შპს „არქსტუდიო“

საინჟინრო-გეოლოგიური

დასკვნა

ქალაქი თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი #200

შპს „ქეფითალ სითი გრუფ ინვესთ“-ის

კუთვნილი მიწის ნაკვეთის (პირობითი სექტორი B)

(საკ.კოდი 01.10.06.005.014)

საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები

დირ : ზ.ნაჭყებია

თბილისი

2025 წ

სარჩევი:

1. სარჩევი ---- 2
2. ფოტომასალა ----- 3-4
3. ტექნიკური დავალება --- 5
4. მიწერილობა ------ 6
5. შესავალი ---7
6. ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები --- 8
7. სპეციალური ნაწილი --- 10
8. დასკვნები და რეკომენდაციები ----14
9. გამოყენებული ლიტერატურა----17

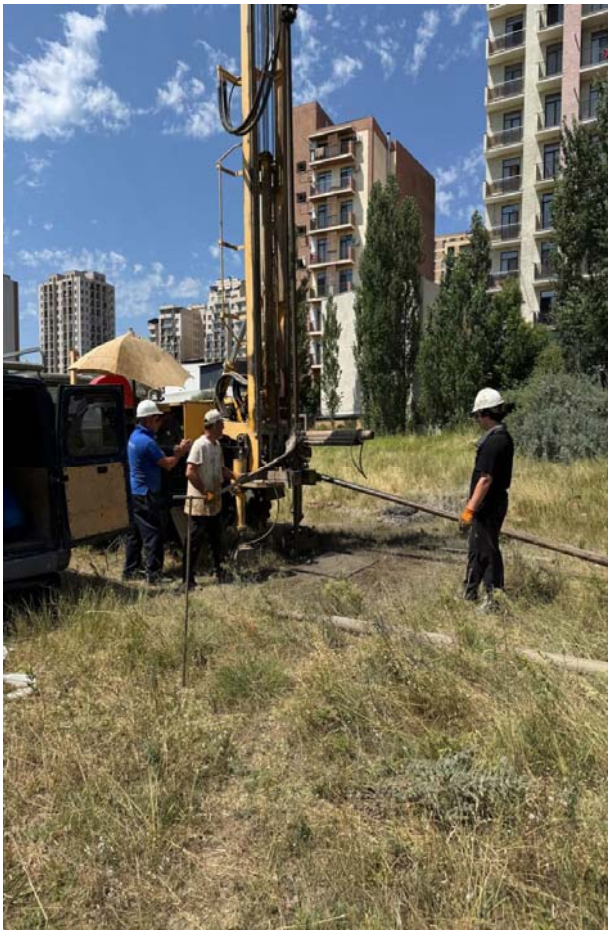
გრუნტების ლაბორატორიული კვლევის შედეგები

გრუნტის წყლის ქიმიური ანალიზი

დანართები:

1. ჭაბურღილების განლაგების სქემა;
2. ლითოლოგიური ჭრილები;
3. საინჟინრო-გეოლოგიური ჭრილები;

















ტექნიკური დავალება

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის ჩასატარებლად

ობიექტის დასახელება – მრავალფუნქციური შენობა-ნაგებობები (4 შენობა);

დამკვეთი – შპს „ქეფითალ სითი გრუფ ინვესტი“;

ობიექტის მდებარეობა – ქალაქი თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი #200,
საკ.კოდი 01.10.06.005.014 (პირობითი სექტორი B);

დაპროექტების სტადია – სამუშაო დოკუმენტაცია;

მშენებლობის ტიპი – ახალი;

შენობების კლასი – მესამე, მეოთხე;

ობიექტის ტექნიკური დახასიათება – რკინა/ბეტონის კარკასი, ბეტონის ბლოკით შევსება;

შენობების სართულიანობა – ა) შენობა #1 - 35 მიწის ზედა და 2 მიწისქვეშა სართული;
ბ) შენობა #2 - 26 მიწის ზედა და 2 მიწისქვეშა სართული;
გ) შენობა #3 - 16 მიწის ზედა და 2 მიწისქვეშა სართული;
დ) შენობა #4 - 2 მიწის ზედა და 2 მიწისქვეშა სართული;

საძირკვლის სავარაუდო ტიპი – დადგინდება საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის შემდეგ;

საპროექტო სავარაუდო დატვირთვა შენობის საძ.-ის ფუძეზე -
ა) შენობა #1 - 3000 კნ/მ^2, 25000კნ საყრდენზე;
ა) შენობა #2 - 3000 კნ/მ^2, 25000კნ საყრდენზე;
ა) შენობა #3 - 3000 კნ/მ^2, 25000კნ საყრდენზე;
ა) შენობა #4 - 200 კნ/მ^2, 15000კნ საყრდენზე;

საველე სამუშაოები – გაყვანილი იქნას 4 ჭაბურღილი,

- ხიმინჯების დასაფუძნებლად მოხდეს სუსტადგამოფიტული ან გამოუფიტავი ფენის დადგენა მასში მინიმალური შეჭრით თანახმად СП 11-105-97 თავი 8.7. ჭაბურღილების სიგრძე უნდა ჩაცდეს ხიმინჯის ძირს მინ. 5 მეტრით,

- საკვლევ ტერიტორიაზე სუსტადგამოფიტული ან გამოუფიტავი ფენების არ გამოვლენის შემთხვევაში მოხდეს გრუნტების გამოკლვევა საკლვევი ტერიტორიის ზედაპირიდან 40 მეტრის სიღრმეზე.

მოთხოვნა – მოხდეს გრუნტების სრული ფიზიკურ-მექანიკური მონაცემების დადგენა ყველა ფენისთვის. დადგინდეს ძირითადი ქანების დახრის კუთხეები და მიმართულება

საინჟინრო გეოლოგიური კვლევის ტექნიკური დოკუმენტაცია წარმოდგენილი იქნეს აკინძული 1 ეგზემპლარად და ელექტრონულ ვერსიაში.

ტექნიკური დავალება გასცა: შპს „სტუდია 9“;



B სექტორი
B3
16 სართული
B2
26 სართ.
B4
1 სართული
B1
35 სართ.
B
D სექტორი
D5
3 სართ.
D1
35 სართ.
D4
15 სართ.
D3
22 სართ.
D2
35 სართ.
D6
1 სართ.
D
A სექტორი
A1
35 სართ.
A3
4 სართ.
A4
26 სართ.
A2
35 სართ.
A
E
C სექტორი
C1
35 სართ.
C4
2 სართ.
C3
22 სართ.
C5
3 სართ.
C2
35 სართ.
C6
1 სართ.
C
2 სართ.
ფეხშმავლო ხიდი
რეგულირების წითელი ხაზი
შენობის განთავსების არეალი
აღმაშენებლის ხეივანი
8%
±0.00
-6.00
300
შ - 1.
შ - 2.
შ - 3.
შ - 4.
შ - 5.
შ - 6.
შ - 7.
შ - 8.
შ - 9.
შ - 10.
შ - 11.
შ - 12.
შ - 13.
შ - 14.
შ - 16.
შ - 19.
შ - 21.
შ - 22.

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის პროგრამა

წინამდებარე საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის პროგრამა შედგენილია ს.ნ. და წ. 1.02.07-87 „მშენებლობის საინჟინრო კვლევები"-ს მოთხოვნების საფუძველზე.

შესაბამისად განისაზღვრა სამთო გამონამუშევრების სახე, სიღრმე და სიხშირე, ასევე განისაზღვრა საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების სირთულის ხარისხი.

ტექნიკური დავალების თანახმად, მშენებლობისათვის გამოყოფილ უბანზე, გათვალისწინებულია მრავალფუნქციური დანიშნულების 4 შენობა-ნაგებობის მშენებლობა. ტექნიკური მახასიათებლები და შენობათა განთავსების სქემა მოცემულია თანდართულ ტექნიკურ დავალებაში.

იგივე ნაკვეთში (იგივე საკ.კოდი 01.10.06.005.014, პირობითი სექტორი A), ჩვენს მიერ, ა.წ. მაისში, ჩატარებულია კვლევითი სამუშაოები. მასალები ინახება ორგანიზაციის არქივში და საჭიროებისას, გამოყენებულ იქნეს საინჟინრო გეოლოგიური დასკვნის შედგენისას.

მიზნობრივი დანიშნულების შესაბამისად კვლევის წინაშე დასმულია შემდეგი ამოცანები:

1.საკვლევი ტერიტორიის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების შესწავლა;

2.გრუნტის ფიზიკო-მექანიკური თვისებების შესწავლა;

3.საკვლევ უბანზე და მის მიმდებარედ ტერიტორიაზე მოქმედი გეოლოგიური პროცესების გამოვლინება და მათი პროგნოზირება;

4.საკვლევ უბანზე მოსალოდნელი საინჟინრო-გეოლოგიური პროცესების განვითარების პროგნოზირება.

დასახული ამოცანების გადასაწყვეტად ს.ნ. და წ. 1.02.07-87 „მშენებლობის საინჟინრო კვლევები"-ს მოთხოვნათა შესაბამისად უნდა ჩატარდეს შემდეგი სამუშაოები:

1. საკვლევი მოედნის და მიმდებარე ტერიტორიის დათვალიერება;
2. გაყვანილი იქნას 4 ჭაბურღილი, სიღრმით 40,0 გ მეტრამდე;
3. აღებული იქნეს გრუნტების ნიმუშები;
4. ჩატარდეს ნიმუშების ლაბორატორიული გამოცდა;
5. კამერალური სამუშაოების ჩატარება;
6. საინჟინრო-გეოლოგიური დასკვნის შედგენა;

ინჟინერ-გეოლოგი: /ზ.ნაზღაიძე/

ქალაქი თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი #200

საკ.კოდი 01.10.06.005.014 (სექტორი B)

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის

ტექნიკური ანგარიში

1. შესავალი

2025 წლის ივლისში, ქალაქ თბილისში, დავით აღმაშენებელის ხეივანი #200, საკ.კოდი 01.10.06.005.014 (პირობითი სექტორი B) ჩატარებული იქნა საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევები, მათ შორის:

- საველე საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევითი სამუშაოები ჩატარდა 13-17 ივლისს;
- ლაბორატორიული კვლევითი სამუშაოები 13-23 ივლისს;
- საველე და ლაბორატორიული კვლევის მასალების კამერალური დამუშავება და ანგარიშის შედგენა 23-27 ივლისს;

კვლევის მიზანს შეადგენდა მიწის ნაკვეთის საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობების დადგენა, მოედნის ამგები გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლა და უბანზე რაიმე საშიში გეოლოგიური მოვლენის შეფასება.

მშენებლობისათვის გამოყოფილი ნაკვეთი მდებარეობს დიდ დიღომში. დავალების თანახმად პროექტირდება 4 შენობა, ტექნიკური მახასიათებლები და შენობათა განთავსების სქემა მოცემულია თანდართულ ტექნიკურ დავალებაში. შენობათა ტიპი კარკასულია.

საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების შეფასების მიზნით დათვალიერდა საპროექტო ადგილი და მიმდებარე ტერიტორია. ნაკვეთის ბუნებრივი რელიეფი მცირე ქანობიანია. მიწის ზედაპირის აბსოლუტური ნიშნულები, ტოპოგეგმის მიხედვით 435,00-434,00 მ-ის ფარგლებშია.

ტერიტორია, დამკვეთის მიერ პირობითად გამიჯნულია 4 სექტორად. კვლევა ჩატარდა პირობითი სექტორი B- ში.

დამკვეთის მიერ გაცემული ტექნიკური დავალების მიხედვით, უბნის საერთო საინჟინრო-გეოლოგიური და ლითოლოგიური ჭრილების დასადგენად გაყვანილი იქნა 4 ჭაბურღილი, თითოეული 40,0 გ/მეტრი. მექანიკურ-სვეტური მეთოდით, საბურღი დანადგარით УРБ-2А-2, 90-127 მმ დიამეტრით, ორმაგი გარსაცმის საშუალებით. გაყვანილი ჭაბურღილების საერთო სიგრძემ შეადგინა 160,0 მ. სამთო გამონამუშევრების გაყვანის დროს ხდებოდა გრუნტების დასინჯვა. აღებული იქნა დაურღვეველი სტრუქტურის თერთმეტი და დარღვეული სტრუქტურის ოთხი სინჯი, სულ თხუთმეტი სინჯი. ასევე გრუნტის წყალის ერთი სინჯი ანალიზისთვის. ნიმუშების აღების შემდეგ, სამთო განაბურღები ამოვსებული იქნა განაბურღი გრუნტით. გრუნტების ლაბორატორიული

კვლევა და გრუნტის წყლის ქიმიური ანალიზი შესრულდა შპს „წყალი და გრუნტი“-ს ლაბორატორიაში. გამონამუშევრების გეგმიურ-სიმაღლითი მიბმა განხორციელდა დამკვეთის მიერ გადმოცემულ ტოპორუკაზე.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, იგივე ნაკვეთში (იგივე საკ.კოდი 01.10.06.005.014, პირობითი სექტორი A), ჩვენს მიერ, ა.წ. მაისში, ჩატარებულია კვლევითი სამუშაოები. მასალები ინახება ორგანიზაციის არქივში და წინამდებარე დასკვნის შედგენისას, გამოყენებულია და შეჯერებულია წინამდებარე საინჟინრო გეოლოგიური დასკვნის შედგენისას.

კვლევები ჩატარებულია საქართველოში ამჟამად მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების (სამშენებლო წესები და ნორმები) მოთხოვნათა შესაბამისად - ს.ნ. და წ. 1.02.07-87 (საინჟინრო გამოკვლევები მშენებლობისათვის), ს.ნ. და წ. 2.02.01-83 (პნ 02.01-08) შენობების და ნაგებობის ფუძეები, ს.ნ. და წ. (პნ 01.01-09) სეისმომედეგი მშენებლობა, ს.ნ. და წ. IV-5-82 ს.ნ. და წ. 3.02.01-87 (მიწის ნაგებობები, ნაგებობათა ფუძეები და საძირკვლები) ს.ნ. და წ. 2.03.11-85 (სამშენებლო კონსტრუქციების კოროზიისაგან დაცვა) სახსტანდარტი 25100-82 (გრუნტების კლასიფიკაცია).

ჩატარებული საველე სამუშაოების და ლაბორატორიული კვლევების მონაცემების გამოყენებით შედგენილია წინამდებარე დასკვნა. დასკვნას თან ახლავს გრუნტების კვლევის და გრუნტის წყლის ანალიზის შედეგები, სამთო გამონამუშევრების განლაგების გეგმა, ლითოლოგიური სვეტები, საინჟინრო-გეოლოგიური ჭრილები.

საინჟინრო გეოლოგიური სამუშაოები და მონაცემთა კამერალური დამუშავება ჩატარებული იქნა ინჟინერ-გეოლოგ ზ. ნაზღაიძის მიერ.

2. ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები, გეომორფოლოგია, ჰიდროგეოლოგია, სეისმურობა, სამშენებლო კლიმატოლოგია

გეომორფოლოგიურად საკვლევი ტერიტორია მდებარეობს მდ.მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე, 1 ჭალის ზედა ტერასაზე. რომელიც „დიღმის ველის“ სახელითაა ცნობილი, რომელსაც თავის მხრივ სამხრეთიდან და დასავლეთიდან ესაზღვრება 40-45 მ-მდე სიმაღლის ქედი, რომელზეც სოფ. დიღომია განლაგებული, ჩრდილოეთიდან თრიალეთის ქედის აღმ. კალთის ჩრდ. მონაკვეთი, სადაც აღმართულია საწკეპელის ქედი, რომლის აღმოსავლეთ მონაკვეთს არმაზის ქედსაც უწოდებენ. აღმოსავლეთიდან კი ესაზღვრება მდ. მტკვრის მცირედ დახრილი ტერასა. გეომორფოლოგიურად დიღმის ქედი დიდგორის ქედის უკიდურეს აღმოსავლეთ განშტოებას წარმოადგენს, ხოლო ქედის ძირში განვითარებული ვაკე, რომელშიც შედის სამშენებლო მოედანი, წარმოადგენს ე.წ. დიღომის ჩაკეტილი დეპრესიის ნაწილს. დიღმის დეპრესიის ფართობი შეადგენს 48 კმ^2.

საქართველოს ტექტონიკური დარაიონების (ე. გამყრელიძე, 2003 წ) მიხედვით საკვლევი ტერიტორია მიეკუთვნება აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის თბილისი-მანგლისის

ქვეზონას. იგი წარმოადგენს აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის აღმოსავლეთ დაბოლოებას. ძირითადად აგებულია ზედა ეოცენის და ოლიგოცენის ტერიგენული ნალექებით. მათი სიმძლავრე 500 მ-მდეა.

საინჟინრო-გეოლოგიური თვალსაზრისით ტერიტორია მშვიდია. რაიმე ისეთი საინჟინრო-გეოლოგიური პროცესების განვითარება, რომელიც საფრთხეს შეუქმნის მომავალი შენობის მდგრადობას, არაა მოსალოდნელი.

საქართველოს ტერიტორიის **ჰიდროგეოლოგიური** დარაიონების სქემის (აკად. ბუაჩიძე) მიხედვით, საკვლევი ტერიტორია შედის თბილისის წნევიანი, ნაპრალოვანი და ნაპრალოვან-კარსტული წყლების სისტემაში.

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის დროს, ყველა გაყვანილ ჭაბურღილში, გრუნტის წყალი გაიხსნა. გამოვლინება დაფიქსირდა, დგომა -8,00-9,00 მ მიწის დონიდან.

საქართველოში ამჟამად მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტის 01.01.09 – **„სეისმომედეგი მშენებლობა“**-ს თანახმად, საქართველოს სეისმური დარაიონების რუკის მიხედვით საკვლევი უბანი მიეკუთნება 8 ბალიან ზონას, ხოლო მიწისძვრების ტალღების მაქსიმალური ჰორიზონტალური აჩქარების (სეისმურობის უგანზომილებო კოეფიციენტი) მახასიათებელი საკვლევ უბანზე – 0,17;

დაპროექტების ნორმების სნ. და წ. 01.05-08-**„სამშენებლო კლიმატოლოგია“-ს** მიხედვით საპროექტო ტერიტორია მიეკუთვნება III გ ქვერაიონს

კლიმატური მახასიათებლები შემდეგია:

– საშუალო წლიური ტემპერატურა +12,4°C;

– ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი –23°C;

– ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი +40°C;

– ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა – 560 მმ;

– თოვლის საფარის წონა – 0,50 კპა;

– თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი – 14;

– საშუალო წლიური ფარდობითი ტენიანობაა 67 %,

– ქარის მაქსიმალური სიჩქარე 20 წლიანი განმეორებადობით – 48 მ/წმ;

– ქარის მაქსიმალური სიჩქარე 10 წლიანი განმეორებადობით – 45 მ/წმ;

– ქარის მაქსიმალური სიჩქარე 5 წლიანი განმეორებადობით – 41 მ/წმ;

– გაბატონებული ქარების მიმართულება– ჩრდილო-დასავლეთის (80/62);

– ქარის წნევის ნორმატიული მნიშვნელობა 15 წელიწადში ერთხელ – Wo=1,44 კპა;

– ქარის წნევის ნორმატიული მნიშვნელობა 5 წელიწადში ერთხელ – Wo=1,05 კპა;

– გრუნტების სეზონური გაყინვის ნორმატიული სიღრმე – 0 სმ.

3. სპეციალური ნაწილი

საინჟინრო გეოლოგიური თვალსაზრისით, გამოკვლეული ტერიტორია სნ და წ 1.02.07-87-ის მე-10 დანართის თანახმად მიეკუთვნება – II (საშუალოდ რთული) კატეგორიას;

ჩატარებული საველე და ლაბორატორიული ანალიზის შედეგად, საკვლევ მოედანზე გეოლოგიურ ჭრილში (დაღმავალი ჭრილით) გამოყოფილი იქნა გრუნტის შემდეგი ფენები:

ფენა 1 - ნაყარი გრუნტი, (tQIV);

ფენა 2 - თიხა, (dQIV), მყარი;

ფენა 3 - კენჭნაროვანი გრუნტი, ალუვიური წარმოშობის (alII);

ფენა 4 - ძირითადი ქანი, გათიხებული არგილიტები (ოლიგოცენ-ქვედა მიოცენის (P_3+N_1^1);

3. გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები

ფენა - 1 - ნაყარი, ჰუმუსირებული ნიადაგის და ადგილობრივი თიხოვანი გრუნტის, შეუკავშირებელი და არაერთგვაროვანი. ფენა ფუძე-გრუნტად არ განიხილება და ამიტომ მისი თვისებები არ დასინჯულა. ფენის სიმძლავრე -0,00-მ-დან -1,00 მ-მდე.

ფენა – 2 – თიხა, დელუვიური წარმოშობის, ყავისფერი, მყარი, მარილების ჩანაწინწკლებით და ბუდობებით, წვრილი ფრაქციის ღორღის მცირე ჩანართებით, პელიტური, ძლიერ კარბონატული.

ლაბორატორიულად განისაზღვრა თიხების ფიზიკური თვისებები, რომლებიც მოცემულია ცხრილი №1-ში.

№№	ფიზიკური მახასიათებლები			განზ.	მიღებულ სიდიდეების დიაპაზონი	საშუალო (ნორმატიული) მნიშვნელობა
					ფენა 2	ფენა 2
1	პლასტიკურობის რიცხვი		I_p	–	18,19-19,04	18,53
2	ტენიანობა		W	%	17.1-17.8	17,4
3	სიმკვრივე	გრუნტის	ρ	გ/სმ³	1,96-1,97	1.97
		მშრალი გრუნტის	$ρ_d$		1.67-1.68	1.68
		გრუნტის ნაწილაკების	$ρ_s$		2.72-2.72	2,72
4	ფორიანობა		n	%	38.15-38,73	38.40
5	ფორიანობის კოეფიციენტი		e	–	0.617-0.632	0.623
6	დენადობის მაჩვენებელი		I_L	–	-0.03-0.12	-0.08
7	ტენიანობის ხარისხი		S_r	–	0.75-0.77	0.76
8	ტენიანობა დენადობის ზღვარზე		W_L	ერთ.ნაწ	37,01-37,53	37,31
9	ტენიანობა პლასტიკურობის ზღვარზე		W_p	ერთ.ნაწ	18.32-19,34	18,78

როგორც შედეგებიდან ჩანს, გრუნტი წარმოადგენს მყარი კონსისტენციის ნაწილობრივ წყალნაჯერ **თიხებს** ($\mathbf{I_p}$=18,53, $\mathbf{I_L}$= -0,08 და $\mathbf{S_r}$= 0.76).

თიხების ორ ნიმუშზე ჩატარდა ძვრაზე გამოცდა, 1,0-2,0-3,0 კგძ/სმ2 ვერტიკალურ დატვირთვებზე და წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში მიღებულია შემდეგი მნიშვნელობები:

- ხვედრითი შეჭიდულობა **C = 70,06კპა** (**0,70** კგძ/სმ2)
- შინაგანი ხახუნის კუთხე **φ° = 18,8⁰**

გამოცდის შედეგები ასახულია ძვრის გრაფიკებზე და ერთვის დასკვნას.

თიხების ერთ ნიმუშზე ჩატარდა კომპრესიული გამოცდა, 0,5 კგძ/სმ2 დატვირთვის საფეხურებით, P=4,0 კგძ/სმ2-მდე ვერტიკალურ დატვირთვებამდე აყვანით. ცდები შესრულდა ბუნებრივი სიმკვრივის და ტენიანობის ნიმუშებისთვის. დასაპროექტებელი შენობების საძირკვლებიდან მოსალოდნელი მაქსიმალური დატვირთვის გათვალისწინებით (P=2,0 კგძ/სმ2), გრუნტს მიეწოდა წყალი.

დეფორმაციის მოდულის საშუალო მნიშვნელობა, დატვირთვების საწყის ინტერვალში წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში ტოლია

- **E= 23500 კპა** (**235** კგძ/სმ2).

ეს მნიშვნელობა მიღებული იქნება საანგარიშოდ.

ცდის მონაცემები ასახულია შესაბამის გრაფიკზე და ერთვის დასკვნას.

ფენის სიმძლავრე -1,00-მ-დან ლოკაციების მიხედვით -8,00-9,00 მ-მდე (ასახულია ლითოლოგიურ ჭრილებზე);

აღნიშნული ფენა გამოყოფილია როგორც საინჟინრო გეოლოგიური ელემენტი - **I სგე.**

ფენა 3 - კენჭნაროვანი გრუნტი, სხვადასხვა ფრაქციის, ნაცრისფერი თიხაქვიშის შემავსებლით, ხრეშის (15%-მდე) და იშვიათად კაჭარის ჩანართებით, ძლიერ ტენიანი, ძლიერ კარბონატული.

ლაბორატორიულად განსაზღვრული იქნა გრანულომეტრული შედგენილობა. შედეგების საშუალო მნიშვნელობები მოცემულია ცხრ. #2-ში.

		საცერზე დარჩენილი ფრაქციის %													
		0,000	*0,002*	*0,005*	*0,05*	*0,10*	*0,25*	*0,5*	*1*	*2*	*3*	*5*	*10*	*20*	*40*	*100*
		1	***2***	***3***	***4***	***5***	***9***	***7***	***8***	***9***	***10***	***11***	***12***	***13***	***14***	***15***
საშუალო		*1,4*	*1,3*	*2,0*	*3,1*	*5,2*	*7,0*	*8,0*	*6,9*	*7,5*	*7,4*	*10,0*	*9,9*	*10,0*	*20,5*	*0,0*

როგორც ცხრილიდან ჩანს 2 მმ-ზე მსხვილი ფრაქცია 50%-ზე მეტია, ამიტომ გრუნტი პნ 02.01-08-ის დანართი 1, ცხრ.3-ის მიხედვით კლასიფიცირდება როგორც კენჭოვანი

კენჭოვანი (ხვინჭოვანი) გრუნტი.

ლაბორატორიულად განისაზღვრა შემავსებლის ფიზიკური თვისებები, რომლებიც მოცემულია ქვემოთ ცხრილი #3-ში.

№№	ფიზიკური მახასიათებლები		განზ.	მიღებულ სიდიდეების დიაპაზონი	საშუალო (ნორმატიული) მნიშვნელობა
				ფენა 3	ფენა 3
1	პლასტიკურობის რიცხვი	I_p	ერთ.ნაწ	2,04-5,22	**3,67**
2	ტენიანობა	**W**	%	24,5-26,8	**25,6**
3	გრუნტის ნაწილაკების	ρ_s	გ/სმ³	2,69-2,70	**2,69**
4	დენადობის მაჩვენებელი	I_L	–	0,69-0,89	**0,83**
5	ტენიანობა დენადობის ზღვარზე	W_L	ერთ.ნაწ	24,89-27,36	**26,10**
6	ტენიანობა პლასტიკურობის ზღვარზე	W_p	ერთ.ნაწ	21,87-23,69	**22,43**

როგორც ამ შედეგებიდან ჩანს, შემავსებელი წარმოადგენს თიხაქვიშას, რადგან I_p=3,67;

ამრიგად ფენა წარმოადგენს **კენჭოვანი (ხვინჭოვანი) გრუნტს,** წარმოდგენილს თიხაქვიშის შემავსებლით, რომლის ბუნებრივი ტენიანობა **W**=25,6;

ფენის სიმძლავრე -8,00-9,00 მ-დან ლოკაციების მიხედვით -12,00-13,00 მ-მდე (ასახულია ლითოლოგიურ ჭრილებზე);

ფენა გაწყლიანებულია;

აღნიშნული ფენა გამოყოფილია როგორც საინჟინრო გეოლოგიური ელემენტი - **II სგე.**

ფენა -4 – არგილიტი, ელუვირებული ძირითადი ქანი, ოლიგოცენ-ქვედა მიოცენის ($P_3+N_1^1$ - „მაიკოპის წყება“, ე.წ. „ძირითადი თიხები“, მუქი ლურჯი-ნაცრისფერი, იშვიათად ძლიერ გამოფიტული და დანაპრალიანებული ქვიშაქვის ჩანართებით, არა კარბონატული. ამ წყების ნალექები გამოფიტულია და წარმოადგენს ძირითადი ქანის გამოფიტვის ქერქის გათიხებულ-დისპერსიულ ზონას. სიღრმის მატებასთან დამოკიდებულებაში აღინიშნება სიმტკიცის მატება, და შეიძლება აღვნიშნოთ, როგორც **არგილიტი, ელუვირებული ძირითადი ქანი, არგილიტით წარმოდგენილი.** თუმცა მთელ გამოკვლეულ სიღრმემდე (-40,0 მ) იგი გათიხებულია.

ლაბორატორიაში განისაზღვრა ფიზიკური თვისებების სრული კომპლექსი, რომლებიც მოცემულია ქვემოთ, #4 ცხრილში.

№№	ფიზიკური მახასიათებლები		განზ.	მიღებულ სიდიდეების დიაპაზონი	საშუალო (ნორმატიული) მნიშვნელობა
				ფენა 4	ფენა 4
1	პლასტიკურობის რიცხვი	I_p	ერთ.ნაწ	17,00-18,07	**17,60**
2	ტენიანობა	**W**	%	17,9-19,5	**18,5**

3	სიმკვრივე	გრუნტის	ρ	გ/სმ³	1,95-1,97	**1,96**
		მშრალი გრუნტის	ρ_d		1,63-1,67	**1,66**
		გრუნტის ნაწილა-კების	ρ_s		2,70-2,72	**2,72**
4	ფორიანობა		**n**	-	38,34-39,56	**38,99**
5	ფორიანობის კოეფიციენტი		**e**	–	0,622-0,655	**0,639**
6	დენადობის მაჩვენებელი		$\mathbf{I_L}$	–	-0,02-0,11	**-0,08**
7	ტენიანობის ხარისხი		$\mathbf{S_r}$	–	0,77-0,80	**0,78**
8	ტენიანობა დენადობის ზღვარზე		$\mathbf{W_L}$	ერთ.ნაწ	36,82-37,93	**37,46**
9	ტენიანობა პლასტიკურობის ზღვარზე		$\mathbf{W_p}$	ერთ.ნაწ	19,43-20,11	**19,86**

ერთ ნიმუშზე, ჩატარდა ძვრაზე გამოცდა 1,0-2,0-3,0 კგძ/სმ2 ვერტიკალურ დატვირთვებზე და წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში მიღებულია შემდეგი მნიშვნელობები:

- ხვედრითი შეჭიდულობა **C = 70,15 კპა** (**0,70** კგძ/სმ2)
- შინაგანი ხახუნის კუთხე $\varphi° = 18,8^0$

გამოცდის შედეგები ასახულია ძვრის გრაფიკებზე და ერთვის დასკვნას.

ერთ ნიმუშზე ჩატარდა კომპრესიული გამოცდა, 0,5 კგძ/სმ2 დატვირთვის საფეხურებით, P=4,0 კგძ/სმ2-მდე ვერტიკალურ დატვირთვებამდე აყვანით. ცდები შესრულდა ბუნებრივი სიმკვრივის და ტენიანობის ნიმუშებისთვის. დასაპროექტებელი შენობების საძირკვლებიდან მოსალოდნელი მაქსიმალური დატვირთვის გათვალისწინებით (P=2,0 კგძ/სმ2), გრუნტს მიეწოდა წყალი.

დეფორმაციის მოდულის საშუალო მნიშვნელობა, წყალაგაჯერებულ მდგომარეობაში ტოლია

- **E= 22678 კპა** (**230** კგძ/სმ2).

ეს მნიშვნელობა მიღებული იქნება საანგარიშოდ.

ცდის მონაცემები ასახულია შესაბამის გრაფიკზე და ერთვის დასკვნას.

ოთხ ნიმუშზე ჩატარდა გამოცდა სიმტკიცის განსაზღვრისთვის წინააღმდეგობა ერთღერძა კუმშვაზე და მიღებულია შემდეგი მნიშვნელობა

$$\mathbf{R_c = 2157\ კპა = 21,6\ (კგძ/სმ2)}$$

აღნიშნული ფენა გამოყოფილია, როგორც საინჟინრო გეოლოგიური ელემენტი - **III სგე.**

ფენის სიმძლავრე კენჭნაროვანი გრუნტის შემდეგ დაძიებულ -40,0 - მეტრამდე;

- გეომორფოლოგიურად საკვლევი ტერიტორია მდებარეობს მდ.მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე, 1 ჭალის ზედა ტერასაზე. რომელიც „დიღმის ველის“ სახელითაა ცნობილი.
- სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგიის დეპარტამენტის მიერ შედგენილი ანგარიშის მიხედვით, საპროექტო ტერიტორია მდებარეობს გეოლოგიური საფრთხეების განვითარების დაბალი რისკის ზონაში. საინჟინრო გეოლოგიური თვალსაზრისით, უბანი არ ხასიათდება ისეთი არახელსაყრელი ფიზიკურ-გეოლოგიური მოვლენების არსებობით როგორიცაა მეწყერი, კარსტი, ეროზია, ჯდომადობა და სხვა. ტერიტორია განაშენიანებულია, კეთილმოწყობილია ქალაქის სამსახურების მიერ ყველა საინჟინრო და კომუნალური კომუნიკაციით და ნაკვეთის მესაკუთრეს მიერ, რაიმე დამატებითი საინჟინრო ღონისძიების გატარების საჭიროება არ არის.
- საინჟინრო-გეოლოგიური სირთულის მიხედვით საკვლევი რაიონი სამშენებლო ნორმებით 1.02.07.87წ. დანართი 10-ის მიხედვით, მიეკუთვნება II (საშუალოდ რთული) კატეგორიას;
- საკვლევ მოედანზე გეოლოგიურ ჭრილში (დაღმავალი ჭრილით) დაძიებულ სიღრმემდე გამოყოფილი იქნა გრუნტის 4 (ოთხი) ფენა და 3 (სამი) სგე;

ფენა - 1 - ნაყარი გრუნტი, ჰუმუსირებული ნიადაგის და ადგილობრივი თიხოვანი გრუნტის, შეუკავშირებელი და არაერთგვაროვანი ნაერთი. ფენა ფუძე-გრუნტად არ განიხილება და ამიტომ მისი თვისებები არ დასინჯულა. ფენის სიმძლავრე -0,00-მ-დან -1,0 მ-მდე.

