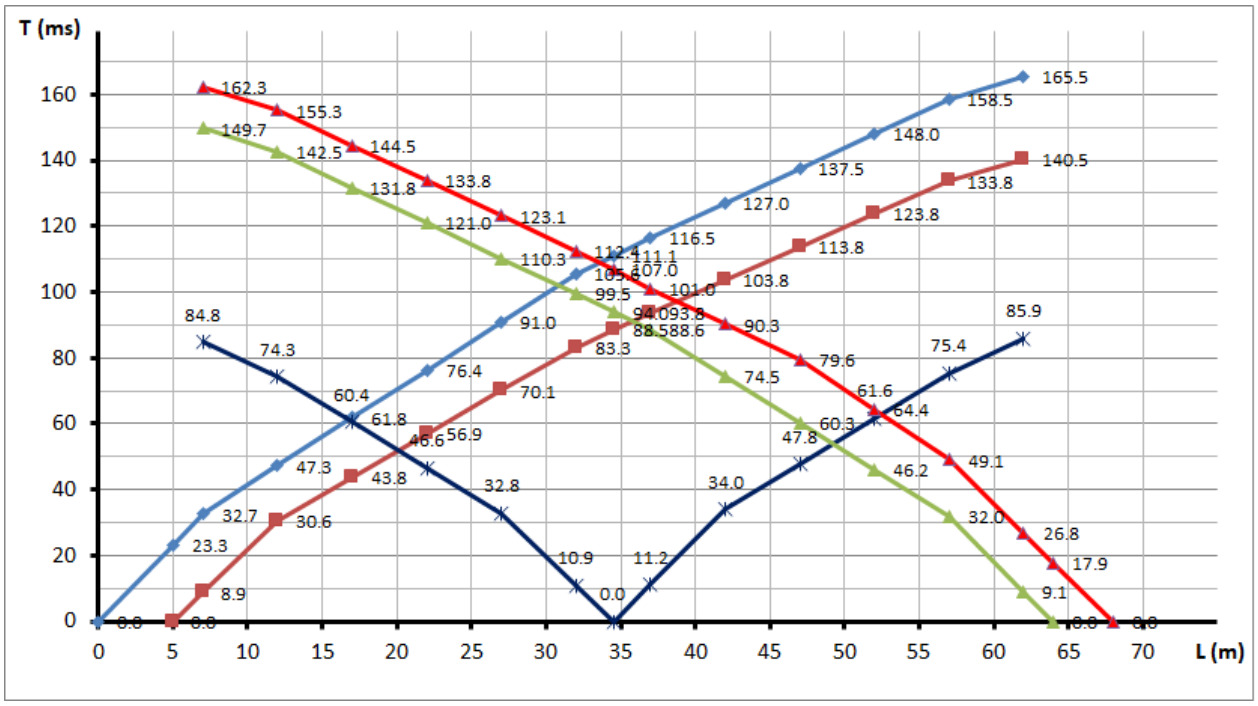
ექსპერიმენტი ხორციელდებოდა იმპულსური დინამიკური აფეთქების მეშვეობით (მუხტის მასა 7-10 გრამი). ორი პროფილისათვის იმპულსური აფეთქებების რაოდენობა შეადგენდა 5-ს, დარჩენილი მესამესათვის 4-ს. დარტყმები ხორციელდებოდა: 1-ლი და მე-12 სეისმომიმღებიდან 2-13 მეტრის მოშორებით და პროფილების შუა არეებში.

პირველ ორ პროფილზე ჩაწერილ იქნა როგორც გრძივი (V_P), ასევე განივი (V_S) ტალღების გავრცელების სიჩქარეები, ხოლო მესამეზე მხოლოდ გრძივი (V_P) ტალღების გავრცელების სიჩქარეები.

ა)

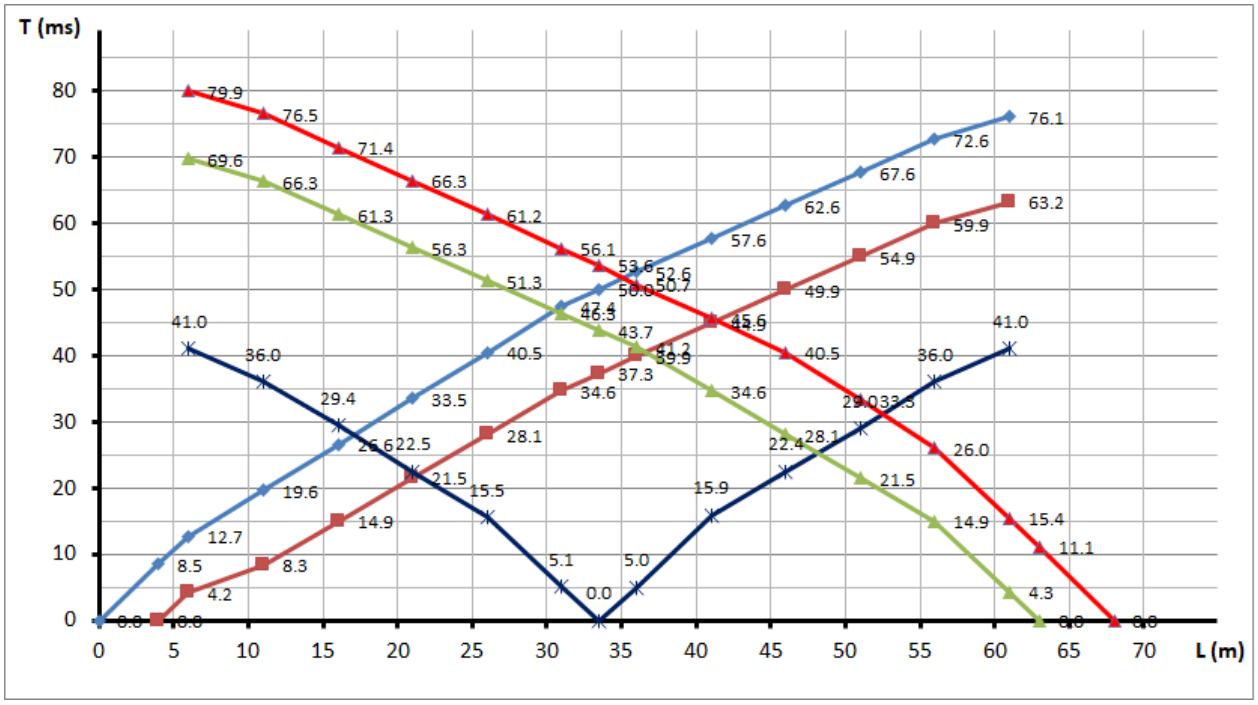


ბ)

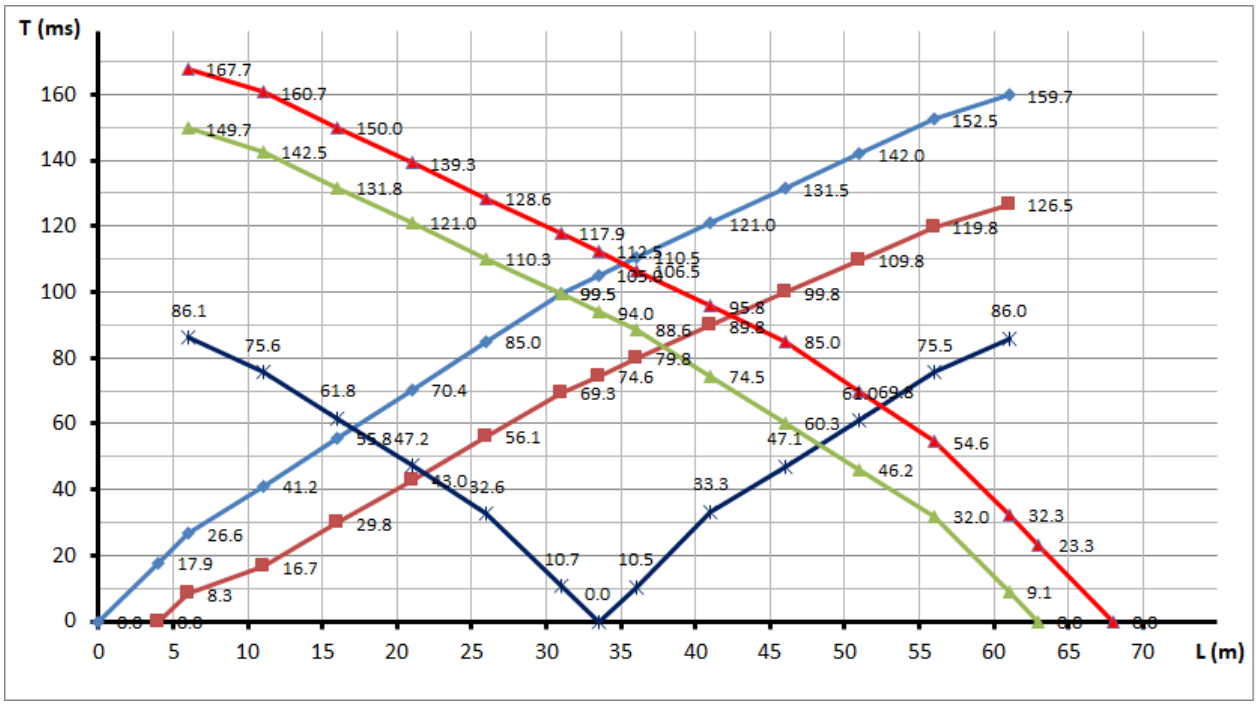


ნახ. 1.4. I – I პროფილისათვის სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარეების გოდოგრაფები: ა) გრძივი ტალღის (V_P); ბ) განივი ტალღის (V_S).

ა)

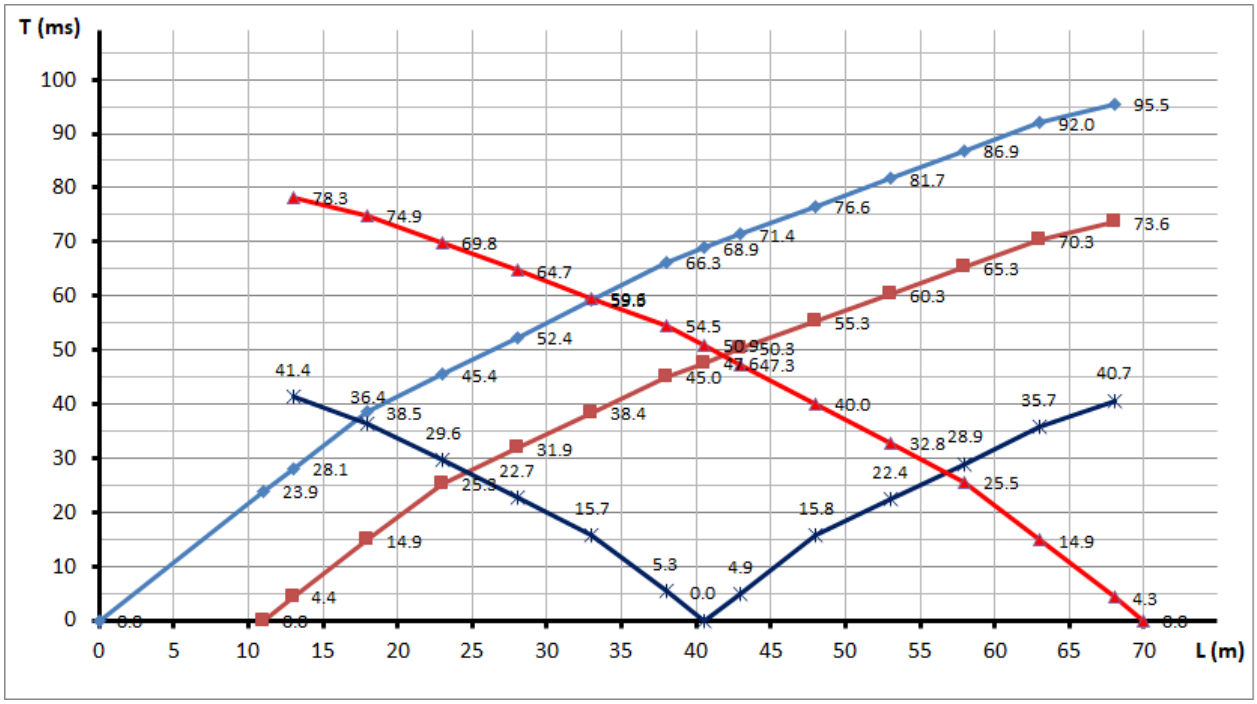


ბ)

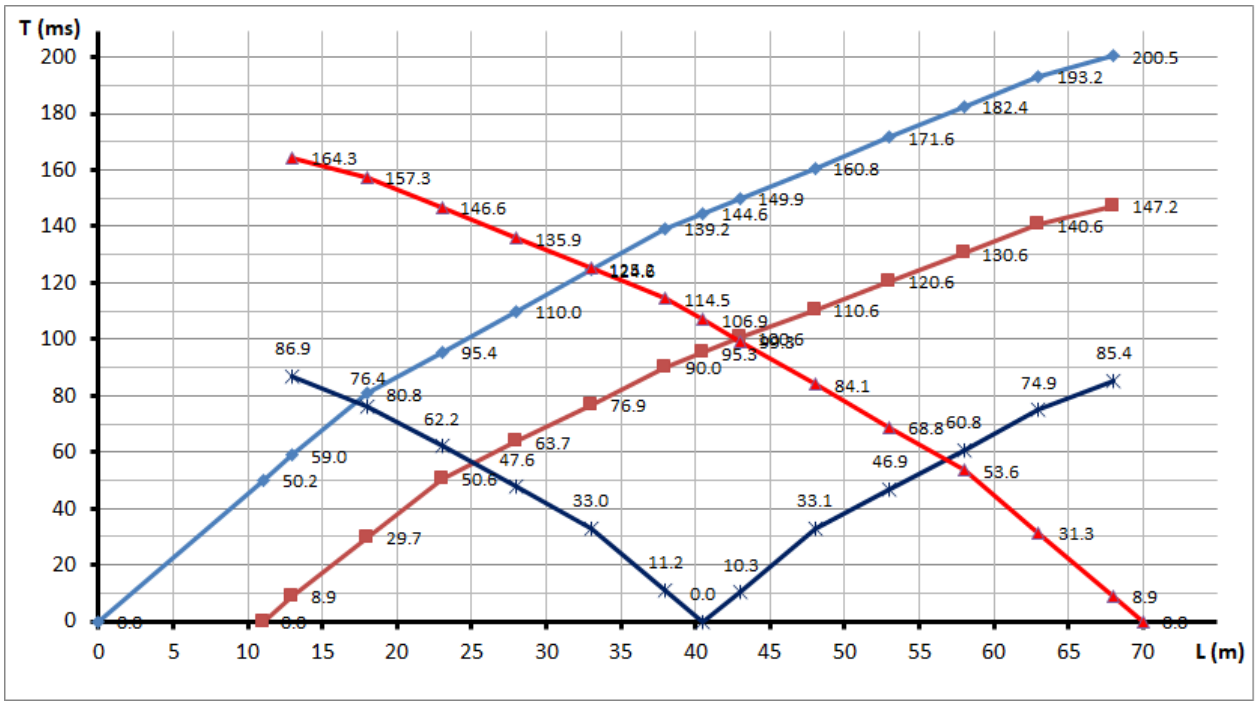


ნახ. 1.5. II – II პროფილისათვის სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარეების გოდოგრაფები: ა) გრძივი ტალღის (V_P); ბ) განივი ტალღის (V_S).