ფენა - 2 - I სგე - თიხა, დელუვიური წარმოშობის, ყავისფერი, მყარი, მარილების ჩანაწინწკლებით და ბუდობებით, წვრილი ფრაქციის ღორღის მცირე ჩანართებით, პელიტური, ძლიერ კარბონატული. ბუნებრივ მდგომარეობაში: საშუალოდ კუმშვადი, კუმშვადობის კატეგორია II, წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში: საშუალოდ კუმშვადი, კუმშვადობის კატეგორია III.

როგორც შესავალ ნაწილში აღინიშნა, იგივე ნაკვეთში (იგივე საკ.კოდი 01.10.06.005.014, პირობითი სექტორი A), ჩვენს მიერ, ა.წ. მაისში, ჩატარებულია კვლევითი სამუშაოები. ამ კვლევის მასალების მიხედვით:

- ნიმუშიდან მომზადდა გამონატუტი, რომლის საერთო მინერალიზაციის სიდიდე - M = 2,13 გ/ლ ტოლია. ქიმიური შედგენილობით სულფატური კალციუმიან-ნატრიუმიან-მაგნიუმიანი ტიპით განისაზღვრება. წყალბად-იონების კონცენტრაციის მაჩვებელით რეაქცია ნეიტრალურია (pH = 7.16).
- გრუნტი „ძლიერ“ აგრესიულობას ავლენს პორტლანდცემენტის, შლაკოპორტლანდცემენტის და სულფატმედეგი მარკის ბეტონის მიმართ წყალშეღწევადობის მიუხედავად (იხ. აგრესიულობის ცხრილები). აგრეთვე,

ქლორიდების შემცველობის თვალსაზრისითაც ხასიათდება „საშუალო“ აგრესიულობით.

ფენის სიმძლავრე -1,00-მ-დან ლოკაციების მიხედვით -8,00-9,00 მ-მდე (ასახულია ლითოლოგიურ ჭრილებზე);

ფენა - 3 – II სგე - კენჭოვანი (ხვინჭოვანი) გრუნტი, სხვადასხვა ფრაქციის, ნაცრისფერი თიხაქვიშის შემავსებლით, ხრეშის (15%-მდე) და იშვიათად კაჭარის ჩანართებით, ძლიერ ტენიანი, ძლიერ კარბონატული.

ფენის სიმძლავრე -8,00-9,00 მ-დან ლოკაციების მიხედვით -12,00-13,00 მ-მდე (ასახულია ლითოლოგიურ ჭრლებზე);

ფენა გაწყლიანებულია;

ფენა - 4 – III სგე – არგილიტი, ელუვირებული ძირითადი ქანი, ოლიგოცენ-ქვედა მიოცენის ($P_3+N_1^1$ - „მაიკოპის წყება“, ე.წ. „ძირითადი თიხები“, მუქი ლურჯი-ნაცრისფერი, ძლიერ გამოფიტული ქვიშაქვის ჩანართებით. ამ წყების ნალექები გამოფიტულია და წარმოადგენს ძირითადი ქანის გამოფიტვის ქერქის გათიხებულ-დისპერსიულ ზონას. სიღრმის მატებასთან დამოკიდებულებაში აღინიშნება სიმტკიცის მატება, და შეიძლება აღვნიშნოთ, როგორც **არგილიტი, ელუვირებული ძირითადი ქანი, არგილიტით წარმოდგენილი.** თუმცა მთელ გამოკვლეულ სიღრმემდე (-40,0 მ) იგი გათიხებულია.

ფენის სიმძლავრე კენჭნაროვანი გრუნტის შემდეგ დაძიებულ -40,0 - მეტრამდე;

- ქვემოთ, ცხრ. №5 მოცემულია სამივე სგე-ს გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების პარამეტრების საანგარიშო მნიშვნელობები მიღებული, როგორც ლაბორატორიული გამოკვლევებით, ასევე ს.ნ. და წ. “შენობების და ნაგებობების ფუძეები” (პნ 02.01-08)-ის დანართი 2-ს და 3-ს ცხრილების მიხედვით.

№№	გრუნტის მახასიათებლები	საანგარიშო (ნორმატიული) მნიშვნელობები		
		I სგე	II სგე	III სგე
1	სიმკვრივე ρ გ/სმ^3	1,97	2,00	1,96
2	ხვედრითი შეჭიდულობა c კპა (კგძ/სმ^2)	70,06 (0,.70)	21 (0,21)	70,15 (0.70)
3	შინაგანი ხახუნის კუთხე φ°	18,8^0	30^0	18,8^0
4	დეფორმაციის მოდული E მპა (კგძ/სმ^2)	235 (235)	40 (400)	23 (230)
5	პირობითი საანგარიშო წინაღობა R$_0$ კპა (კგძ/სმ2)	280 (2,8)	400 (4,0)	350 (3.,5)
6	პუასონის კოეფიციენტი , μ	0,42	0,27	0,42

შენიშვნა: საანგარიშო მნიშვნელობებში გამოყენებულია შემდეგი საიმედოობის კოეფიციენტები, მზიდუნარიანობის ანგარიშის დროს Yg(c) = 1,5, და Yg(ϕ) =1,15;

- **მოედნის ჰიდროგეოლოგიური პირობებიდან** ავღნიშნავთ, რომ ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის დროს, ისევე როგორც წინა კვლევაში, ყველა გაყვანილ ჭაბურღილში, გრუნტის წყალი გაიხსნა. გამოვლინება დაფიქსირდა, დგომა -8,00-9,00 მ მიწის დონიდან.

საერთო მინერალიზაციის სიდიდით - M = 7,23 გ/ლ - სინჯი მაღალი სიმლაშის წყლების (M > 5,0 გ/ლ) კატეგორიას მიეკუთვნება. ქიმიური შედგენილობით სინჯი სულფატურ-ქლორიდული ნატრიუმიან-კალციუმიანი ტიპით. წყალბად-იონების კონცენტრაციის მაჩვენებლით რეაქცია ნეიტრალურია (pH = 7.57).

განსახილველი წყლის სინჯი სულფატების შემცველობის მხრივ პორტლანდცემენტის მარკის ბეტონის მიმართ „ძლიერი“ აგრესიულობით ხასიათდება წყალშეღწევადობის მიუხედავად. ხოლო წიდა-პორტლანდცემენტის მიმართ სხვადასხვა ხარისხის - „საშუალოდან“ „არამდე“ აგრესიულობას ავლენს წყალშეღწევადობის შესაბამისად.

რკინა- ბეტონის კონსტრუქციის არმატურაზე გაანალიზებული წყლის სინჯის აგრესიული ზემოქმედება მუდმივად წყალში დასველების პირობებში ფასდება როგორც “არა”, ხოლო პერიოდული დასველებით – “საშუალო”. იმავე გარემოს აგრესიული ზემოქმედების ხარისხი ნახშირბადიან ფოლადზე, გრუნტის წყლის დონის დაბლა სამშენებლო ნორმების და წესების ინსტრუქციის მიხედვით ფასდება როგორც “საშუალო”.

- ქვაბულის მოწყობის დროს, სადრენაჟე და წყალქცევითი სამუშაოების ჩატარებისთვის, გათვალისწინებული იყოს სნ და წ. 3.02.01-87 თავი 2-ის მოთხოვნები.
- პნ 01.01-09-ის („სეისმომედეგი მშენებლობა“) თანახმად, ქ.თბილისი მიეკუთნება 8 ბალიანი სეისმურობის ზონას. ამავე ნორმატიული დოკუმენტის ცხრილი 1-ის თანახმად,სეისმური თვისებების მიხედვით, უბანზე გავრცელებული გრუნტები მიეკუთნებიან:

- ა) ნაყარი (ფენა 1) -III კატეგორიას;
- ბ) დანარენი ფენები - II კატეგორიას;

მიწისძვრების ტალღების მაქსიმალური ჰორიზონტალური აჩქარების (სეისმურობის უგანზომილებო კოეფიციენტი) მახასიათებელი საკვლევ უბანზე 0,17;

- დამუშავების სიძნელის მიხედვით, უბანზე გავრცელებული გრუნტები, სნ და წ IV–2–82 I–I ცხრილის თანახმად, მიეკუთნებიან:

- ა) ნაყარი გრუნტი (ფენა 1) - სამივე სახეობით (ერთციცხვიანი ექსკავატორით, ბულდოზერით და ხელით) დამუშავებისას - II ჯგუფს, საშუალო სიმკვრივით 1800 კგ/მ³ (რიგ.#24ა);

ბ) თიხა (ფენა 2) - ყველა სახის დამუშავებისას - III ჯგუფს (სნ და წ IV-2-82; რიგ. 33ბ).

გ) კენჭოვანი გრუნტი (ფენა 3) - ყველა სახით დამუშავებისას 6-ი-IV კატეგორიას;

დ) თიხა ძირითადი (ფენა 4) - ყველა სახით დამუშავებისას 8- д -IV კატეგორიას;

სნ და წ III-4-80-ის მე-9 თავი, ცხრილი #4

გრუნტის დასახელება	ფერდობის ციცაბო (მისი სიმაღლის შეფარდება და დასაწყისში) გათხრების სიღრმეზე, მ, მეტი აღარ		
	1.5 მეტრი	3,0 მეტრი	5,0 მეტრი
ნაყარი	1:0,67	1:1	1:1,25
ხრეში	1:0,5	1:1	1:1
თიხა	1:00	1:0,25	1:0,5

ინჟინერ-გეოლოგი: /ზ.ნაზღაიძე/

გამოყენებული ლიტერატურის სია

1. პნ 01.05-08 დაპროექტების ნორმების - „სამშენებლო კლიმატოლოგია". საქართველოს ეკ. განვითარების მინისტრის ბრძანება №1-1/1743, 2008 წლის 25 აგვისტო ქ. თბილისი.
2. პნ 02.01-08 სამშენებლო ნორმების და წესების - „შენობების და ნაგებობების ფუძეები". საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის ბრძანება №1-1/1924, 2008 წლის 17 სექტემბერი ქ. თბილისი.
3 . პნ 01.01-09 სამშენებლო ნორმების და წესების - „სეისმომედეგი მშენებლობა". საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის ბრძანება №1-1/2284, 2009 წლის 7 ოქტომბერი ქ. თბილისი.
4. დ.ჩხეიძე – საინჟინრო გეოლოგია – გამომცემლობა "განათლება"; 1979
5. ე.გამყრელიძე – სტრუქტურული გეოლოგიის მეთოდები – გამომცემლობა "განათლება"; 1979
6. ნ.ფოფორაძე – საქართველოს მინერალები და ქანები – საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; 2012;
7. გ. ჯაფარიძე – ქ. თბილისის საინჟინრო გეოლოგიური პირობები

შპს წყალი და გრუნტი
ს/კ 436046574
ტელ.: +995 577 75 48 92
ელ-ფ: infowaterandsoil@gmail.com

WATER AND SOIL LLC
I/C 436046574
TEL.: +995 577 75 48 92
E-mail: infowaterandsoil@gmail.com

ლაბორატორიული კვლევის შედეგები ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებლის ბერვანი #200 (ს/კ 01.10.06.005.014 (სექტორი B))

#	ნიმუშის აღების თარიღი	ცდის ჩატარების თარიღი	ჭაბ. №	ნიმუშის №	სიღრმე, მ	ნიმუშის ტიპი: მ-მონოლითი; ტ-ტაბლეტი	ბუნებრივი ტენიანობა W, %	ფიზიკური თვისებები											მექანიკური თვისებები						
								პლასტიკურობა			სიმკვრივე, გ/სმ³								ბუნებრივი				წყალგაჯერებული		
								დენადობის ზღვარი W_L, %	პლასტიკურობის ზღვარი W_p, %	პლასტიკურობის რიცხვი I_p	მინერალური ნაწილის, ρ_s	ბუნებრივი, ρ	ჩონჩხის, ρ_d	ფორიანობა, n %	ფორიანობის კოეფიციენტი, e	სრული ტენტევადობა, Wsat %	ტენიანობის ხარისხი, S,	დენადობის მაჩვენებელი, I_L	წნევაგანმტკიცებულობა კამკრაზე R_c, კპა	ჭრა			ჭრა		
																				მიწაგანი ხახუნის კუთხე, φ გრად.	მჭიდროება, C კპა	დეფორმაციის მოდული, E კპა	მიწაგანი ხახუნის კუთხე, φ_w გრად.	მჭიდროება, C_w კპა	დეფორმაციის მოდული, E_w კპა
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
თიხა ყავისფერი, მყარი, წაწილობრივ მარილის ბუდობებით და ჩანაწიწკლებით, წვრილი ღორღის 5%-მდე ჩანართებით, პლიტური, ძლიერ კარბონატული																									
1	13.07.2025	21.07.2025	1	1,1	4,0	მ	17,6	37,32	18,72	18,60	2,72	1,96	1,67	38,73	0,632	23,24	0,76	-0,06							
2	14.07.2025	23.07.2025	2	2,1	6,0	მ	17,2	37,53	19,34	18,19	2,72	1,97	1,68	38,20	0,618	22,73	0,76	-0,12	-	20,41	72,39	-	18,55	70,28	-
3	16.07.2025	23.07.2025	4	4,1	5,0	მ	17,1	37,01	18,73	18,28	2,72	1,97	1,68	38,15	0,617	22,68	0,75	-0,09	-	-	-	25243	-	-	23500
4	15.07.2025	23.07.2025	3	3,1	4,0	მ	17,8	37,36	18,32	19,04	2,72	1,97	1,67	38,52	0,626	23,03	0,77	-0,03	-	20,28	71,06	-	19,03	69,83	-
საშუალო							**17,4**	**37,31**	**18,78**	**18,53**	**2,72**	**1,97**	**1,68**	**38,40**	**0,623**	**22,90**	**0,76**	**-0,08**	-	**20,35**	**71,73**	**25243**	**18,79**	**70,06**	**23500**
*ეწყწაროვანი გრუნტი, სხვადასხვა ფრაქციის, წაცრისფერი თიხაქვიშის შემავსებლით, ხრეშის (15%-მდე) და იშვიათად ქვარის ჩანართებით, ძლიერ ტენიანი, ძლიერ კარბონატული																									
5	13.07.2025	21.07.2025	1	1,2	10,0	დ	25,1	25,73	23,69	2,04	2,69	-	-	-	-	-	-	0,69	-	-	-	-	-	-	-
6	13.07.2025	21.07.2025	1	1,3	11,0	დ	24,5	24,89	21,87	3,02	2,70	-	-	-	-	-	-	0,87	-	-	-	-	-	-	-
7	16.07.2025	21.07.2025	4	4,2	10,0	დ	25,8	26,41	22,03	4,38	2,69	-	-	-	-	-	-	0,86	-	-	-	-	-	-	-
8	16.07.2025	21.07.2025	4	4,3	11,0	დ	26,8	27,36	22,14	5,22	2,69	-	-	-	-	-	-	0,89	-	-	-	-	-	-	-
საშუალო							**25,6**	**26,10**	**22,43**	**3,67**	**2,69**	-	-	-	-	-	-	**0,83**	-	-	-	-	-	-	-
სრგილიტი ელუვირებული გათიხებული, მყარი, მუქი წაცრისფერი, თხელ და საშუალო შრეებრივი, იშვიათად ძლიერ გამოფიტული და ძლიერ დაწვრილიანებული ქვიშაქვის შუაშრეებით, არა კარბონატული																									
9	13.07.2025	21.07.2025	1	1,4	24,0	მ	18,5	38,63	20,03	18,60	2,72	1,97	1,66	38,88	0,636	23,39	0,79	-0,08	1348	-	-	-	-	-	-
10	14.07.2025	22.07.2025	2	2.2	18,0	მ	18,1	37,46	20,14	17,32	2,72	1,95	1,65	39,30	0,647	23,80	0,76	-0,12	-	-	-	24191	-	-	22521

შპს წყალი და გრუნტი
ს/კ 436046574
ტელ.: +995 577 75 48 92
ელ-ფ: infowaterandsoil@gmail.com

WATER AND SOIL LLC
I/C 436046574
TEL.: +995 577 75 48 92
E-mail: infowaterandsoil@gmail.com

#	ნიმუშის აღების თარიღი	ცდის ჩატარების თარიღი	ჭაბ. №	ნიმუშის №	სიღრმე, მ	ნიმუშის ტიპი: მ-მოწოლითი; დ-დამშლილი	ბუნებრივი ტენიანობა W, %	ფიზიკური თვისებები											მექანიკური თვისებები						
								პლასტიკურობა			სიმკვრივე, გ/სმ³								ბუნებრივი				წყალგაჯერებული		
								დენადობის ზღვარი W_L, %	პლასტიკურობის ზღვარი W_p, %	პლასტიკურობის რიცხვი I_p	მიზიდულობითი ნაწილის, ρ_s	ბუნებრივი, ρ	ჩონჩხის, ρ_d	ფორიანობა, n %	ფორიანობის კოეფიციენტი, e	სრული ტენტევადობა, Wsat %	ტენიანობის ხარისხი, S,	დენადობის მაჩვენებელი, I_L	წყალგაჯერებულობა უკომპრესიო კომპრესიაზე, E_{ks}	ჭრა		დეფორმაციის მოდული, E კპა	ჭრა		დეფორმაციის მოდული, E_w კპა
																				მიზიდული ხახუნის კუთხე, φ გრად.	მეჭიდულობა, C კპა		მიზიდული ხახუნის კუთხე, ϕ_w გრად.	მეჭიდულობა, C_w კპა	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
11	14.07.2025	22.07.2025	2	2.3	22,0	დ	18,3	37,25	20,11	17,14	2,72	1,97	1,67	38,78	0,633	23,29	0,79	-0,11	1585	-	-	-	-	-	-
12	15.07.2025	23.07.2025	3	3,2	20,0	დ	17,9	37,93	19,86	18,07	2,71	1,97	1,67	38,34	0,622	22,95	0,78	-0,11	-	20,24	71,63	-	18,77	70,15	-
13	16.07.2025	23.07.2025	4	4.4	14,0	დ	18,0	37,03	19,43	17,60	2,72	1,96	1,66	38,93	0,638	23,44	0,77	-0,08	-	-	-	24529	-	-	22835
14	17.07.2025	23.07.2025	4	4.5	40,0	დ	19,0	37,11	19,66	17,45	2,72	1,97	1,66	39,14	0,643	23,64	0,80	-0,04	2964	-	-	-	-	-	-
15	15.07.2025	23.07.2025	3	3,3	38,0	დ	19,5	36,82	19,82	17,00	2,70	1,95	1,63	39,56	0,655	24,25	0,80	-0,02	2732	-	-	-	-	-	-
საშუალო							**18,5**	**37,46**	**19,86**	**17,60**	**2,72**	**1,96**	**1,66**	**38,99**	**0,639**	**23,54**	**0,78**	**-0,08**	**2157**	**20,24**	**71,63**	**24360**	**18,77**	**70,15**	**22678**

*შენიშვნა: * მოწაცემები მოცემულია შემავსებელისათვის; წიმში 4.1, 2.2 და 4.4 - ბუნებრივ მდგომარეობაში: საშუალოდ კუმშვადი, კუმშვადობის კატეგორია II, წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში: საშუალოდ კუმშვადი, კუმშვადობის კატეგორია III.*

შპს "წყალი და გრუნტის" დირექტორი Marine Mardashova 51001006017 Digitally signed by Marine Mardashova Date: 2025.07.25 21:01:24 **მარინე მარდაშოვა**

შპს "წყალი და გრუნტი" 436046574 WATER AND SOIL LLC

შპს წყალი და გრუნტი
ს/კ 436046574
ტელ.: +995 577 75 48 92
ელ-ფ: infowaterandsoil@gmail.com

WATER AND SOIL LLC
I/C 436046574
TEL.: +995 577 75 48 92
E-mail: infowaterandsoil@gmail.com

ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი #200. (ს/კ 01.10.06.005.014 (სექტორი B))
გრუნტების გრანულომეტრიული შედგენილობის ჯამური ცხრილი

##	ნიმუშის აღების თარიღი	ცდის ჩატარების თარიღი	ჭაბურღილი №	ნიმუშის №	სიღრმე, მ	საცერზე დარჩენილი ფრაქციის %														
						საცერში გასულიღი ფრაქციების ჯამური %														
						0,000	0,002	0,005	0,05	0,1	0,25	0,5	1	2	3	5	10	20	40	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	13.07.2025	20.07.2025	1	1,1	10,0	1,2	1,4	2,0	3,2	4,8	7,1	9,0	8,2	5,3	6,4	9,7	10,8	10,2	20,7	0,0
						0,0	1,2	2,6	4,6	7,8	12,6	19,7	28,7	36,9	42,2	48,6	58,3	69,1	79,3	100,0
2	13.07.2025	20.07.2025	1	1,2	11,0	1,1	1,3	2,1	3,8	6,3	5,4	10,1	6,6	7,1	5,8	9,3	9,7	11,2	20,2	0,0
						0,0	1,1	2,4	4,5	8,3	14,6	20,0	30,1	36,7	43,8	49,6	58,9	68,6	79,8	100,0
3	16.07.2025	20.07.2025	4	4,2	10,0	1,0	1,1	1,9	2,6	4,8	8,3	5,9	6,4	10,1	8,5	9,7	9,9	10,0	19,8	0,0
						0,0	1,0	2,1	4,0	6,6	11,4	19,7	25,6	32,0	42,1	50,6	60,3	70,2	80,2	100,0
4	16.07.2025	20.07.2025	4	4,3	11,0	2,2	1,3	2,0	2,6	4,7	7,3	6,9	6,3	7,4	9,0	11,1	9,3	8,5	21,4	0,0
						0,0	2,2	3,5	5,5	8,1	12,8	20,1	27,0	33,3	40,7	49,7	60,8	70,1	78,6	100,0

შპს "წყალი და გრუნტის" დირექტორი **მარინე მარდაშოვა**

Marine Mardashova 51001006017
Digitally signed by Marine Mardashova
Date: 2025.07.24 17:46:42

წყალი და გრუნტი 436046574 WATER AND SOIL LLC

შპს წყალი და გრუნტი
ს/კ 436046574
ტელ.: +995 577 75 48 92
ელ-ფ: infowaterandsoil@gmail.com

WATER AND SOIL LLC
I/C 436046574
TEL.: +995 577 75 48 92
E-mail: infowaterandsoil@gmail.com

წყლის სინჯის ქიმიური ანალიზის შედეგი

საანალიზოდ გადმოცემული წყლის სინჯი აღებულია თბილისში, დავით აღმაშენებლის ხეივანის #200-ის (სექტორი B) (ს/კ 01.10.06.005.014) მიმდებარე ტერიტორიაზე.

საერთო მინერალიზაციის სიდიდით ($M = 7.23$ გ/ლ) სინჯი მაღალი სიმლაშის წყლების ($M > 5.0$ გ/ლ) კატეგორიას მიეკუთვნება. ქიმიური შედგენილობა წარმოდგენილია სულფატურ-ქლორიდული ნატრიუმიან-კალციუმიანი ტიპით. წყალბად-იონების კონცენტრაციის მაჩვენებლით რეაქცია ნეიტრალურია ($pH = 7.57$). განსახილველი წყლის სინჯი სულფატების შემცველობის მხრივ პორტლანდცემენტის მარკის ბეტონის მიმართ „ძლიერი“ აგრესიულობით ხასიათდება წყალშეღწევადობის მიუხედავად. ხოლო წიდაპორტლანდცემენტის მიმართ სხვადასხვა ხარისხის - „საშუალოდან“ „არამდე“ აგრესიულობას ავლენს წყალშეღწევადობის შესაბამისად. რკინა-ბეტონის კონსტრუქციის არმატურაზე გაანალიზებული წყლის სინჯის აგრესიული ზემოქმედება მუდმივად წყალში დასველების პირობებში ფასდება როგორც “არა”, ხოლო პერიოდული დასველებით – “საშუალო”. იმავე გარემოს აგრესიული ზემოქმედების ხარისხი ნახშირბადიან ფოლადზე, გრუნტის წყლის დონის დაბლა სამშენებლო ნორმების და წესების ინსტრუქციის მიხედვით ფასდება როგორც “საშუალო”.

შპს „წყალი და გრუნტის“ დირექტორი Marine Mardashova 51001006017 Digitally signed by Marine Mardashova Date: 2025.07.24 17:48:11 **მ. მარდაშოვა**

ანალიტიკოსი **თ. მიქავა**

შპს წყალი და გრუნტი
ს/კ 436046574
ტელ.: +995 577 75 48 92
ელ-ფ: infowaterandsoil@gmail.com

WATER AND SOIL LLC
I/C 436046574
TEL.: +995 577 75 48 92
E-mail: infowaterandsoil@gmail.com

წყლის სინჯის ქიმიური ანალიზი

სინჯის აღების ადგილი		თბილისი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი #200 (სექტორი B) (ს/კ 01.10.06.005.014)			
წყალპუნქტის ტიპი		ჭაბურღილი 1 სინჯის აღების სიღრმე- 8.0 მ		სინჯის აღების თარიღი	13.07.2025
იონები	აბსოლუტური შემცველობა, გ/ლ	მგ.ექვ./ლ	მგ.ექვ./ლ, %	სხვა მონაცემები	
1	2	3	4	5	
კათიონები				ფერი: გამჭვირვალე სუნი: უსუნო გემო: მაღალი სიმლაშის წყალი ტემპერატურა (ლაბ.): 17.3°C	
$(Na+K)^+$	1.851	80.465	76	წყალბად-იონების კონცენტრაცია PH:	7.57
Ca^{2+}	0.455	22.750	22	მშრალი ნაშთი:	7.10 გ/ლ
Mg^{2+}	0.026	2.200	2	საერთო სიხისტე:	24.95 მგ.ექვ./ლ;
ჯამი	**2.332**	**105.41**	**100**	კარბონატული:	2.1 მგ.ექვ./ლ;
ანიონები				მუდმივი:	22.85 მგ.ექვ./ლ;
				თავისუფალი CO_2:	არ აღმოჩნდა
Cl^-	0.611	17.200	16	აგრესიული CO_2:	არ აღმოჩნდა
SO_4^{2-}	4.033	84.015	80	ამონიუმი (NH_4^+):	1.16 მგ/ლ
HCO_3^-	0.256	4.200	4	ნიტრატი (NO_3^-):	არ აღმოჩნდა
ჯამი	**4.900**	**105.41**	**100**	ნიტრიტი (NO_2^-):	არ აღმოჩნდა
M გ/ლ	**7.232**	კურლოვის ფორმულა		მარილიანობა	4.46 ppt
				ელ. წინაღობა	8.93 ppt
				TDS	6.34 ppt
				$M_{7.23}\frac{SO_4 80 Cl 16}{(Na+K)76 Ca 22}$	
ანალიზის შემსრულებელი:		თ. მიქავა		თარიღი:	24.07.2025

შპს წყალი და გრუნტი
ს/კ 436046574
ტელ.: +995 577 75 48 92
ელ-ფ: infowaterandsoil@gmail.com

WATER AND SOIL LLC
I/C 436046574
TEL.: +995 577 75 48 92
E-mail: infowaterandsoil@gmail.com

წყლის აგრესიულობის ხარისხი ბეტონის მიმართ

რიგითი №	გამონამუშევრის №	ნიმუშის აღების სიღრმე, მ	აგრესიულობის მაჩვენებლები	წყლის აგრესიულობის ხარისხი ნაგებობებისადმი					
				განლაგებულ ქანებში $K_ფ$>0.1 მ/დღ.ღ			განლაგებულ ქანებში $K_ფ$<0.1 მ/დღ.ღ		
				ბეტონის მარკა წყალმედეგობის მიხედვით					
				W4	W6	W8	W4	W6	W8
1	ჭაბურღილი 1	8.0	ბიკარბონატული სიხისტე, მგ.ექვ/ლ	არა	არა	არა	არა	არა	არა
			წყალბად-იონის მაჩვენებელი	არა	არა	არა	სუსტი	არა	არა
			აგრესიული ნახშირმჟავას შემცველობა, მგ/ლ	-	-	არა	-	-	არა
			მაგნეზიალური მარილების შემცველობა, მგ/ლ	არა	არა	არა	არა	არა	არა
			ამონიუმის მარილების შემცველობა, მგ/ლ	არა	არა	არა	არა	არა	არა
			მაღალი ტუტიანობის შემცველობა, მგ/ლ	არა	არა	არა	არა	არა	არა
			სულფატები ბეტონებისათვის						
			პორტლანდცემენტი (ГОСТ10178-76)	ძლიერი	ძლიერი	ძლიერი	ძლიერი	ძლიერი	ძლიერი
			წიდაპორტლანდცემენტი	საშუალო	სუსტი	არა	სუსტი	არა	არა
			სულფატმედეგი ცემენტი	არა	არა	არა	არა	არა	არა

გარემოს აგრესიული ზემოქმედების ხარისხი მეტალის კონსტრუქციებზე

რიგითი №	გამონამუშევრის №	ნიმუშის აღების სიღრმე, მ	წყლის აგრესიული ზემოქმედების ხარისხი რკინა-ბეტონის კონსტრუქციის არმატურაზე		გარემოს აგრესიული ზემოქმედების ხარისხი ნახშირბადიან ფოლადზე, გრუნტის წყლის დონის დაბლა იმ ქანებისათვის რომელთა ფილტრაციის კოეფიციენტი >0.1 მ/დღ.ღ
			მუდმივად წყალში	პერიოდულად დასველებით	
1	ჭაბურღილი 1	8.0	არა	საშუალო	საშუალო

ქანების კომპრესიაზე გამოცდის შედეგები

| პროექტი | ს/გ კვლევა | ადგილმდებარეობა: ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი №200. (ს/კ 01.10.06.005.014 (სექტორი B)) | | |

ქანების კომპრესიაზე გამოცდის შედეგები

პროექტი	ს/გ კვლევა	ადგილმდებარეობა:	
		ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი №200. (ს/კ 01.10.06.005.014 (სექტორი B))	
ჭაბურღილი №	4	ქანის აღწერა:	
ნიმუშის №	4.1	თიხა ყავისფერი, მყარი, ნაწილობრივ მარილის ბუდობებით და ჩანაწინწკლებით, წვრილი ღორღის 5%-მდე ჩანართებით, პელიტური, ძლიერ კარბონატული	
სიღრმე, მ	5,0		
ნიმუშის აღების თარიღი / ცდის თარიღი:	16.07.2025/23.07.2025	ცდის მეთოდი:	ГОСТ 23908-79

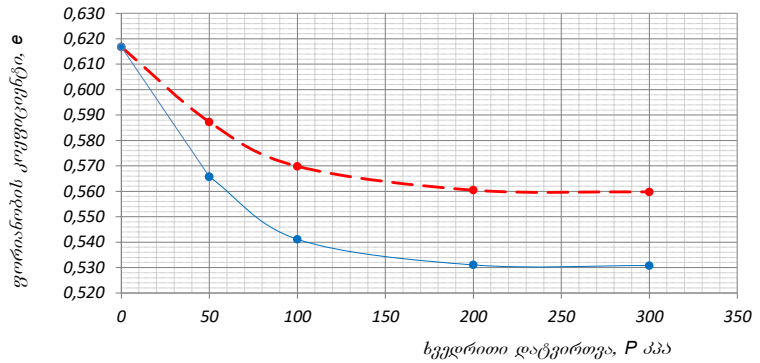
გრანულომეტრიული შედგენილობა			გრუნტის ფიზიკური მაჩვენებლები	
ხრეში	>2.0	-	ბუნებრივი ტენიანობა, W %	17,1
ქვიშა	0.05-2.0	-	მინერალური ნაწილის სიმკვრივე, ρs გ/სმ³	2,72
მტვერი	0.005-0.05	-	სიმკვრივე, ρ გ/სმ³	1,97
თიხა	<0.005	-	ჩონჩხის სიმკვრივე, ρd გ/სმ³	1,68
ჯდენადობა და გაჯირჯვება			პლასტიკურობის ზედა ზღვარი, W_L %	37,01
დაჯდომამდე საწყისი დაწნევა, P_S კპა	37,5		პლასტიკურობის ქვედა ზღვარი, W_P %	18,73
თავისუფალი გაჯირჯვება, δ %	-		პლასტიკურობის რიცხვი, I_P	18,28
გაჯირჯვების წნევა, P_{sw} კპა	-		წყალგაჯერების ხარისხი, S_r	0,75

გრუნტების ფიზიკური მაჩვენებლები	რგოლი № 1		რგოლი № 2	
	ცდამდე	ცდის შემდეგ	ცდამდე	ცდის შემდეგ
რგოლის სიმაღლე, H მმ	24,1		25,0	
რგოლის დიამეტრი, D მმ	87,2		87,0	
რგოლის წონა, Q გრ	186,3		196,9	
წონა რგოლი + გრუნტი, Q_1 გრ	469,82	469,82	503,58	495,67
წონა რგოლი + მშრალი გრუნტი, Q_2 გრ		428,42		446,88
ტენიანობა, W %	17,10	17,10	22,68	19,51
სიმკვრივე, ρ გ/სმ³	1,97	2,04	2,06	2,12
ჩონჩხის სიმკვრივე, $ρ_d$ გ/სმ³	1,68	1,74	1,68	1,78
ფორიანობა, n %	38,15	35,89	38,15	34,67
ფორიანობის კოეფიციენტი, e	0,617	0,560	0,617	0,531
წყალგაჯერების ხარისხი, S_r	0,75	0,83	1,00	1,00
კონსისტენციის მაჩვენებელი, I_L	-0,09	-0,09	0,22	0,04

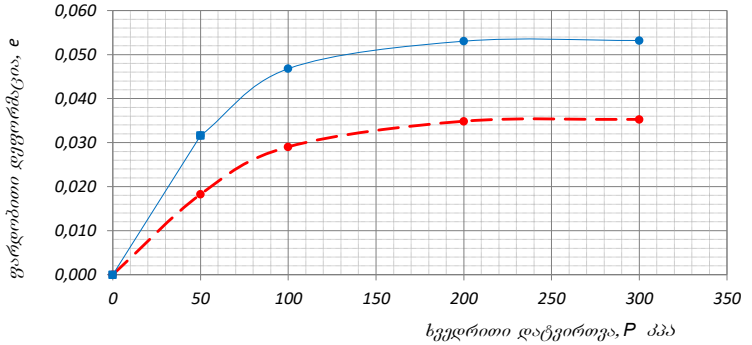
კომპრესიული გამოცდის შედეგები

ნიმუშის №	რგოლის №	ნორმალური დაწნევა P კპა	აბს. დეფორმაცია, Δh მმ	შეკუმშვა, დეფორმაცია (Δh-y) მმ	ფარდობითი დეფორმაცია, ε	ფორიანობის კოეფიციენტი, e	ჩონჩხის სიმკვრივე r_d გ/სმ³	შეკუმშვის კოეფიციენტი, a კპა⁻¹	დეფორმაციის ლოკ. მოდული, E კპა	b	დეფორმაციის ლოკ. მოდული, E_0 კპა	m_k	დეფ. მოდული m_k-ით, E_0 კპა
1	1	0,0	0,000	0,000	0,000	0,617	1,68	-	-	0,4	-	3,67	
		50,0	0,450	0,440	0,018	0,587	1,71	0,0006	2739		1095		
		100,0	0,710	0,700	0,029	0,570	1,73	0,0003	4635		1854		
		200,0	0,850	0,840	0,035	0,560	1,74	0,0001	17214		6886		25243
		300,0	0,860	0,850	0,035	0,560	1,74	0,0000	241000		96400		
2	2	0,0	0,000	0,000	0,000	0,617	1,68	-	-		-	3,67	
		50,0	0,800	0,790	0,032	0,566	1,74	-	-		-		
		100,0	1,180	1,170	0,047	0,541	1,76	0,0005	3289		1316		
		200,0	1,336	1,326	0,053	0,531	1,78	0,0001	16026		6410		23500
		300,0	1,340	1,330	0,053	0,531	1,78	0,0000	625000		250000		

კომპრესიული მრუდი



დეფორმაციის მრუდი



შენიშვნა:	გამოცდის პირობები:	რგოლი № 1 - წინასწარი წყალგაჯერების გარეშე	დაამტკიცა
		რგოლი № 2 - წყალგაჯერებული არეტირის ჟნეშ, თავისუფალი გაჯირჯვების შესაძლებლობის გარეშე	მარდაშოვა

ქანების კომპრესიაზე გამოცდის შედეგები

პროექტი	ს/გ კვლევა	ადგილმდებარეობა:	
		ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი №200. (ს/კ 01.10.06.005.014 (სექტორი B))	
ჭაბურღილი №	4	ქანის აღწერა:	
ნიმუშის №	4.4	არგილიტი ელუვირებული გათიხებული, მყარი, მუქი ნაცრისფერი, თხელ და სამუალო შრეებრივი, იშვიათად ძლიერ გამოფიტული და ძლიერ დანაპრალიანებული ქვიშაქვის შუაშრეებით, არა კარბონატული	
სიღრმე, მ	14,0		
ნიმუშის აღების თარიღი / ცდის თარიღი:	16.07.2025/23.07.2025	ცდის მეთოდი:	ГОСТ 23908-79

გრანულომეტრიული შედგენილობა		
ხრეში	>2.0	-
ქვიშა	0.05-2.0	-
მტვერი	0.005-0.05	-
თიხა	<0.005	-

ჯდენადობა და გაჯირჯვება		
დაჯდომად. საწყისი დაწნევა, P_s კპა	37,5	
თავისუფალი გაჯირჯვება, δ %	-	
გაჯირჯვების წნევა, P_{sw} კპა	-	

გრუნტის ფიზიკური მაჩვენებლები	
ბუნებრივი ტენიანობა, W %	18,0
მინერალური ნაწილის სიმკვრივე, ρs გ/სმ³	2,72
სიმკვრივე, ρ გ/სმ³	1,96
ჩონჩხის სიმკვრივე, $ρ_d$ გ/სმ³	1,66
პლასტიკურობის ზღვა ზღვარი, W_L %	37,03
პლასტიკურობის ქვედა ზღვარი, W_P %	19,43
პლასტიკურობის რიცხვი, I_P	17,6
წყალგაჯერების ხარისხი, S_r	0,77

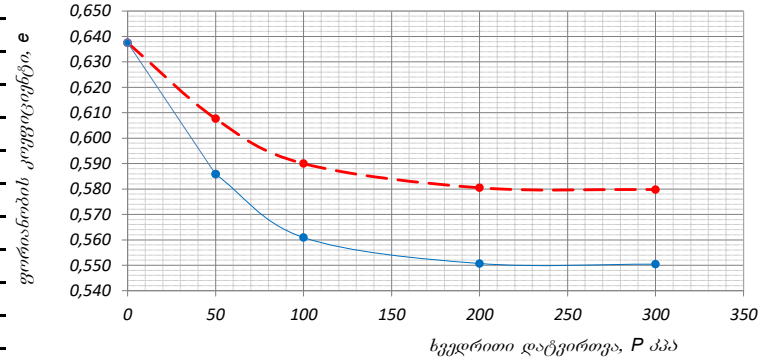
გრუნტების ფიზიკური მაჩვენებლები

	რგოლი № 1		რგოლი № 2	
	ცდამდე	ცდის შემდეგ	ცდამდე	ცდის შემდეგ
რგოლის სიმაღლე, H მმ	24,1		25,0	
რგოლის დიამეტრი, D მმ	87,2		87,0	
რგოლის წონა, Q გრ	186,3		196,9	
წონა რგოლი + გრუნტი, Q_1 გრ	468,39	468,39	501,58	493,67
წონა რგოლი + მშრალი გრუნტი, Q_2 გრ		425,35		443,72
ტენიანობა, W %	18,00	18,00	23,44	20,24
სიმკვრივე, ρ გ/სმ³	1,96	2,03	2,05	2,11
ჩონჩხის სიმკვრივე, $ρ_d$ გ/სმ³	1,66	1,72	1,66	1,75
ფორიანობა, n %	38,93	36,70	38,93	35,50
ფორიანობის კოეფიციენტი, e	0,638	0,580	0,638	0,550
წყალგაჯერების ხარისხი, S_r	0,77	0,84	1,00	1,00
კონსისტენციის მაჩვენებელი, I_L	-0,08	-0,08	0,23	0,05

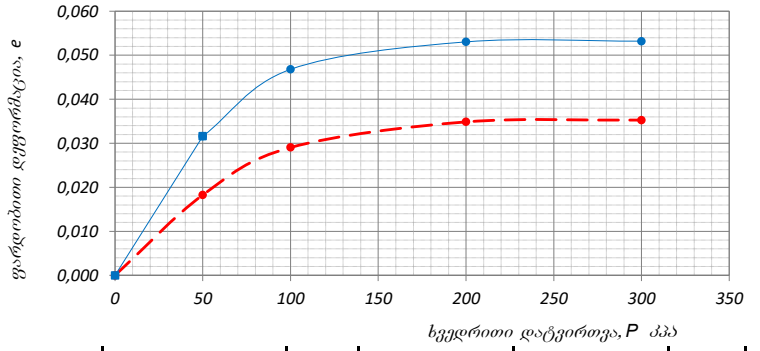
კომპრესიული გამოცდის შედეგები

ნიმუშის №	რგოლის №	ხვედრითი დატვირთვა, P კპა	აბს. დეფორმაცია, Δh მმ	შესწორ. დეფორმაცია, (Δh-y) მმ	ფარდობითი დეფორმაცია, ε	ფორიანობის კოეფიციენტი, e	ჩონჩხის სიმკვრივე r_d გ/სმ³	შეკუმშვადობის კოეფიციენტი, a კპა⁻¹	დეფორმაციის ლოკ. მოდული, E კპა	b	დეფორმაციის ლოკ. მოდული, E_0 კპა	m_k	დეფ. მოდული m_k-ით, E_0 კპა
1	1	0,0	0,000	0,000	0,000	0,638	1,66	-	-	0,4	-	3,56	
		50,0	0,450	0,440	0,018	0,608	1,69	0,0006	2739		1095		
		100,0	0,710	0,700	0,029	0,590	1,71	0,0004	4635		1854		
		200,0	0,850	0,840	0,035	0,580	1,72	0,0001	17214		6886		24529
		300,0	0,860	0,850	0,035	0,580	1,72	0,0000	241000		96400		
2	2	0,0	0,000	0,000	0,000	0,638	1,66	-	-		-	3,56	
		50,0	0,800	0,790	0,032	0,586	1,72	-	-		-		
		100,0	1,180	1,170	0,047	0,561	1,74	0,0005	3289		1316		
		200,0	1,336	1,326	0,053	0,551	1,75	0,0001	16026		6410		22835
		300,0	1,340	1,330	0,053	0,550	1,75	0,0000	625000		250000		

კომპრესიული მრუდი



დეფორმაციის მრუდი



შენიშვნა:	გამოცდის პირობები:	რგოლი № 1 - წინასწარ წყალგაჯერების გარეშე	დაამტკიცა
		რგოლი № 2 - წყალგაჯერებული არეტორის ჭურჭ, თავისუფალი გაჯირჯვების შესაძლებლობის გარეშე	მარდაშოვა

გრუნტების ძვრაზე გამოცდის ლაბორატორიული შედეგები

ადგილმდებარეობა:	პროექტი	ს/გ კვლევა
ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი №200. (ს/კ 01.10.06.005.014 (სექტორი B))		
ქანის აღწერა:	ჭაბურღილი №	-
თიხა ყავისფერი, მყარი, ნაწილობრივ მარილის ბუდობებით და ჩანაწინწკლებით, წვრილი ღორღის 5%-მდე ჩანართებით, პელიტური, ძლიერ კარბონატული	ნიმუშის №	-
	სიღრმე, მ	4
	ნიმუშის აღების თარიღი / ცდის თარიღი	**16.07.2025/23.07.2025**

გამოცდის მეთოდი:	**ГОСТ 12248-78**	გამოცდის რეჟიმი:	კონსოლიდირებული (ნელი) ჭრა

განსაზღვრულია	ბუნებრივი ტენიანობა, **W** %	სიმკვრივე, გ/სმ³: მინერალური ნაწ., r_s	სიმკვრივე, გ/სმ³: ტენიანის, **r**	სიმკვრივე, გ/სმ³: მშრალის, r_d	ფორიანობა, **n** %	ფორიანობის კოეფიციენტი, **e**	წყალგაჯერებულობის ხარისხი, S_r	პლასტიკურობის ზღვრები, %: ზედა, W_L	პლასტიკურობის ზღვრები, %: ქვედა, W_P	პლასტიკურობის რიცხვი, I_P	კონსისტენციის მაჩვენებელი, I_L
ბუნებრივი	17,8	2,72	1,97	1,67	38,52	0,626	0,77	37,4	18,3	19,0	-0,03
წყალგაჯერებული	17,8		1,97	1,67	38,52	0,626	0,77				-0,03

ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში

ვერტიკალური დატვირთვა, P კპა	ძვრის ძალა, τ კპა	შინაგანი ხახუნის კოეფიციენტი, tgφ°	შინაგანი ხახუნის კუთხე, φ°	შეჭიდულობა, C კპა
50,0	89,54	0,370	20,28	71,06
100,0	108,01			
200,0	144,96			
300,0	181,91			

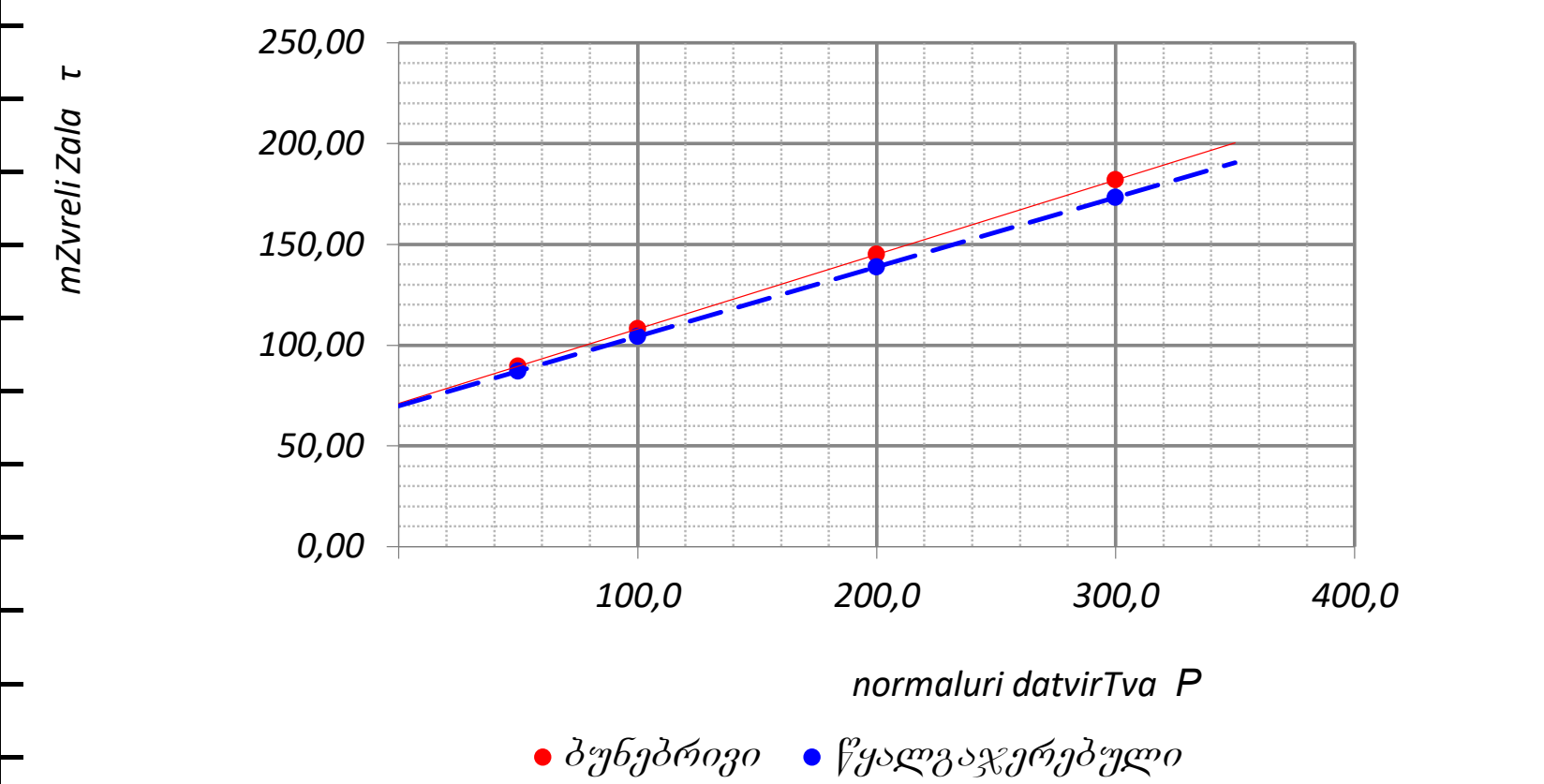
წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში

ვერტიკალური დატვირთვა, P კპა	ძვრის ძალა, τ კპა	შინაგანი ხახუნის კოეფიციენტი, tgφ°	შინაგანი ხახუნის კუთხე, φ°	შეჭიდულობა, C კპა
50,0	87,08	0,345	19,03	69,83
100,0	104,32			
200,0	138,81			
300,0	173,30			

გრანულომეტრიული შემადგენლობა, %

ხრეში	>2.0	
ქვიშა	2.0-0.063	
მტვერი	0.063-0.002	
თიხა	<0.002	

<u>**შენიშვნა:**</u>



დაამტკიცა
მარდაშოვა

გრუნტების ძვრაზე გამოცდის ლაბორატორიული შედეგები

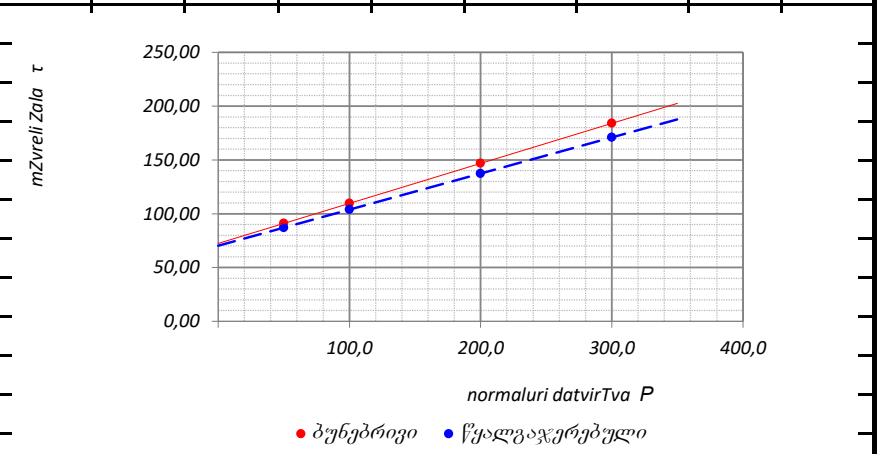
ადგილმდებარეობა:		პროექტი	ს/გ კვლევა
ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი №200. (ს/კ 01.10.06.005.014 (სექტორი B))			
ქანის აღწერა:		ჭაბურღილი №	2
თიხა ყავისფერი, მყარი, ნაწილობრივ მარილის ბუდობებით და ჩანაწინწკლებით, წვრილი ღორღის 5%-მდე ჩანართებით, პელიტური, ძლიერ კარბონატული		ნიმუშის №	2,1
		სიღრმე, მ	6
		ნიმუშის აღების თარიღი / ცდის თარიღი	14.07.2025/23.07.2025

გამოცდის მეთოდი:	ГОСТ 12248-78	გამოცდის რეჟიმი:	კონსოლიდირებული (ნელი) ჭრა

ვერტიკალური დატვირთვა, P კპა	ძვრის ძალა, τ კპა	მინაკვანი ხახუნის კოეფიციენტი, tgφ°	მინაკვანი ხახუნის კუთხე, φ°	მუქიდულობა, C კპა	განსაზღვრულია	ბუნებრივი ტენიანობა, W %	სიმკვრივე, გ/სმ³		ფორიანობა, n %	ფორიანობის კოეფიციენტი, e	წყალშთანთქმა ხარისხი, S_r	პლასტიკურობის ზღვრები, %		პლასტიკურობის რიცხვი, I_P	კონსისტენციის მაჩვენებელი, I_L
							მინარევალური ნაწ., r_s	ტენიანის, r	მშრალის, r_d			ზღვა, W_L	ქვედა, W_P		
ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში					ბუნებრივი	17,2	2,72	1,97	1,68	38,20	0,618	0,76	37,5	19,3	18,2	-0,12
50,0	90,99	0,372	20,41	72,39	წყალგაჯერებული	17,2		1,97	1,68	38,20	0,618	0,76				-0,12
100,0	109,60															
200,0	146,81															
300,0	184,02															
წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში															
50,0	87,06	0,336	18,55	70,28												
100,0	103,84															
200,0	137,39															
300,0	170,95															

გრანულომეტრიული შედგენილობა, %		
ხრეში	>2.0	
ქვიშა	2.0-0.063	
მტვერი	0.063-0.002	
თიხა	<0.002	

შენიშვნა:



დაამტკიცა

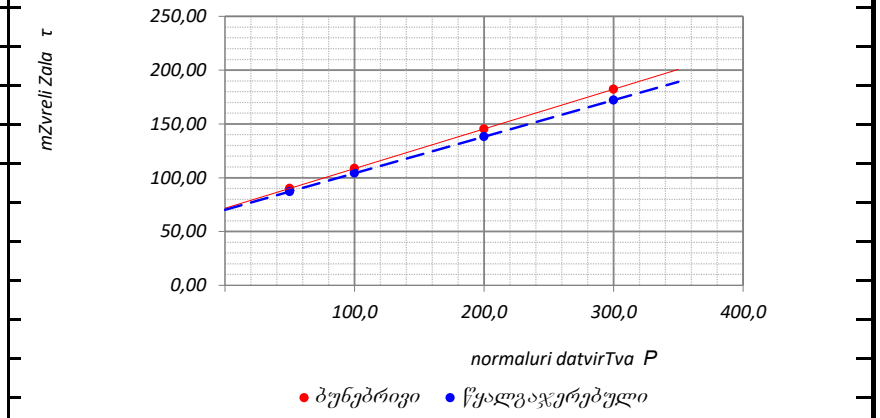
მარდაშოვა

გრუნტების ძვრაზე გამოცდის ლაბორატორიული შედეგები

ადგილმდებარეობა:		პროექტი	ს/გ კვლევა
ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი №200. (ს/კ 01.10.06.005.014 (სექტორი B))			
ქანის აღწერა:		ჭაბურღილი №	3
არგილიტი ელუვირებული გათიხებული, მყარი, მუქი ნაცრისფერი, თხელ და საშუალო შრეებრივი, იშვიათად ძლიერ გამოფიტული და ძლიერ დანაპრალიანებული ქვიშაქვის შუაშრეებით, არა კარბონატული		ნიმუშის №	3,1
		სიღრმე, მ	20
		ნიმუშის აღების თარიღი / ცდის თარიღი	15.07.2025/23.07.2025

გამოცდის მეთოდი:	ГОСТ 12248-78	გამოცდის რეჟიმი:	კონსოლიდირებული (ნელი) ჭრა

ვერტიკალური დატვირთვა, P კპა	ძვრის ძალა, τ კპა	შინაგანი ხახუნის კოეფიციენტი, tgφ°	შინაგანი ხახუნის კუთხე, φ°	შეჭიდულობა, C კპა	განსაზღვრულია	ბუნებრივი ტენიანობა, W %	სიმკვრივე, გ/სმ³		ფორიანობა, n %	ფორიანობის კოეფიციენტი, e	წყალშთანთქმის ხარისხი, S_r	პლასტიკურობის ზღვრები, %		პლასტიკურობის რიცხვი, I_P	კონსისტენციის მაჩვენებელი, I_L
							მინერალური ნაწ., r_s	ტენიანის, r	მშრალის, r_d				ზედა, W_L	ქვედა, W_P		
ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში					ბუნებრივი	17,9	2,71	1,97	1,67	38,34	0,622	0,78	37,9	19,9	18,1	-0,11
50,0	90,07				წყალგაჯერებული	17,9		1,97	1,67	38,34	0,622	0,78				-0,11
100,0	108,50				გრანულომეტრიული შედგენილობა, %											
200,0	145,37	0,369	20,24	71,63	ხრეში	>2.0										
300,0	182,25				ქვიშა	2.0-0.063										
					მტვერი	0.063-0.002										
					თიხა	<0.002										
წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში					შენიშვნა:											
50,0	87,14															
100,0	104,13															
200,0	138,12	0,340	18,77	70,15												
300,0	172,10															



	დაამტკიცა
	მარდაშოვა

წინაღმდეგობა ერთღერძა კუმშვაზე

ადგილმდებარეობა:					პროექტი				ს/გ კვლევა
ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი №200. სექტორი B. (ს/კ 01.10.06.005.014 (სექტორი B))					ჭაბურღილი №				1
გრუნტის აღწერა:					ნიმუშის №				1.3
არგილიტი ელუვირებული გათიხებული, მყარი, მუქი ნაცრისფერი, თხელ და სამუალო შრეებრივი, იშვიათად ძლიერ გამოფიტული და ძლიერ დანაპრალიანებული ქვიშაქვის შუაშრეებით, არა კარბონატული					სიღრმე, მ				24,00
გამოცდის მეთოდი:		**ГОСТ 21153.2-84**			ნიმუშის აღების თარიღი / გამოცდის თარიღი				13.07.2025/21.07.2025
მიწ. ნაწილის სიმკვრივე, ρ_s გ/სმ³			**2,72**		**ტენიანობა, W %**				18,5
სიმკვრივე, ρ გ/სმ³			**1,97**		**წყალგაჯერების ხარისხი, G**				**0,79**
რიგითი №	ნიმუშის №	ზომა, სმ			ფართი, სმ²	შეფარდება, m=h/d	მასშტაბური კოეფიციენტი, $K_в$	მრღვევი ძალა, კნ	სიმტკიცე სტანდარტით, $\sigma_{сж}$ კპა
		დიამეტრი		სიმაღლე, h					
ბუნებრივ მდგომარეობაში									
1	1.3¹	5,29		6,34	21,96	1,20	0,86	328	1284
2	1.3²	4,02		6,54	12,68	1,63	0,94	176	1311
3	1.3³	5,30		7,76	22,04	1,46	0,91	306	1268
4	1.3⁴	5,90		7,50	27,36	1,27	0,87	453	1448
5	1.3⁵	4,68		8,02	17,20	1,71	0,96	247	1376
6	1.3⁶	4,70		6,02	17,35	1,28	0,88	277	1401
								საშუალო მნიშვნელობა, R_c	**1348**
									დაამტკიცა
									მარდაშოვა

წინააღმდეგობა ერთღერძა კუმშვაზე

ადგილმდებარეობა:		პროექტი	ს/გ კვლევა
ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი №200. (ს/კ 01.10.06.005.014 (სექტორი B))		ჭაბურღილი №	2
გრუნტის აღწერა:		ნიმუშის №	2.3
არგილიტი ელუვირებული გათიხებული, მყარი, მუქი ნაცრისფერი, თხელ და სამუალო შრეებრივი, იშვიათად ძლიერ გამოფიტული და ძლიერ დანაპრალიანებული ქვიშაქვის შუაშრეებით, არა კარბონატული		სიღრმე, მ	22,00
გამოცდის მეთოდი:	**ГОСТ 21153.2-84**	ნიმუშის აღების თარიღი / გამოცდის თარიღი	14.07.2025/22.07.2025

მიწ. ნაწილის სიმკვრივე, ρ_s გ/სმ³	**2,72**	**ტენიანობა, W %**	18,3
სიმკვრივე, ρ გ/სმ³	**1,97**	**წყალგაჯერების ხარისხი, G**	**0,79**

რიგითი №	ნიმუშის №	ზომა, სმ			ფართი, სმ²	შეფარდება, m=h/d	ასშტაბური კოეფიციენტი, $K_в$	მრღვევი ძალა, კნ	სიმტკიცე სტანდარტით, $\sigma_{сж}$ კპა
		დიამეტრი		სიმაღლე, h					
ბუნებრივ მდგომარეობაში									
1	2.3¹	4,24		7,01	14,14	1,65	0,95	227	1521
2	2.3²	5,28		7,64	21,93	1,45	0,91	367	1522
3	2.3³	5,59		6,10	24,52	1,09	0,83	500	1686
4	2.3⁴	5,59		8,01	24,56	1,43	0,91	437	1611
5	2.3⁵	5,85		7,95	26,91	1,36	0,89	460	1523
6	2.3⁶	4,25		7,77	14,18	1,83	0,97	240	1647
								საშუალო მნიშვნელობა, R_c	**1585**

	დაამტკიცა
	მარდაშოვა

წინაღმდეგობა ერთღერძა კუმშვაზე

ადგილმდებარეობა:				პროექტი				ს/გ კვლევა
ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი №200. (ს/კ 01.10.06.005.014 (სექტორი B))				ჭაბურღილი №				4
გრუნტის აღწერა:				ნიმუშის №				4.5
არგილიტის და ქვიშაქვის არათანაბარი მორიგეობა, მოლურჯო მუქი ნაცრისფერი, სხვადასხვა მრეგბრივი, გამოფიტული, სუსტად დანაპრალიანებული, არა კარბონატული				სიღრმე, მ				40,00
გამოცდის მეთოდი:		**ГОСТ 21153.2-84**		ნიმუშის აღების თარიღი / გამოცდის თარიღი				17.07.2025/23.07.2025
მიწ. ნაწილის სიმკვრივე, ρ_s გ/სმ³			**2,72**	**ტენიანობა, W %**				19,0
სიმკვრივე, ρ გ/სმ³			**1,97**	**წყალგაჯერების ხარისხი, G**				**0,80**
რიგითი №	ნიმუშის №	ზომა, სმ			ფართი, სმ²	შეფარდება, m=h/d	მასშტაბური კოეფიციენტი, $K_в$	მრღვევი ძალა, კნ	სიმტკიცე სტანდარტით, $\sigma_{сж}$ კპა
		დიამეტრი		სიმაღლე, h					
ბუნებრივ მდგომარეობაში									
1	4.5¹	4,70		6,99	17,38	1,48	0,92	524	2765
2	4.5²	5,39		8,08	22,82	1,50	0,92	710	2861
3	4.5³	5,35		6,35	22,48	1,19	0,86	831	3167
4	4.5⁴	5,33		8,61	22,34	1,61	0,94	698	2944
5	4.5⁵	4,99		6,77	19,58	1,36	0,89	701	3192
6	4.5⁶	5,36		6,35	22,58	1,18	0,86	754	2855
								საშუალო მნიშვნელობა, R_c	**2964**
									დაამტკიცა
									მარდაშოვა

წინაღმდეგობა ერთღერძა კუმშვაზე

აღგილმდებარეობა:		პროექტი	ს/გ კვლევა
ქ. თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი №200. (ს/კ 01.10.06.005.014 (სექტორი B))		ჭაბურღილი №	-
გრუნტის აღწერა:		ნიმუშის №	-
არგილიტის და ქვიშაქვის არათანაბარი მორიგეობა, მოლურჯო მუქი ნაცრისფერი, სხვადასხვა მრეცბრივი, გამოფიტული, სუსტად დანაპრალიანებული, არა კარბონატული		სიღრმე, მ	38,00
გამოცდის მეთოდი:	**ГОСТ 21153.2-84**	ნიმუშის აღების თარიღი / გამოცდის თარიღი	15.07.2025/23.07.2025
მიწ. ნაწილის სიმკვრივე, ρ_s გ/სმ³	**2,70**	**ტენიანობა, W %**	19,5
სიმკვრივე, ρ გ/სმ³	**1,95**	**წყალგაჯერების ხარისხი, G**	**0,80**

რიგითი №	ნიმუშის №	ზომა, სმ			წართი, სმ²	შეშარდება, m=h/d	მასშტაბური კოეფიციენტი, $K_в$	მრღვევი ძალა, კნ	სიმტკიცე სტანდარტით, $\sigma_{сж}$ კპა
		დიამეტრი		სიმაღლე, h					
გუნებრივ მდგომარეობაში									
1	-¹	5,70		7,75	25,55	1,36	0,89	745	2601
2	-²	5,12		6,27	20,61	1,22	0,86	693	2909
3	-³	4,43		6,12	15,44	1,38	0,90	455	2638
4	-⁴	5,33		6,01	22,32	1,13	0,84	756	2840
5	-⁵	4,32		8,87	14,69	2,05	1,00	394	2670
6	-⁶	5,68		7,24	25,38	1,27	0,87	793	2734
								საშუალო მნიშვნელობა, R_c	**2732**

	დაამტკიცა
	მარდაშოვა

ჭაბურღილი №1

დაწყების თარიღი: -	მისამართი: ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი №200, საკ.კოდი 01.10.06.005.007	აბს.ნიშნული Z=434.00 მაშ.1:50
დამთავრების თარიღი: -		
გაყვანის მეთოდი: ბრუნვითი	ბურღვის d=90-127მმ, სვეტური	

სიღრმის სკალა	ფენის №	ფენის სიღრმე დან	ფენის სიღრმე მდე	ფენის სიმძლავრე	აბსოლუტური და ფენის ნიშნული	ლითოლოგია მ. 1:50	გრუნტის კატეგ-ია	R_0 კგ/სმ2	გრუნტის წყალი გამოჩენა	გრუნტის წყალი დგომა	ნიმუშის აღების ადგილი
0.00–1.00	1	0.00	-1.00	1.00	+434.00		ნაყარი				
1.00–8.00	2	-1.00	-8.00	7.00	+433.00		თიხა მყარი dQIV	2.8			-4.00
8.00–12.00	3	-8.00	-12.00	4.00	+426.00		კენჭოვანი გრუნტი al II	4.00	-9.00	-8.50	-10.00; -11.00
12.00–40.00	4	-12.00	-40.00	28.00	+422.00 / +394.00		არგილიტი ძირითადი P_3+N	3.50			-24.00

სიღრმის სკალა: 0.00, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00, 5.00, 6.00, 7.00, 8.00, 9.00, 10.00, 11.00, 12.00, 13.0, 14.00, 15.00, 16.00, 17.00, 18.0, 19.00, 20.00, 21.00, 22.00, 23.00, 24.00, 25.00, 26.00, 27.00, 28.00, 29.00, 30.00, 31.00, 32.00, 33.00, 34.00, 35.00, 36.00, 37.00, 38.00, 39.00, 40.00

პირობითი ნიშნები

- ნაყარი
- თიხა
- კენჭოვანი გრუნტი
- არგილიტი, ელუვირებული, გათიხებული
- სინჯის აღების ადგილი

დამკვეთი: შპს "ქეფითალ სითი გრუფ ინვესტ"			ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი №200 საკ.კოდი 01.10.06.005.014 (სექტორი B)				
შპს "არქსტუდიო"			ჭაბურღილი №1-ის ლითოლოგიური ჭრილი				
დირექტორი		ზ. ნაზღაიძე	თბილისი	სტდ	ფურ	ფ. სულ	მასშტაბი
ინჟ.გეოლოგი		ზ. ნაზღაიძე			1	4	მ 1:50
შეასრულა		ზ. ნაზღაიძე					

ჭაბურღილი №2

დაწყების თარიღი: -	მისამართი: ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი №200, საკ.კოდი 01.10.06.005.007	აბს.ნიშნული Z=434.00
დამთავრების თარიღი: -		მაშ.1:50
გაყვანის მეთოდი: ბრუნვითი	ბურღვის d=90-127მმ, სვეტური	

ფენის №	ფენის სიღრმე დან	ფენის სიღრმე მდე	ფენის სიმძლავრე	აბსოლუტური და ფენის ნიშნული	ლითოლოგია მ. 1:50	გრუნტის კატეგ-ია	R_0 კგ/სმ2	გრუნტის წყალი გამოჩენა	გრუნტის წყალი დგომა	ნიმუშის აღების ადგილი
1	0.00	-1.00	1.00	+435.00		ნაყარი				
2	-1.00	-9.00	8.00	+434.00		თიხა მყარი dQIV	2.8	-9.00	-8.50	-6.00
3	-9.00	-13.00	4.00	+426.00		კენჭოვანი გრუნტი al II	4.00			
4	-13.00	-40.00	28.00	+422.00		არგილიტი ძირითადი P_3-N	3.50			-18.00 -22.00
	-40.00	-40.00		+395.00						