ა)



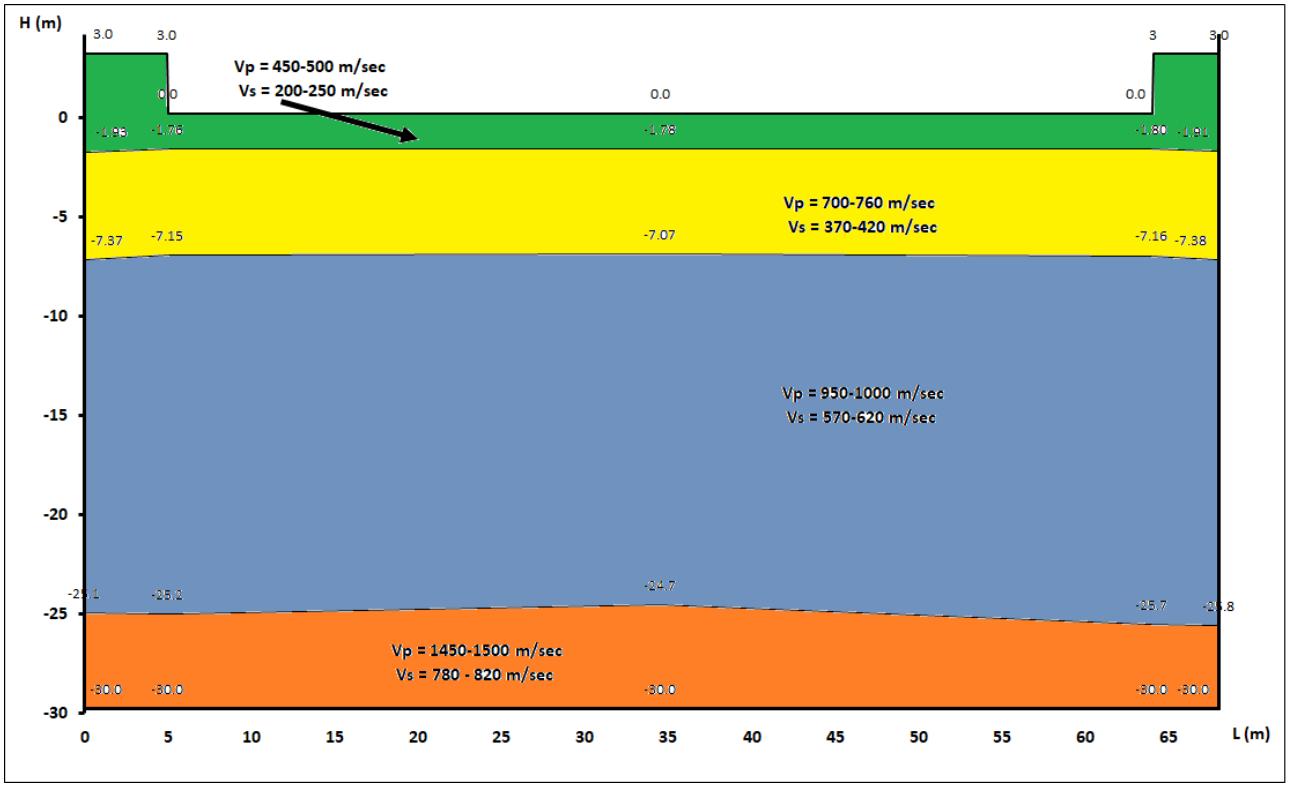
ბ)



ნახ. 1.6. III – III პროფილისათვის სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარეების გოდოგრაფები: ა) გრძივი ტალღის (V_P); ბ) განივი ტალღის (V_S).

RAS-24 ტიპის სეისმომიმღებით მიღებული ჩანაწერების დამუშავების შედეგად განისაზღვრა დრეკადი ტალღების გრძივი (V_P) და განივი (V_S) გავრცელების სიჩქარეების მნიშვნელობები. მიღებული შედეგების საფუძველზე I–I, II-II და III-III პროფილებისათვის აგებულ იქნა დრეკადი სეისმური ტალღების გავრცელების გრძივი V_P და განივი V_S სიჩქარეების გოდოგრაფები, რომლებიც მოყვანილია 1.4-1.6 ა) და ბ) ნახაზებზე.

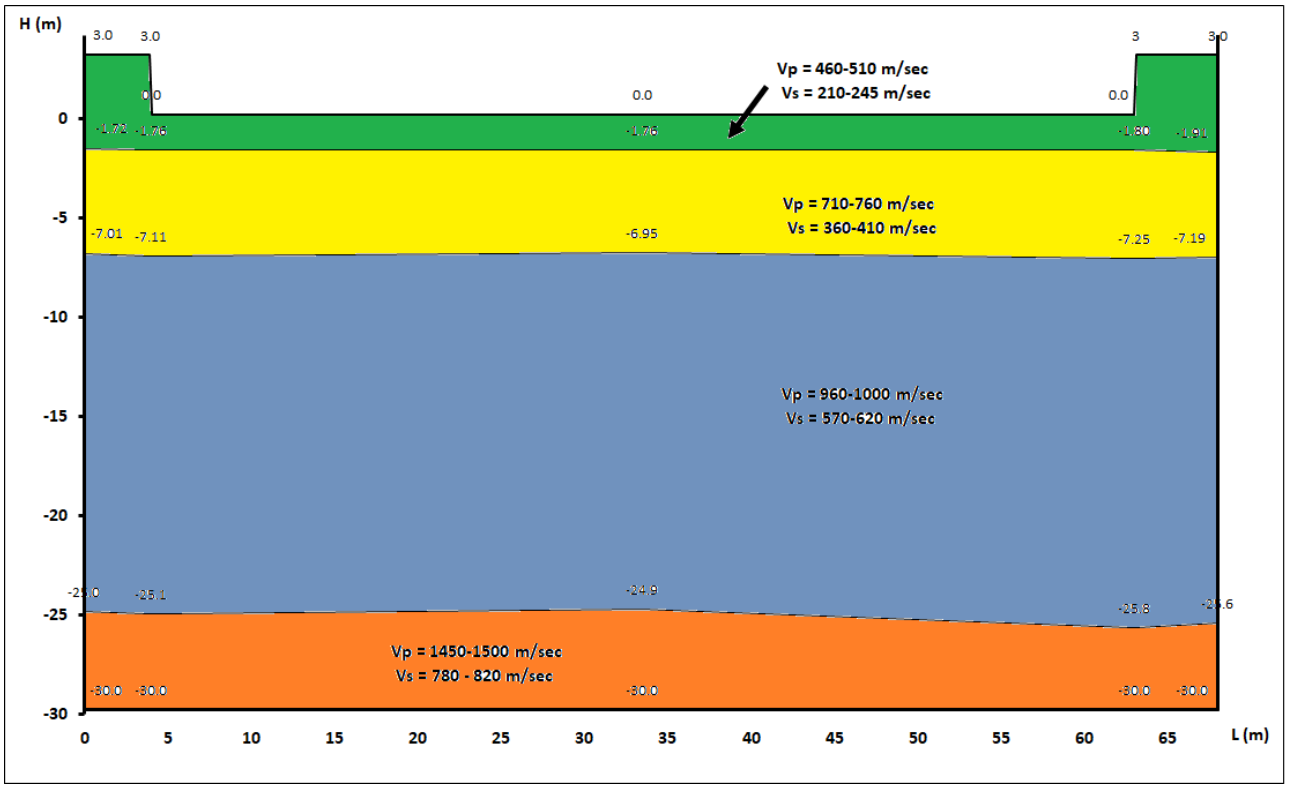
მიღებული გოდოგრაფის შემდგომი დამუშავება განხორციელდა გეოფიზიკური კვლევებისათვის განკუთვნილი სპეციალური კომპიუტერული პროგრამის „WinSism-9“-ის და სტანდარტული საოფისე პროგრამა „EXEL“-ის გამოყენებით. სამშენებლო მოედნის ამგებ გრუნტებში დრეკადი გრძივი V_P და განივი V_S სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარეების მნიშვნელობები გეოლოგიური სიღრმის შესაბამისად ნაჩვენებია 1.7-1.9 ნახაზებზე.



ნახ. 1.7. I – I სეისმური პროფილი გრძივი (Vp) და განივი (Vs) სიჩქარეებისათვის.

I - I პროფილის (ნახ. 1.7) ვერტიკალურ ღერძზე ნაჩვენებია გეოდეზიური ნიშნულები (±0.00 დაახლოებით შეესაბამება აბსოლიტურ ნიშნულს +473.5 მ), ჰორიზონტალურად კი მანძილი (მეტრებში) პროფილში. სეისმურ პროფილებზე

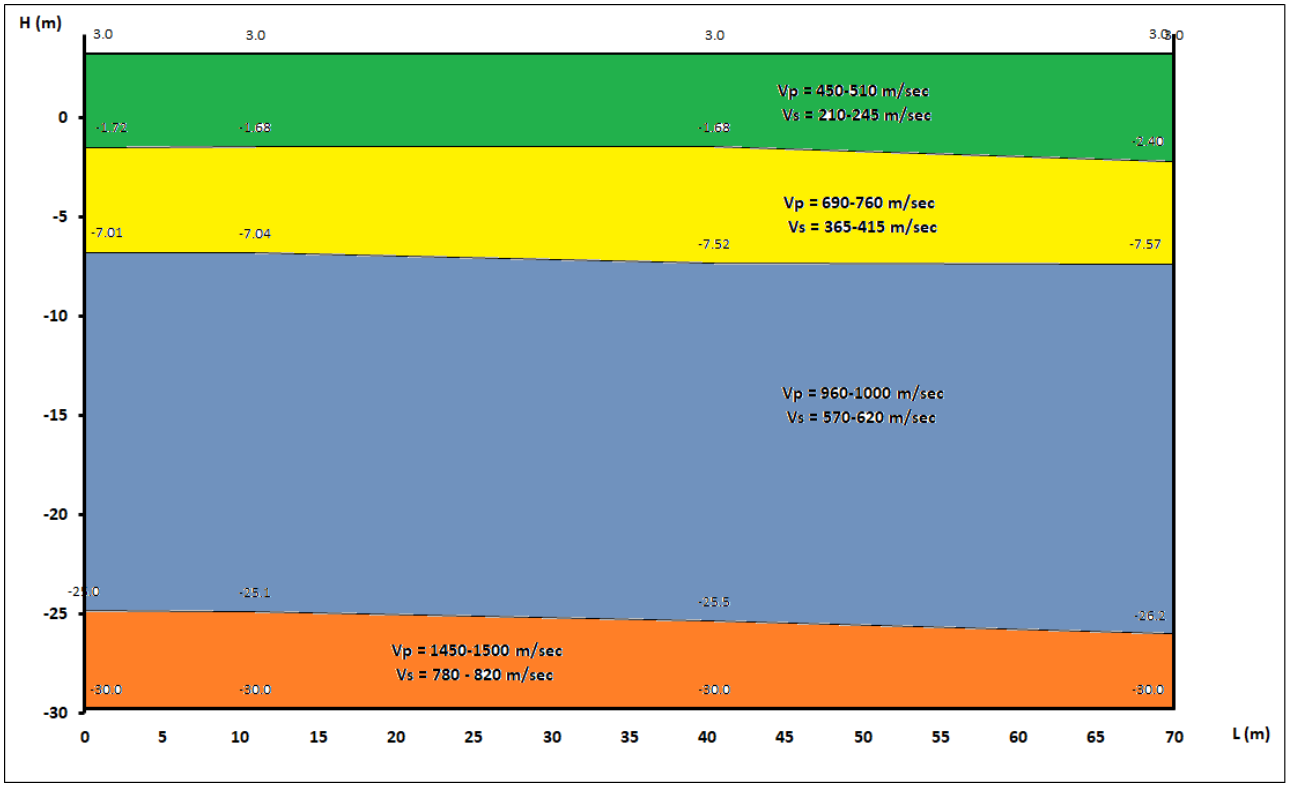
ფერებში წარმოდგენილია სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარე სხვადასხვა სიღემეზე და განფენილობაში. ნახაზიდან ჩანს, რომ სამშენებლო უბანზე გამოიყოფა ოთხი ძირითადი საინჟინრო სეისმოლოგიური შრე: I – ქვაბულის ზედაპირიდან 1.75-1.95 მ სიღრმემდე, რომელშიც V_P=450-500 მ/წმ, V_S=200-250 მ/წმ; II - ზედაპირიდან 1.75-1.95 მ სიღრმიდან 7.15-7.40 მ სიღრმემდე, მასში დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარის სიდიდეა V_P=700-760 მ/წმ, V_S=370-420 მ/წმ; III - ზედაპირიდან 7.15-7.40 მ სიღრმიდან 24.10-25.80 მ სიღრმემდე, მასში დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარის სიდიდეა V_P=950-1000 მ/წმ, V_S=570-620 მ/წმ; IV - ზედაპირიდან 24.10-25.80 მ სიღრმიდან ქვევით (ჩვენ შემთხვევაში 30.0 მ სიღრმემდე), ხასიათდება დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარეების შედარებით დიდი მნიშვნელობებით V_P=1450-1500 მ/წმ, V_S=780-820 მ/წმ.



ნახ. 1.8. II – II სეისმური პროფილი გრძივი (Vp) და განივი (Vs) სიჩქარეებისათვის.

II - II პროფილის (ნახ. 1.8) ვერტიკალურ ღერძზე ნაჩვენებია გეოდეზიური ნიშნულები (±0.00 დაახლოებით შეესაბამება აბსოლიტურ ნიშნულს +473.5 მ), ჰორიზონტალურად კი მანძილი (მეტრებში) პროფილში. სეისმურ პროფილებზე ფერებში წარმოდგენილია სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარე სხვადასხვა სიღემეზე და განფენილობაში. ნახაზიდან ჩანს, რომ სამშენებლო უბანზე გამოიყოფა

ოთხი ძირითადი საინჟინრო სეისმოლოგიური შრე: I – ქვაბულის ზედაპირიდან 1.70-1.90 მ სიღრმემდე, რომელშიც V_P=460-510 მ/წმ, V_S=210-245 მ/წმ; II - ზედაპირიდან 1.70-1.90 მ სიღრმიდან 7.05-7.25 მ სიღრმემდე, მასში დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარის სიდიდეა V_P=710-760 მ/წმ, V_S=360-410 მ/წმ; III - ზედაპირიდან 7.05-7.25 მ სიღრმიდან 24.90-25.90 მ სიღრმემდე, მასში დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარის სიდიდეა V_P=960-1000 მ/წმ, V_S=570-620 მ/წმ; IV - ზედაპირიდან 24.90-25.90 მ სიღრმიდან ქვევით (ჩვენ შემთხვევაში 30.0 მ სიღრმემდე), ხასიათდება დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარეების შედარებით დიდი მნიშვნელობებით V_P=1450-1500 მ/წმ, V_S=780-820 მ/წმ.



ნახ. 1.9. III – III სეისმური პროფილი გრძივი (Vp) და განივი (Vs) სიჩქარეებისათვის.

III - III პროფილის (ნახ. 1.9) ვერტიკალურ ღერძზე ნაჩვენებია გეოდეზიური ნიშნულები (±0.00 დაახლოებით შეესაბამება აბსოლიტურ ნიშნულს +476.5 მ), ჰორიზონტალურად კი მანძილი (მეტრებში) პროფილში. სეისმურ პროფილებზე ფერებში წარმოდგენილია სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარე სხვადასხვა სიღემეზე და განფენილობაში. ნახაზიდან ჩანს, რომ სამშენებლო უბანზე გამოიყოფა ოთხი ძირითადი საინჟინრო სეისმოლოგიური შრე: I – ქვაბულის ზედაპირიდან 4.68-5.40 მ სიღრმემდე, რომელშიც V_P=450-510 მ/წმ, V_S=210-245 მ/წმ; II - ზედაპირიდან 4.68-5.40 მ

სიღრმიდან 10.05-10.40 მ სიღრმემდე, მასში დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარის სიდიდეა V_P=690-760 მ/წმ, V_S=365-415 მ/წმ; III - ზედაპირიდან 10.05-10.40 მ სიღრმიდან 28.05-29.20 მ სიღრმემდე, მასში დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარის სიდიდეა V_P=960-1000 მ/წმ, V_S=570-620 მ/წმ; IV - ზედაპირიდან 28.05-29.20 მ სიღრმიდან ქვევით (ჩვენ შემთხვევაში 30.0 მ სიღრმემდე), ხასიათდება დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარეების შედარებით დიდი მნიშვნელობებით V_P=1450-1500 მ/წმ, V_S=780-820 მ/წმ.