სიღრმის სკალა: 0.00, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00, 5.00, 6.00, 7.00, 8.00, 9.00, 10.00, 11.00, 12.00, 13.0, 14.00, 15.00, 16.00, 17.00, 18.0, 19.00, 20.00, 21.00, 22.00, 23.00, 24.00, 25.00, 26.00, 27.00, 28.00, 29.00, 30.00, 31.00, 32.00, 33.00, 34.00, 35.00, 36.00, 37.00, 38.00, 39.00, 40.00

პირობითი ნიშნები

- ნაყარი
- თიხა
- კენჭოვანი გრუნტი
- არგილიტი, ელუვირებული, გათიხებული
- სინჯის აღების ადგილი

დამკვეთი: შპს "ქეფითალ სითი გრუპ ინვესტ"			ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი №200 საკ.კოდი 01.10.06.005.014 (სექტორი B)				
შპს "არქსტუდიო"			ჭაბურღილი №2-ის ლითოლოგიური ჭრილი				
დირექტორი		ზ. ნაზღაიძე		სტდ	ფურ	ფ. სულ	მასშტაბი
ინჟ.გეოლოგი		ზ. ნაზღაიძე	თბილისი		2	4	მ 1:50
შეასრულა		ზ. ნაზღაიძე					

ჭაბურღილი №3

დაწყების თარიღი: -	მისამართი: ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი №200, საკ.კოდი 01.10.06.005.007	აბს.ნიშნული Z=434.00
დამთავრების თარიღი: -		მაშ.1:50
გაყვანის მეთოდი: ბრუნვითი	ბურღვის d=90-127მმ, სვეტური	

ფენის №	ფენის სიღრმე დან	ფენის სიღრმე მდე	ფენის სიმძლავრე	აბსოლუტური და ფენის ნიშნული	ლითოლოგია მ. 1:50	გრუნტის კატეგ-ია	R_0 კგ/სმ2	გრუნტის წყალი გამოჩენა	გრუნტის წყალი დგომა	ნიმუშის აღების ადგილი
1	0.00	-1.00	1.00	+435.00		ნაყარი				
2	-1.00	-9.00	8.00	+434.00		თიხა მყარი dQIV	2.8	-9.00	-8.50	-4.00
3	-9.00	-13.00	4.00	+426.00		კენჭოვანი გრუნტი al II	4.00			
4	-13.00	-40.00	28.00	+422.00		არგილიტი ძირითადი P_3-N	3.50			-20.00; -38.00
				+395.00						

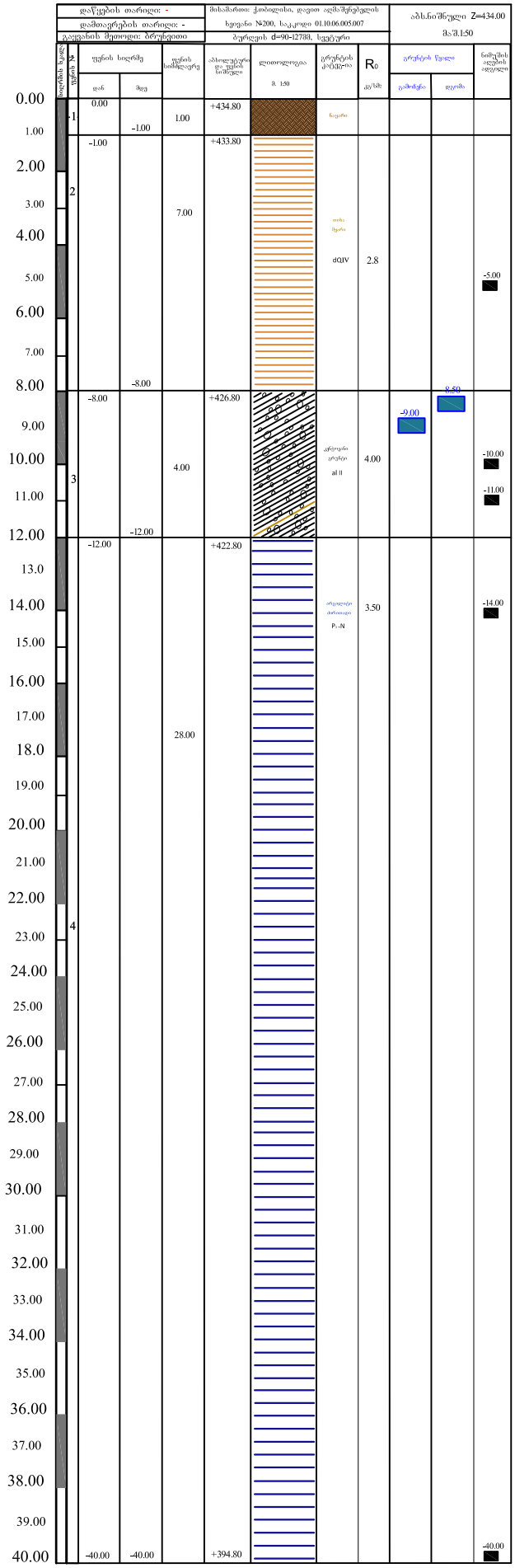
სიღრმის სკალა: 0.00, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00, 5.00, 6.00, 7.00, 8.00, 9.00, 10.00, 11.00, 12.00, 13.0, 14.00, 15.00, 16.00, 17.00, 18.0, 19.00, 20.00, 21.00, 22.00, 23.00, 24.00, 25.00, 26.00, 27.00, 28.00, 29.00, 30.00, 31.00, 32.00, 33.00, 34.00, 35.00, 36.00, 37.00, 38.00, 39.00, 40.00

პირობითი ნიშნები

- ნაყარი
- თიხა
- კენჭოვანი გრუნტი
- არგილიტი, ელუვირებული, გათიხებული
- სინჯის აღების ადგილი

დამკვეთი: შპს "ქეფითალ სითი გრუფ ინვესტ"			ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი №200 საკ.კოდი 01.10.06.005.014 (სექტორი B)				
შპს "არქსტუდიო"			ჭაბურღილი №3-ის ლითოლოგიური ჭრილი				
დირექტორი		ზ. ნაზღაიძე					
ინჟ.გეოლოგი		ზ. ნაზღაიძე	თბილისი	სტდ	ფურ	ფ. სულ	მასშტაბი
შეასრულა		ზ. ნაზღაიძე			3	4	მ 1:50

ჭაბურღილი №4



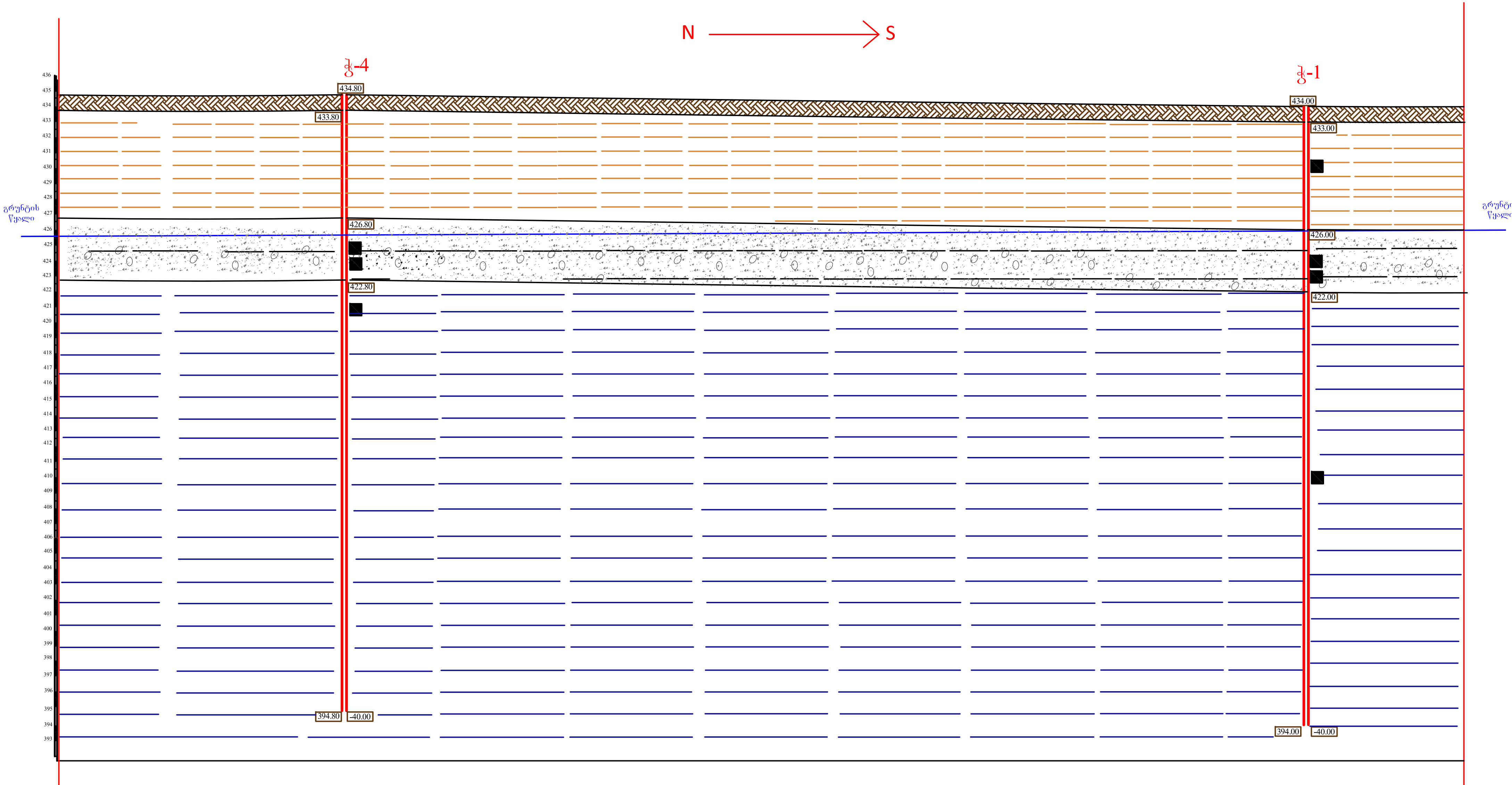
პირობითი ნიშნები

- ნაყარი
- თიხა
- კენჭოვანი გრუნტი
- არგილიტი, ქლუვიორებული, გათიხებული
- ხინკის აღების ადგილი

დამკვეთი: შპს "ქვიშიანა სათი გრუპ ინვესთი"			ქობულეთი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი №200 საკადასტრო 01.10.06.005.014 (ნაკვეთი B)	
შპს "არქიტექტი"			ჭაბურღილი №4-ის ლითოლოგიური ჭრილი	
დირექტორი		ზ. ნაზღაიძე		
ინჟინერ-გეოლოგი		ზ. ნაზღაიძე		
შემსრულა		ზ. ნაზღაიძე	თბილისი	ს/ფ: 4 / ფურც: 4 / ჯამური: 3 / მასშტაბი: 1:50

გეოლოგიური ჭრილი 1-1

ვერ. მ-ბი 1 : 200 ჰორ. მ-ბი 1 : 200



შურფი №		ჭ. №4		ჭ. №1	
სიღრმე, მ		40.00		40.00	
მანძილი, მ	19.00		62.00		10.00
აბს. ნიშნული, მ		434.80		434.00	

პირობითი ნიშნები

- ნაყარი
- თიხა
- კენჭოვანი გრუნტი
- არგილიტი, ელუვირებული
- ნიმუშის აღების ადგილი
- გრუნტის წყალი

დამკვეთი: შპს "ქეფითალ სითი გრუფ ინვესტ"			ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი №200 საკ.კოდი 01.10.06.005.007				
შპს "არქსტუდიო"			საინჟინრო-გეოლოგიური ჭრილი 1-1				
დირექტორი		ზ.ნაზღაიძე	თბილისი	სტდ	ფურ	ფ. სულ	მასშტაბი
ინჟ.გეოლოგი		ზ.ნაზღაიძე			1	4	ვერ. 1:50 ჰორ. 1:200
შეასრულა		ზ. ნაზღაიძე					

გეოლოგიური ჭრილი 2-2

ვერ. მ-ბი 1 : 200 ჰორ. მ-ბი 1 : 200



შურფი №		ჭ. №3		ჭ. №2	
სიგრძე, მ		40.00		40.00	
მანძილი, მ	19.00		64.00		10.00
აბს. ნიშნული, მ		435.00		435.00	

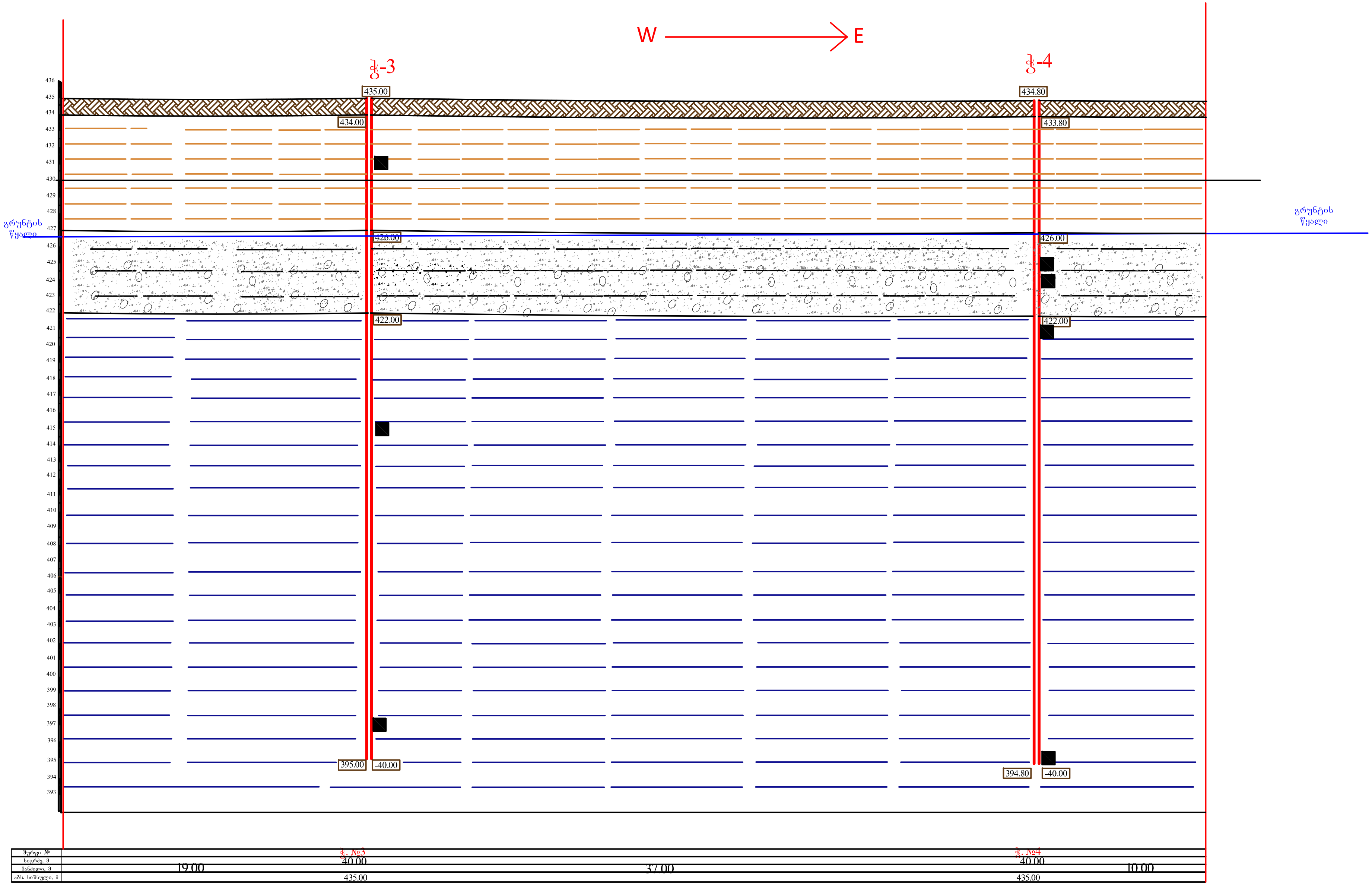
პირობითი ნიშნები

- ნაყარი
- კენჭოვანი გრუნტი
- ნიმუშის აღების ადგილი
- თიხა
- არგილიტი, ელუვირებული
- გრუნტის წყალი

დამკვეთი: შპს "ქეფითალ სითი გრუპ ინვესტ"			ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი №200 საკ.კოდი 01.10.06.005.007				
შპს "არქსტუდიო"			საინჟინრო-გეოლოგიური ჭრილი 2-2				
დირექტორი	[signature]	ზ.ნაზღაიძე					
ინჟ.გეოლოგი	[signature]	ზ.ნაზღაიძე	თბილისი	სტდ	ფურ	ფ. სულ	მასშტაბი
შეასრულა	[signature]	ზ. ნაზღაიძე			2	4	ვერ. 1:50 ჰორ. 1:200

გეოლოგიური ჭრილი 3-3

ვერ. მ-ბი 1 : 200 ჰორ. მ-ბი 1 : 200



პირობითი ნიშნები

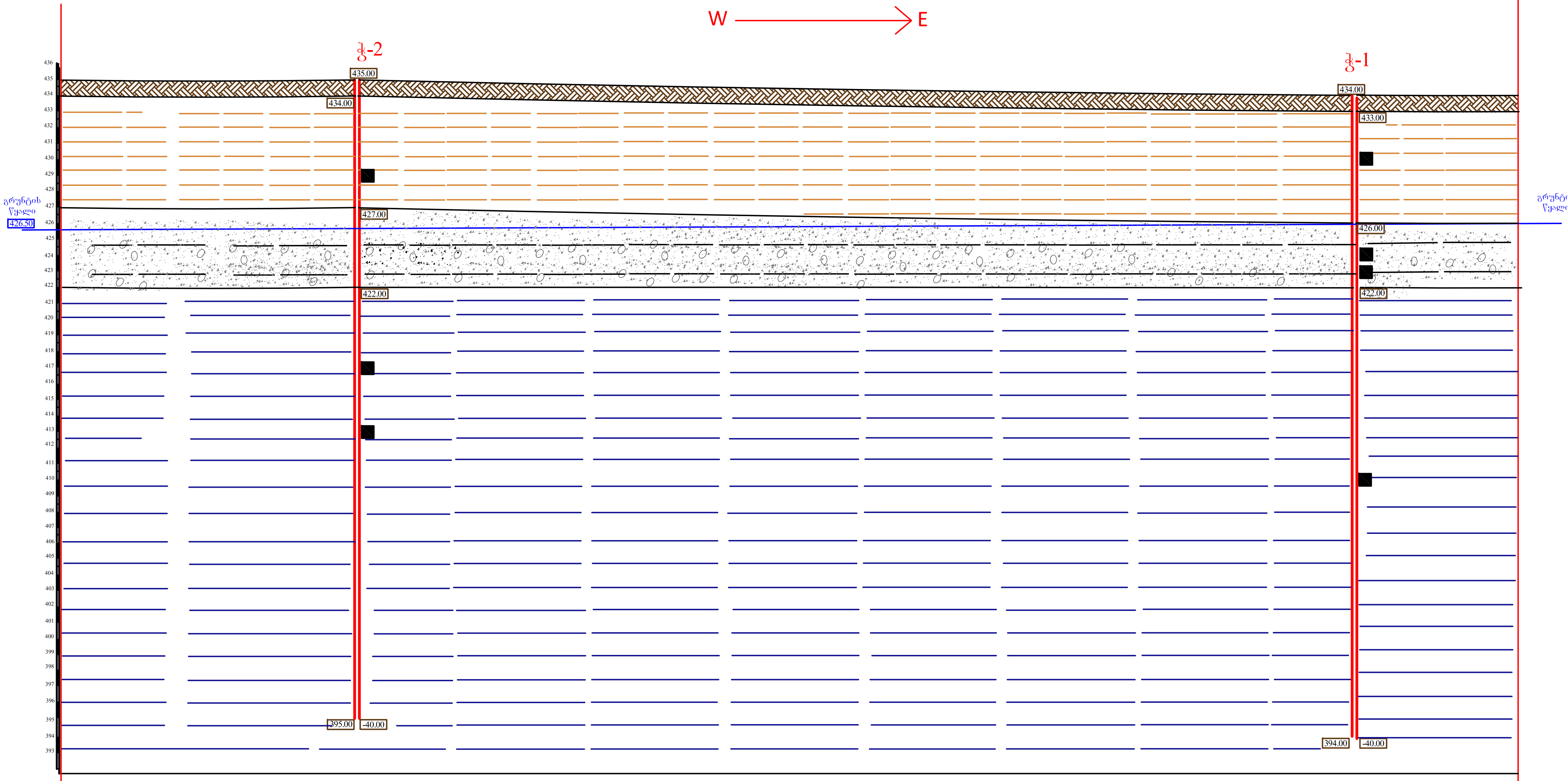
- ნაყარი
- კენჭოვანი გრუნტი
- ნიმუშის აღების ადგილი
- თიხა
- არგილიტი, ელუვირებული
- გრუნტის წყალი

დამკვეთი: შპს "ქეფითალ სითი გრუფ ინვესთ"		ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებლის ხეივანი №200 საკ.კოდი 01.10.06.005.007
შპს "არქსტუდიო"		საინჟინრო-გეოლოგიური ჭრილი 3-3
დირექტორი		ზ.ნაზღაიძე
ინჟ.გეოლოგი		ზ.ნაზღაიძე
შეასრულა		ზ. ნაზღაიძე

თბილისი	სტდ	ფურ	ფ. სულ	მასშტაბი
		3	4	ვერ. 1:50 ჰორ. 1:200

გეოლოგიური ჭრილი 4-4

ვერ. მ-ბი 1 : 200 ჰორ. მ-ბი 1 : 200



შურფი №	ჭ. №2		ჭ. №1	
სიგრძე, მ	40.00		40.00	
მანძილი, მ	19.00	62.00		10.00
აბს. ნიშნული, მ	435.00		434.00	

პირობითი ნიშნები

- ნაყარი
- კენჭოვანი გრუნტი
- ნიმუშის აღების ადგილი
- თიხა
- არგილიტი, ელუვირებული
- გრუნტის წყალი

დამკვეთი: შპს "ქეფითალ სითი გრუფ ინვესთ"			ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი №200 საკ.კოდი 01.10.06.005.007		
შპს "არქსტუდიო"			საინჟინრო-გეოლოგიური ჭრილი 4-4		
დირექტორი		ზ.ნაზღაიძე			
ინჟ.გეოლოგი		ზ.ნაზღაიძე	თბილისი	სტდ / ფურ / ფ. სულ	მასშტაბი
შეასრულა		ზ. ნაზღაიძე		— / 4 / 4	ვერ. 1:50 ჰორ. 1:200

ს ა ქ ა რ თ ვ ე ლ ო ს
გეოფიზიკური ასოციაცია

60 თბილისი , მ. ალექსიძის ქ.
ტელ. 233-28-67; ფაქსი: 233-28-67
E-mail: Tamaz.chelidze@gmail.com

GEORGIAN
GEOPHYSICAL ASSOCIATION

1 Alexidze str. - Tbilisi 0160 - Georgia
Phone: (995 32) 233-28-67; Fax/phone: (995 32) 233-28-67 ; E-mail: Tamaz.chelidze@gmail.com

ვამტკიცებ „4“ „აგვისტო“ 2025 წ.

ა(ა)იპ საქართველოს გეოფიზიკური ასოციაციის თავმჯდომარე აკადემიური დოქტორი ნუგზარ ღლონტი

ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი N200 (ს/კ 01.10.06.005.014), B სექტორში მშენებარე მრავალსართულიანი შენობების მშენებლობისათვის გამოყოფილ ტერიტორიაზე სეისმური პროფილების აგება, სეისმუროზის დაზუსტება ლოკალური პარამეტრების გათვალისწინებით, საპროექტო შენობებისათვის საანგარიშო აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა, დრეკადი და საანგარიშო რეაქციის სპექტრების აგება, მიღებული შედეგების წარმოდგენა პროგრამა Lira SAPR-ის ფორმატში

(ტექნიკური ანგრიში)

თბილისი 2025

ძირითად შემსრულებელთა სია:

ვახტანგ არაბიძე

აკ. დოქტორი ტექნიკურ მეცნიერებაში,
საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის პროფესორი
ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტის მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის
ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი

მალხაზ გიგიბერია

მეცნიერებათა დოქტორი ფიზიკაში,
ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის ას. პროფესორი
ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტის მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის
ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი

სარჩევი

შესავალი 4

1 ექსპერიმენტული კვლევები, ფუძე-გრუნტების სეისმური პროფილების აგება 4

1.1 სეისმური პროფილირება 5

1.2 ჩატარებული სამუშაოების ანალიზი და შედეგები 7

1.3 დასკვნა 13

2 სამშენებლო უბნის სეისმურობის დაზუსტება 14

3 აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა 19

3.1 აქსელეროგრამების შერჩევა ზოგადი პრინციპებით 19

3.2 აქსელეროგრამების შერჩევა პაკეტისათვის და ნორმირება ერთეულ სიდიდეზე 22

4 საანგარიშო სპექტრების აგება 46

5 აქსელეროგრამებისა და რეაქციის სპექტრების ციფრული პაკეტების გადაყვანა პროგრამა „Lira SAPR“ ფორმატში 53

დასკვნები და რეკომენდაციები 56

ლიტერატურა 58

შესავალი

შ.პ.ს. „სტუდია 9“ -ს დირექტორის, ბატონ აკაკი ჩხაიძის დაკვეთით ჩვენს მიერ ჩატარებულ იქნა სამუშაოები, რომლებიც ითვალისწინებდა: ქ.თბილიში, დავით აღმაშენებელის ხეივანი N200 (ს/კ 01.10.06.005.014), B სექტორში მშენებარე მრავალ-სართულიანი შენობების (35, 26 და 16 სართული) მშენებლობისათვის გამოყოფილ ტერიტორიაზე, სეისმური პროფილების აგებას, სეისმურობის დაზუსტებას ლოკალური პარამეტრების გათვალისწინებით, საპროექტო შენობებისათვის საანგარიშო აქსელერო-გრამების პაკეტის შერჩევას, დრეკადი და საანგარიშო რეაქციის სპექტრების აგებას, მიღებული შედეგების წარმოდგენას პროგრამა Lira SAPR-ის ფორმატში.

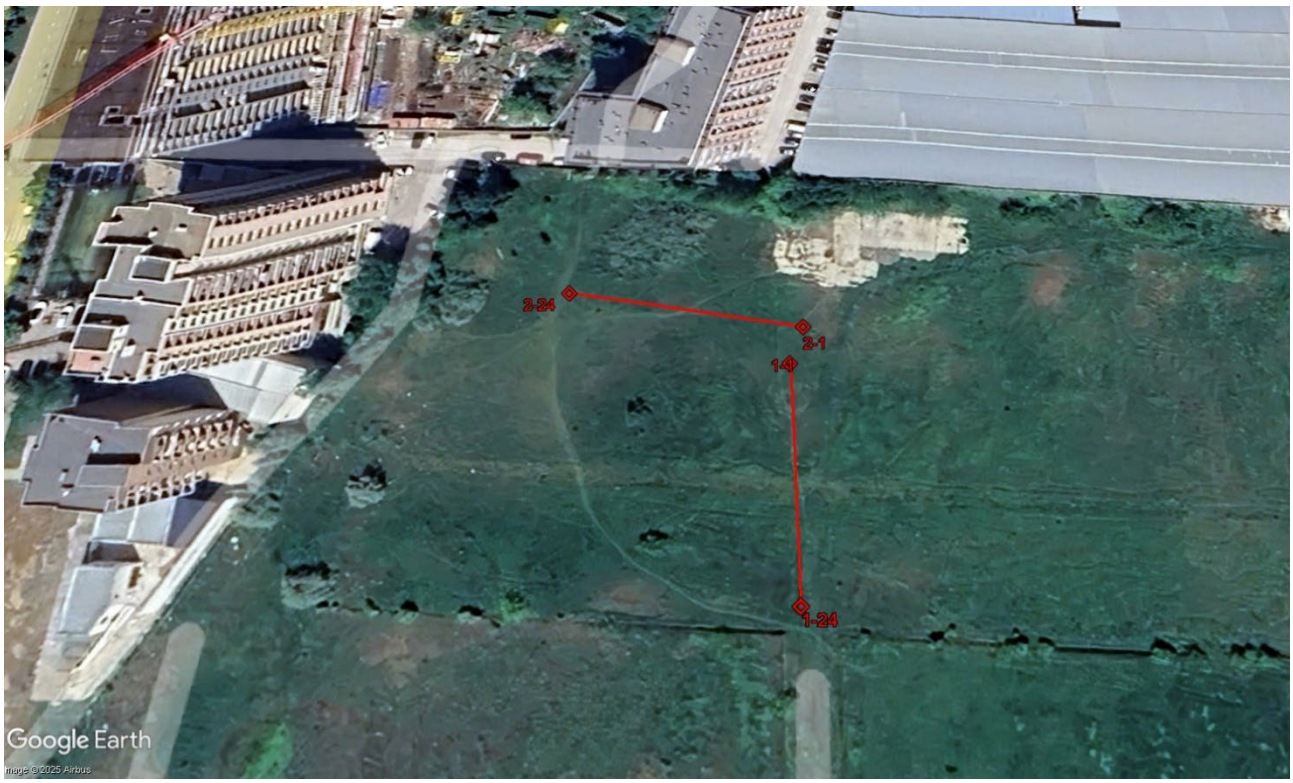
1. ექსპერიმენტული კვლევები, ფუძე-გრუნტების სეისმური პროფილების აგება

კვლევის ამოცანას წარმოადგენდა ქ.თბილისში, დავით აღმაშენებლის ხეივანი 200 (ს/კ 01.10.06.005.014), სექტორი B, სამშენებლო უბნის გეოფიზიკური გამოკვლევა. ანგარიშში წარმოდგენილია შესაბამისი შედეგები.

ჩატარდა სეისმური პროფილირება გარდატეხილი ტალღების მეთოდით 30 მ სიღრმემდე, აიგო შესაბამისი სეისმოგეოლოგიური ჭრილები, განისაზღვრა დრეკადი გრძივი და განივი ტალღების გავრცელების სიჩქარეები. ასევე შეფასდა შესაბამისი ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები. ანგარიშში წარმოდგენილია 46 მ სიგრძის 2 სეისმური პროფილის ჭრილი, საერთო სიგრძით 92 მ (ნახ. 1.1). ცხრილ 1.1-ში მითითებულია სეისმური პროფილების დასაწყისი და საბოლოო კოორდინატები WGS 84 სისტემაში აბსოლუტურ სიმაღლეებთან ერთად.

ცხრილი 1.1. სეისმური პროფილების დასაწყისი და საბოლოო კოორდინატები. #-1 მიუთითებს პირველ გეოფონს ანუ პროფილის დასაწყისს, ხოლო #-24 - 24-ე გეოფონს ანუ პროფილის ბოლოს. H მიუთითებს აბსოლუტურ სიმაღლეებს.

GPH #	X	Y	H,m
1-1	480616	4626763	434.4
1-24	480615	4626717	434.1
2-1	480619	4626771	434.5
2-24	480575	4626778	435.0



ნახ.1.1. საკვლევი უბანი, სეისმური პროფილებისა და ჭაბურღილის განლაგების სქემა. #-1 მიუთითებს პირველ გეოფონს ანუ პროფილის დასაწყისს, ხოლო #-24 - 24-ე გეოფონს ანუ პროფილის ბოლოს.

1.1. გეოფიზიკური კვლევები (სეისმური პროფილირება)

სეისმური პროფილირება გარდატეხილი ტალღების მეთოდით.

ქანების თვისებების გამოკვლევა საინჟინრო სეისმოძიების პრობლემების გადაწყვეტისათვის ერთ-ერთ უმთავრეს ამოცანას წარმოადგენს. ჩვენი ძირითადი ამოცანა იყო მოცემული უბნის აგებულების შესწავლა და ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების განსაზღვრა გრძივი და განივი დრეკადი ტალღების სიჩქარეების მნიშვნელობების საფუძველზე. ამისათვის ამორჩეულ იქნა გარდატეხილი ტალღების საველე სეისმური მეთოდი.

გარდატეხილი ტალღების მეთოდი იძლევა საშუალებას განისაზღვროს ზედაპირული და უფრო ღრმა ფენების სიმძლავრეები და მათში დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარეები. მეთოდი ემყარება დრეკადი ტალღების წყაროდან ერთ ხაზზე განლაგებულ გეოფონებში P და S ტალღების პირველი შემოსვლების დროების განსაზღვრას. ამრიგად კვლევის ამოცანა იყო ქანების სტრუქტურის განსაზღვრა 30 მ სიღრმემდე და გამოყოფილ სტრუქტურულ ელემენტებში შემდეგი ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების განსაზღვრა:

1	**Vp m/sec**	გრძივი ტალღის სიჩქარე
2	**Vs m/sec**	განივი ტალღის სიჩქარე
3	**Vs/Vp**	სიჩქარეების თანაფარდობა
4	**ρ gr/cm^3**	სიმკვრივე
5	**μ**	პუასონის კოეფიციენტი
6	**Ed Mpa**	იუნგის დინამიური მოდული
7	**Gd MPa**	ძვრის დინამიური მოდული
8	**Kd Mpa**	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული
9	**D Mpa**	საერთო დეფორმაციის მოდული
10	**τ Mpa**	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე

შენიშვნა. აღნიშნული პარამეტრებიდან 1-3 მიღებულია კვლევის შედეგად, 5-8 გამოთვლილია ცნობილი თეორიული დამოკიდებულებების საფუძველზე, ხოლო 4, 9, 10 მიღებულია ჩვენს ხელთ არსებული ემპირიული კავშირების გამოყენებით.

პარამეტრების გამოთვლილი მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილ 1.2-1.3-ში.

სეისმოპროფილირება ჩატარდა 10 ჰერციანი გეოფონებით, რომელთა შორის დაშორებაც 2 მეტრს შეადგენდა. სეისმური ტალღების ინდუცირება ხდებოდა 10კგ-იანი უროს პლასტმასის სპეციალურ ფირფიტაზე დარტყმით. გეოფონები და დარტყმები სრულდებოდა Z-Z და Y-Y ორიენტირებით, გამოიყენებოდა 7 დარტყმის წერტილიანი სისტემა, რომელიც მოიცავდა როგორც პროფილის ფარგლებში, ასევე გატანილ დარტყმებს. ასეთი სისტემა მნიშვნელოვანი მანძილით დაშორებული გატანილი დარტყმებით საშუალებას იძლეოდა ინფორმაცია მიგვეღო 30 მ სიღრმემდე. ტალღის ტიპის მიხედვით იცვლებოდა დარტყმის ორიენტირებაც.

ტალღების რეგისტრაცია ხორციელდებოდა ამერიკული **GEOMETRICS** ფირმის **GEODE** მარკის **24** არხიანი საინჟინრო სეისმური სადგურით.

მონაცემების დამუშავება და ინტერპრეტაცია განხორციელდა ამავე ამერიკული **GEOMETRICS** ფირმის ლიცენზირებული პროგრამის ***SeisImager*** გამოყენებით.
გაკეთდა მიღებული მონაცემების ანალიზი და აიგო შესაბამისი ჭრილები (ნახ. 1.2 - 1.3).

1.2. ჩატარებული სამუშაოების ანალიზი და შედეგები

საკვლევ ტერიტორიაზე ჩატარდა სეისმური პროფილირება გარდატეხილი ტალღების მეთოდით 30 მ სიღრმემდე ინფორმაციის მიღებით. აიგო შესაბამისი სეისმოგეოლოგიური ჭრილები, განისაზღვრა დრეკადი გრძივი და განივი ტალღების გავრცელების სიჩქარეები. ასევე შეფასდა შესაბამისი ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები. ანგარიშში წარმოდგენილია 46 მ სიგრძის 2 სეისმური პროფილის ჭრილი, საერთო სიგრძით 92 მ (ნახ. 1.1). ცხრილ 1.1-ში მითითებულია სეისმური პროფილების დასაწყისი და საბოლოო კოორდინატები WGS 84 სისტემაში აბსოლუტურ სიმაღლეებთან ერთად.

გეოფიზიკური პარამეტრების მიხედვით გამოყოფილია სხვადასხვა საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტები **(ფენები)** და დადგენილია მათში V_P, V_S სიჩქარეების მნიშვნელობების განაწილება. შესაბამისი ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილებში 1.2 – 1.3 (ნახ.: 1.2 – 1.3).

მიღებულ ჭრილებზე გეოფიზიკური მონაცემების მიხედვით უმთავრესად დაიკვირვება ფიზიკური თვისებებით განსხვავებული სამი ფენი (იდენტიფიკაცია განხორციელდა ჩვენს მიერ მიღებული გეოფიზიკური მასალისა და დამკვეთის მიერ მოწოდებული გეოლოგიური ინფორმაციის საფუძველზე):

ფენი 1 – ნაყარი გრუნტი;

ფენი2 - თიხა;

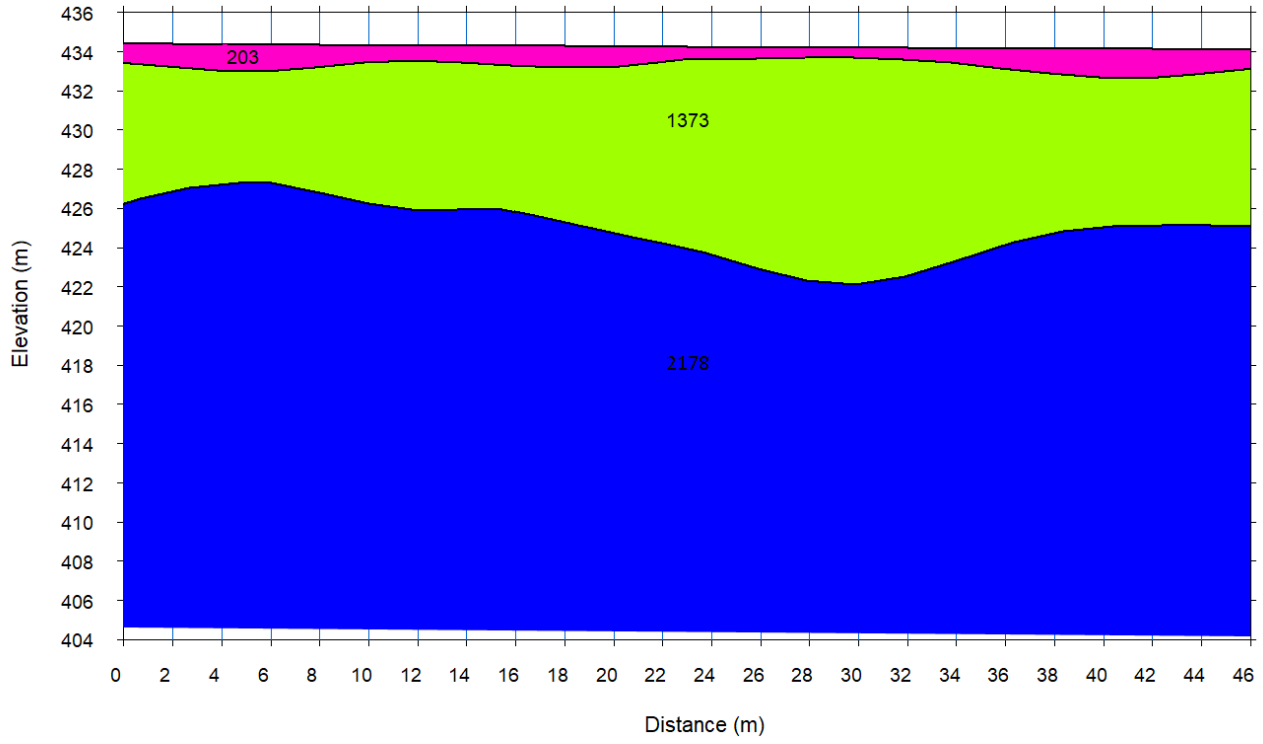
ფენი3 - კენჭნაროვანი გრუნტი, წყალგაჯერებული და არგილიტი ელუვირებული, გათიხებული.

<u>სეისმური პროფილი #1:</u>

ფენი 1 ვრცელდება ზედაპირიდან 0.4 - 1.2 მ-ის სიღრმემდე, გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების შემდეგი მნიშვნელობებით: V_P = 203 მ/წმ; V_S = 81 მ/წმ.

ფენი 1-ს ქვემოდან ესაზღვრება 6.0 – 10.5 მ სიმძლავრის **ფენი 2**, გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების შემდეგი მნიშვნელობებით: V_P = 1373 მ/წმ; V_S = 182 მ/წმ.

აღნიშნულ ფენს მოსდევს **ფენი 3**, რომელიც ჩვენი დაკვირვებით ვრცელდება 30 მ-ის სიღრმემდე, გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების შემდეგი მნიშვნელობებით: V_P = 2178 მ/წმ; V_S= 556 მ/წმ.



ნახ. 1.2. სეისმოგეოლოგიური ჭრილი #1.

ცხრილი 1.2. ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები პროფილი #1–სათვის.

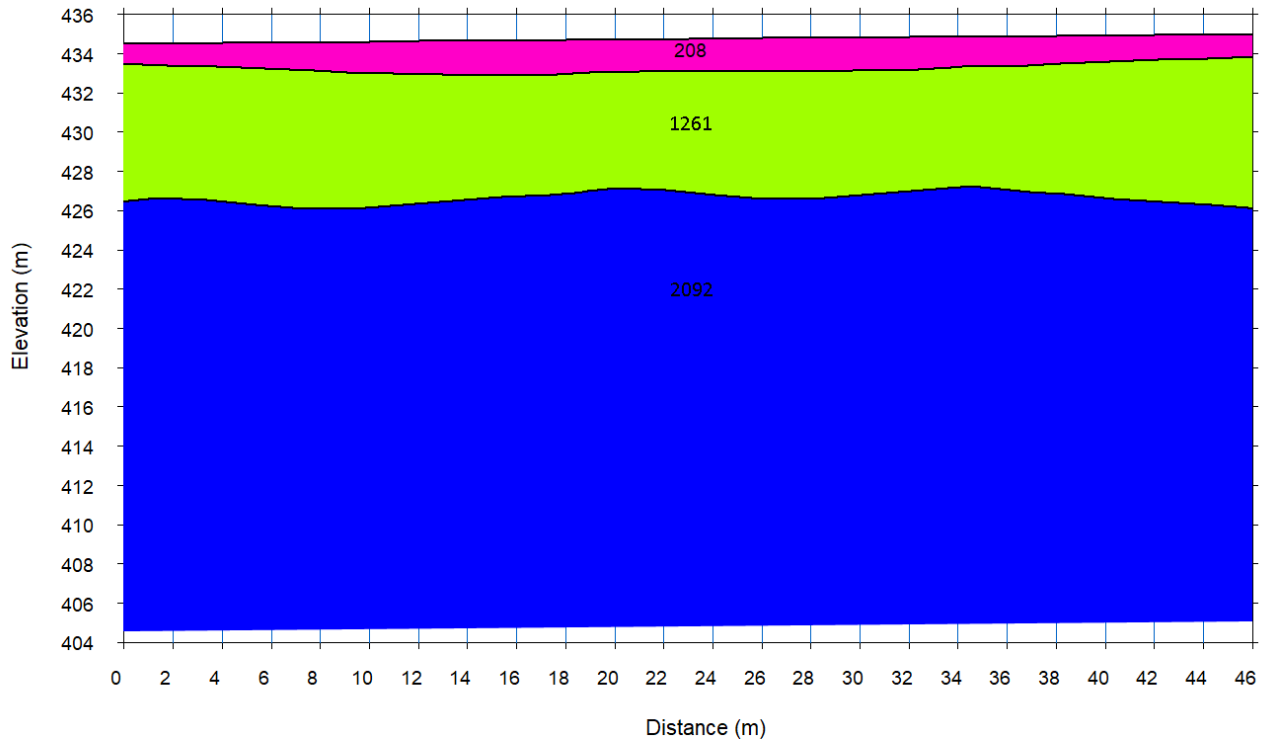
ფენის N	პარამეტრი	პარამეტრის აღწერა	მნიშვნელობები	სიმძლავრე, მ
1	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	203	0.8
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	81	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.40	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.22	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.41	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	20	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	8	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	39.45	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	0.06	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-	
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1373	8.5
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	182	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.13	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.96	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.49	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	190	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	65	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	3608.43	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	2.37	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	3.25	
3	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	2178	20.7
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	556	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.26	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.20	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.47	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	1990	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	680	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	9528.16	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	101.73	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	34.00	
Vs30, m/sec		განივი ტალღის საშუალო სიჩქარე 30მ სიღრმემდე	320	

სეისმური პროფილი #2:

ფენი 1 ვრცელდება ზედაპირიდან 1.0 - 1.5 მ-ის სიღრმემდე, გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების შემდეგი მნიშვნელობებით: V_P = 208 მ/წმ; V_S = 87 მ/წმ.

ფენი 1-ს ქვემოდან ესაზღვრება 5.8 – 7.8 მ სიმძლავრის **ფენი 2**, გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების შემდეგი მნიშვნელობებით: V_P = 1261 მ/წმ; V_S = 175 მ/წმ.

აღნიშნულ ფენს მოსდევს **ფენი 3**, რომელიც ჩვენი დაკვირვებით ვრცელდება 30 მ-ის სიღრმემდე, გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების შემდეგი მნიშვნელობებით: V_P = 2092 მ/წმ; V_S= 567 მ/წმ.



ნახ. 1.3. სეისმოგეოლოგიური ჭრილი #2.

ცხრილი 1.3. ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები პროფილი #2–სათვის.

ფენის N	პარამეტრი	პარამეტრის აღწერა	მნიშვნელობები	სიმძლავრე, მ
1	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	208	1.3
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	87	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.42	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.22	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.39	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	30	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	9	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	40.56	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	0.12	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-	
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1261	7
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	175	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.14	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.92	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.49	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	180	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	59	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	2972.81	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	2.17	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	2.94	
3	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	2092	21.7
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	567	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.27	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.18	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.46	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	2040	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	700	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	8597.12	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	105.86	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	35.01	
Vs30, m/sec		განივი ტალღის საშუალო სიჩქარე 30მ სიღრმემდე	322	

გეოფიზიკური კვლევების საფუძველზე განივი ტალღების საშუალო სიჩქარეების მიხედვით გრუნტის ზედა 30მ ფენში (V_{S30}) შეფასდა გრუნტის კატეგორიები, ტიპები და კლასები. საკვლევი ტერიტორიაზე მიღებული იქნა განივი ტალების გასაშუალოებული მნიშვნელობები და შესაბამისად შეფასდა გრუნტის კატეგორიები, ტიპები, კლასები როგორც საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით, ასევე საერთაშორისო ნორმების (IBC 2006, EUROCODE 8, ASCE 7) მიხედვით.

ამ უბნისათვის განივი ტალღების სიჩქარეების გასაშუალოებული მნიშვნელობა ზედა 30 მ ფენში (V_{S30}) მიღებული იქნა **321** მ/წმ (ყველაზე არახელსაყრელი 5 მეტრიანი ფენისათვის შეადგინა **302** მ/წმ). აღნიშნული მნიშვნელობა საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით შეესაბამება **გრუნტის II კატეგორიას,** ხოლო საერთაშორისო ნორმების მიხედვით განისაზღვრა შემდეგნაირად: **EUROCODE 8 - C ტიპი**, **IBC 2006 და ASCE 7 – D კლასი**. დეტალურად სიჩქარეების მნიშვნელობები და შესაბამისი კატეგორიები (ტიპები, კლასები) თითოეული პროფილის უბანზე მოცემულია ცხრილ 1.4–ში.

ცხრილი 1.4. განივი ტალღების საშუალო მნიშვნელობები და შესაბამისი გრუნტის კატეგორიები (კლასები, ტიპები) თითოეული პროფილის უბნისათვის.

Prof. N	V_{S30} m/sec (V_S)	Geo Stand. (DN 01.01-09)	IBC 2006	ASCE - 7	EUROCODE 8
1	320 (299)	II (III)	D	D	C
2	322 (305)	II (II)	D	D	C

1.3. დასკვნა

საკვლევ ტერიტორიაზე ჩატარდა სეისმური პროფილირება გარდატეხილი ტალღების მეთოდით 30 მ სიღრმემდე ინფორმაციის მიღებით. აიგო შესაბამისი სეისმოგეოლოგიური ჭრილები, განისაზღვრა დრეკადი გრძივი და განივი ტალღების გავრცელების სიჩქარეები. ასევე შეფასდა შესაბამისი ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები. ანგარიშში წარმოდგენილია 46 მ სიგრძის 2 სეისმური პროფილის ჭრილი, საერთო სიგრძით 92 მ (ნახ. 1.1). ცხრილ 1.1-ში მითითებულია სეისმური პროფილების დასაწყისი და საბოლოო კოორდინატები WGS 84 სისტემაში აბსოლუტურ სიმაღლეებთან ერთად.

გეოფიზიკური პარამეტრების მიხედვით გამოყოფილია სხვადასხვა საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტები (ფენები) და დადგენილია მათში V_P, V_S სიჩქარეების მნიშვნელობების განაწილება. შესაბამისი ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილებში 1.2 – 1.3 (ნახ.: 1.2 – 1.3).

მიღებულ ჭრილებზე გეოფიზიკური მონაცემების მიხედვით უმთავრესად დაიკვირვება ფიზიკური თვისებებით განსხვავებული სამი ფენი (იდენტიფიკაცია განხორციელდა ჩვენს მიერ მიღებული გეოფიზიკური მასალისა და დამკვეთის მიერ მოწოდებული გეოლოგიური ინფორმაციის საფუძველზე): ფენი 1 – ნაყარი გრუნტი; ფენი2 - თიხა; ფენი3 - კენჭნაროვანი გრუნტი, წყალგაჯერებული და არგილიტი ელუვირებული, გათიხებული..

გეოფიზიკური კვლევების საფუძველზე განივი ტალღების საშუალო სიჩქარეების მიხედვით გრუნტის ზედა 30 მ ფენში (V_{S30}) შეფასდა გრუნტის კატეგორიები, ტიპები, კლასები, როგორც საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით, ასევე საერთაშორისო ნორმების მიხედვით (IBC 2006, EUROCODE 8, ASCE 7).

ამ უბნისათვის განივი ტალღების სიჩქარეების გასაშუალოებული მნიშვნელობა ზედა 30 მ ფენში (V_{S30}) მიღებული იქნა **321** მ/წმ (ყველაზე არახელსაყრელი 5 მეტრიანი ფენისათვის შეადგინა **302** მ/წმ). აღნიშნული მნიშვნელობა საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით შეესაბამება **გრუნტის II კატეგორიას,** ხოლო საერთაშორისო ნორმების მიხედვით განისაზღვრა შემდეგნაირად: **EUROCODE 8 - C ტიპი**, **IBC 2006 და ASCE 7 – D კლასი**. დეტალურად სიჩქარეების მნიშვნელობები და შესაბამისი კატეგორი-ები (ტიპები, კლასები) თითოეული პროფილის უბანზე მოცემულია ცხრილ 1.4–ში.

2. სამშენებლო უბნის სეისმურობის დაზუსტება

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

1. შ.პ.ს. „არქსტუდიო“-ს მიერ 2025 წლის ივლისში ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური კვლევები: „ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი #200, შ.პ.ს. „ქეფითალ სითი გრუფ ინვესთ“-ის კუთვნილ მიწის ნაკვეთის სექტორი B (საკ.კოდი 01.10.06.005.014), საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების დასკვნა“, თბილისი 2025 წ. [2.1];

2. კირიაკ ზავრიევის სამშენებლო მექანიკის და სეისმომედეგობის ინსტიტუტის 1974 წლის 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:

$$\Delta I = \Delta I_g + \Delta I_ფ \qquad (2.2)$$

სადაც, ΔI - იგივეა რაც (2.1)-ში; ΔI_g - სეისმურობის ნაზრდი სამშენებლო მოედანზე არსებული გრუნტის თვისებების ცვლილებების გამო ეტალონურთან შედარებით; $\Delta I_ფ$ - სეისმურობის ნაზრდი გამოწვეული გრუნტის წყალგაჯერებულობის გამო.

ΔI_g სიდიდის მნიშვნელობა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta I_g = 1.67 \lg (V_0 \times \rho_0 / V_i \times \rho_i) \qquad (2.3)$$

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.

რაც შეეხება წყალგაჯერებით გამოწვეულ ნაზრდს, იგი ქვიშებისათვის, პლასტიკური და დენადი თიხაქვიშებისათვის და თიხებისათვის იანგარიშება ფორმულით:

$$\Delta I_{\text{წ}} = 1{,}0 \times E^{-0.04h^2} \qquad (2.4)$$

სადაც h – გრუნტის წყლის მდებარეობის საანგარიშო დონეა მეტრებში.

[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; V_{S0}=800 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“.

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით 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 და შესაბამისად შეადგენს: 30 მეტრიანი შრისათვის-V_{P30}=1440±87 მ/წმ; V_{S30}=321±1 მ/წმ; ρ_{30}=2064±19 კგ/მ^3; ყველაზე არახელსაყრელი 5 მეტრიანი შრისათვის - V_P = 1710±54 მ/წმ; V_S = 302±3 მ/წმ; ρ = 2083±15 კგ/მ^3.

საინჟინრო-გეოლოგიური მონაცემების [2.1] სტანდარტული სტატისტიკური დამუშავების მიხედვით გრუნტის წყლის მდებარეობის საანგარიშო დონე (ნაყარი გრუნტის გათვალისწინებით) შეადგენს: h = 9.00 ± 0.10 მეტრს..

აღნიშნული სიდიდეების (უმცირესის) გათვალისწინებით ბალიანობის ნამატი ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის შეადგენს

$$\Delta I = 1.67 \lg [(2000 \times 2400) / ((1710 \pm 54) \times (2083 \pm 15))] +$$
$$+ 2.718281828^{(-0.04x(9.00\pm0.10)^2)} = 0.256071 \pm 0.028152 \text{ (+ 0 ბალი)}$$

ან

$$\Delta I = 1.67 \lg [(800 \times 2400) / ((302 \pm 3) \times (2083 \pm 15))] +$$
$$+ 2.718281828^{(-0.04x(9.00\pm0.10)^2)} = 0.817514 \pm 0.012438 \text{ (+ 1 ბალი)}$$

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, V_{S0}=250-350 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

$$\Delta I = 1.67 \lg [(600\pm100) \times (1750\pm50) / ((1710 \pm 54) \times (2083 \pm 15))] +$$
$$+ 2.718281828^{(-0.04x(9.00\pm0.10)^2)} = -0.713983 \pm 0.028152 \text{ (- 1 ბალი)}$$

ან

$$\Delta I = 1.67 \lg [(300\pm50) \times (1750\pm50) / ((302 \pm 3) \times (2083 \pm 15))] +$$
$$+ 2.718281828^{(-0.04x(9.00\pm0.10)^2)} = -0.168480 \pm 0.012438 \text{ (- 0 ბალი)}$$

აკუსტიკური სიხისტეების მეთოდით სამშენებლო ტერიტორიაზე ანგარიშით მიღებული ბალიანობის ნაზრდმა შეადგინა: ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის ΔI = = 0.817514 ± 0.012438 (+ 1 ბალი), ხოლო ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის ΔI = = -0.168480 ± 0.012438 (- 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, უნდა დარჩეს უცვლელი ან დაკორექტირდეს შემდეგი ფორმულით [2.4, 2.5]:

$$\lg A/A_0 = [1.67 \lg [(V_0 \times \rho_0)/(V_i \times \rho_i) + 1{,}0 \times E^{-0.04h^2}]/3.3 \quad (2.5)$$

$$A/A_0 = 10^{[1.67 \lg [(V_0 \times \rho_0)/(V_i \times \rho_i) + 1{,}0 \times E-0.04h^2]/3.3} \quad (2.6)$$

სადაც, A საკვლევი უბნის გრუნტის მაქსიმალური აჩარების მნიშვნელობაა; A_0 - იგივე ეტალონურ გრუნტში (ქ. თბილისისათვის 0.17 g); V_0 და ρ_0 არის [2.2, 2.3, 2.4, 2.5]-ში მითითებული ეტალონური და საშუალო გრუნტების პარამეტრები: ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის - V_{P0}=2000 მ/წმ, V_{S0}=800 მ/წმ, ρ_0=2400 კგ/მ^3; ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის - V_{P0}=500-700 მ/წმ, V_{S0}=250-350 მ/წმ, ρ_0=1700-1800 კგ/მ^3, ხოლო V_i და ρ_i არის საკვლევი გრუნტისათვის შესაბამისად გრძივი ან განივი ტალღის სიჩქარე და სიმკვრივე და შეადგენს: V_P = 1710±54 მ/წმ; V_S = 302±3 მ/წმ; ρ = 2083±15 კგ/მ^3 ე.ი.

ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის

$$\lg A/A_0 = \{1.67 \lg [(2000 \times 2400) / ((1710 \pm 54) \times (2083 \pm 15))] + 2.718281828^{(-0.04x(9.00\pm0.10)^2)}] /3.3\} = 0.077597 \pm 0.008531$$

ან

$$\lg A/A_0 = \{1.67 \lg [(800 \times 2400) / ((302 \pm 3) \times (2083 \pm 15))] + 2.718281828^{(-0.04x(9.00\pm0.10)^2)}] /3.3\} = 0.247732 \pm 0.003769$$

ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის

$$\lg A/A_0 = \{1.67 \lg [(600\pm100) \times (1750\pm50) / ((1710 \pm 54) \times (2083 \pm 15))] + 2.718281828^{(-0.04x(9.00\pm0.10)^2)}] /3.3\} = -0.216359 \pm 0.008531$$

ან

$$\lg A/A_0 = \{1.67 \lg [(300\pm50) \times (1750\pm50) / ((302 \pm 3) \times (2083 \pm 15))] + 2.718281828^{(-0.04x(9.00\pm0.10)^2)}] /3.3\} = -0.051055 \pm 0.003769$$

შესაბამისად

ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის

$A = 10^{[0.077597 \pm 0.008531]} \times 0.085g = [1.195862 \pm 0.023488] \times 0.085g = 0.10165 \pm 0.00200$ g

ან

$A = 10^{[0.247732 \pm 0.003769]} \times 0.085g = [1.769082 \pm 0.015352] \times 0.085g = 0.15037 \pm 0.00130$ g

ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის

$A = 10^{[-0.216359 \pm 0.008531]} \times 0.17g = [0.607750 \pm 0.011937] \times 0.17g = 0.10332 \pm 0.00203$ g

ან

$A = 10^{[-0.051055 \pm 0.003769]} \times 0.17g = [0.889123 \pm 0.007716] \times 0.17g = 0.15115 \pm 0.00131$ g

ანალიზის შედეგად მივიღეთ, რომ კორექტირებული ჰორიზონტალური აჩქარების მნიშვნელობა შეადგენს **0.152 g**-ს (**1.491** მ/წმ^2).

ტოპოგრაფიული რუკის (გეგმის) ანალიზი გვიჩვენებს, რომ სამშენებლო მოედნიდან დავით აღმაშენებლის ხეივანის მართობული მიმართულებით რელიეფის დახრა შეადგენს 1 – 3^0 -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 **0.152 g**-ს (**1.491** მ/წმ^2).

(მ. ნოდიას სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტში 2021 წელს შედგენილი ახალი საშიშროების რუკების დანართი #3-ის მიხედვით, მოცემული უბნისათვის პიკური ჰორიზონტალური აჩქარების მნიშვნელობა სეისმური საშიშროების გადაჭარბე-ბის 10 და 2 %-იანი ალბათობისათვის 50 წ მოლოდინის დროისთვის და 475 და 2475 წ. განმეორებადობის პერიოდისთვის შეადგენს შესაბამისად: **0.383** და **0.746 g**-ს.

დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათა ინსტიტუტის მიერ 2019 წელს შედგენილი ახალი საშიშროების რუკების დანართის მიხედვით, მოცემული უბნისათვის პიკური ჰორიზონტალური აჩქარების მნიშვნელობა სეისმური საშიშროების გადაჭარბების 10 და 2 %-იანი ალბათობისათვის 50 წ მოლოდინის დროისთვის და 475 და 2475 წ. განმეორებადობის პერიოდისთვის შეადგენს შესაბამისად: **0.290** და **0.590 g**-ს.

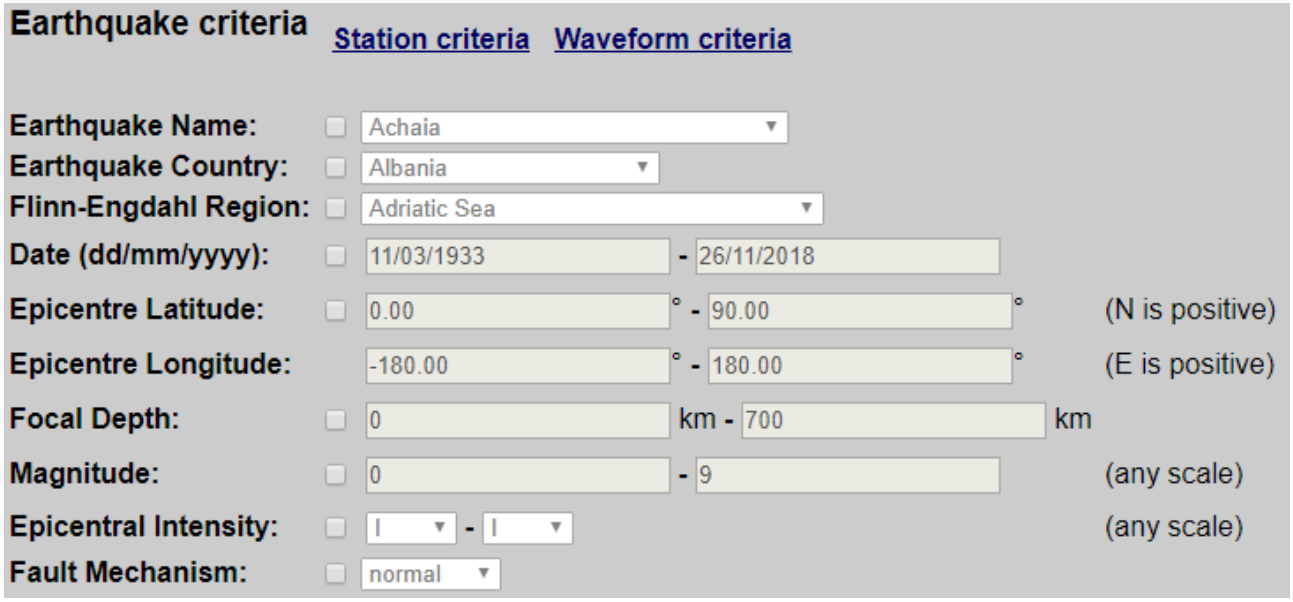
ორივე დოკუმენტი ოფიციალურად მიღებული არ არის).

3. აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა

3.1 აქსელეროგრამების შერჩევა ზოგადი პრინციპებით

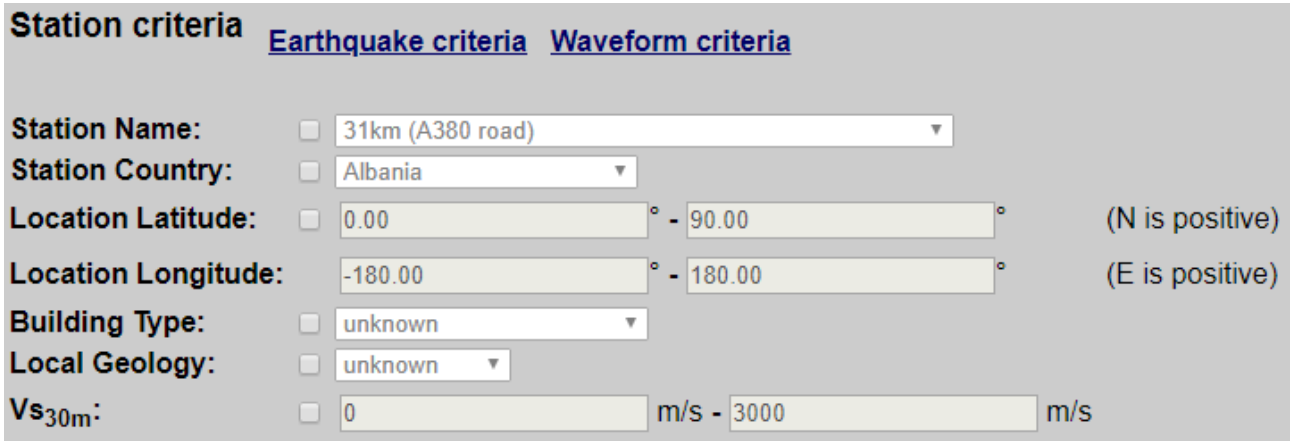
სამშენებლო ობიექტისათვის საანგარიშო აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევას ძირითადად ახორციელებენ შესასწავლი ტერიტორიის სეისმოლოგიური მონაცემების, ჩამწერი სეისმომეტრიული სადგურების მონაცემების, ტერიტორიის ლოკალური პატამეტრების და საპროექტო შენობების მოდალური მახასიათებლების მიხედვით.

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



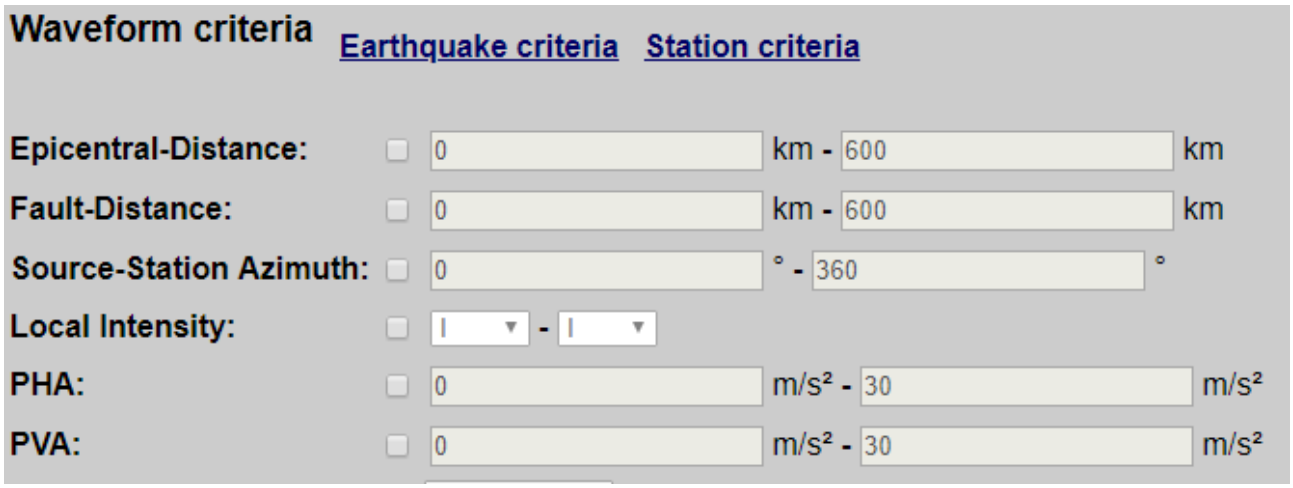
ნახ. 3.1 აქსელეროგრამის შერჩევა მიწისძვრის კრიტერიუმებით.

ნახ. 3.2-ზე ილუსტრაციის 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 სიჩქარე.



ნახ. 3.2 აქსელეროგრამის შერჩევა სეისმური სადგურის მონაცემებით.

ნახ. 3.3-ზე ილუსტრაციის 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 საინჟინრო-გეოლოგიური მონაცემები აღებულია საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების დასკვნიდან [2.1], ხოლო სიჩქარეები წინამდებარე ნაშრომის 1-ლი და მე-2 თავებიდან.