დრეკადი დეფორმაციები და ძვრა დინამიკური (სეისმური) ზემოქმედებისას ხასიათდება შემდეგი ძირითადი პატამეტრებით: დინამიკური დეფორმაციის (იუნგის) მოდულით $\mathbf{E_D}$; დინამიკური ძვრის მოდულით $\mathbf{G_D}$ და პუასონის კოეფიციენტით $\boldsymbol{\mu}$ [1.2, 1.3]. აღნიშნული სიდიდეების მნიშვნელობები I-I, II-II, III-III, IV-IV, V-V და VI-VI პროფილებისათვის მოყვანილია შესაბამისად ცხრილ 1.1-1.6-ში, ხოლო საანგარიშო ფორმულები ქვევით:

ძვრის მოდული $$\mathbf{G_D} = \rho\, \boldsymbol{Vs^2} \qquad (1.1)$$

დეფორმაციის მოდული $$\boldsymbol{E_D} = \mathbf{2}\boldsymbol{Vs^2}(\mathbf{1} + \mu) \qquad (1.2)$$

პუასონის კოეფიციენტი $$\boldsymbol{\mu} = \frac{\mathbf{1}-\mathbf{2}(\boldsymbol{Vs}/\boldsymbol{Vp})^{\mathbf{2}}}{\mathbf{2}-\mathbf{2}(\boldsymbol{Vs}/\boldsymbol{Vp})^{\mathbf{2}}} \qquad (1.3)$$

ცხრილი 1.1

ელემენტის #	Vp (მ/წმ)			Vs (მ/წმ)			E_D(მპა)			G_D(მპა)			μ		
I	450.0	-	500.0	200.0	-	250.0	99.1	-	150.0	72.0	-	112.5	0.42	-	0.44
II	700.0	-	760.0	370.0	-	420.0	321.9	-	406.5	246.4	-	317.5	0.37	-	0.38
III	950.0	-	1000.0	570.0	-	620.0	712.7	-	821.9	584.8	-	691.9	0.32	-	0.34
IV	1450.0	-	1500.0	780.0	-	820.0	1419.7	-	1557.6	1095.1	-	1210.3	0.30	-	0.31

ცხრილი 1.2

ელემენტის #	Vp (მ/წმ)			Vs (მ/წმ)			E_D(მპა)			G_D(მპა)			μ		
I	460.0	-	510.0	210.0	-	245.0	108.6	-	145.9	79.4	-	108.0	0.42	-	0.44
II	710.0	-	760.0	360.0	-	410.0	309.6	-	391.8	233.3	-	302.6	0.37	-	0.38
III	960.0	-	1000.0	570.0	-	630.0	718.0	-	836.6	584.8	-	714.4	0.32	-	0.34
IV	1450.0	-	1500.0	780.0	-	820.0	1419.7	-	1557.6	1095.1	-	1210.3	0.30	-	0.31

ცხრილი 1.3

ელემენტის #	Vp (მ/წმ)			Vs (მ/წმ)			E_D(მპა)			G_D(მპა)			μ		
I	450.0	-	510.0	210.0	-	245.0	108.0	-	145.9	79.4	-	108.0	0.42	-	0.44
II	690.0	-	760.0	365.0	-	415.0	313.1	-	399.2	239.8	-	310.0	0.37	-	0.38
III	960.0	-	1000.0	570.0	-	620.0	718.0	-	821.9	584.8	-	691.9	0.32	-	0.31
IV	1450.0	-	1500.0	780.0	-	820.0	1419.7	-	1557.6	1095.1	-	1210.3	0.30	-	0.31

2. სამშენებლო უბნის სეისმურობის დაზუსტება

სამშენებლო ტერიტორიების ამგები ფუძე-გრუნტების ძირითადი საინჟინრო-სეისმოლოგიური პარამეტრების და სამშენებლო ტერიტორიის საანგარიშო სეისმურობის დაზუსტების საკითხების შესწავლისას გამოყენებული იქნა:

1. შ.პ.ს. „თბილინვესპროექტი“-ს საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ტექნიკური ანგარიში: „ქ. თბილისში, ალ. ყაზბეგის გამზ. #34, ნაკვ. # 01.14.03.040.220-ში მრავალფუნქციური საცხოვრებელი სახლის პროექტი. საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ტექნიკური ანგარიში“, თბილისი 2021 [2.1].
2. კირიაკ ზავრიევის სამშენებლო მექანიკის და სეისმომედეგობის ინსტიტუტის მიერ 1973-1974 წლებში შედგენილი სამეცნიერო-ტექნიკური ანგარიში თემაზე: „ქ.თბილისის ტერიტორიის სეისმური მიკროდარაიონება“ [2.2].

სამშენებლო მოედნის სეისმურობის დაზუსტება ხორციელდება სეისმური სიხისტეების მეთოდით, რომელიც გულისხმობს სეისმურობის დაზუსტებას, ეტალონური გრუნტის აკუსტიკური სიხისტის შედარებით საკვლევი გრუნტის სიხისტესთან და იანგარიშება შემდეგი ფორმულით [2.3, 2.4, 2.5]:

$$I = I_0 + \Delta I \qquad (2.1)$$

სადაც, I არის დაზუსტებული ბალიანობის მნიშვნელობა; I_0 - ეტალონური გრუნტის ბალიანობა, რომელიც განისაზღვრება სეისმური მიკროდარაიონებით; ΔI - ბალიანობის ნამატი, რომელიც განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta I = 1.67 \lg (V_0 \times \rho_0 / V_i \times \rho_i) \qquad (2.2)$$

სადაც, V_0 და ρ_0 არის ეტალონური გრუნტისათვის შესაბამისად დრეკადი განივი (ან გრძივი) ტალღის სიჩქარე და სიმკვრივე, V_i და ρ_i არის საკვლევი გრუნტისათვის შესაბამისი სიჩქარე და სიმკვრივე.

[2.2] ნაშრომის მიხედვით ქ. თბილისის სეისმური მიკროდარაიონებითი სამუშაოების შესრულებისას ეტალონურ გრუნტად მიღებულ იქნა ქვიშაქვები არგილიტების მონაცვლეობით, რომელიც ხასიათდება შემდეგი დინამიური მახასიათებლებით: გრძივი ტალღის გავრცელების სიჩქარე V_{P0}=2000 მ/წმ; სიმკვრივე ρ_0=2400 კგ/მ^3, ხოლო მათი სეისმურობა დღეისათვის შეფასებულია 7 ბალით.

სამშენებლო ნორმების პნ 01.01-09 [2.6], ცხრილი 1-ის მე-2 შენიშვნის შესაბამისად „სამშენებლო მოედნის არაერთგვაროვანი გრუნტების შემთხვევაში, თავისი სეისმური თვისებებით, ისინი მიეკუთვნებიან უფრო არახელსაყრელ გრუნტის კატეგორიას, თუ გრუნტის 10 მ-იან შრის ფარგლებში (დაგეგმარების ნიშნულიდან) არახელსაყრელი შრე ხასიათდება 5 მ-ზე მეტი სისქით“.

სამშენებლო მოედანზე საკვლევი გრუნტისათვის V_i და ρ_i -ის გასაშუალოებული მნიშვნელობები დადგენილია [2.1]-ის და წინამდებარე ანგარიშის პირველ თავში აღწერილი სიდიდეების გასაშუალოებული სტატისტიკური მახასიათებლების მიხედვით (ყველაზე არახელსაყრელი 5 მეტრიანი შრისათვის) და შესაბამისად შეადგენს: V_P = 828±46 მ/წმ; ρ = 1908±38 კგ/მ^3.

აღნიშნული სიდიდეების გათვალისწინებით ბალიანობის ნამატი შეადგენს

$$\Delta I = 1.67 \lg [(2000 \times 2400) / ((828\pm46) \times (1908\pm38))] = 0.807261 \pm 0.054781$$

(1 ბალი).

სამშენებლო ტექნიკური რეგლამენტის „სეისმომედეგი მშენებლობა“ [2.6] მე-3 მუხლის მე-15 პუნქტის მიხედვით, იმავე დოკუმენტის 1-ლი და მე-2 დანართებში განსაზღვრული საანგარიშო ბალი და პიკური ჰორიზონტალური აჩქარების მნიშვნელობები მიეკუთვნება საშუალო (მე-II კატეგორიის) სეისმური თვისებების გრუნტებს, რომლებისათვისაც გრუნტების პარამეტრები V_{P0}=500-700 მ/წმ და ρ_0= 1700-

1800 კგ/მ^3 [2.3, 2.4, 2.5], ხოლო საწყისი ბალიანობა 8. თუ ბალიანობის ნამატს დავითვლით საშუალო გრუნტებისათვის მივიღებთ, რომ

$\Delta I = 1.67 \lg [(600\pm100) \times (750\pm50) / ((828\pm46) \times (1908\pm38))] = (- 0.162793 \pm 0.054781)$ (0 ბალი).

აკუსტიკური სიხისტეების მეთოდით სამშენებლო ტერიტორიაზე ანგარიშით მიღებული ბალიანობის ნაზრდმა შეადგინა: ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის $\Delta I = 0.807261 \pm 0.054781$ (1 ბალი), ხოლო ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის $\Delta I = (- 0.162793 \pm 0.054781)$ (0 ბალი), ესეიგი დაზუსტებული ბალიანობის მნიშვნელობა და შესაბამისად საანგარიშო სეისმურობა სამშენებლო მოედნისათვის შეადგენს I = 8 ბალს.

სამშენებლო ტექნიკური რეგლამენტის „სეისმომედეგი მშენებლობა“ [2.6] მე-3 მუხლის მე-16 პუნქტის მიხედვით, ვინაიდან სამშენებლო უბნის სეისმურობა არ იცვლება, ამიტომ იმავე დოკუმენტის 1-ლი დანართით განსაზღვრული მაქსიმალური ჰორიზონტალური აჩქარების მნიშვნელობა, რომელიც ქ. თბილისისათვის შეადგენს 0.17g-ს, რჩება უცვლელი ან უნდა დაკორექტირდეს შემდეგი ფორმულით [2.4, 2.5]:

$$\lg A/A_0 = [1.67 \lg [(V_0 \times \rho_0)/(V_i \times \rho_i)]/3.3 \qquad (2.3)$$

სადაც, A საკვლევი უბნის გრუნტის მაქსიმალური აჩარების მნიშვნელობაა; A_0 - იგივე ეტალონურ გრუნტში; V_0 და ρ_0 არის [2.2, 2.4, 2.5]-ში მითითებული ეტალონური (საშუალო) გრუნტების პარამეტრები:

ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის - V_{P0}=2000 მ/წმ, ρ_0=2400 კგ/მ^3

ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის - V_{P0}=500-700 მ/წმ, ρ_0 = 1700-1800 კგ/მ^3

ხოლო V_i და ρ_i არის საკვლევი გრუნტისათვის შესაბამისად გრძივი ტალღის სიჩქარე და სიმკვრივე და შეადგენს V_P = 828±46 მ/წმ; ρ = 1908±38 კგ/მ^3 ე.ი.

ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის

lgA/A_0 = {1.67 lg [(2000x2400) / ((828±46) x (1908±38))] /3.3} =

= (0.244625 ± 0.016600)

ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის

lgA/A_0 = {1.67 lg [((600±100)x(1750±50)) / ((828±46) x (1908±38))] /3.3} =

= (-0.049331 ± 0.016600)

შესაბამისად

ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის

$A = 10^{[(0.244625 \pm 0.016600)]}$ x 0.085g = [1.757688 ± 0.067152] x0.085g = (0.14940 ± 0.00571) g

ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის

$A = 10^{[(-0.049331 \pm 0.016600)]}$ x 0.17g = [0.893277 ± 0.034128] x 0.17g = (0.15186 ± 0.00580) g

ანალიზის შედეგად მივიღეთ, რომ კორექტირებული ჰორიზონტალური აჩქარების მნიშვნელობა შეადგენს **0.158 g**-ს (**1.550** მ/წმ^2).

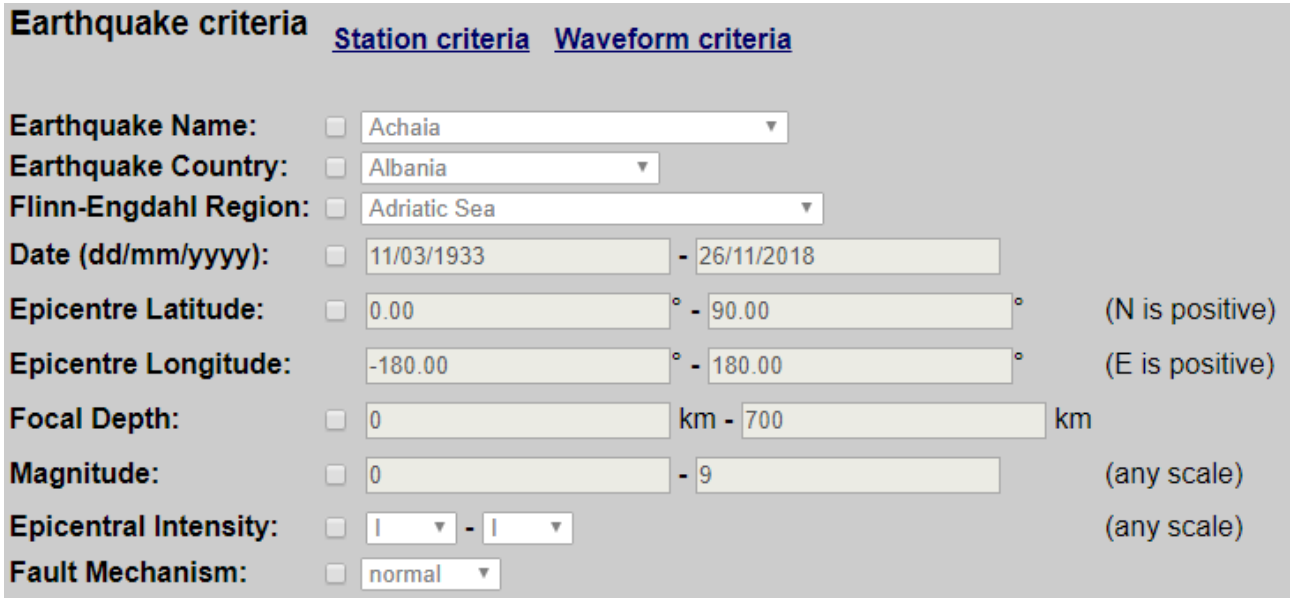
ტოპოგრაფიული რუკის (გეგმის) ანალიზი გვიჩვენებს, რომ სამშენებლო უბანზე რელიეფის დახრა ალ. ყაზბეგის გამზირის მიმართულებით შეადგენს 1-4^0 -ს რაც არ აღემატება 15^0-ს, ამიტომ რელიეფის (ტოპოგრაფიული) გაძლიერების კოეფიციენტის გათვალისწინება აუცილებელი არ არის (პნ 01.01-09 მუხლი 3, პ17 [2.6], EN 1998-5. 2004. A დანართი, პუნქტი A.2 [2.7]). ე.ი. ვღებულობთ, რომ საანგარიშო ჰორიზონტალური აჩქარების მნიშვნელობა შეადგენს **0.158 g**-ს (**1.550** მ/წმ^2).

3. აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა

3.1 აქსელეროგრამების შერჩევა ზოგადი პრინციპებით

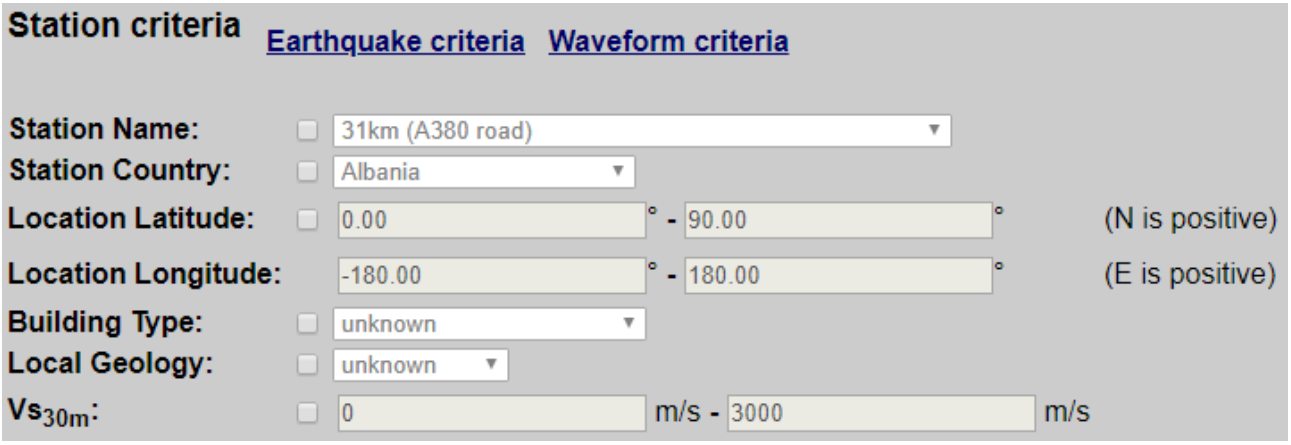
სამშენებლო ობიექტისათვის საანგარიშო აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევას ძირითადად ახორციელებენ შესასწავლი ტერიტორიის სეისმოლოგიური მონაცემების, ჩამწერი სეისმომეტრიული სადგურების მონაცემების, ტერიტორიის ლოკალური პატამეტრების და საპროექტო შენობების მოდალური მახასიათებლების მიხედვით.

ნახ. 3.1-ზე ილუსტაციის მიზნით წარმოდგენილია აქსელეროგრამის შერჩევა მოსალოდნელი მიწისძვრის ისეთი კრიტერიუმებით, როგორიცაა: მიწისძვრის სახელი; ქვეყანა; რეგიონები; თარიღი; ეპიცენტრალური კოორდინატები; ფოკალური სიღრმე; მაგნიტუდა; ეპიცენტრალური ინტენსივობა; მიწისძვრის მექანიზმი.



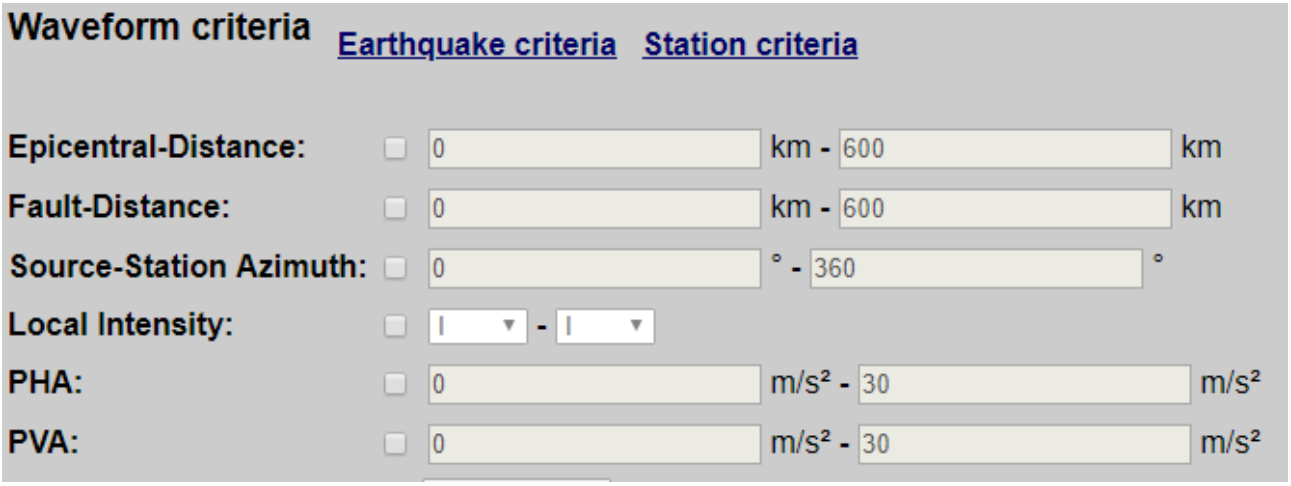
ნახ. 3.1 აქსელეროგრამის შერჩევა მიწისძვრის კრიტერიუმებით.

ნახ. 3.2-ზე ილუსტაციის მიზნით წარმოდგენილია აქსელეროგრამის შერჩევა ჩამწერი სეისმომეტრიული სადგურის ისეთი კრიტერიუმებით, როგორიცაა: ჩამწერი სადგურის ნომერი; ლოკაციის კოორდინატები; შენობის ტიპი; ლოკალური გეოლოგია; 30 მეტრიანი ფენის განივი ტალღის საშუალო სიჩქარის დიაპაზონი.



ნახ. 3.2 აქსელეროგრამის შერჩევა სეისმური სადგურის მონაცემებით.

ნახ. 3.3-ზე ილუსტაციის მიზნით წარმოდგენილია აქსელეროგრამის შერჩევა მიწისძვრის ტალღების ისეთი კრიტერიუმებით, როგორიცაა: ეპიცენტრალური და ჰიპოცენტრალური მანძილი; კუთხის აზიმუტი; ლოკალური ინტენსივობა; პიკური ჰორიზონტალური აჩქარება, პიკური ვერტიკალური აჩქარება.



ნახ. 3.3 აქსელეროგრამის შერჩევა მიწისძვრის ტალღების კრიტერიუმებით.

ჩვენ შემთხვევაში ზოგადი საინჟინრო-სეისმოლოგიური მონაცემები აღებულია მე-2 თავიდან [2.2], საინჟინრო-გეოლოგიური კი - გეოლოგიური კვლევების დასკვნიდან [2.1], ხოლო სიჩქარეები წინამდებარე ნაშრომის 1-ლი თავიდან.

როგორც ზევით ავღნიშნეთ აქსელეროგრამების შერჩევისას (განსაკუთრებით მაღლივი შენობებისათვის) მნიშვნელოვანია მოდელი „შენობა-გრუნტი“-ს მოდალური მახასიათებლების ცოდნა.

ცნობილია, რომ ერთნაირ სეისმოლოგიურ უბნებზე განთავსებული სხვადასხვა ფერდობისა და გეოლოგიური სტრუქტურის მქონე ფუძე-გრუნტებზე განთავსებული ნაგებობები მიწისძვრის დროს ღებულობს სხვადასხვა რეაქციას, შესაბამისად უმნიშვნელოვანესია ნაგებობების დინამიკური მახასიათებლების ცოდნა სამშენებლო მოედანზე არსებული ფუძე-გრუნტების გათვალისწინებით.

როდესაც უცნობია „ნაგებობა-ფუძე-გრუნტი“ მოდელის მოდალური ანალიზის შედეგები: დომინანტური რხევების პერიოდები, ფორმები, მასათა განაწილება და სხვა, მაშინ უნდა ვისარგებლოთ მიახლოებითი მაჩვენებლებით, როგორც ფუძე-გრუნტებისათვის, ასევე დასაპროექტებელი შენობისათვის.

ფუძე-გრუნტების რეზონანსული რხევების პერიოდის განსაზღვრა შესაძლებელია შემდეგი ფორმულით [3.1]

$$T_{\text{რეზ, n}} = 4 * H / [V_S *(2n-1)] \qquad (3.1)$$

სადაც, $T_{\text{რეზ}}$ საკვლევ უბნზე გრუნტის რეზონანსული რხევების პერიოდია, წმ; H - ფენის (შრის) სიმძლავრე მ; V_S განივი სეისმური ტალღის გავრცელების სიჩქარე, მ/წმ; n - რხევის ფორმა. საკვლევი გრუნტისათვის შესაბამისად განივი სეისმური ტალღის სიჩქარე შეადგენს $V_S = 462\pm28$ მ/წმ.

$$T_{\text{რეზ, 1}} = 4 * 30 / [(462\pm28)*1] = 0.24504 \div 0.27632 \text{ წმ}$$

$$T_{\text{რეზ, 2}} = 4 * 30 / [(462\pm28)*3] = 0.08168 \div 0.09211 \text{ წმ}$$

ტექნიკური დავალების მიხედვით შენობა მიწისზევით 32 სართულიანია, ხოლო მიწისქვევით გააჩნია ორი სართული, ამიტომ დომინანტური რხევების პერიოდი მიიღება მიახლობითი ფორმულით

$$T_1 = (0.1 \div 0.125) \text{ x } N \qquad (4.2)$$

სადაც, T_1 - შენობის საკუთარი რხევების პირველი პერიოდია, წმ; N - შენობაში სართულშუა გადახურვების რიცხვი; $(0.1 \div 0.125)$ კოეფიციენტები აიღება გრუნტის არაწრფივი სეისმური თვისებების გათვალისწინებით. შესაბამისად

$$T_1 = (0.1 \div 0.125) \times 34 = 3.400 \div 4.250 \text{ წმ}$$

აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა (მიწისძვრების ჩანაწერების დომინანტური პერიოდების მიხედვით) განხორციელდა გრუნტების რეზონანსული და შენობის საკუთარი რხევების პერიოდების აღნიშნულ სპექტრალურ ზოლში.

3.2 აქსელეროგრამების შერჩევა პაკეტისათვის და ნორმირება ერთეულ სიდიდეზე

საანგარიშო აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევისათვის გამოყენებულ იქნა, ინტერნეტის ქსელში მოძიებული რესურსები, კერძოდ - ბერკლის უნივერსიტეტის „Pacific Earthquake Engineering Research Center: NGA Database“, გაერთიანებული ევროპის პროექტის „Internet-Site for European Strong-Motion DataBase“ და იტალიური აქსელერომეტრიული არქივის - Italian Accelerometric Archive მონაცემთა ბანკში არსებული აქსელეროგრამები. ქვემოთ მოყვანილია ინტერნეტ საიტები სადაც შესაძლებელია ძლიერი მიწისძვრების ჩანაწერების მოძიება და შერჩევა.

International Strong Motion Databases:

Global databases: PEER Strong Motion Database, COSMOS Consortium of Organizations for Strong Motion Observation Systems, Center for Engineering Strong-Motion Data

National databases: Strong-Motion Sismograph Networks (K-NET, KiK-net) (Japan), Strong Motion Database of Turkey, ITalian Accelerometric Archive, Euroseistest database (Greece), Unified HEllenic Accelerogram Database (Greece), Swiss National Strong Motion Network, Institute of Engineering Seismology and Earthquake Engineering (Greece), Guerrero Accelerograph Network (Mexico), GeoNet (New Zealand).

კვლევების შედეგად მონაცემთა ბაზებიდან მოძიებულ იქნა ოცდასამი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.

საინჟინრო-სეისმომეტრული ინფორმაციის დამუშავების და გამოყენების სახელმძღვანელოებში და რეკომენდაციებში [3.2] დეტალურადაა აღწერილი სამუშაო მეთოდოლოგია და ამიტომ მათ აღწერას აქ არ მოვიყვანთ.

ავღნიშნავთ მხოლოდ აქსელეროგრამების ნორმირების პროცესს: სამკომპონენტიანი აქსელეროგრამების X და Y მდგენელების კვადრატები ჯამდება და მიღებული შედეგიდან ამოიღება კვადრატული ფესვი ($SQRT(X^2+Y^2)$). მიღებული შედეგებიდან იძებნება მაქსიმალური მნიშვნელობა და ამ სიდიდეზე იყოფა თითოეული ჩანაწერი (X, Y, Z მდგენელები).

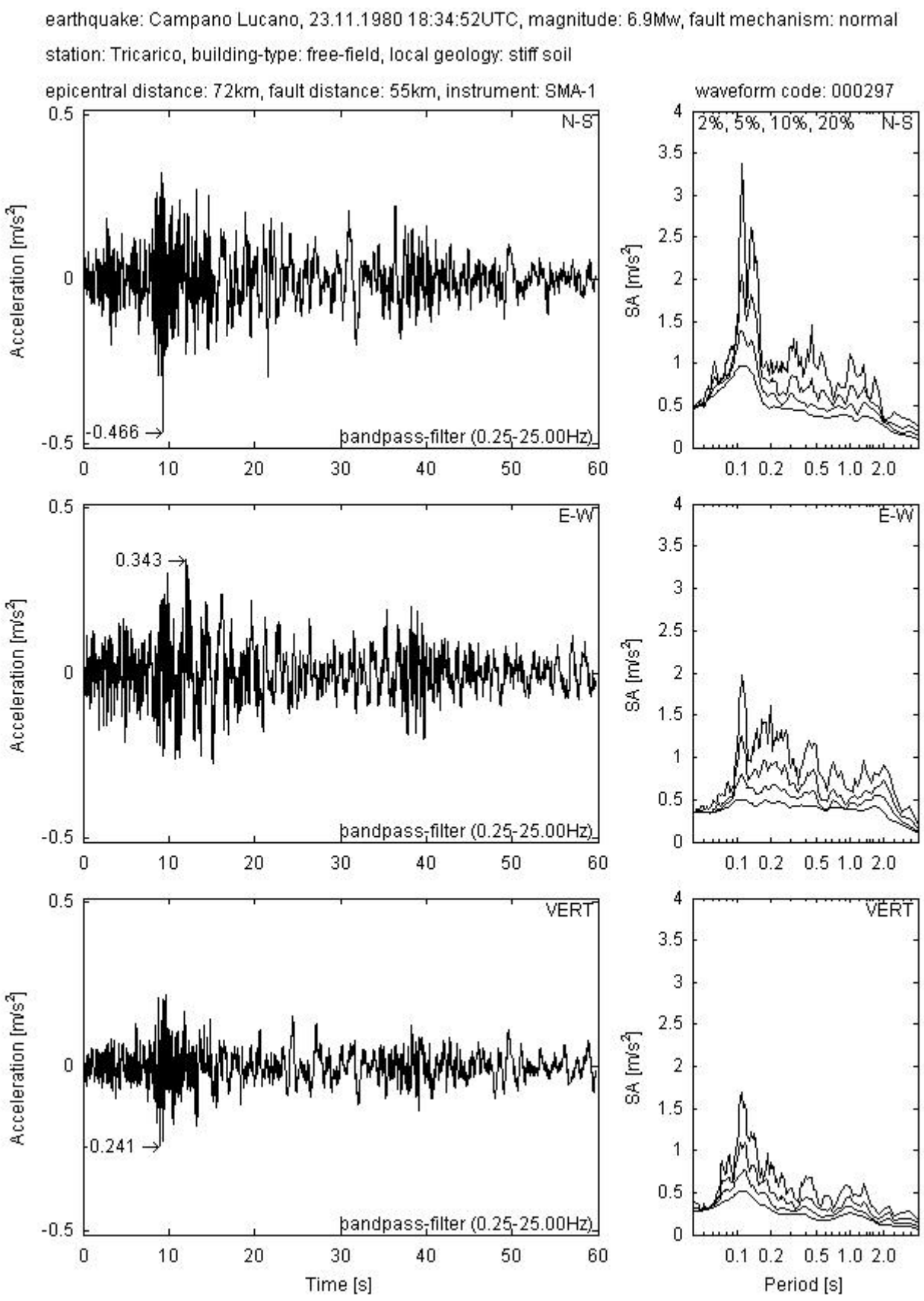
მშენებარე მრავალსართულიანი შენობებისათვის, ტერიტორიის საინჟინრო-სეისმოლოგიური პარამეტრებისა და შენობების დინამიკური მახასიათებლების გათვალისწინებით, შერჩეულ იქნა შემდეგი აქსელეროგრამები:

- 1978 წლის 20 ივნისის „Volvi“-ს მიწისძვრის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
- 1987 წლის 10 ივნისის „Kalamata“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
- 1980 წლის 23 ნოემბრის „Campano Lucano“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
- 1990 წლის 5 მაისის „Potenza“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
- 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
- 1977 წლის 4 მარტის „Bucharest“-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
- 2002 წლის 25 აპრილის „Tbilisi“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.

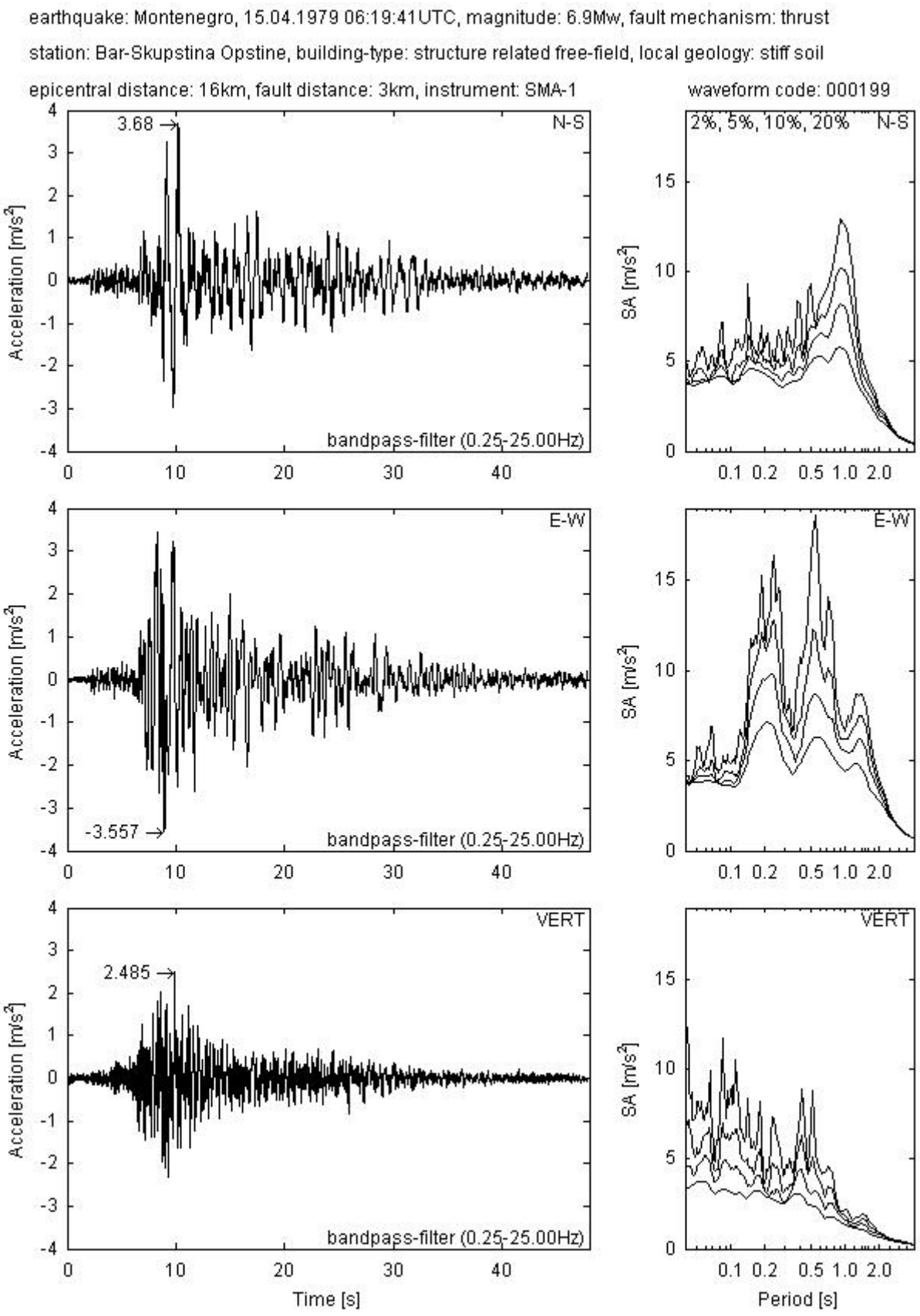
ქვევით ნახ. 3.4-3.5 მოყვანილია ზოგიერთი მიწისძვრის ჩანაწერი და შესაბამისი სპექტრები, ხოლო 3.6-3.12-ზე შერჩეული აქსელეროგრამების ნორმირებული ჩანაწერები და სპექტრები.

გაანგარიშების დროს, ნორმირებული აქსელეროგრამები უნდა გამრავლდეს საანგარიშო აჩქარების მნიშვნელობაზე - **0.158 g ≈ 1.550** მ/წმ^2.

აღნიშნული აქსელეროგრამების ორიგინალური და ნორმირებული ჩანაწერები ციფრული სახით მოცემულია ელექტრონულ ვერსიაში (CD დისკზე), რომელიც თანერთვის წინამდებარე ანგარიშს.