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 უბანზე 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 $V_S = 302 \pm 3$ მ/წმ.

$$T_{\text{რეზ, 1}} = 4 * 30 / [(302 \pm 3)*1] = 0.397251 \pm 0.004019 \text{ წმ}$$
$$T_{\text{რეზ, 2}} = 4 * 30 / [(302 \pm 3)*3] = 0.132417 \pm 0.001340 \text{ წმ}$$

საპროექტო შენობების სართულიანობა (ავტოსადგომის ჩათვლით) შეადგენს მაქსიმუმ 18, 28 და 37-ს, ამიტომ დომინანტური რხევების პერიოდები მიიღება მიახლობითი ფორმულით

$$T_1 = (0.1 \div 0.125) \text{ x } N \qquad (3.2)$$

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

$T_1 = (0.1 \div 0.125) \times 18 = 1.80000 \div 2.25000$ წმ
$T_1 = (0.1 \div 0.125) \times 28 = 2.80000 \div 3.50000$ წმ
$T_1 = (0.1 \div 0.125) \times 37 = 3.70000 \div 4.62500$ 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 სამოცდაათამდე სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.

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

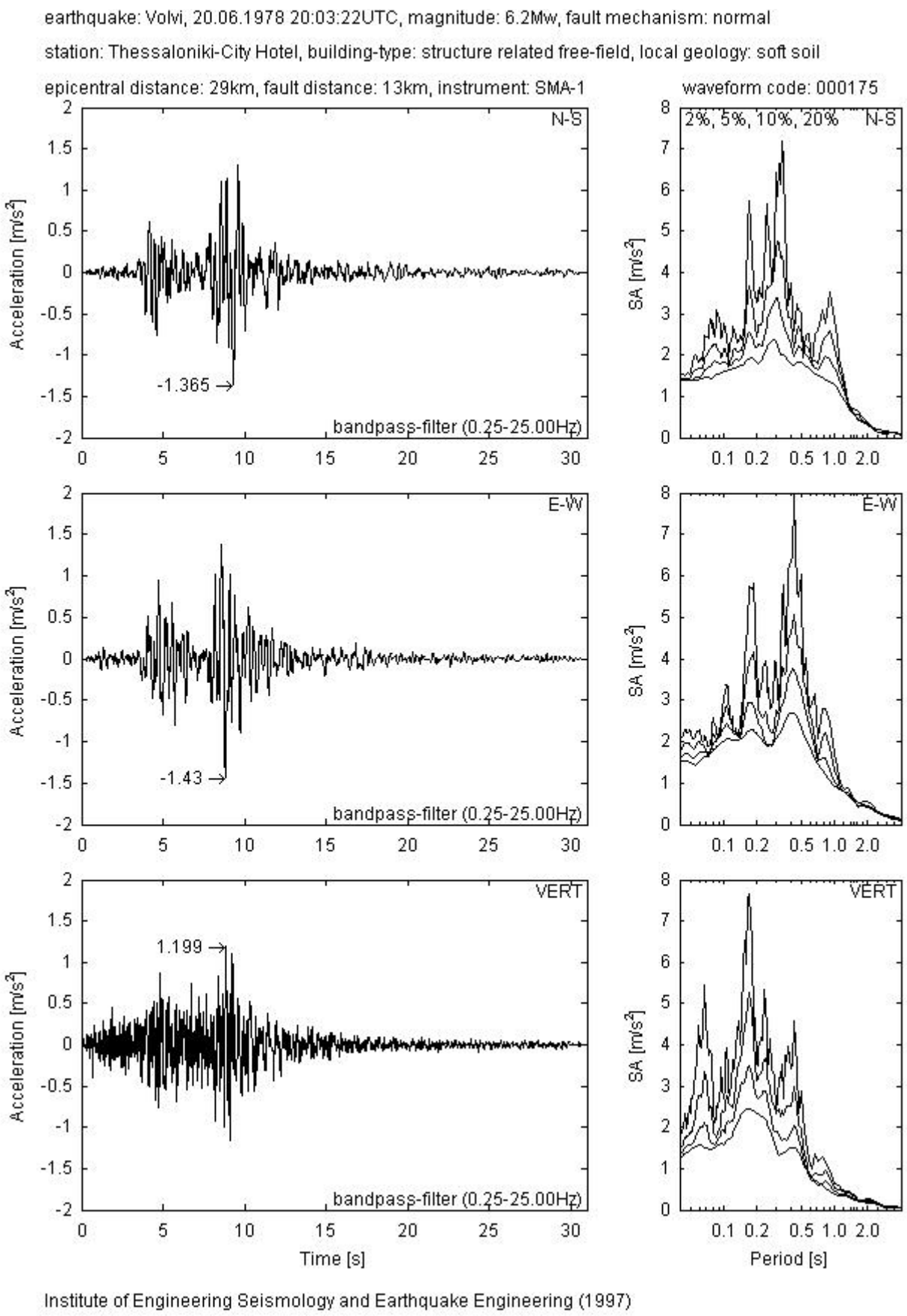
ავღნიშნავთ მხოლოდ აქსელეროგრამების ნორმირების პროცესს: სამკომპონენტიანი აქსელეროგრამების X და Y მდგენელების კვადრატები ჯამდება და მიღებული შედეგიდან ამოიღება კვადრატული ფესვი (SQRT(X2+Y2)). მიღებული შედეგებიდან იძებნება მაქსიმალური მნიშვნელობა და ამ სიდიდეზე იყოფა თითოეული ჩანაწერი (X, Y, Z მდგენელები). გამოთვლები ჩატარდა ლიცენზირებული პროგრამების SeismoSignal 2021-ის, SeismoSpect 2021-ის და PRISM-2025-ის გამოყენებით.

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

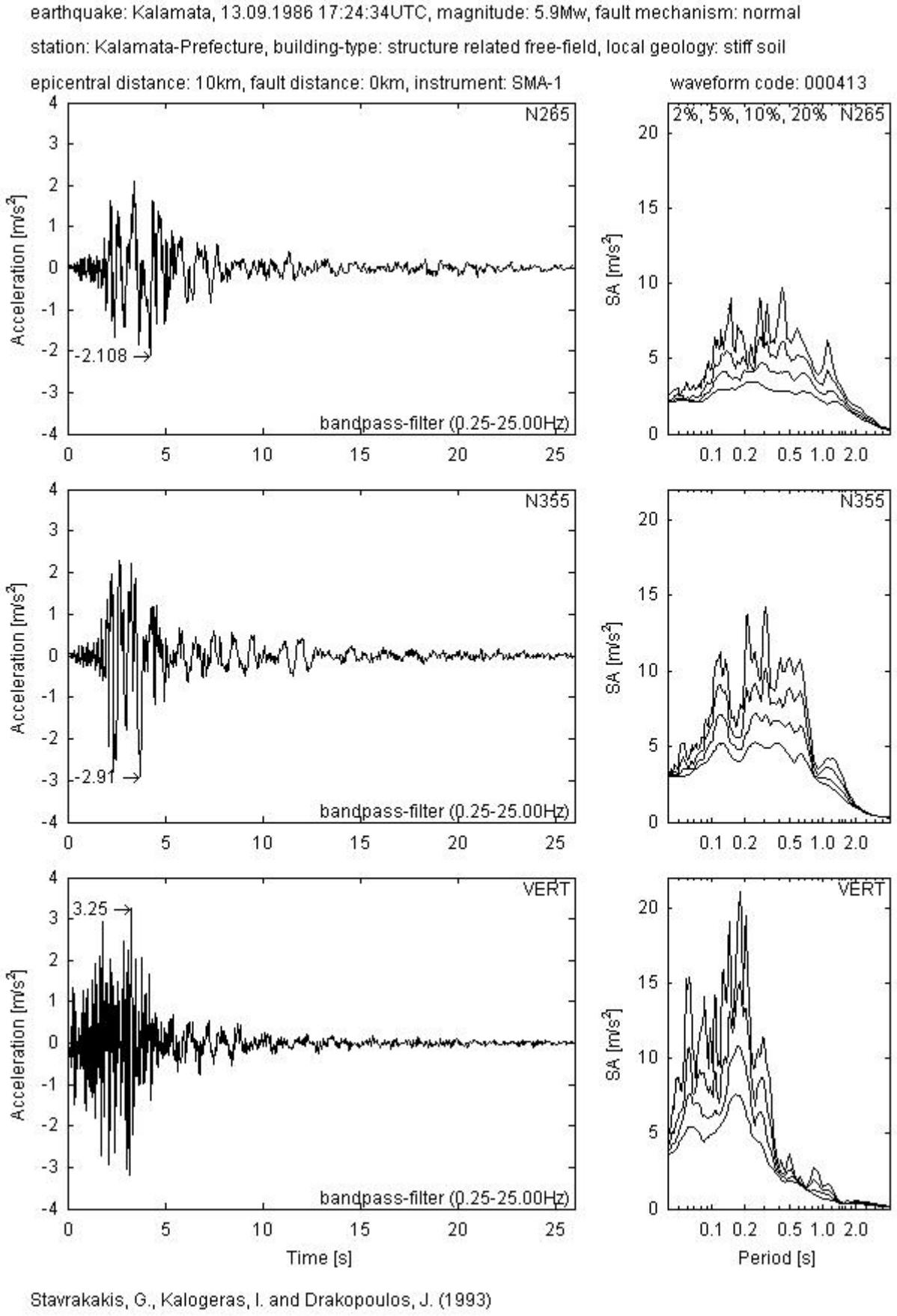
1. 1978 წლის 20 ივნისის „Volvi“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
2. 1986 წლის 15 სექტემბერი „Kalamata“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
3. 1988 წლის 7 დეკემბრის „Spitak“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
4. 1993 წლის 14 ივლისის „Patras“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
5. 1999 წლის 17 აგვისტოს „Izmit“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
6. 2003 წლის 1 მაისის „Bingol“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
7. 2002 წლის 25 აპრილის „Tbilisi“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
8. 1990 წლის 20 ივნისის „Manjil“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
9. 1999 წლის 12 ნოემბრის „Duzce1“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
10. 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
11. 1980 წლის 23 ნოემბრის „CampanoLucano“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.

ქვევით ნახ. 3.4-3.14-ზე მოყვანილია მიწისძვრის ორიგინალი ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები, ნახ. 3.15-3.25-ზე კი შერჩეული აქსელეროგრამებისათვის გამოთვლილი ნორმირებული ჩანაწერები და ნორმირებული სპექტრები. გაანგარიშების დროს, ნორმირებული აქსელეროგრამები უნდა გამრავლდეს საანგარიშო აჩქარების მნიშვნელობაზე - **0.152 g ≈ 1.491** მ/წმ^2 (დამატებითი კოეფიციენტების შერჩევა დამოკიდებულია ანალიზის ტიპზე). 16, 26 და 35 სართულიანი შენობები უნდა დაპროექტდეს შესაბამისად 1-7, 1-9 და 1-11 აქსელეროგრამებზე.

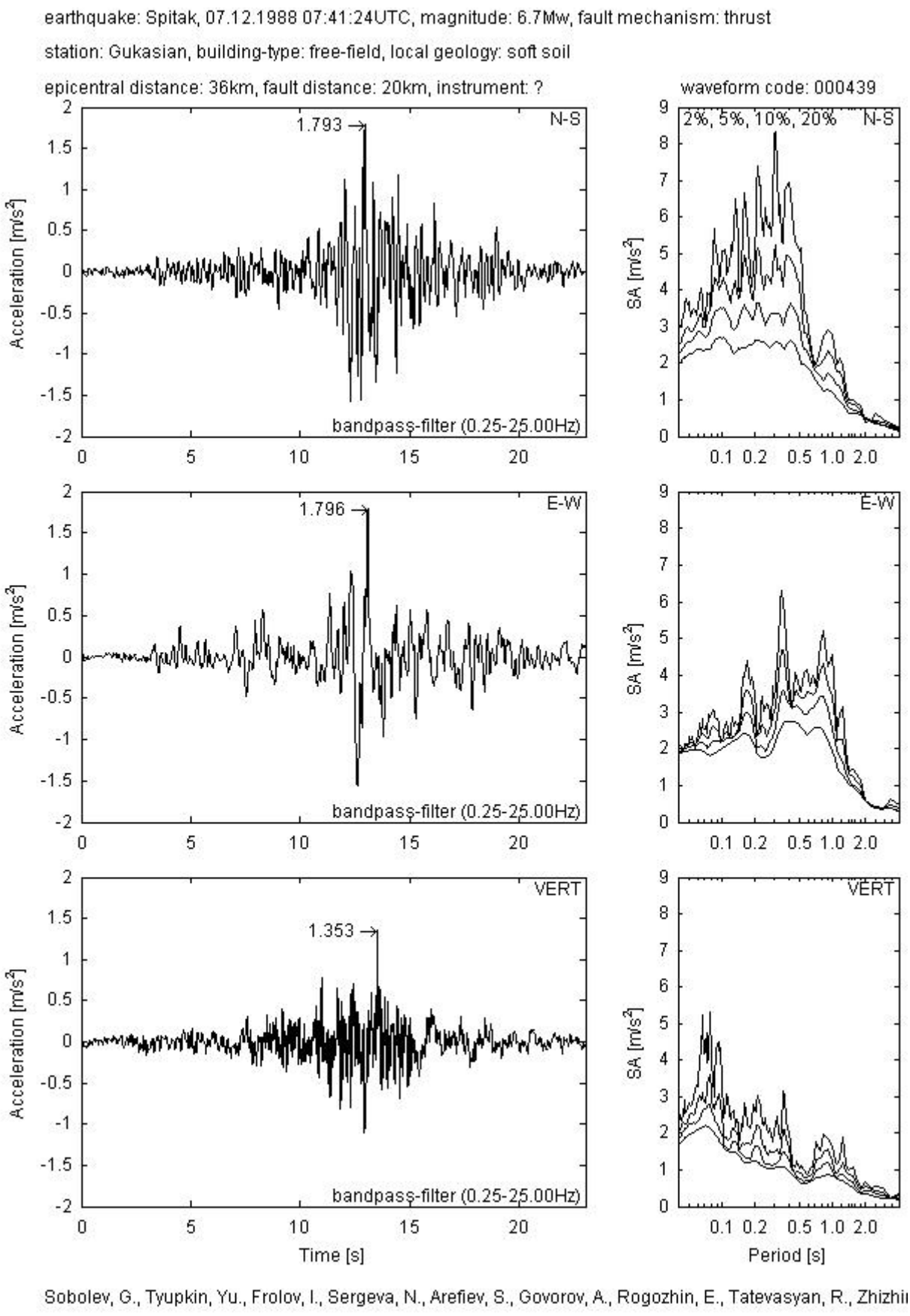
აღნიშნული აქსელეროგრამების ორიგინალური და ნორმირებული ჩანაწერები ციფრული სახით მოცემულია ელექტრონულ ვერსიაში, რომელიც თანერთვის წინამდებარე ანგარიშს.



ნახ. 3.4. 1978 წლის 20 ივნისის „Volvi“-ს მიწისძვრის
ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.

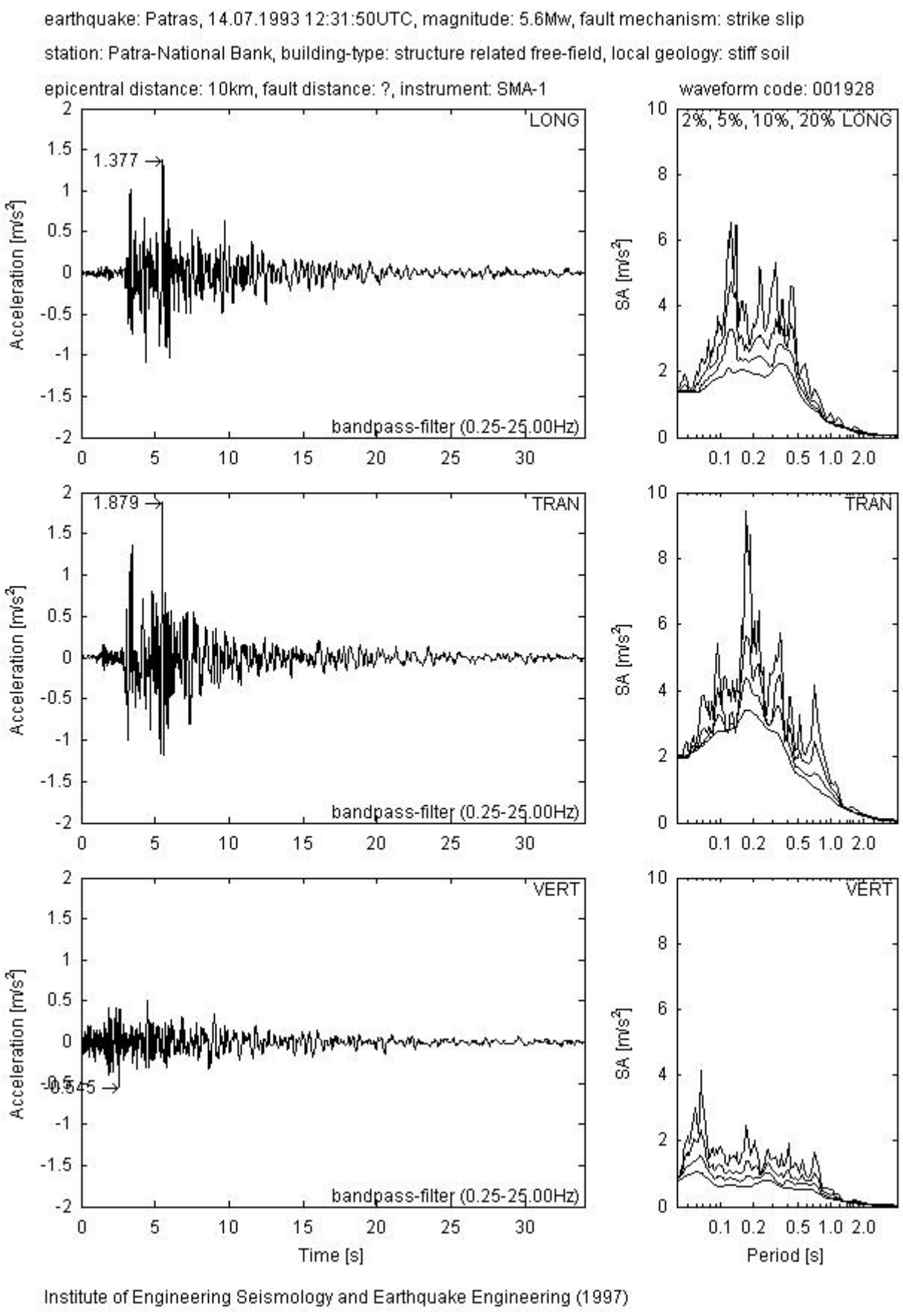


ნახ. 3.5. 1986 წლის 13 სექტემბრის „Kalamata“-ს მიწისძვრის ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.



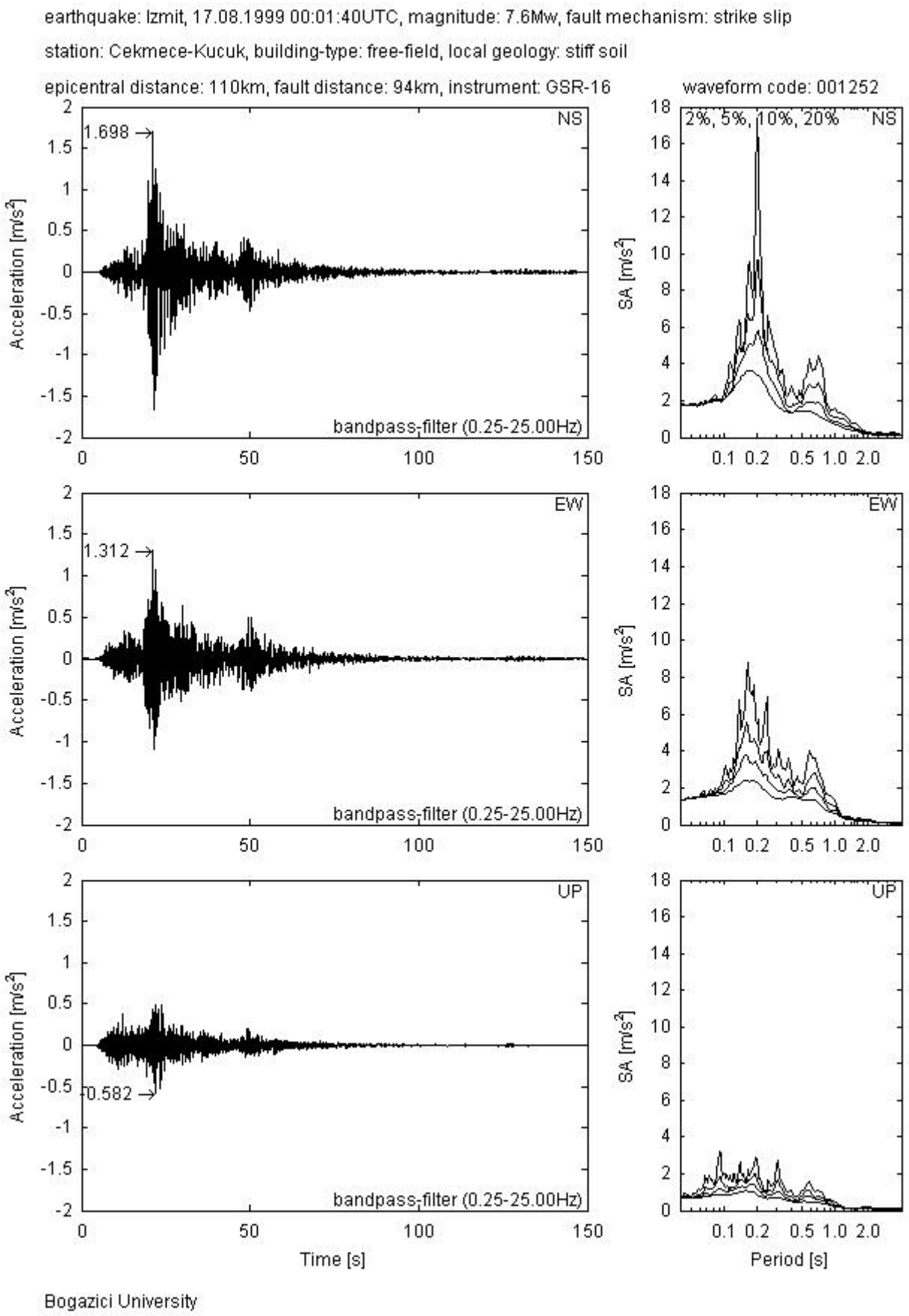
ნახ. 3.6. 1988 წლის 7 დეკემბრის „Spitak“-ის მიწისძვრის

ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.

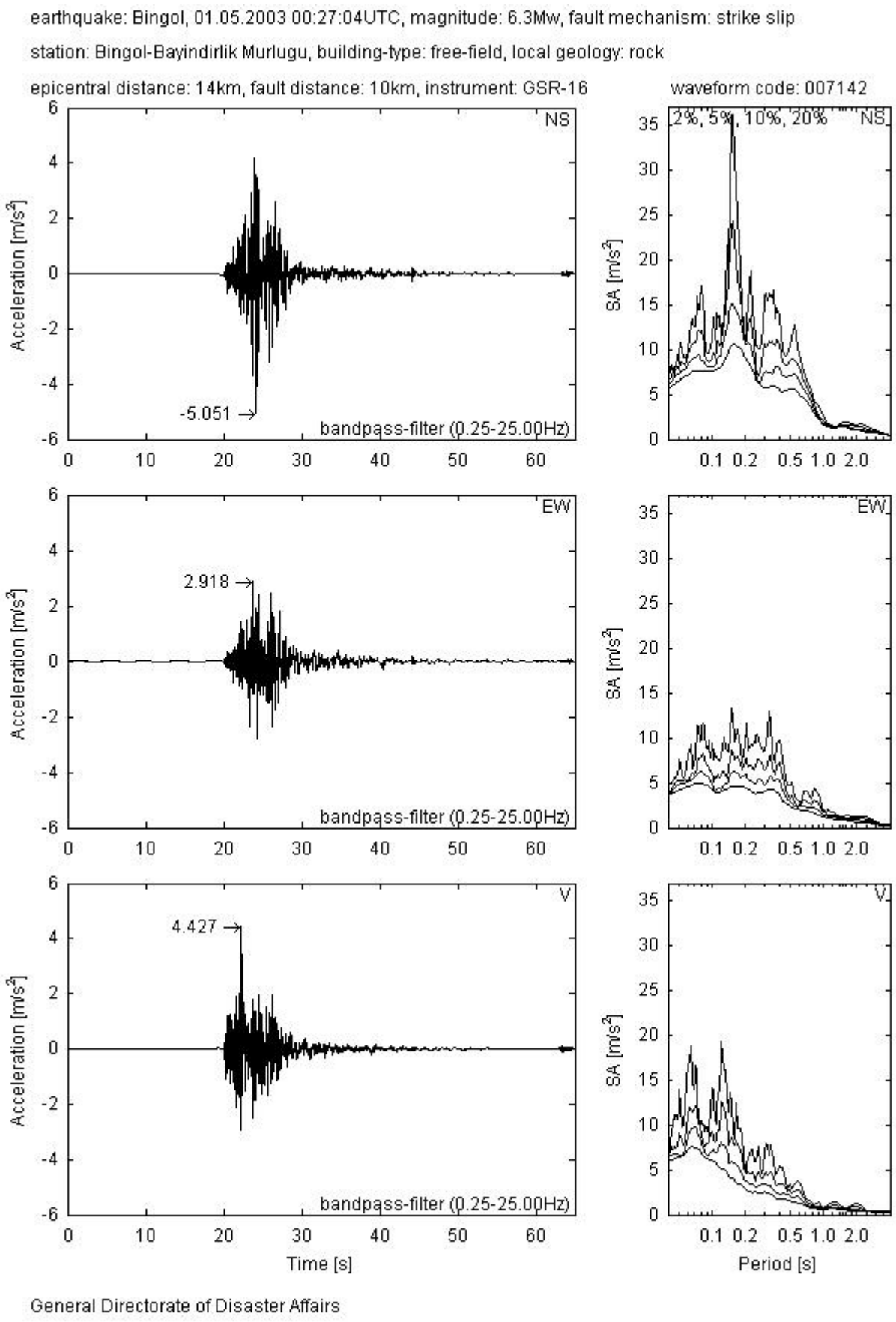


ნახ. 3.7. 1993 წლის 14 ივლისის „Patras“-ს მიწისძვრის

ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.

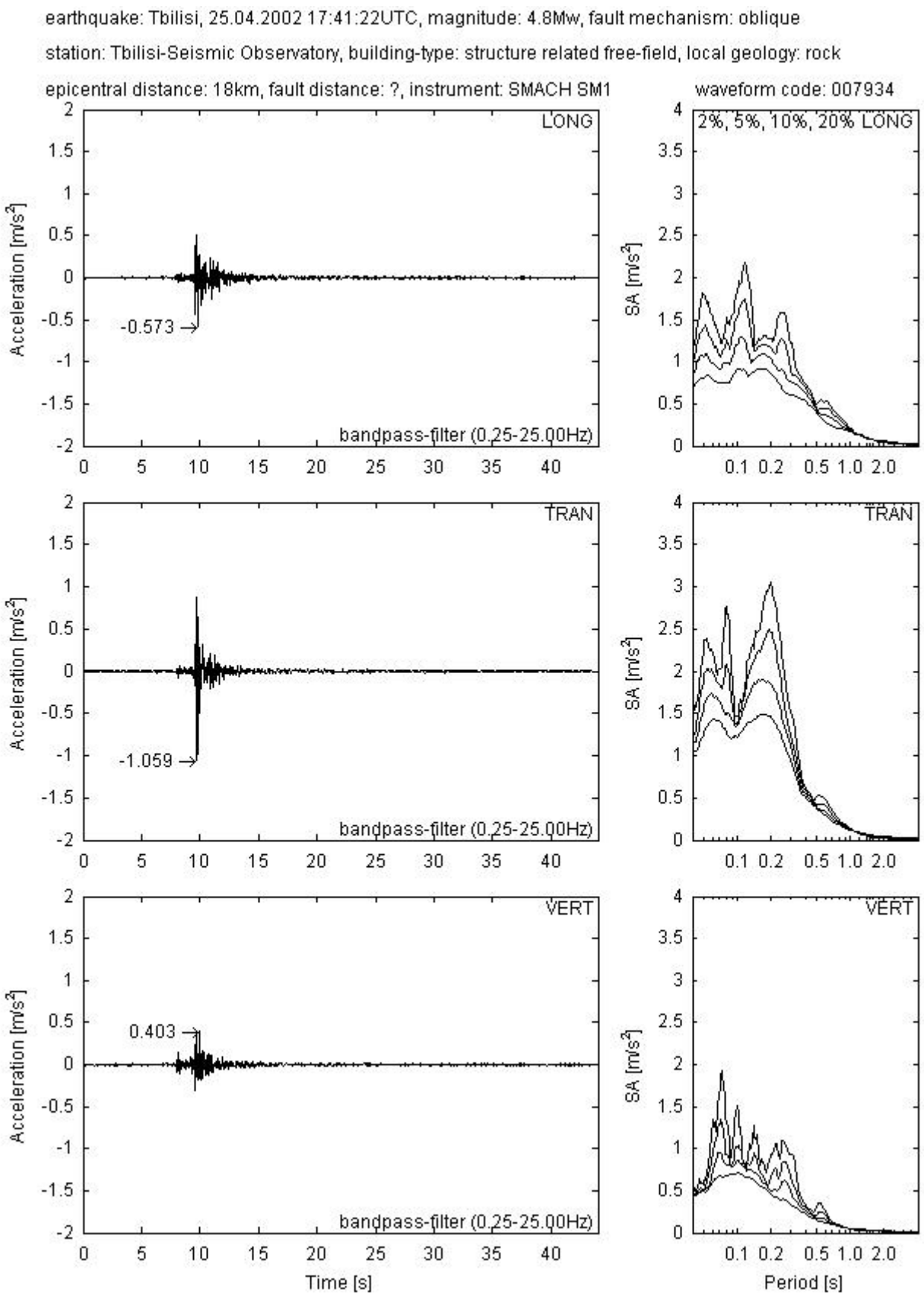


ნახ. 3.8. 1999 წლის 17 აგვისტოს „Izmit“-ის მიწისძვრის ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.



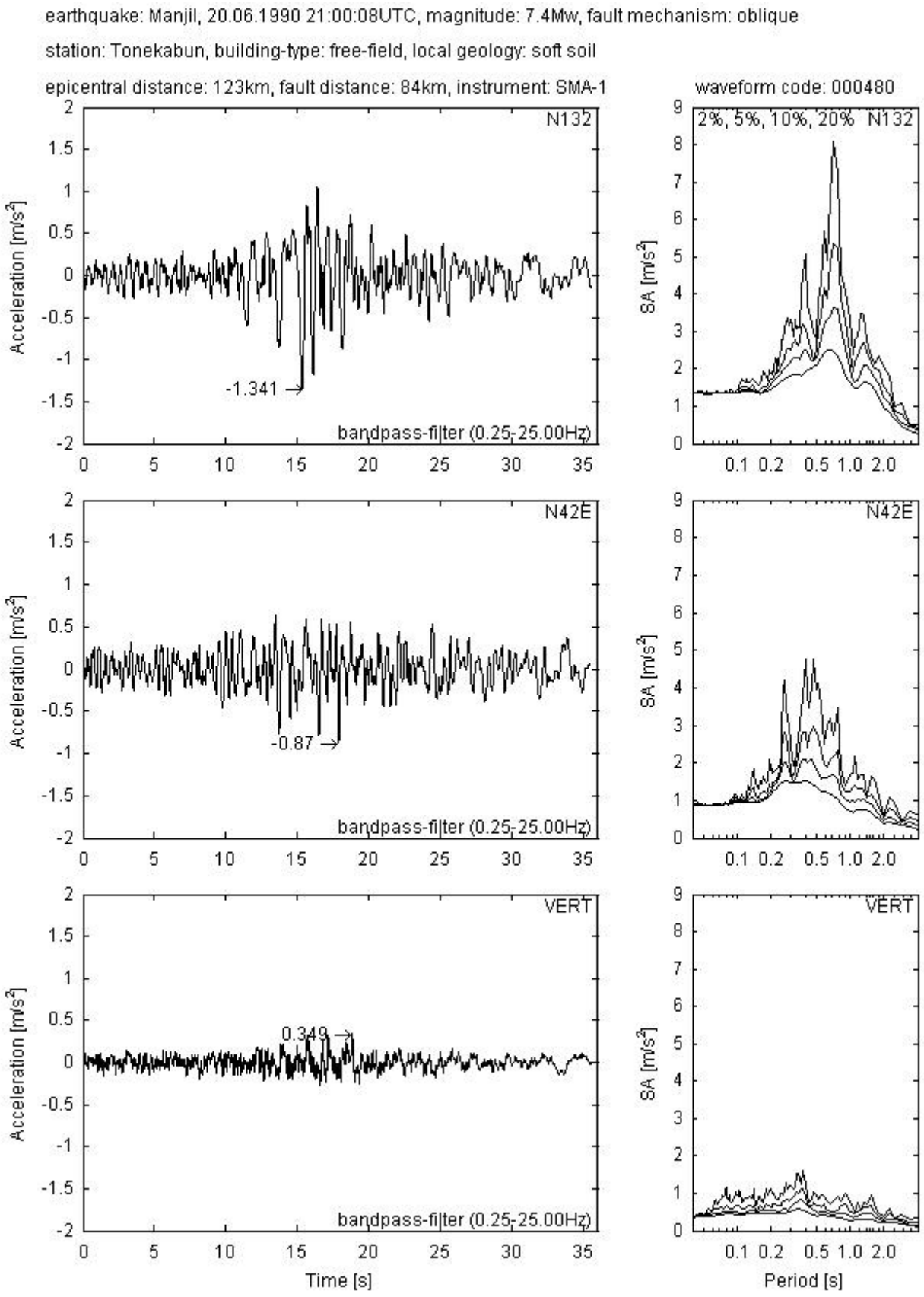
ნახ. 3.9. 2003 წლის 1 მაისის „Bingol“-ის მიწისძვრის

ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.