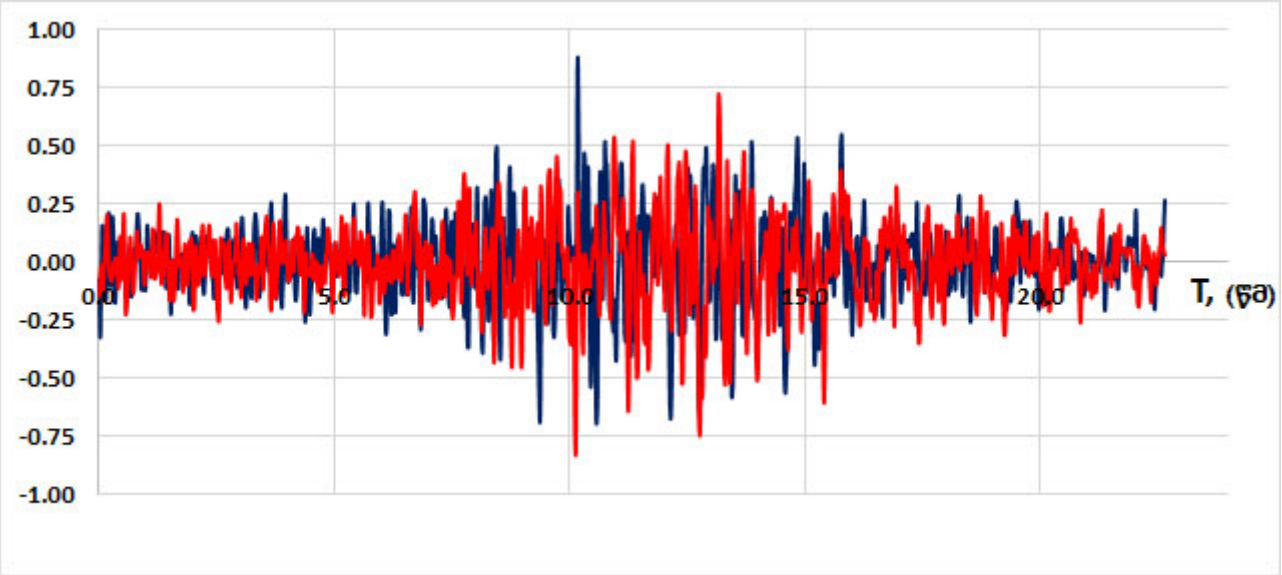


ნახ. 3.4. 1980 წლის 23 ნოემბრის „Campano Lucano“-ს მიწისძვრის ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.

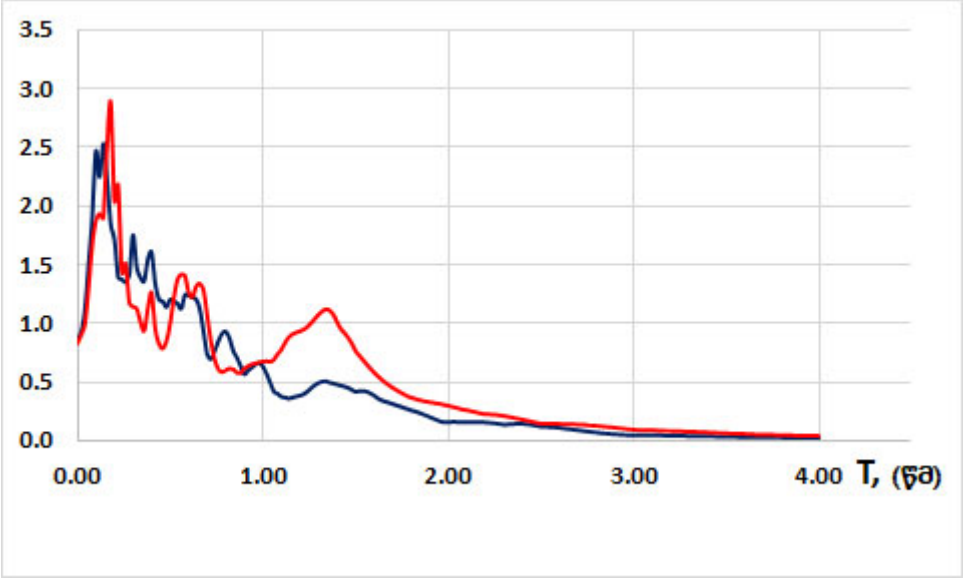


ნახ. 3.5. 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ს მიწისძვრის ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.

ა)



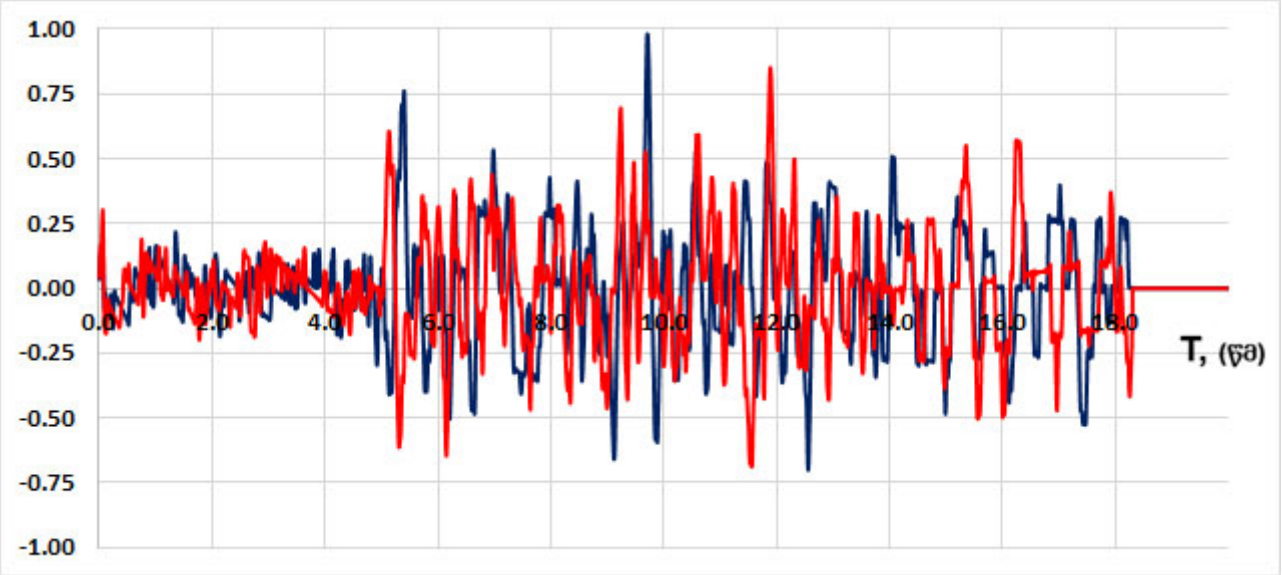
ბ)



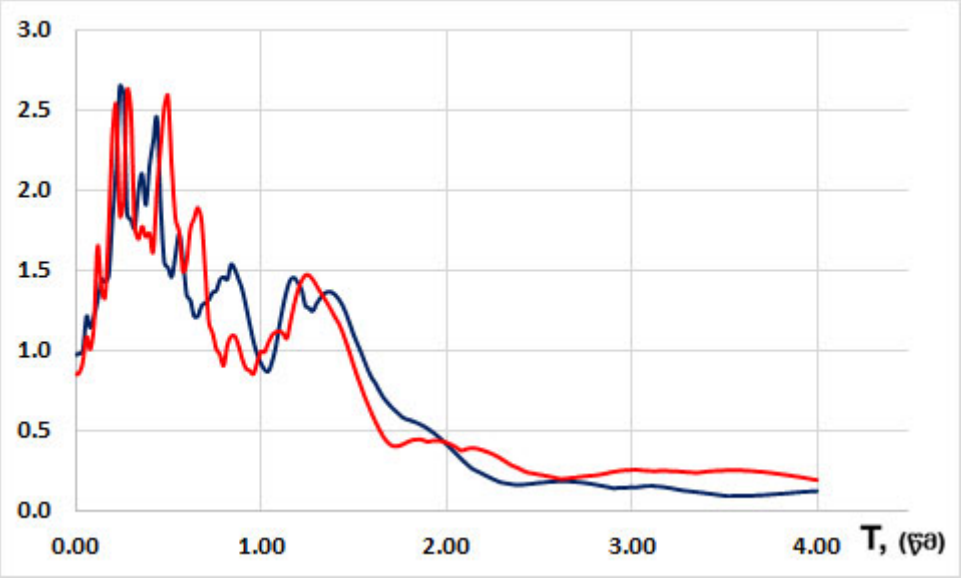
ნახ. 3.6. 1978 წლის 20 ივნისის „Volvi“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

ა) ნორმირებული ჩანაწერები (X, Y); ბ) ნორმირებული სპექტრები (X, Y).

ა)



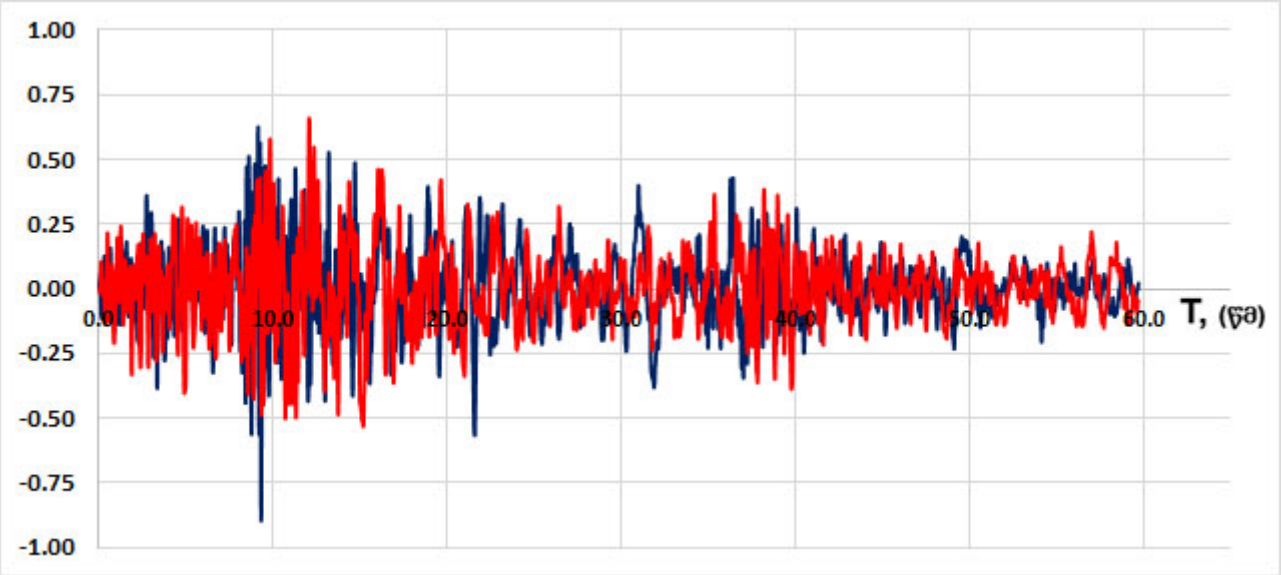
ბ)



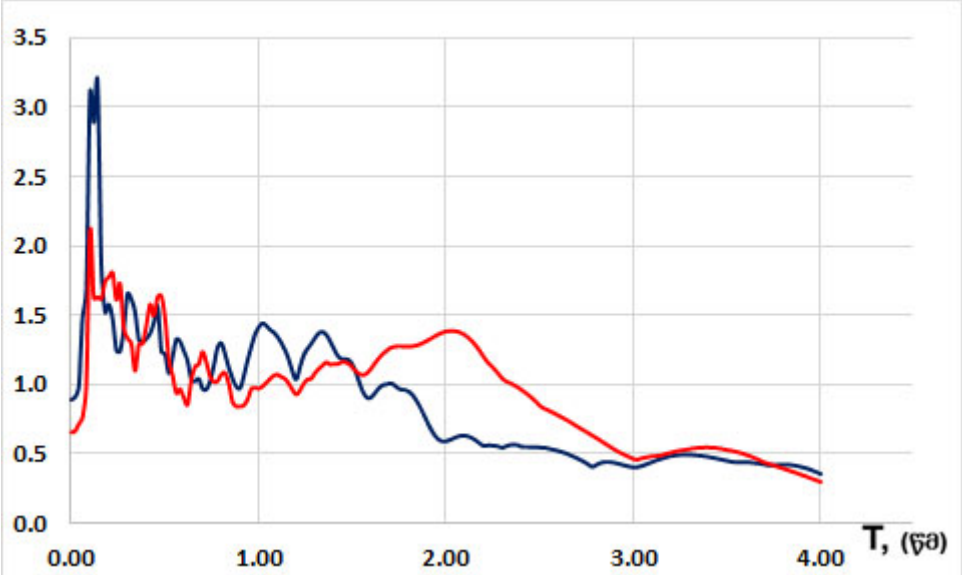
ნახ. 3.7. 1987 წლის 10 ივნისის „Kalamata“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

ა) ნორმირებული ჩანაწერები (X, Y); ბ) ნორმირებული სპექტრები (X, Y).

ა)



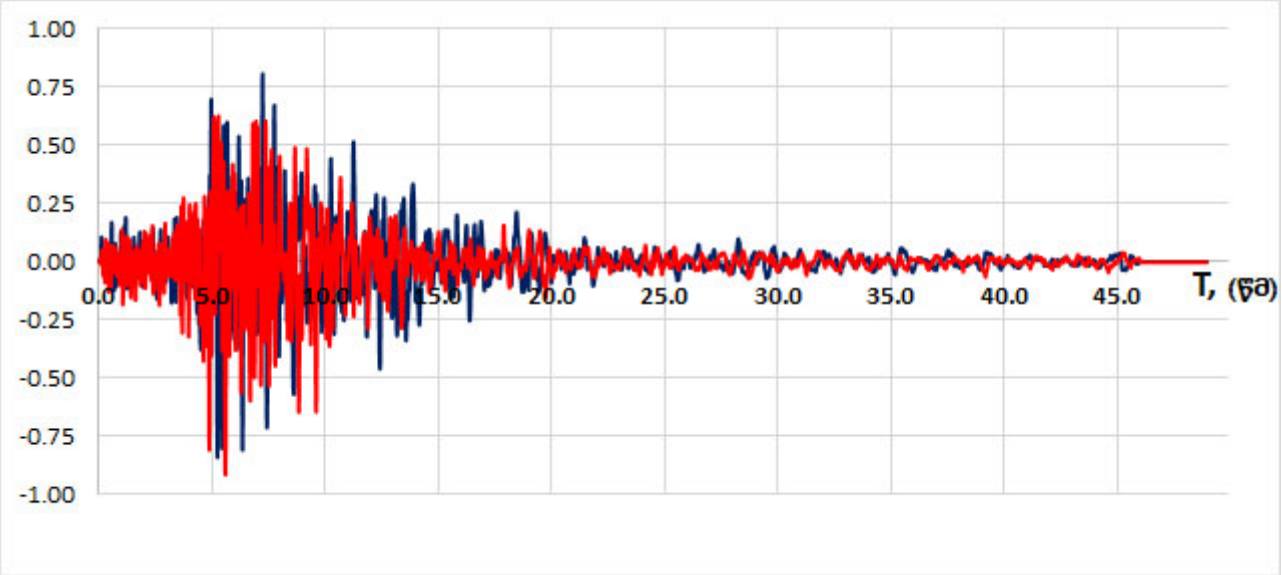
ბ)



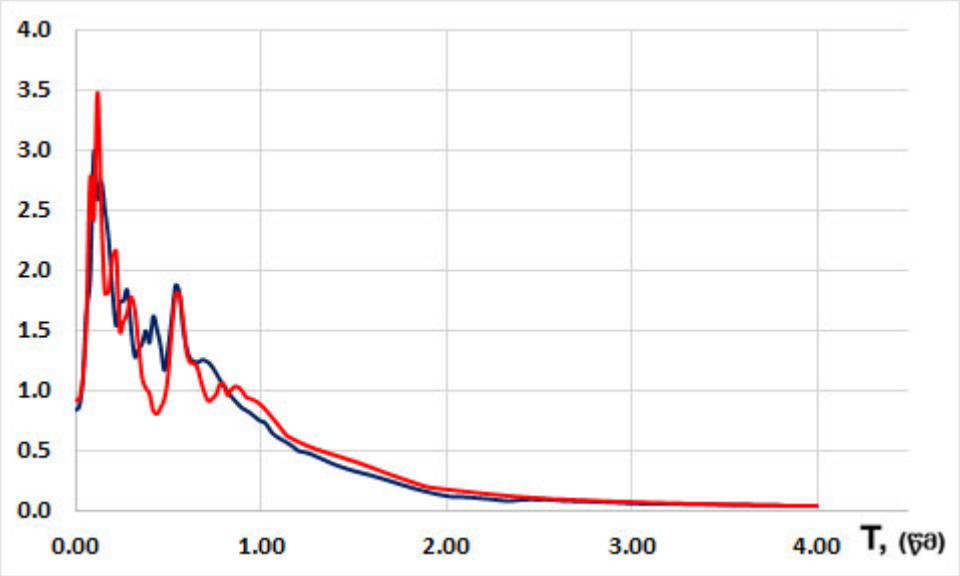
ნახ. 3.8. 1980 წლის 23 ნოემბრის „Campano Lucano“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

ა) ნორმირებული ჩანაწერები (X, Y); ბ) ნორმირებული სპექტრები (X, Y).

ა)



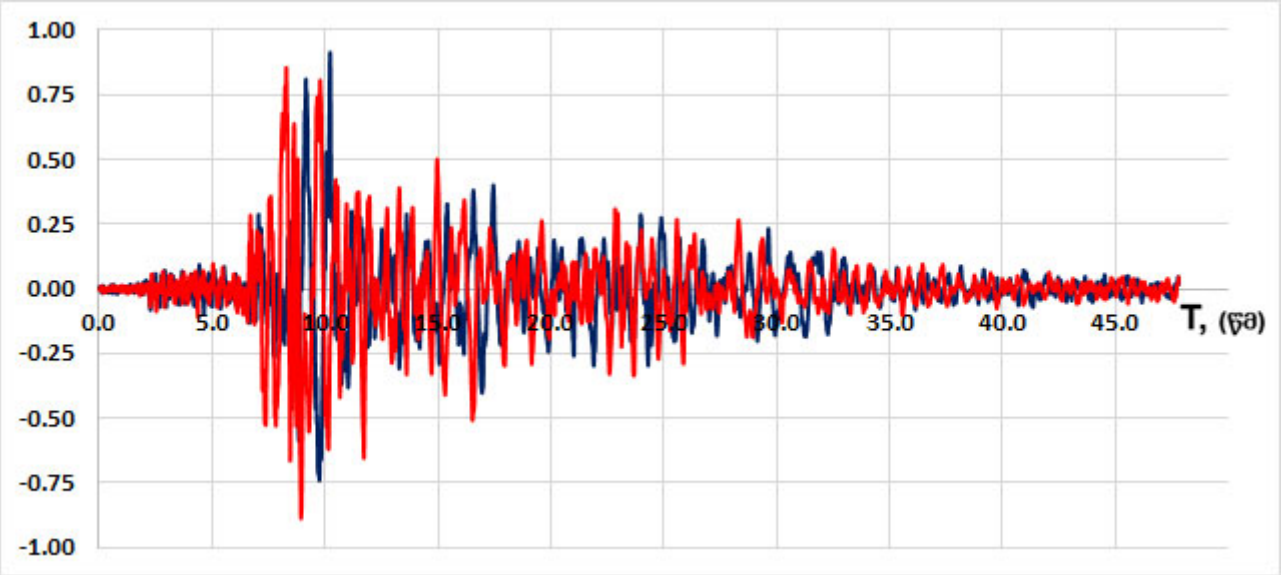
ბ)



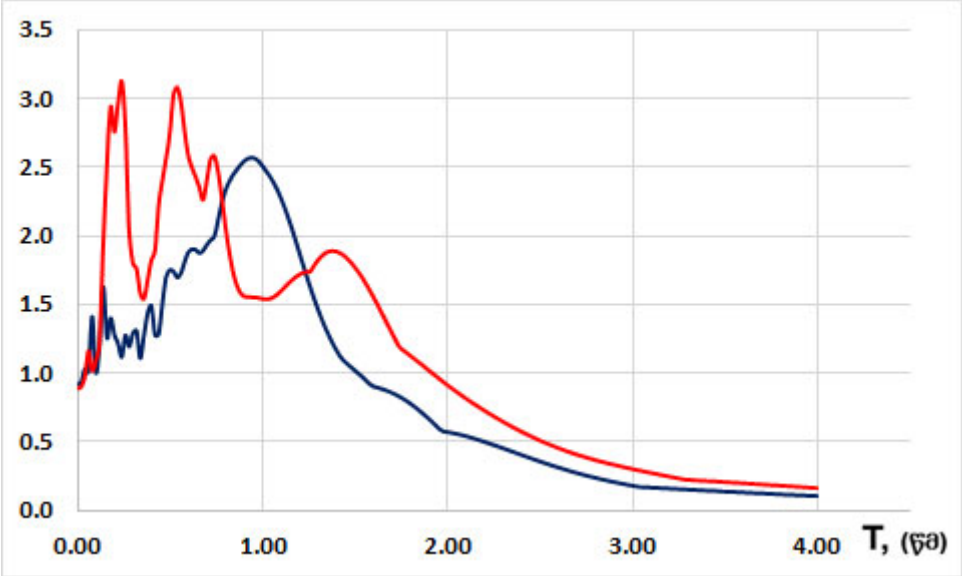
ნახ. 3.9. 1990 წლის 5 მაისის „Potenza“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

ა) ნორმირებული ჩანაწერები (X, Y); ბ) ნორმირებული სპექტრები (X, Y).

ა)



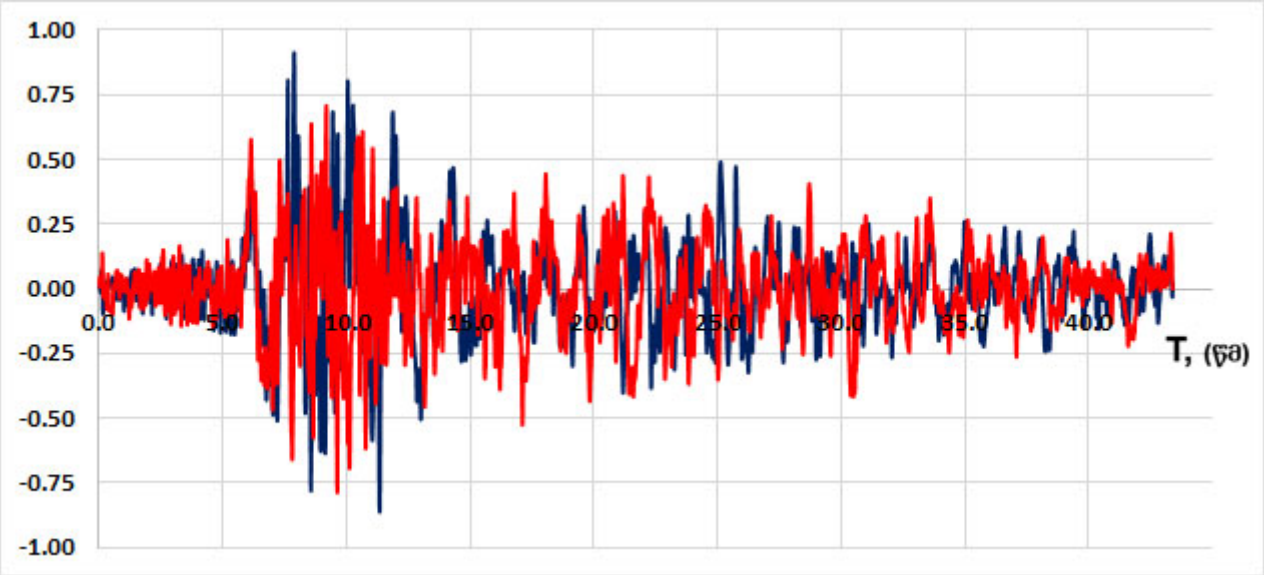
ბ)



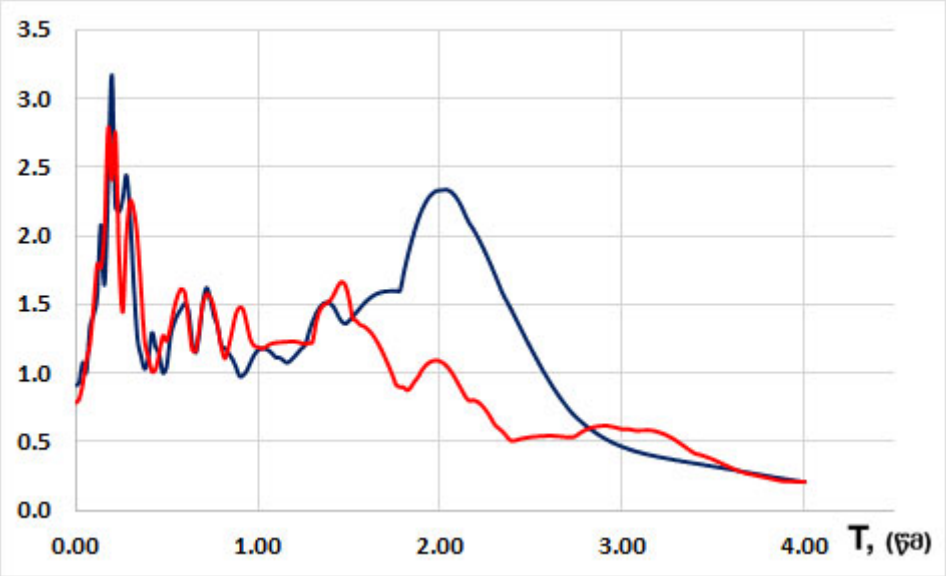
ნახ. 3.10. 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

ა) ნორმირებული ჩანაწერები (X, Y); ბ) ნორმირებული სპექტრები (X, Y).

ა)



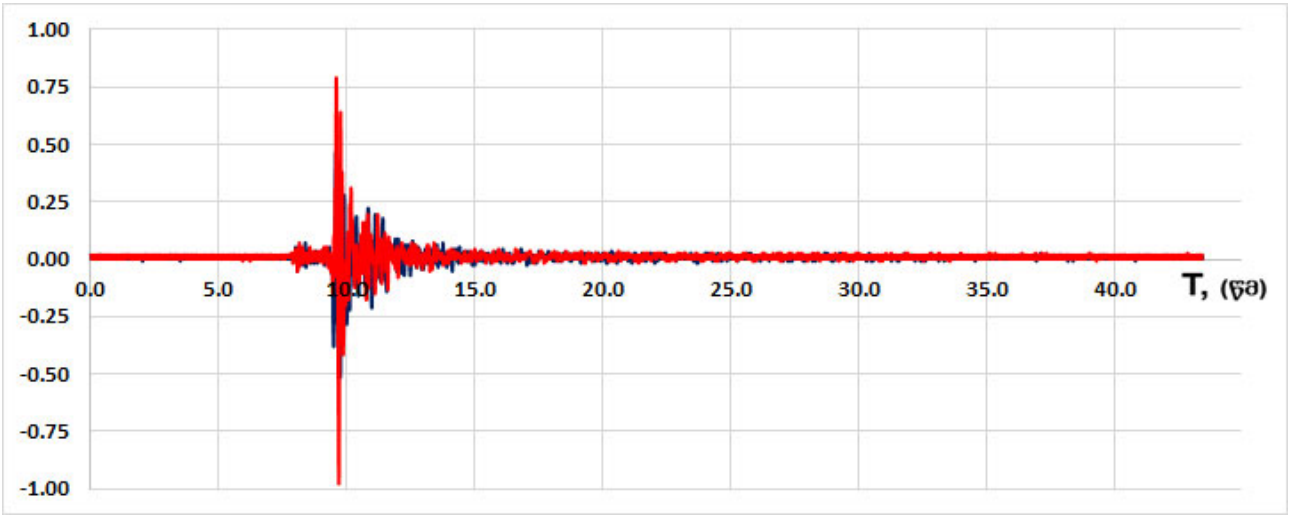
ბ)



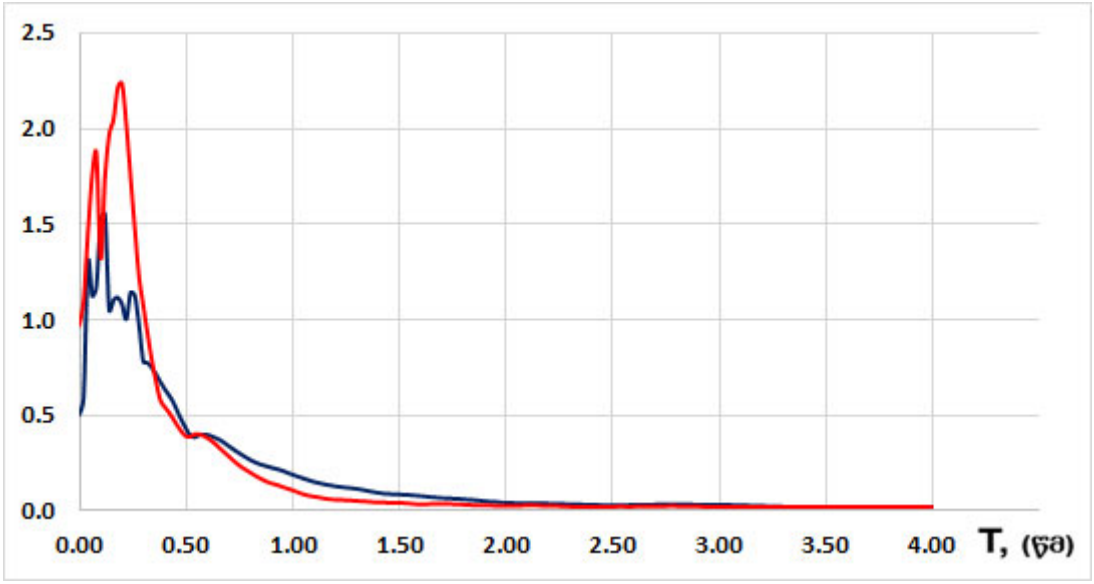
ნახ. 3.11. 1977 წლის 4 მარტის „Bucharest“-ის მიწისძვრის ჩანაწერის:

ა) ნორმირებული ჩანაწერები (X, Y); ბ) ნორმირებული სპექტრები (X, Y).

ა)



ბ)



ნახ. 3.12. 2002 წლის 25 აპრილის „Tbilisi“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

ა) ნორმირებული ჩანაწერები (X, Y); ბ) ნორმირებული სპექტრები (X, Y).

4. დრეკადი და საანგარიშო სპექტრების აგება

სეისმურ რაიონებში შენობა-ნაგებობების დაპროექტებისას ერთერთ უმნიშვნელოვანეს საკითხს წარმოადგენს მათთვის დრეკადი და საანგარიშო სპექტრების აგება. სეისმომედეგობის შეფასება, ხელშეკრულებით გათვალისწინებული დავალების თანახმად, ხორციელდება საქართველოში დღეისათვის მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტის პნ 01.01-09-ის მოთხოვნების შესაბამისად სამშენებლო ტერიტორიის ადგილობრივი საინჟინრო სეისმოლოგიური პარამეტრების გათვალისწინებით.

აქსელეროგრამების 5%-იანი რეაქციის სპექტრების კრებული წარმოდგენილია ნახაზ 4.1-ზე. იმავე ნახაზზე შედარების მიზნით მოყვანილია აგრეთვე უკრაინული ДБН В.2.2-24:2009 [4.1] და რუსული МГСН 4.19-05 [4.2] რეაქციის სპექტრების გრაფიკები, რომლებიც აგებულია მაღლივი შენობების დაპროექტებისა და სეისმომედეგობის მოთხოვნების გათვალისწინებით.

აქსელეროგრამების მომვლები მრუდი სრულად მოიცავს საანგარიშო აქსელეროგრამებს და კარგად შეესაბამება მეზობელი ქვეყნების მაღლივი შენობების სეისმომედეგი დაპროექტების მოთხოვნებს.