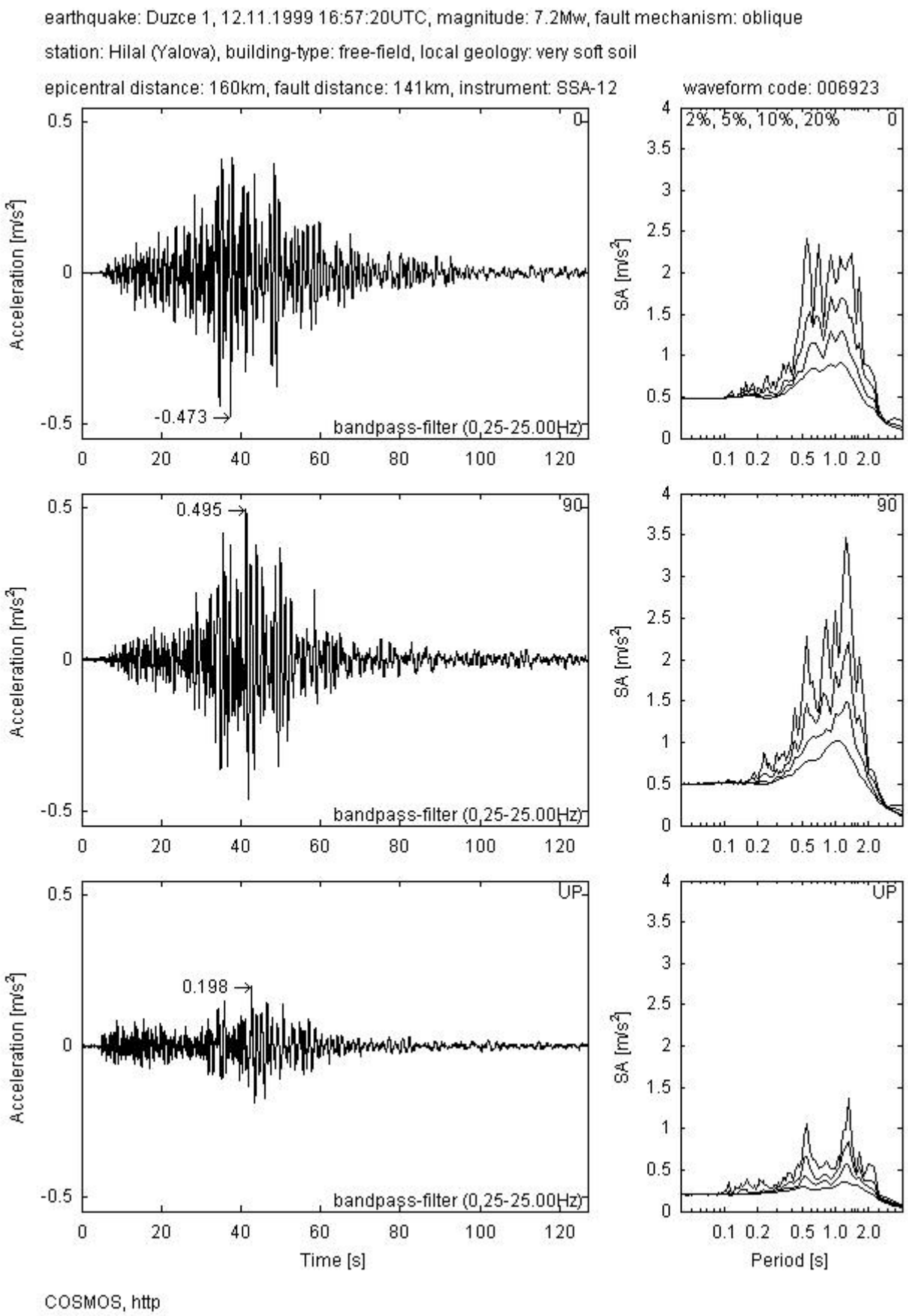


ნახ. 3.10. 2002 წლის 25 აპრილის „Tbilisi“-ს მიწისძვრის

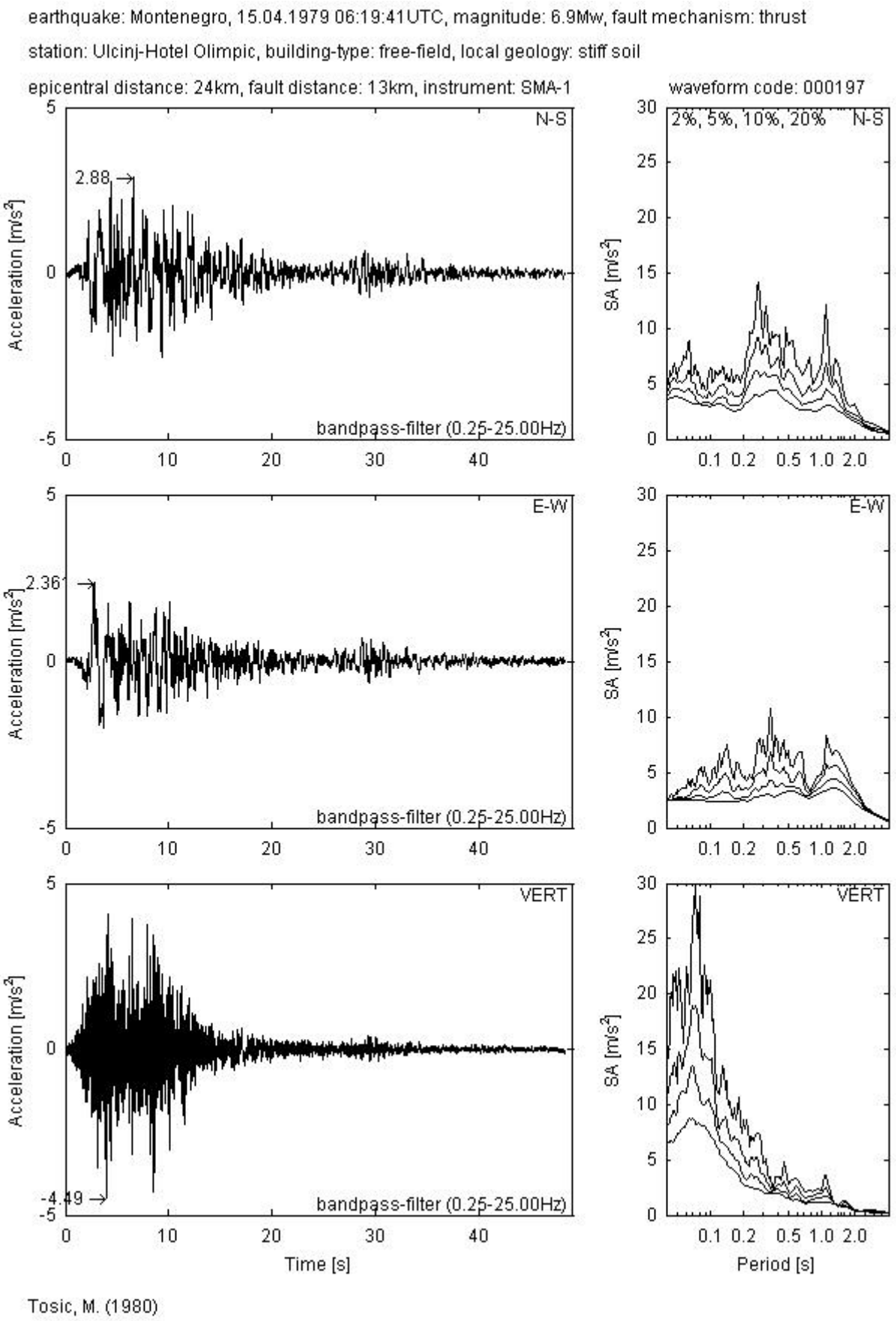
ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.



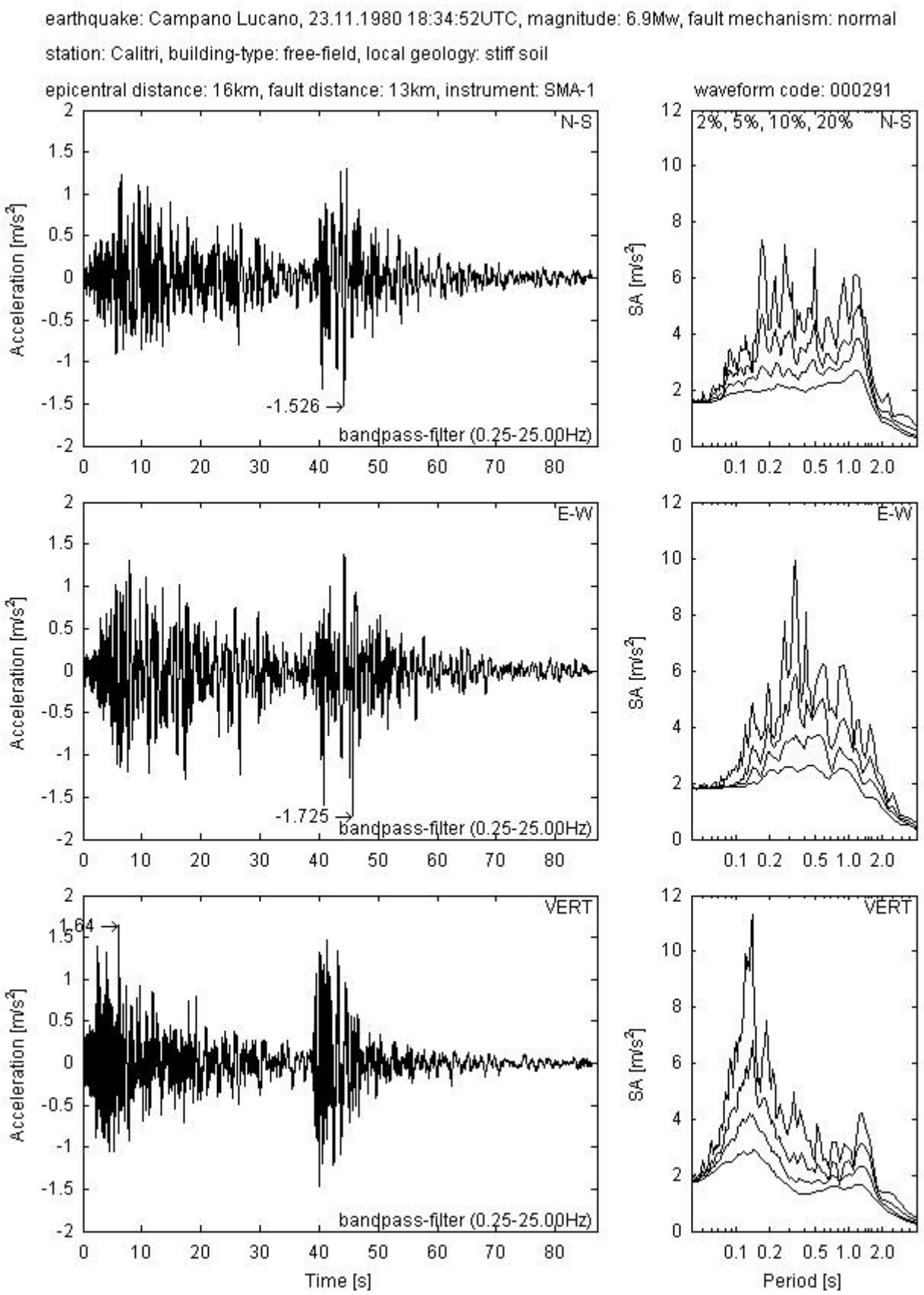
ნახ. 3.11. 1990 წლის 20 ივნისის „Manjil“-ის მიწისძვრის ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.



ნახ. 3.12. 1999 წლის 12 ნოემბრის „Duzce1“-ის მიწისძვრის ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.



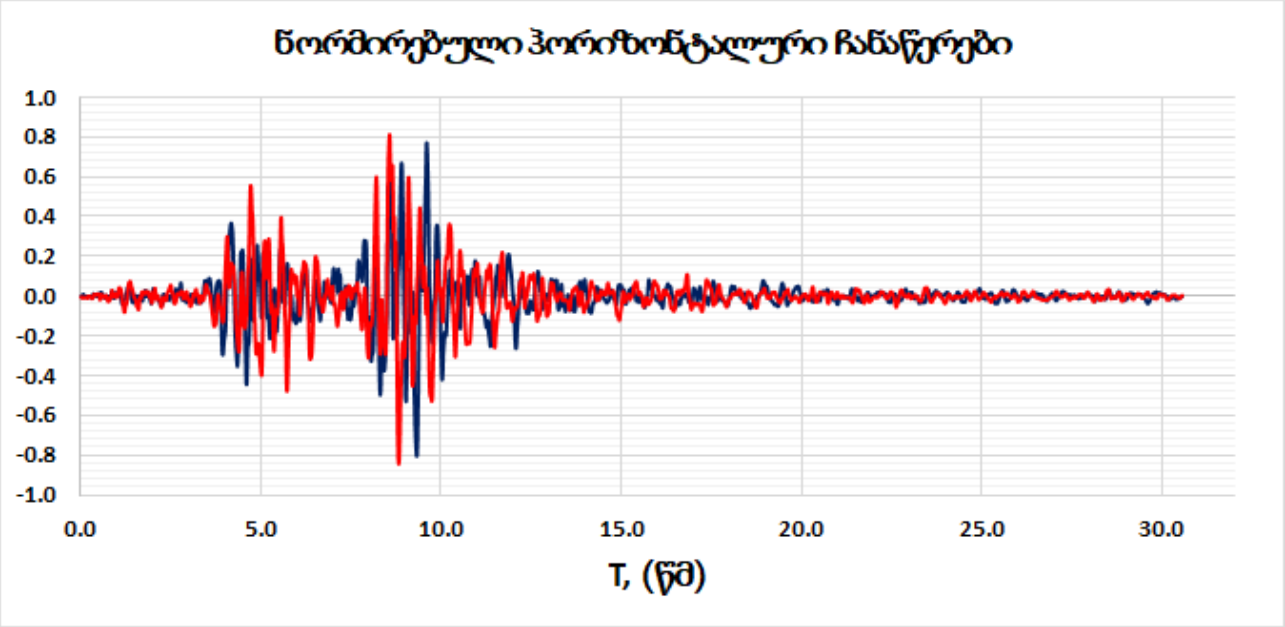
ნახ. 3.13. 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ს მიწისძვრის ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.



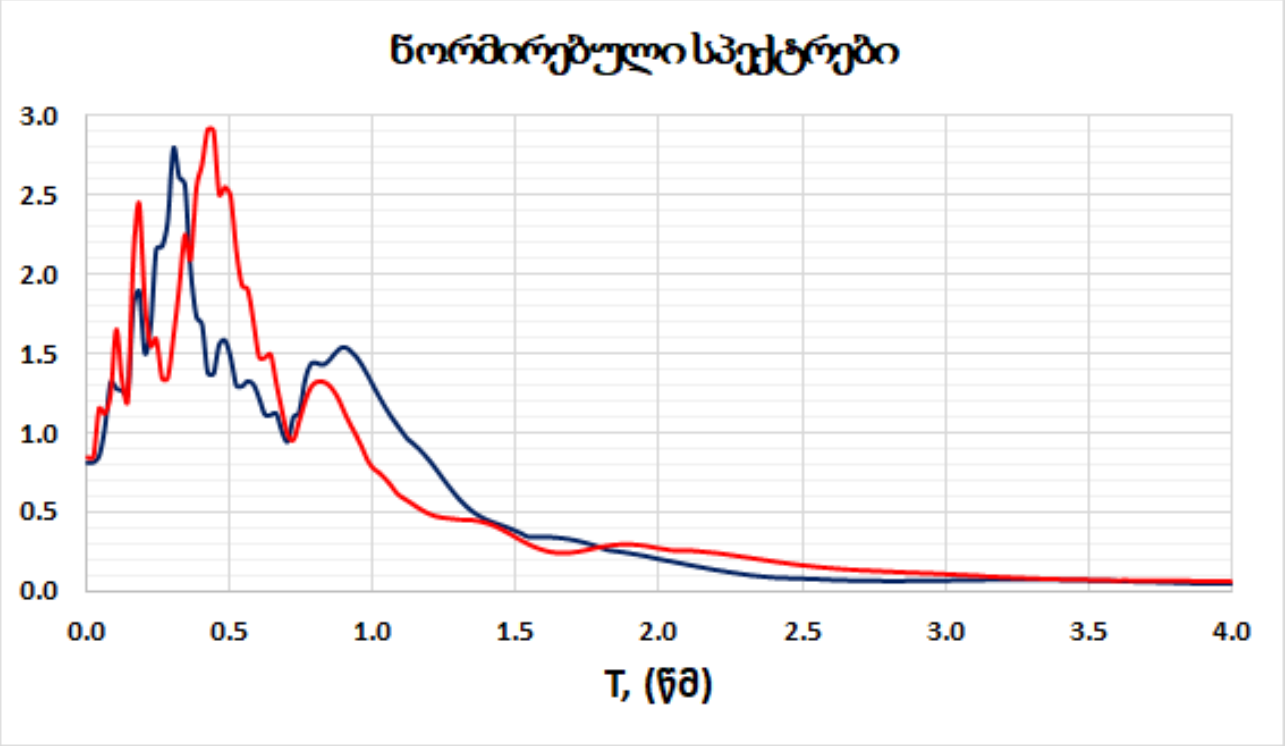
Ambraseys, N., Smit, P., Berardi, R., Rinaldis, D., Cotton, F. and Berge, C. (2000)

ნახ. 3.14. 1980 წლის 23 ნოემბრის „Campano Lucano“-ს მიწისძვრის ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.

ა)



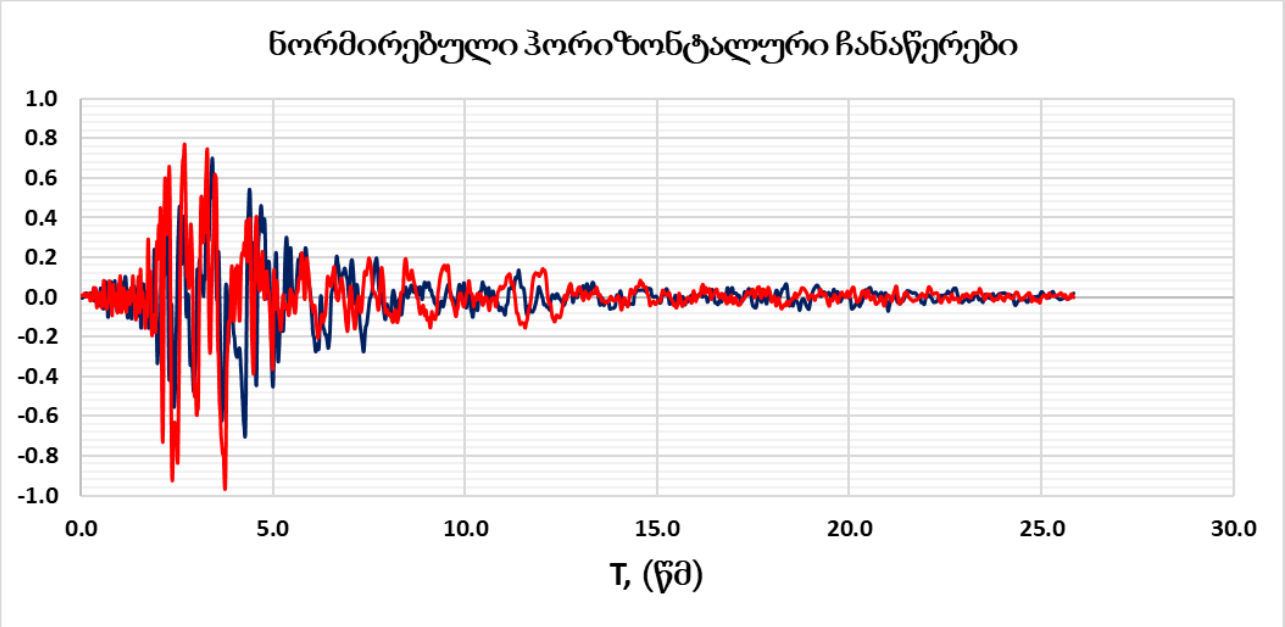
ბ)



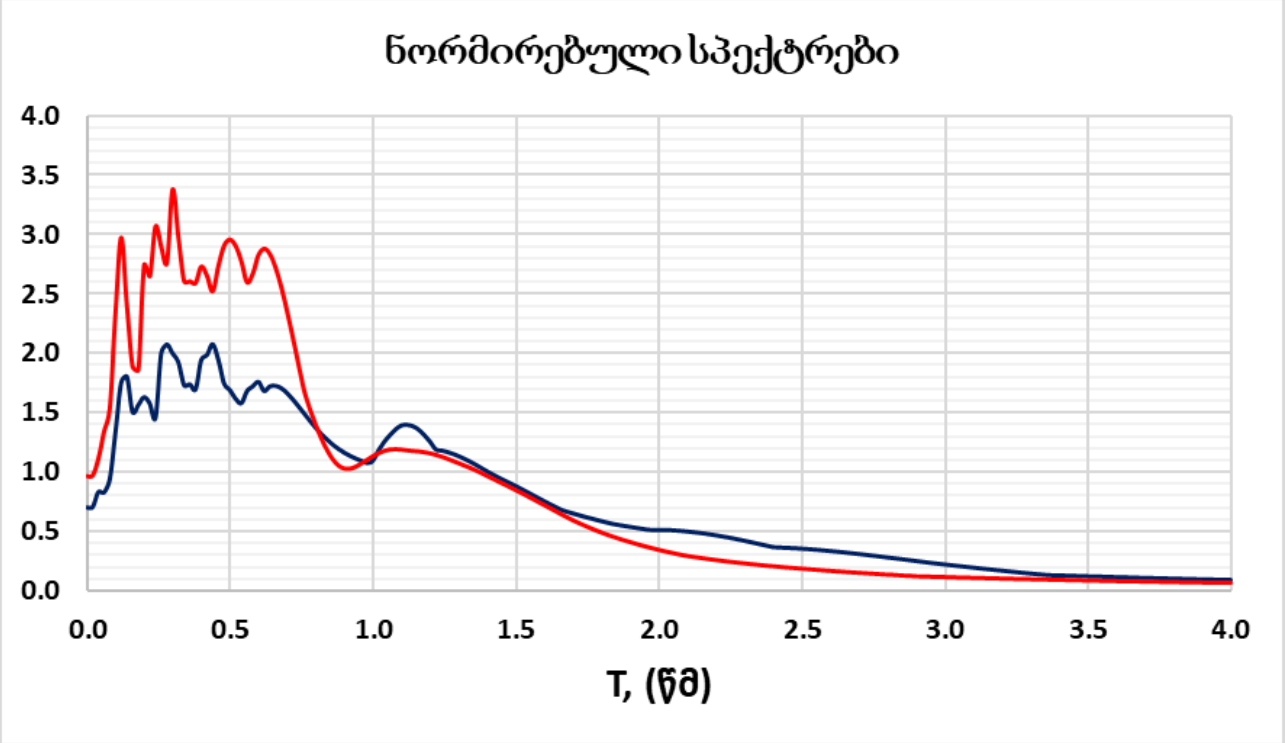
ნახ. 3.15. 1978 წლის 20 ივნისის „Volvi“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



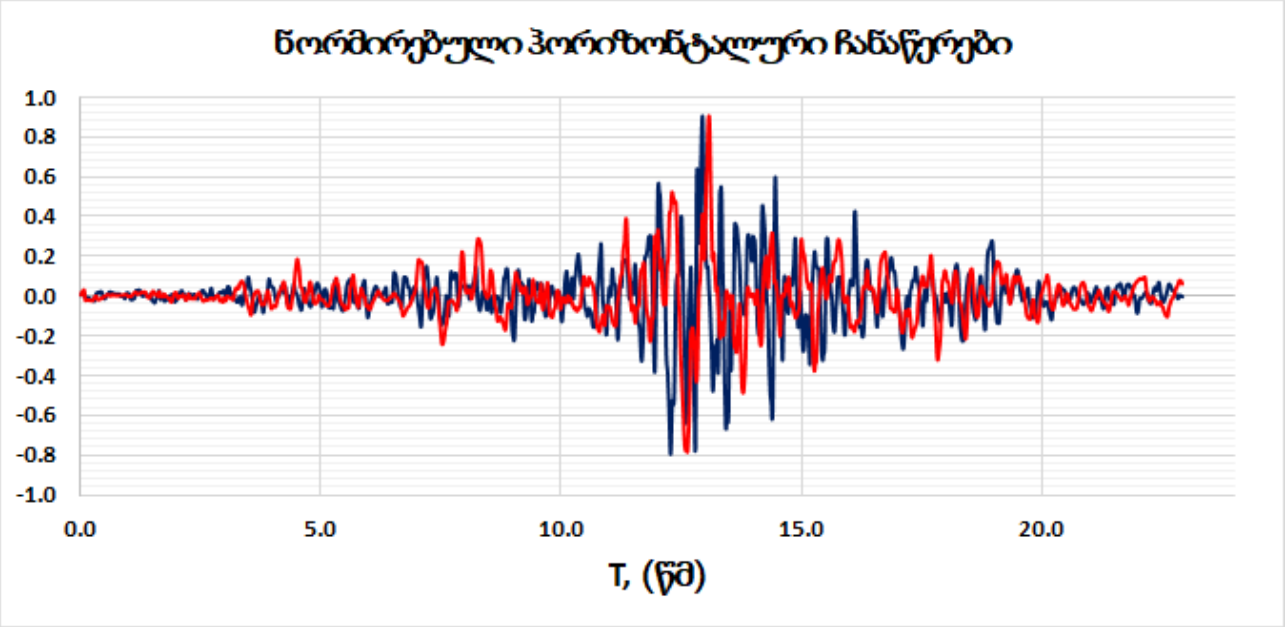
ბ)



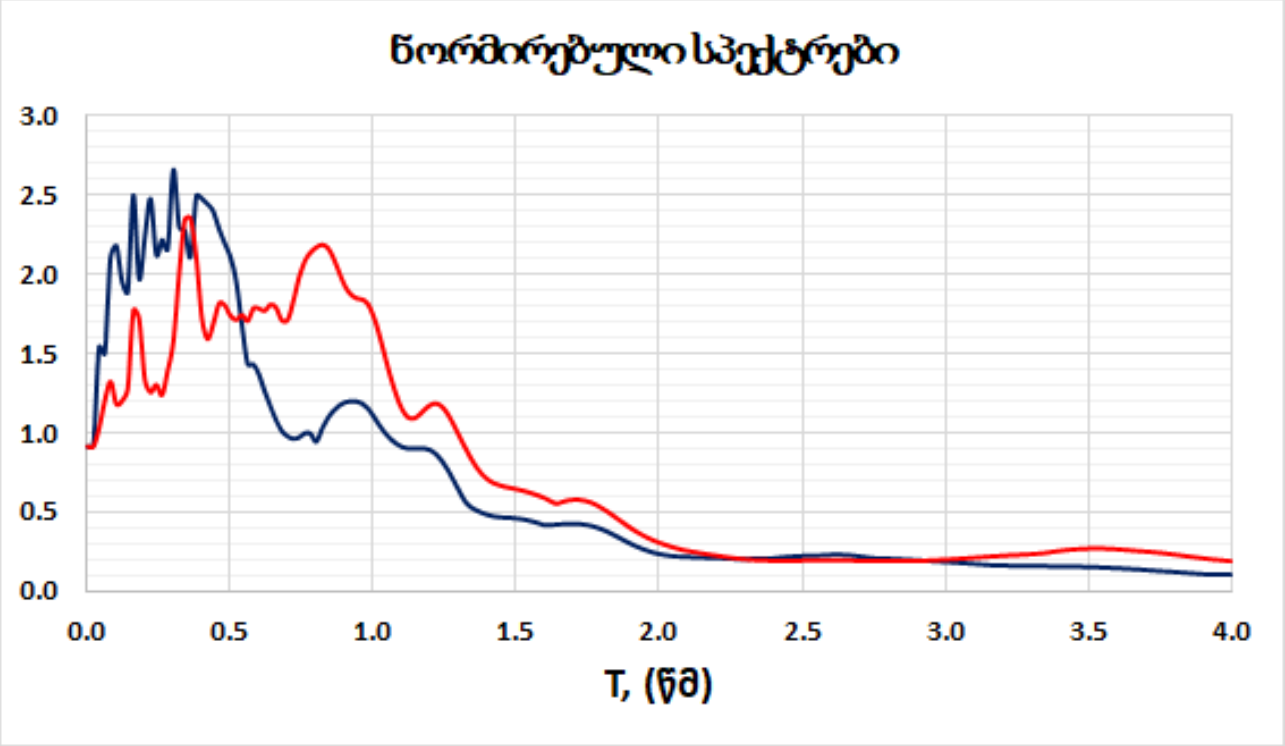
ნახ. 3.16. 1986 წლის 13 სექტემბრის „Kalamata“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



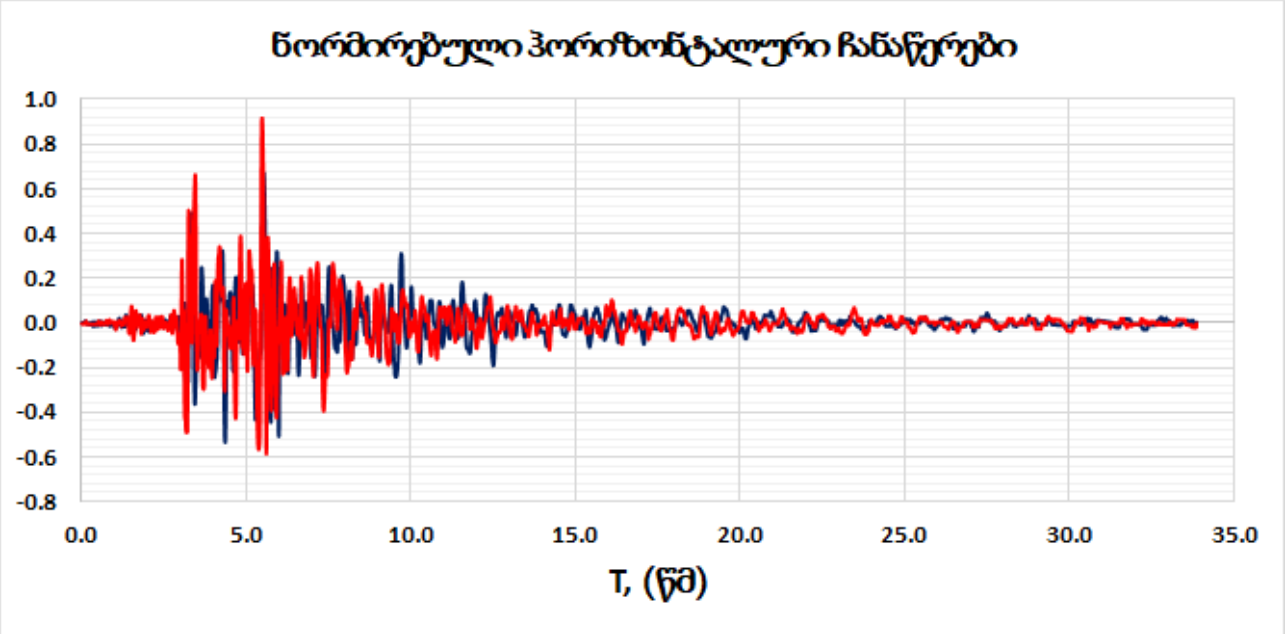
ბ)



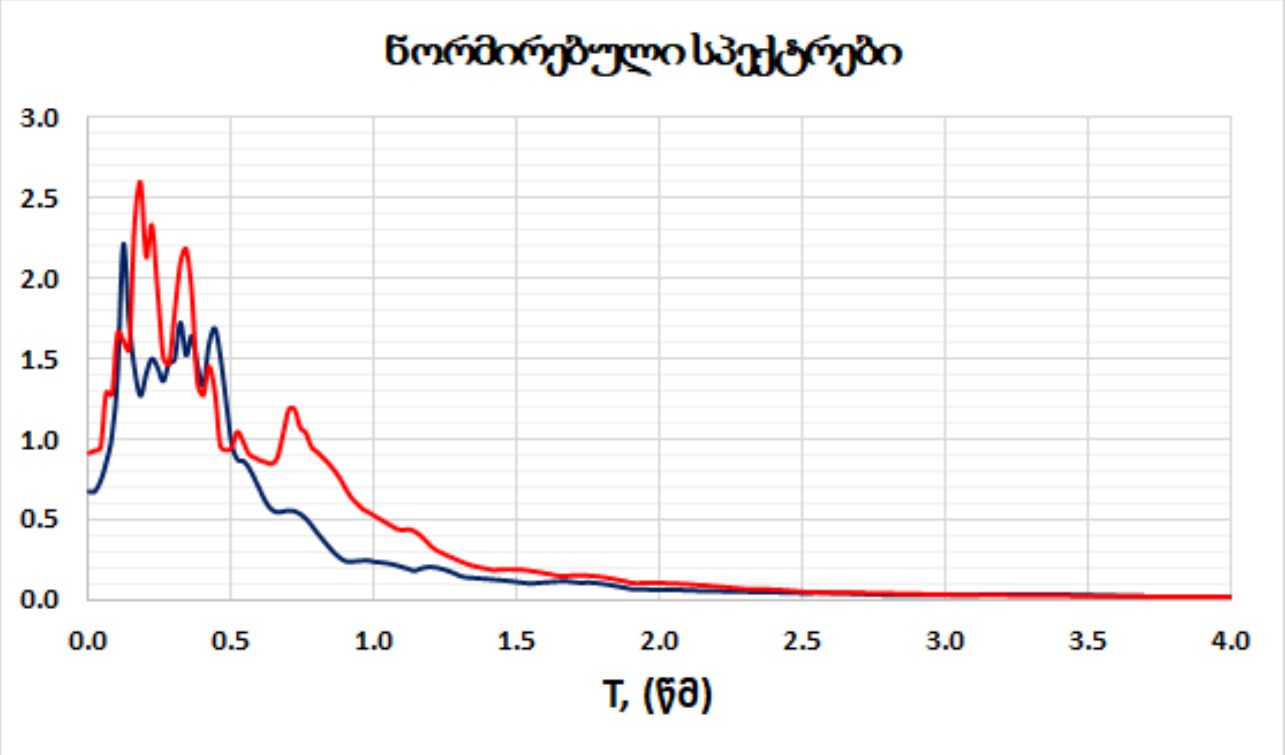
ნახ. 3.17. 1988 წლის 7 დეკემბრის „Spitak“-ის მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