ნორმირებული აქსელეროგრამების მომვლები გრაფიკის თეორიული აღწერა მოყვანილია ქვევით:

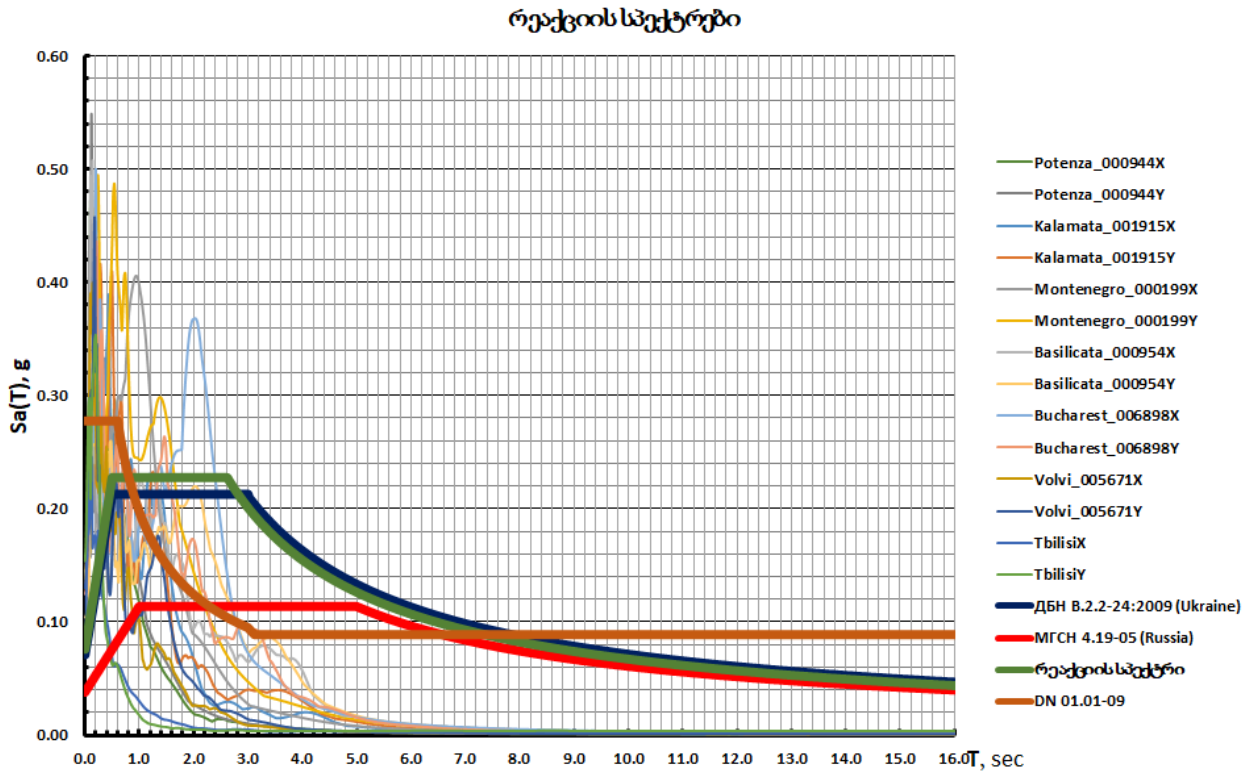
$$
\begin{aligned}
&0.0 \le T_i \le 0.5 \text{ წმ} && S_a = 0.48 + 1.92 * T_i, \\
&0.5 \le T_i \le 2.60 \text{ წმ} && S_a = 1.44, \\
&2.60 \text{ წმ} \le T_i && S_a = 3.456 / T_i^{\wedge 0.91}
\end{aligned}
\qquad (4.1)
$$

საანგარიშო რეაქციის სპექტრის მისაღებად (4.1) ფორმულაში მოყვანილი სიდიდეები უნდა გამრავლდეს 0.120 g-ზე (1.177 მ/წმ^2). ე.ი.

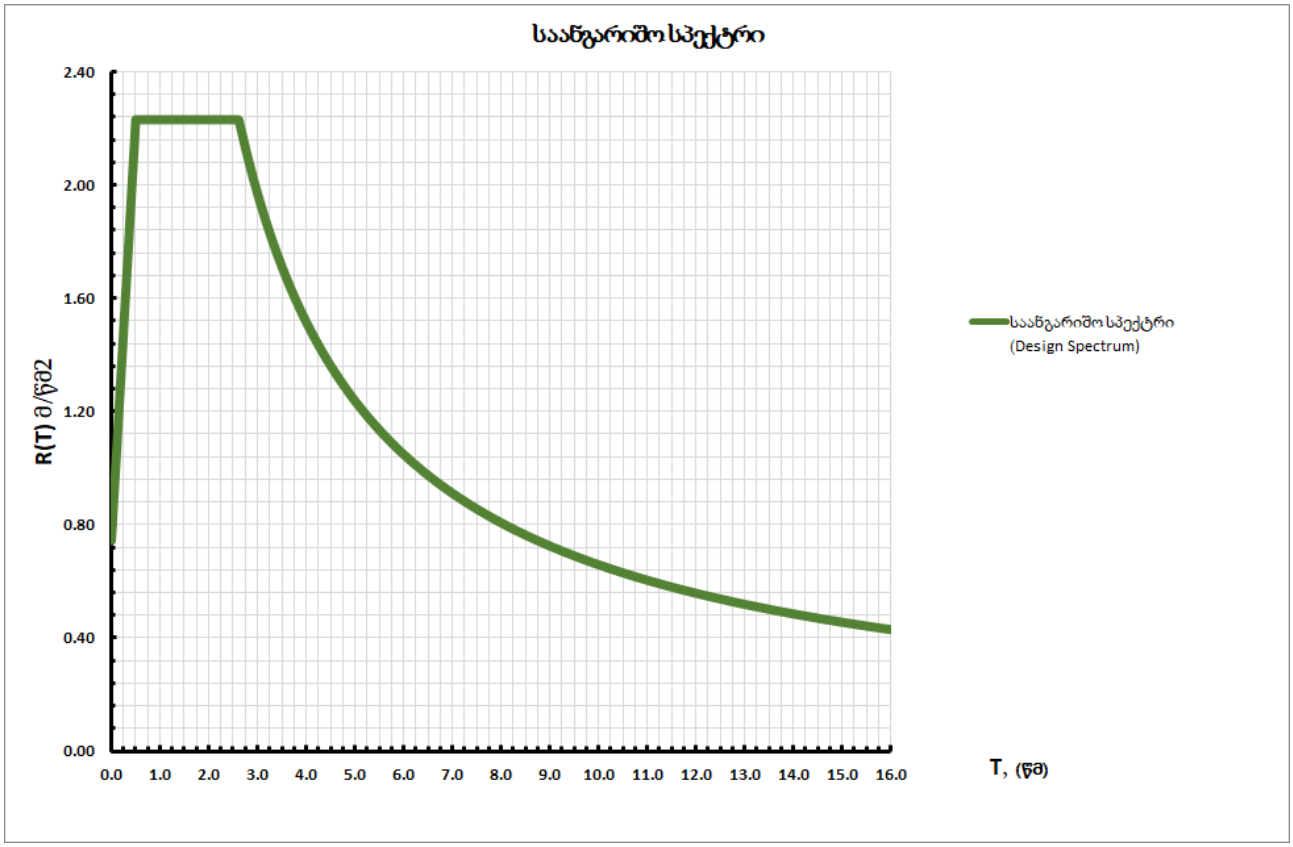
საანგარიშო რეაქციის სპექტრი გამოითვლება ფორმულით:

$$
\begin{aligned}
&0.0 \le T_i \le 0.5 \text{ წმ} && S_a = 0.744 + 2.976 * T_i && \text{მ/წმ}^2 \\
&0.5 \le T_i \le 2.60 \text{ წმ} && S_a = 2.232 && \text{მ/წმ}^2 \\
&2.60 \text{ წმ} \le T_i && S_a = 5.3568 / T_{i,}^{\wedge 0.91} && \text{მ/წმ}^2
\end{aligned}
\qquad (4.2)
$$

ხოლო, შესაბამისი მრუდი მოყვანილია ნახ. 4.2-ზე. საანგარიშო სპექტრის ვერტიკალური მდგენელი მიიღება ჰორიზონტალურის გამრავლებით 0.7 კოეფიციენტზე.



ნახ. 4.1. ნორმირებული 5%-იანი რეაქციის სპექტრების კრებული.



ნახ.4.2. საანგარიშო ჰორიზონტალური რეაქციის სპექტრი.

5. აქსელეროგრამებისა და რეაქციის სპექტრების ციფრული პაკეტის გადაყვანა პროგრამა „Lira SAPR“ ფორმატში

სამშენებლო საანგარიშო პროგრამული კომპლექსი „Lira Windows“ ითვალისწინებს გაანგარიშებას აქსელეროგრამებზე და საანგარიშო რეაქციის სპექტრზე.

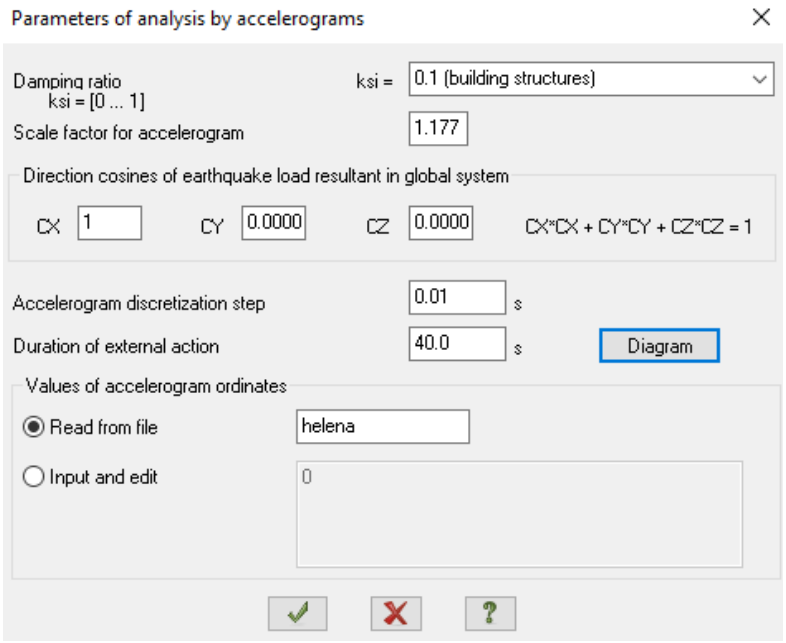
აქსელეროგრამების შესატანად ვსარგებლობთ დატვირთვების მენიუში, დინამიკური დატვირთვების ცხრილში #27 ან #29 ბლოკებით (ნიმუში იხ. ნახ. 5.1 ა, ბ). მაშტაბირების კოეფიციენტი აიღება - 0.158 g ≈ 1.550 მ/წმ^2.

კოსინუსის მიმართულებების შერჩევა დამოკიდებულია შენობა-გრუნტის მოდალური ანალიზის შედეგებზე და მისი შერჩევა პროექტის კონსტრუქტორების პრეროგატივაა. აქსელეროგრამების დისკრეტიზაციის ბიჯი ყველა ჩანაწერისათვის შეადგენს 0.01 წმ-ს გარდა ჩანაწერებისა: Tbilisi (1/128=0.0078125 წმ) და Volvi (0.02 წმ). აქსელეროგრამების ხანგრძლივობა პროგრამა ლირაში შესატანია შემდეგი მნიშვნელობებით: Potenza #000944 – 45.99 წმ; Kalamata #001915 – 18.30 წმ; Montenegro #000199 – 47.81 წმ; Campano Lucano #000297 – 59.73 წმ; Volvi #005671 – 22.68 წმ; Bucharest #006898 – 43.42 წმ; Tbilisi - 43.40625 წმ.

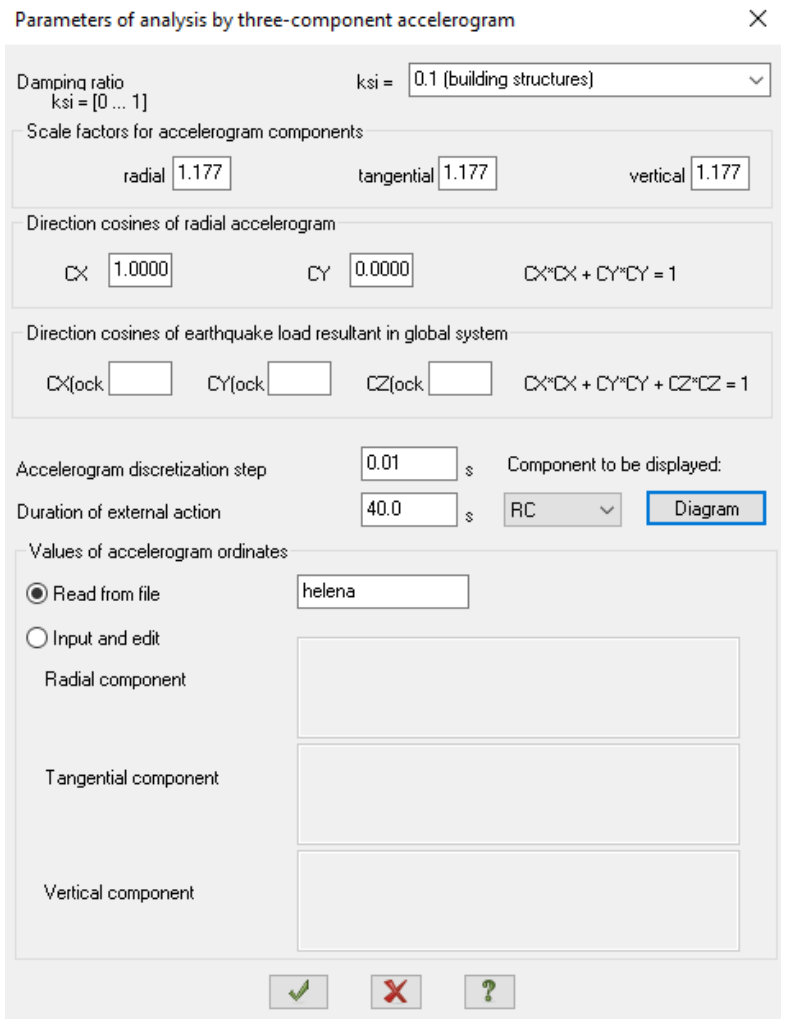
აქსელეროგრამების ატვირთვა უნდა მოხდეს შესაბამისი სახელწოდების ფაილების მიხედვით, რომლებიც უნდა განთავსდეს შესაბამის (მაგ. C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2016\Data) დირექტორიაში.

საანგარიშო სპექტრის პროგრამაში შესატანად ვსარგებლობთ დატვირთვების მენიუში, დინამიკური დატვირთვების ცხრილში #41 ბლოკით (ნიმუში იხ. ნახ. 5.2). მაშტაბირების კოეფიციენტი აიღება 1-ის ტოლი (მ/წმ^2). კოსინუსის მიმართულებების შერჩევა დამოკიდებულია შენობა-გრუნტის მოდალური ანალიზის შედეგებზე და მისი შერჩევა პროექტის კონსტრუქტორების პრეროგატივაა. საანგარიშო სპექტრის ფაილი უნდა განთავსდეს C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2016\Data დირექტორიაში და ფაილის გაფართოება უნდა იყოს txt ფორმატში.

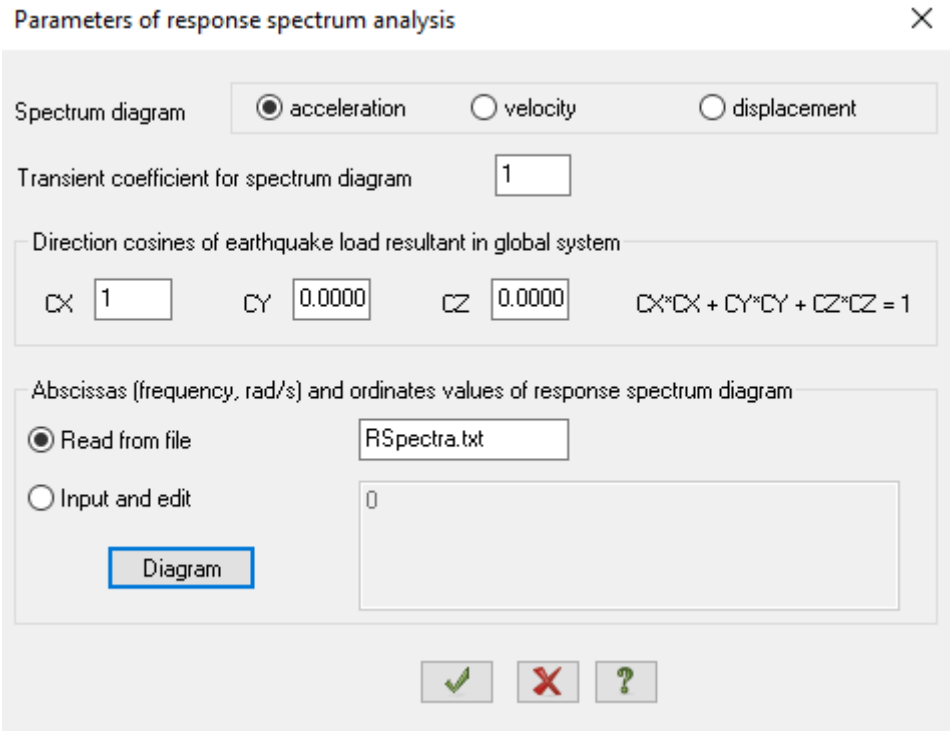
ა)



ბ)



ნახ. 5.1. აქსელეროგრამებზე გაანგარიშებისათვის პროგრამა LIRA SAPR 2016-ში: ა) ბლოკი 27; ბ) ბლოკი 29.



ნახ. 5.2. საანგარიშო რეაქციის სპექტრით გაანგარიშებისათვის პროგრამა LIRA SAPR 2016-ში შესატანი კომპონენტები.

დასკვნები და რეკომენდაციები

- ექსპერიმენტული კვლევებით მიღებულია ფუძე-გრუნტების სეისმური პროფილები, ძირითადი სიჩქარული და დინამიკური მახასიათებლები, რომლებიც მოყვანილია სურ. 1.17-1.9-ზე და ცხრილ 1.1-1.3-ში.
- აკუსტიკური სიხისტეების მეთოდით სამშენებლო ტერიტორიაზე ანგარიშით მიღებული ბალიანობის ნაზრდმა შეადგინა: ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის $\Delta I = 0.807261 \pm 0.054781$ (1 ბალი), ხოლო ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის $\Delta I = (-0.162793 \pm 0.054781)$ (0 ბალი), ესეიგი დაზუსტებული ბალიანობის მნიშვნელობა და შესაბამისად საანგარიშო სეისმურობა სამშენებლო მოედნისათვის შეადგენს I = 8 ბალს.
- საანგარიშო ჰორიზონტალური აჩქარების დაზუსტებული მნიშვნელობა შეადგენს 0.158 g-ს (1.550 მ/წმ^2).
- აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევისას მოძიებულ იქნა შვიდი სამ კომპონენტიანი აქსელეროგრამა: 1978 წლის 20 ივნისის „Volvi“-ს მიწისძვრის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი; 1987 წლის 10 ივნისის „Kalamata“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი; 1980 წლის 23 ნოემბრის „Campano Lucano“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი; 1990 წლის 5 მაისის „Potenza“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი; 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი; 1977 წლის 4 მარტის „Bucharest“-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი; 2002 წლის 25 აპრილის „Tbilisi“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.
- აქსელეროგრამების ორიგინალური და ნორმირებული ჩანაწერები ციფრული სახით წამოდგენილია CD დისკზე. შენობების გაანგარიშების დროს, ნორმირებული აქსელეროგრამები უნდა გამრავლდეს საანგარიშო აჩქარების მნიშვნელობაზე, რომელიც შეადგენს - 0.158 g ≈ 1.550 მ/წმ^2.
- საანგარიშო ჰორიზონტალური რეაქციის სპექტრი წარმოდგენილია ნახ. 4.2-ზე და გამოითვლება 4.2. ფორმულით, ხოლო სპექტრის ვერტიკალური მდგენელი მიიღება ჰორიზონტალური სპექტრის გამრავლებით 0.7 კოეფიციენტზე.

გამოყენებული ლიტერატურა

თავი 1

1.1. RAS-24 Exploration Seismograph (User Manuals).

1.2. «Методические рекомендации по определению состава, состояния и свойств грунтов сейсмоакустическими методами», М-1985г.

1.3. Горяинов Н.Н. Применение Сейсмоакустических Методов в Гидрогеологии и Инженерной Геологии. М–1992г.

თავი 2

2.1 შ.პ.ს. „თბილინვესპროექტი“-ს საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ტექნიკური ანგარიში: „ქ. თბილისში, ალ. ყაზბეგის გამზ. #34, ნაკვ. # 01.14.03.040.220-ში მრავალფუნქციური საცხოვრებელი სახლის პროექტი. საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ტექნიკური ანგარიში“, თბილისი 2021

2.2 კირიაკ ზავრიევის სამშენებლო მექანიკის და სეისმომედეგობის ინსტიტუტის 1974 წლის სამეცნიერო-ტექნიკური ანგარიში თემაზე: „ქ.თბილისის ტერიტორიის სეისმური მიკროდარაიონება“.

2.3 РСМ-73. Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию. ИФЗ АН СССР, 1974.

2.4 РСН 60-86. Инжинерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ. 1986.

2.5 РСН 65-86. Инжинерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования к производству работ. 1987.

2.6 სამშენებლო პროექტირების ნორმა პნ 01.01-09 „სეისმომედეგი მშენებლობა“.

2.7 EN 1998-5. 2004. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects.

თავი 3

3.1 РБ - 006 – 98. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА ДЛЯ ПРОЕКТНЫХ ОСНОВ.

3.2 Руководство по сбору, обработке и использованию инженерно-сейсмометрической информации. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – 1980.

თავი 4

4.1 ДБН В.2.2-24:2009. ПРОЕКТУВАННЯ ВИСОТНИХ ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДИНКІВ. Київ, Мінрегіонбуд України, 2009.

4.2 МГСН 4.19-05. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ И КОМПЛЕКСЫ (приложения) ТОМ II. Москва, 2005.

საექსპერტო შეფასება

ანგარიშზე „ქ. თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, მრავალფუნქციური საცხოვრებელი სახლის მშენებლობისათვის გამოყოფილი მიწის ნაკვეთის (ს/კ 01.14.03.040.220) საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების ტექნიკური ანგარიში“.

შპს „იქსორი“-ს ხელმძღვანელობის თხოვნით ჩვენს მიერ 2021 წლის ივნისში შემოწმებული იქნა ქ. თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, მრავალფუნქციური საცხოვრებელი სახლის მშენებლობისათვის გამოყოფილ მიწის ნაკვეთზე (ს/კ 01.14.03.040.220) ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური სამუშაოების ტექნიკური დოკუმენტაცია.

შემოწმების მიზანი: დადგინდეს ქ. თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, მრავალფუნქციური საცხოვრებელი სახლის მშენებლობისათვის გამოყოფილ მიწის ნაკვეთზე (ს/კ 01.14.03.040.220) ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური სამუშაოების და მის საფუძველზე შედგენილი ტექნიკური დოკუმენტაციის შესაბამისობა საქართველოში მოქმედ სამშენებლო ნორმებთან, წესებთან და სახელმწიფო სტანდარტებთან.

საინჟინრო გეოლოგიური სამუშაოები შესრულებულია შპს „თბილინვესტპროექტი“-ს გეოლოგიური ჯგუფის მიერ 2021 წლის მაისში. სამუშაოების უშუალო ხელმძღვანელი, ინჟინერ-გეოლოგი, გეოლოგიის მაგისტრი გ. სადრაძე. მათ გეოტექნიკურ ლაბორატორიაში არის შესრულებული გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გამოკვლევები.

საექსპერტოდ წარმოდგენილია:

1. ანგარიშის ტექსტური ნაწილი აკრეფილი კომპიუტერზე---------- 11 გვ.
2. ტექნიკური დავალება---------- 1 გვ.
3. გრუნტების ლაბორატორიული კვლევის შედეგები---------- 25 ფურც.
4. გრუნტის წყლის ქიმიური ანალიზები---------- 3 ფურც.
5. სტატისტიკური დამუშავების შედეგები---------- 4 ფურც.
6. მოედნის ტოპოგეგმა---------- 1 ფურც.
7. სამთო გამონამუშევრების ლითოლოგიური სვეტები---------- 10 ფურც.
8. მოედნის გეოლოგიური ჭრილი---------- 4 ფურც.

პროექტით საკვლევ მოედანზე უნდა აშენდეს 36 სართულიანი შენობა, სარდაფის ორი სართულით, ზომებით გეგმაში (41.9×18.2)მ. შენობა კონსტრუქციულად გადაწყვეტილია მონოლითური რკინაბეტონის კარკასში, შევსება იქნება აგურით ან ბეტონის წვრილი ბლოკებით. რაც შეეხება საძირკველს, მისი კონსტრუქცია და ჩაღრმავება გადაწყდება მოედნის საინჟინრო გეოლოგიური პირობების გამოკვლევის შემდეგ.

დასაპროექტებელი ნაგებობის დაფუძნების პირობების გამოსაკვლევად, ანგარიშში გამოყენებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგიის დეპარტამენტის მიერ 2019 წელს ჩატარებული კვლევები „ქ, თბილისის ტერიტორიის საინჟინრო გეოდინამიკური პირობები და გეოლოგიური საფრთხეების შეფასება“, გ. ჯაფარიძის „თბილისის საინჟინრო გეოლოგია“, შ.პ.ს. „თბილინვესტპროექტი“-ს მიერ 2017 წლის სექტემბერში ახლო მდებარე ნაკვეთზე №01.14.03.040.382-ში ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების მასალები. შესწავლილია და გაანალიზებულია ნაშრომების ის ნაწილი, რომელიც საკვლევ უბანს ეხება. ასევე მოედნის საინჟინრო გეოლოგიური პირობების დასადგენად, საკვლევ მოედანზე გაყვანილი იქნა 10 ჭაბურღილი, საერთო სიღრმით 261.0 გრძ/მ. ჭაბურღილებიდან აღებული იქნა ნიმუშები გრუნტის თვისებების

დასახასიათებლად. აღებული იქნა აგრეთვე გრუნტის წყლის სინჯები მათი ქიმიზმის დასადგენად.

ჩატარებული საველე და ლაბორატორიული სამუშაოების ანალიზის საფუძველზე მოცემულია საკვლევი ტერიტორიის გეოლოგიური ჭრილი:

1. ფენა 1 – ნაყარი გრუნტი;
2. ფენა 2 – თიხნარი, ძნელპლასტიური კონსისტენციის;
3. ფენა 3 – ქვიშნარი, ღორღის ჩანართებით, ქვიშის ლინზებით;
4. ფენა 4 – ღორღოვანი გრუნტი, თიხის შემავსებლით 30%-მდე;
5. ფენა 5 – თიხა, ღორღის ჩანართებით, ნახევრადმყარი კონსისტენციის;
6. ფენა 6 – ქვიშაქვებისა და არგილითების მორიგეობა, ძლიერ გამოფიტული;
7. ფენა 7 – ქვიშაქვებისა და არგილითების მორიგეობა, სუსტად გამოფიტული.

ანგარიშში მოცემულია საკვლევი ტერიტორიის გეომორფოლოგიური, გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობები. მოედნის სულ ზედა ფენა ნაყარი გრუნტია. იგი არ გამოდგება შენობის ფუძედ და ამიტომ მისი თვისებები არ არის გამოკვლეული. ანგარიშში მოცემულია ზემოაღნიშნული ქანების დეტალური საინჟინრო გეოლოგიური დახასიათება და მათი ნორმატიული და საანგარიშო მაჩვენებლები. როგორც ავტორი აღნიშნავს უარყოფითი გეოლოგიური პროცესების (მეწყერი, ზვავი, სუფოზია, კარსტი და სხვა) განვითარება ტერიტორიაზე არ არის მოსალოდნელი, ამ თვალსაზრისით ტერიტორია მდგრადია.

ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური პირობების შესახებ აღნიშნულია, რომ საკვლევ მოედანზე დაფიქსირებულია გრუნტის წყლების სამი ჰორიზონტი. პირველი ჰორიზონტი დაფიქსირდა ქვაბულის ძირიდან 1.0 მ სიღრმეზე ნაყარ გრუნტში, მეორე ჰორიზონტი დაფიქსირდა მიწის ზედაპირიდან 6.5 მ სიღრმეზე, ხოლო მესამე ჰორიზონტი დაფიქსირდა ღორღოვან გრუნტში 15.0 მ სიღრმეზე. წყალი იჩენს სხვადასხვა ინტენსივობის აგრესიას სხვადასხვა ცემენტზე დამზადებული ბეტონის ნაეთობების მიმართ.

დ ა ს კ ვ ნ ა

ქ. თბილისი, ალ. ყაზბეგის გამზ. №34, მრავალფუნქციური საცხოვრებელი სახლის მშენებლობისათვის გამოყოფილ მიწის ნაკვეთზე (ს/კ 01.14.03.040.220) ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური სამუშაოები, აკმაყოფილებს იმ მოთხოვნებს, რომლებიც მოცემულია საქართველოში მოქმედი სამშენებლო ნორმებით. ცალკეული შენიშვნები ჩვენს მიერ გამოთქმული სამუშაოების მიმართ, ავტორის მიერ მიღებული იქნა და ანგარიშში შეტანილია სათანადო კორექტივები. დასასრულს ავღნიშნავთ, რომ წარმოდგენილი ანგარიში იმსახურებს დადებით შეფასებას და შეიძლება დაედოს საფუძვლად მშენებლობის პროექტს საინჟინრო გეოლოგიურ ნაწილში.

საქართველოს დამსახურებული მშენებელი,
ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი /გ. ჭოხონელიძე/

CV
გ უ გ ა ჭ ო ხ ო ნ ე ლ ი ძ ე

კეკელიძის ქ. №43, ბინა 36

ტელ. 222-00-44

მობ. 599-50-72-21

ოჯახური მდგომარეობა: დაოჯახებული, შვილები, შვილიშვილები, შვილთაშვილები.

დაბადების თარიღი: 1928 წლის 16 თებერვალი, ქ. თბილისი

კვალიფიკაცია: ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი. პროფესორი
პროფ. ატესტატის ПР №001215 1975цю
დოქტორის დიპლომის МТН №007499 20.04.1974წ.

პედაგოგიური აქტივობა: სალექციო კურსები: 1. გრუნტების მექანიკა და ფუძე-საძირკვლები;
2. ქალაქის საინჟინრო ნაგებობები;
3. საინჟინრო გეოლოგია;

განათლება საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი, სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობა (1950წ);
ს.პ.ი. – ჰიდროლოგია და საინჟინრო გეოლოგია (1963წ);
საქ. ჰიდროტექნ. და მელიორაციის კვლევითი ინსტიტუტის ასპირანტი (1950-1954წ);

თანამდებობები 1954-1982წ. საქ. მეცნ. აკადემიის ჰიდროლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ–თანამშრომელი; 1974 წლიდან დირექტორის მოადგილე სამეცნიერო ნაწილში;
1982წ. საქ. ტექნ. უნივერსიტეტის გრუნტების მექანიკისა და ფუძე-საძირკვლების კათედრის გამგე – დღემდე.

1983 წლიდან შეთავსებით მუშაობს ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტში მთავარ მეცნიერ თანამშრომლად.

სამეცნიერო მოღვაწეობა: გამოქვეყნებული აქვს 102 სამეცნიერო შრომა, 2 გამოგონება, აქვს სახელმძღვანელო გრუნტების მექანიკასა და ფუძე-საძირკვლებში (2002), გამოშვებული აქვს მონოგრაფია „საქართველოს ლიოსები“ 1996წ.. გ. ჭოხონელიძის ხელმძღვანელობით საკანდიდატო დისერტაცია დაიცვა ათმა მაძიებელმა; 1995 წ. არჩეულია საქართველოს საინჟინრო აკადემიის ნამდვილ წევრად;
2008 წელს სამეცნიერო მოღვაწეობაში დიდი წვლილისათვის დაჯილდოვდა ღირსების ორდენით.

ზოგიერთი გამოქვეყნებული შრომა

1. გ. ჭოხონელიძე, ლ. ცერცვაძე საქართველოს ლიოსისებური გრუნტები, თბილისი 1997წ.
2. გ. ჭოხონელიძე, დ. კვაჭაძე გრუნტების მექანიკა და ფუძე-საძირკვლები – სახელმღვანელო. თბილისი 2005წ.
3. გ. ჭოხონელიძე, ვ. ვაჭარაძე გრუნტების მექანიკა – სახელმძღვანელო; თბილისი 1994წ.
4. გ. ჭოხონელიძე. ქ. თბილისში თემქის დასახლების IV მიკრორორაიონის ტერიტორიაზე განვითარებული მეწყერული პროცესის გამოკვლევა, თბილისი, ჰიდროლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის შრომები, XIV ტომი 2008წ.
5. გ. ჭოხონელიძე. ქ. თბილისში არგილიტებისა და ქვიშაქვების მორიგეობის მზიდუნარიანობის განსაზღვრის მეთოდის შესახებ. თბილისი, ჰიდროლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის შრომები, XIV ტომი 2008წ.
6. გ. ჭოხონელიძე. საინჟინრო ნაგებობები – სახელმძღვანელო. გამომცემლობა „ლეთა“. 1912წ.

ДИПЛОМ
ДОКТОРА НАУК

МТН № 007499

Москва 23 декабря 1975 г.

Решением
Высшей Аттестационной Комиссии
от 28 ноября 1975 г. (протокол № 18)

Чохонелидзе Гуго Ильичу

ПРИСУЖДЕНА УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ ДОКТОРА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Председатель Высшей
Аттестационной Комиссии

Ученый Секретарь Высшей
Аттестационной Комиссии

АТТЕСТАТ
ПРОФЕССОРА

ПР № 005702

Москва

Решением
Высшей аттестационной комиссии
при Совете Министров СССР

от 23 ноября 1979 г. (протокол № 37)

Чохонелидзе Гуге Ильичу

ПРИСВОЕНО УЧЕНОЕ ЗВАНИЕ

ПРОФЕССОРА

ПО КАФЕДРЕ

гидрогеологии и инженерной геологии

Председатель
Высшей аттестационной комиссии

Главный ученый секретарь
Высшей аттестационной комиссии

დიპლომი

Я № 168160

ეს დიპლომი მიეცა გურამ ილიას ძე ჭოხონელიძეს

მასზედ, რომ იგი 1961 წელს შევიდა ვ.ი. ლენინის სახ. შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში და 1972 წელს დაამთავრა აღნიშნული ინსტიტუტის

სპეციალობით ჰიდროგეოლოგია და საინჟინრო გეოლოგია

სახელმწიფო საგამოცდო კომისიის 1972 წ. 30 ივნისის დადგენილებით გ.ი. ჭოხონელიძეს მიენიჭა სამთო ინჟინერ-ჰიდროგეოლოგის კვალიფიკაცია

ქალაქი თბილისი 1973 წ. „2" აპრილი

სარეგისტრაციო № ГЕ-205

საქართველოს რესპუბლიკა
მოქალაქის პირადობის მოწმობა



პირადი № 01026010539

სახელი გუგა

გვარი ჭოხონელიძე

დაბადების თარიღი 16.02.192[illegible] წ.

დაბადების ადგილი თბილისი

№ ღ 0266413.

თბილისის საბურთალოს
რაიონის შ.ს. მეორე განყოფილება

29.09.2000 წ.