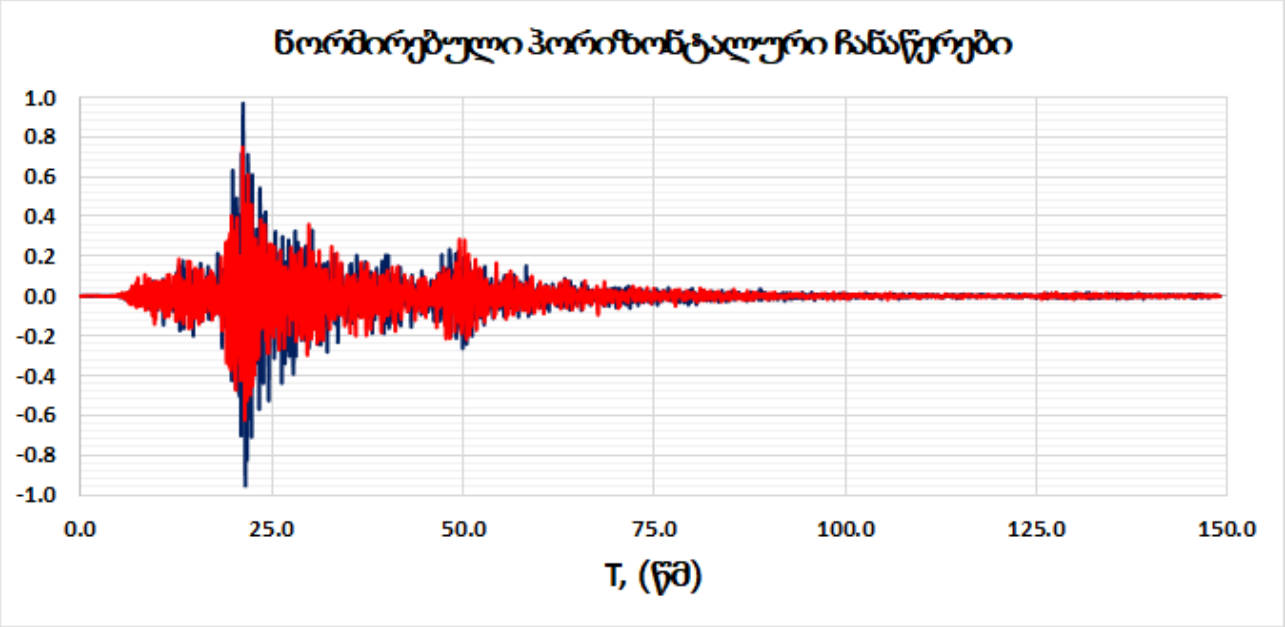
ბ)



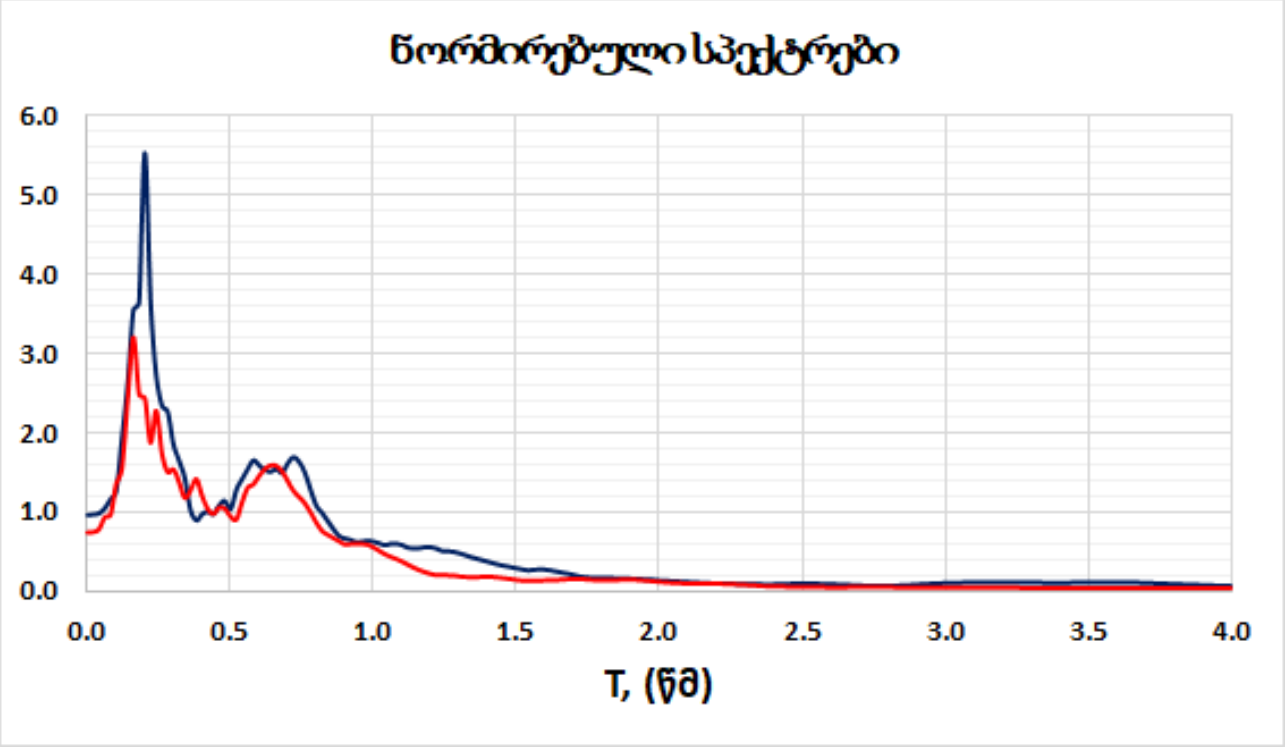
ნახ. 3.18. 1993 წლის 14 ივლისის „Patras“-ის მიწისძვრის აჩქარების ჩანაწერის:

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

ა)



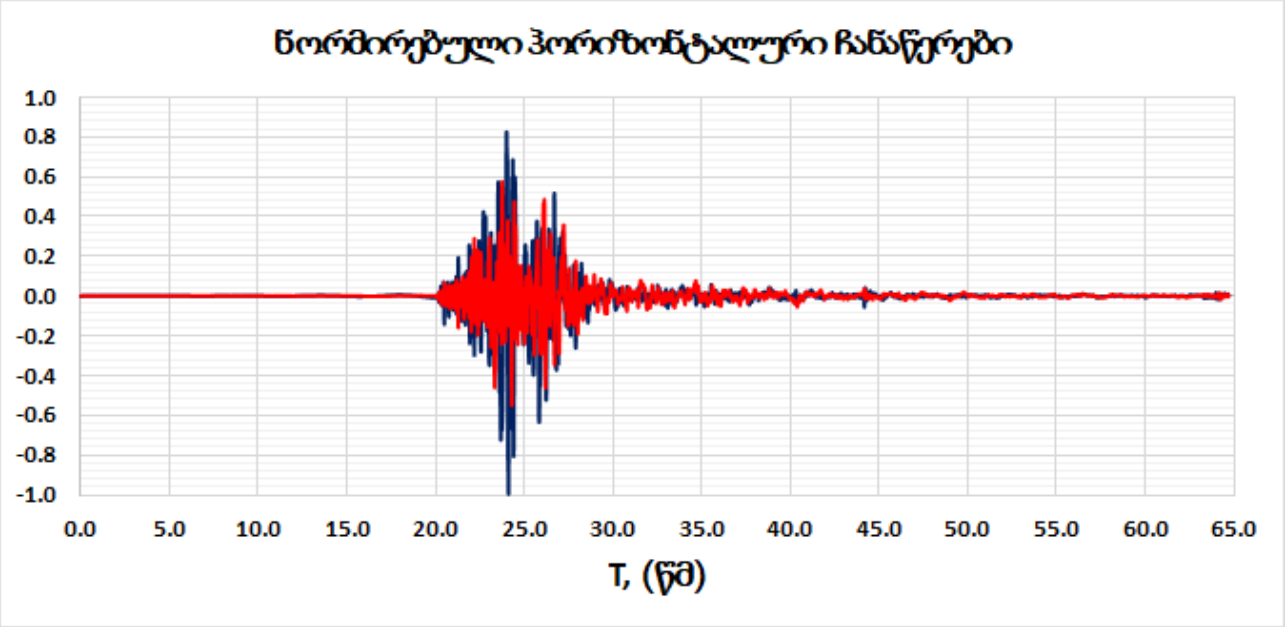
ბ)



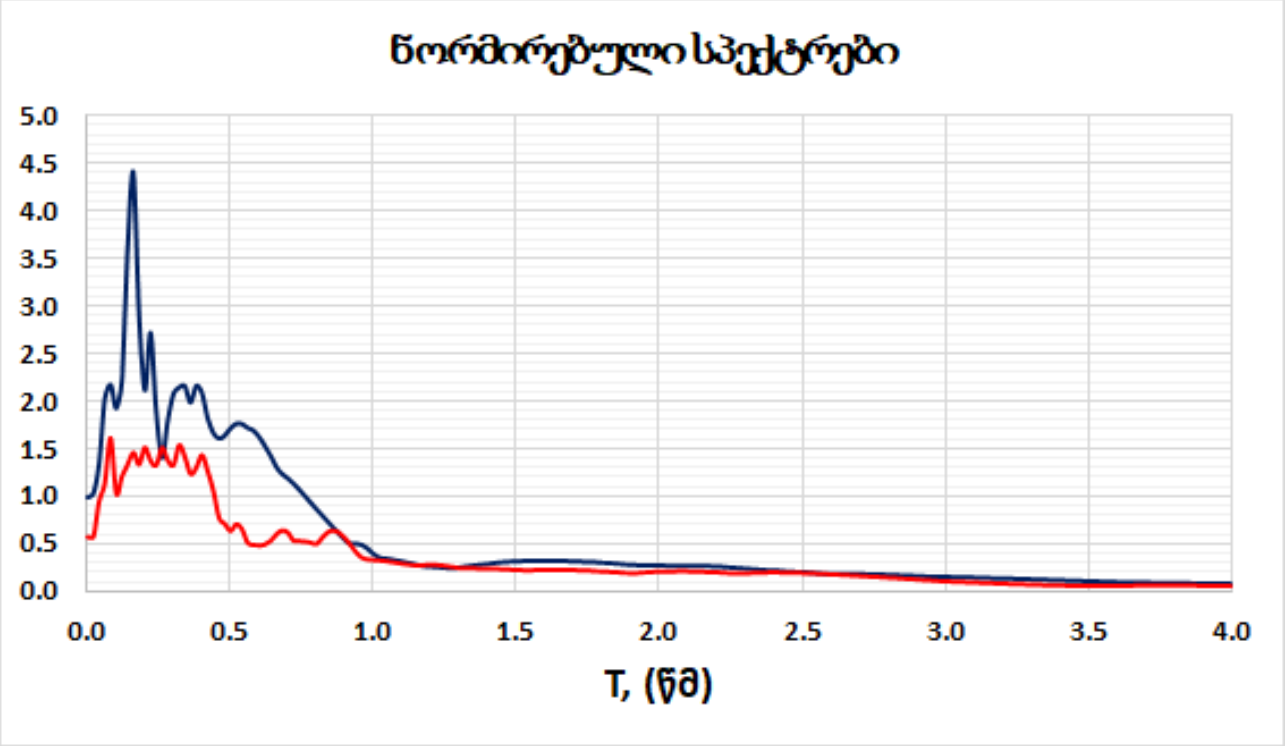
ნახ. 3.19. 1999 წლის 17 აგვისტოს „Izmit“-ის მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



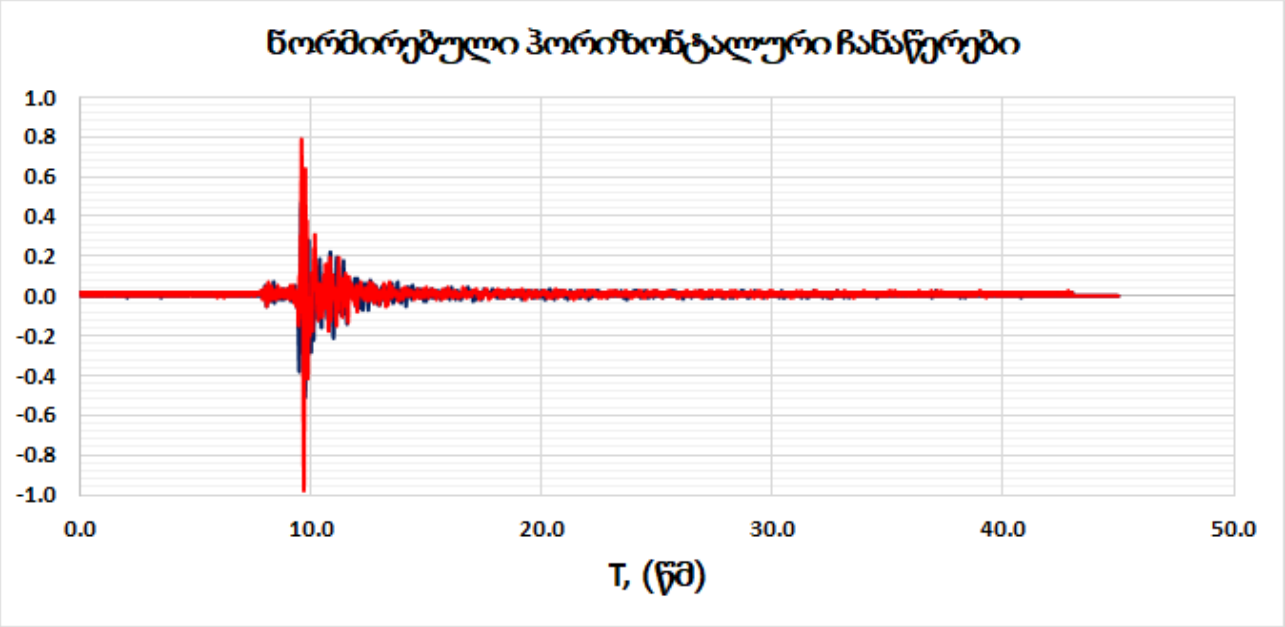
ბ)



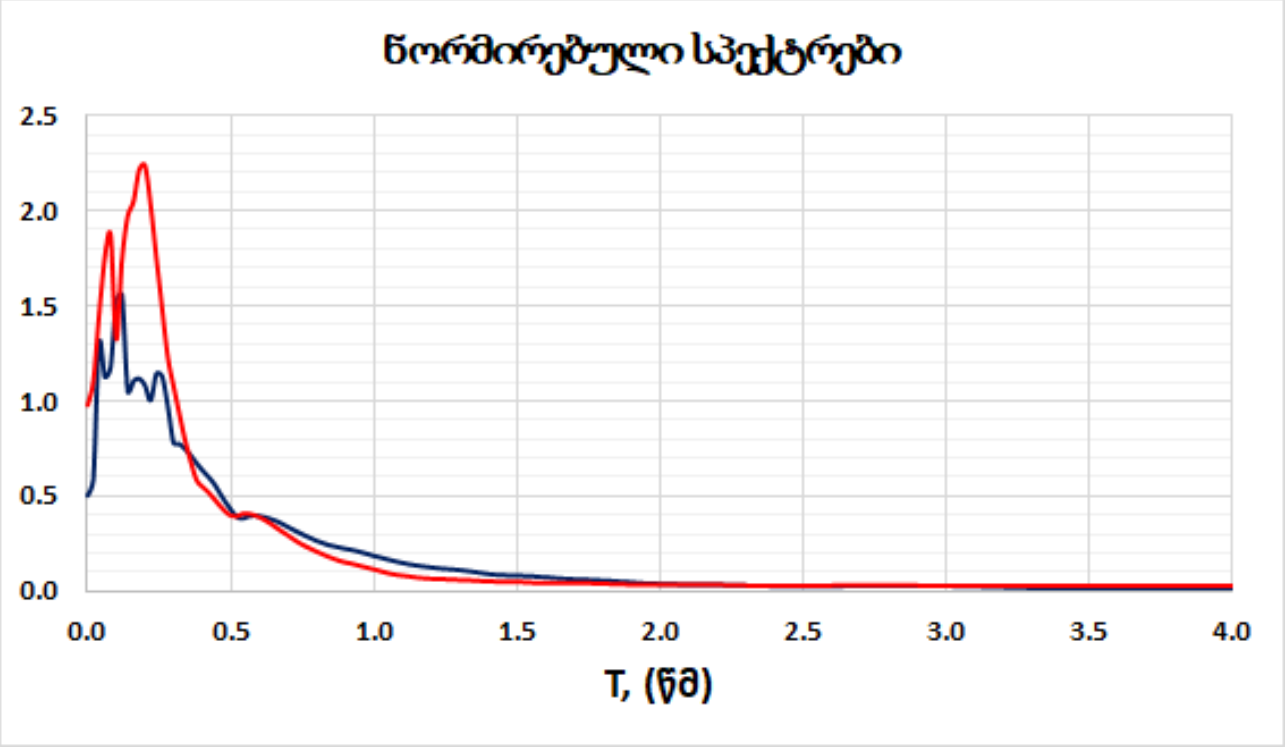
ნახ. 3.20. 2003 წლის 1 მაისის „Bingol“-ის მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



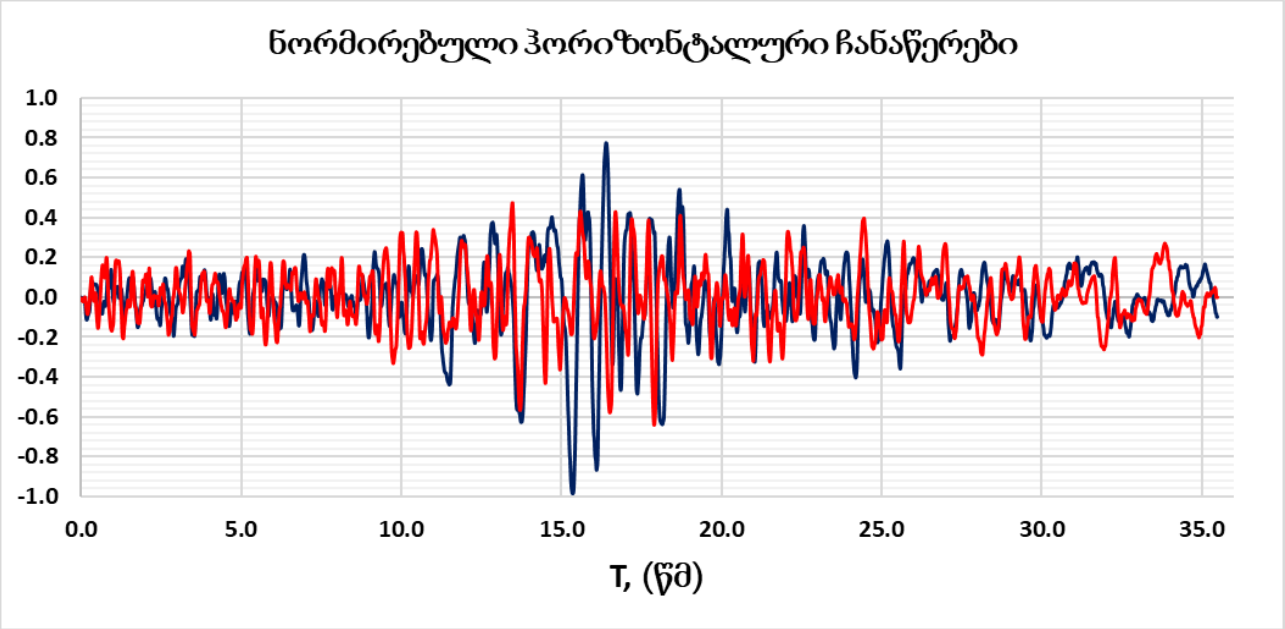
ბ)



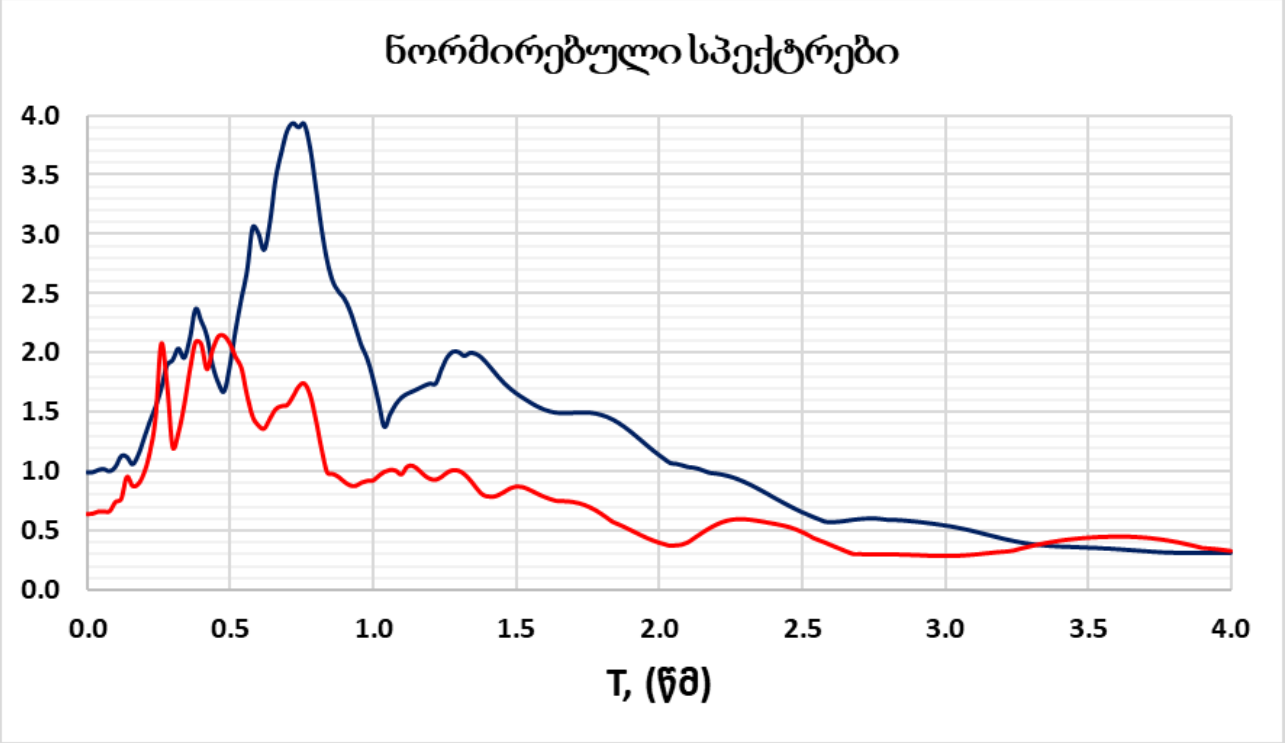
ნახ. 3.21. 2002 წლის 25 აპრილის „Tbilisi“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



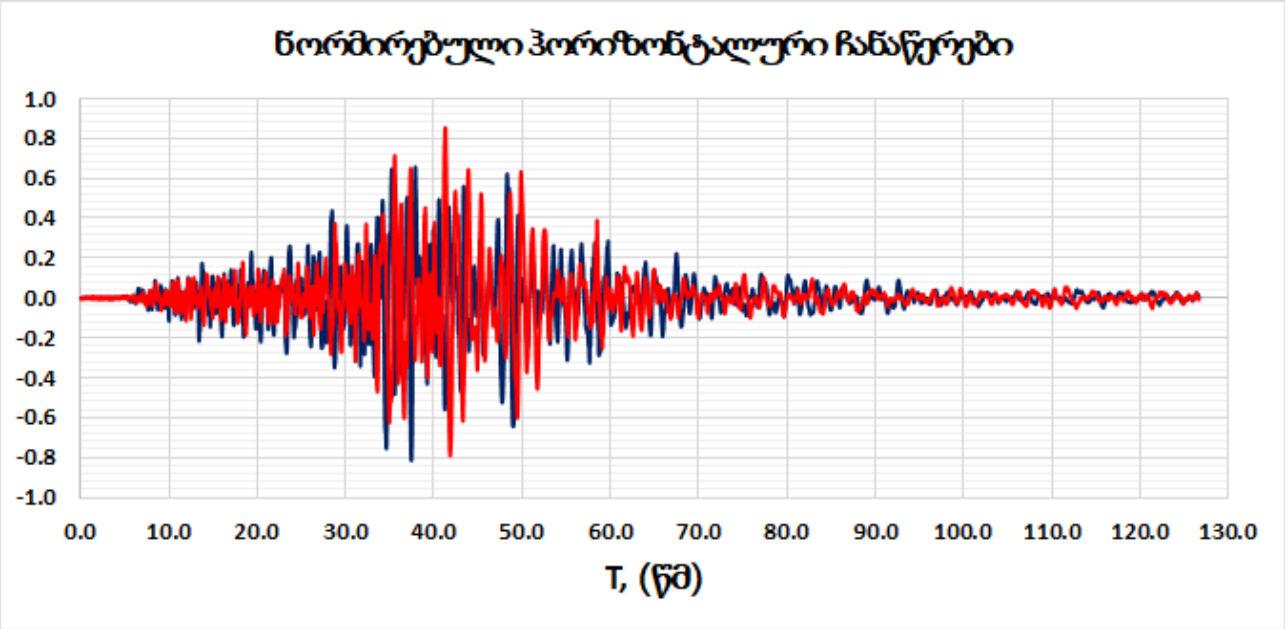
ბ)



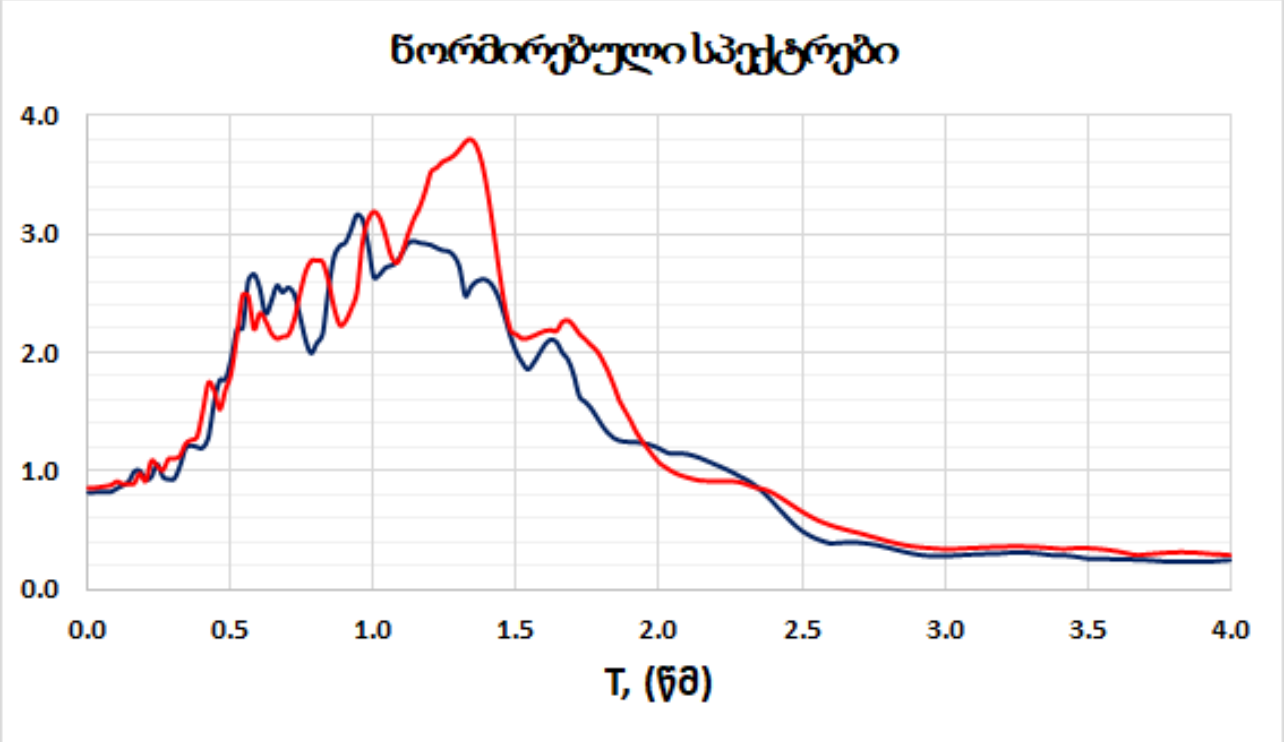
ნახ. 3.22. 1990 წლის 20 ივნისის „Manjil“-ის მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



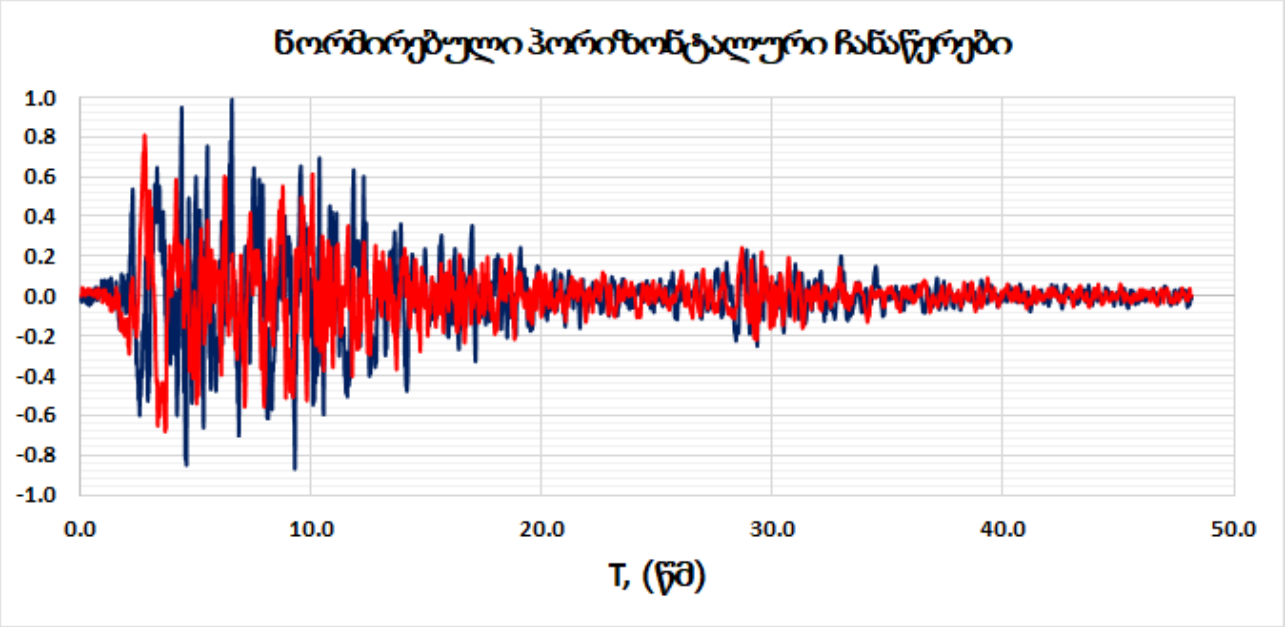
ბ)



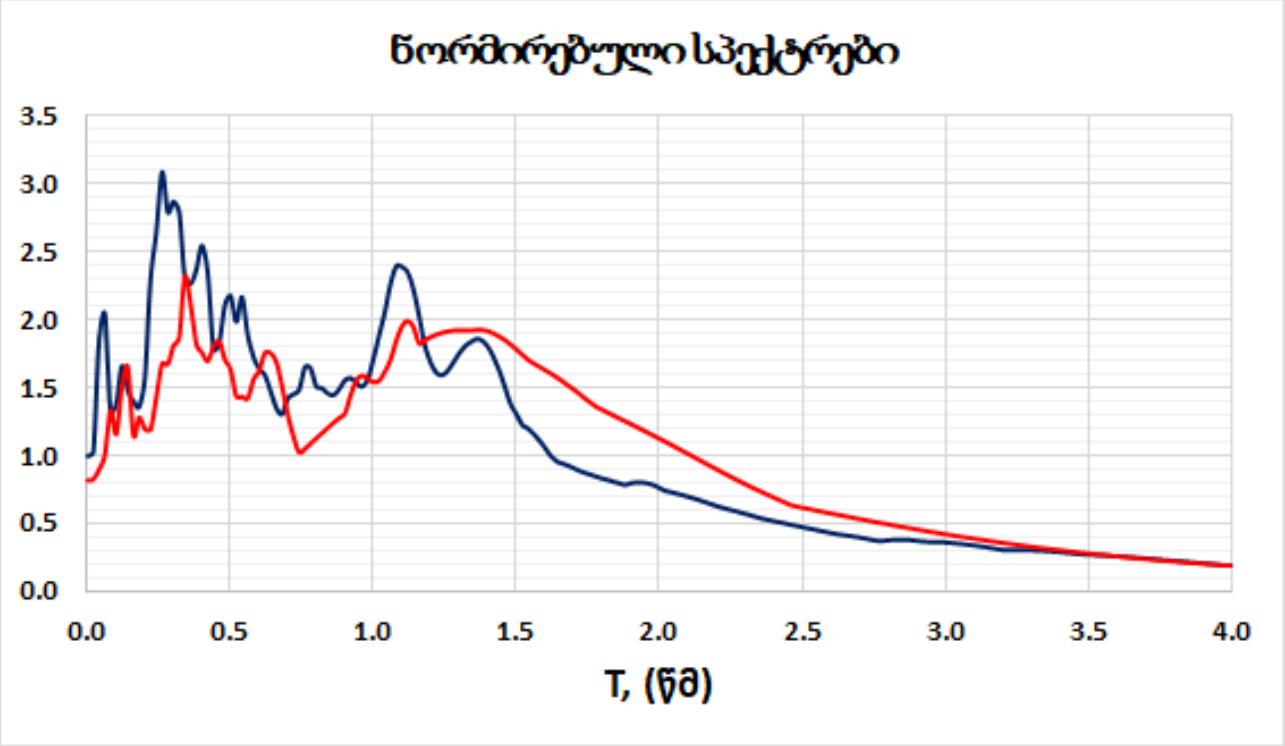
ნახ. 3.23. 1999 წლის 12 ნოემბრის „Duzce1“-ის მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



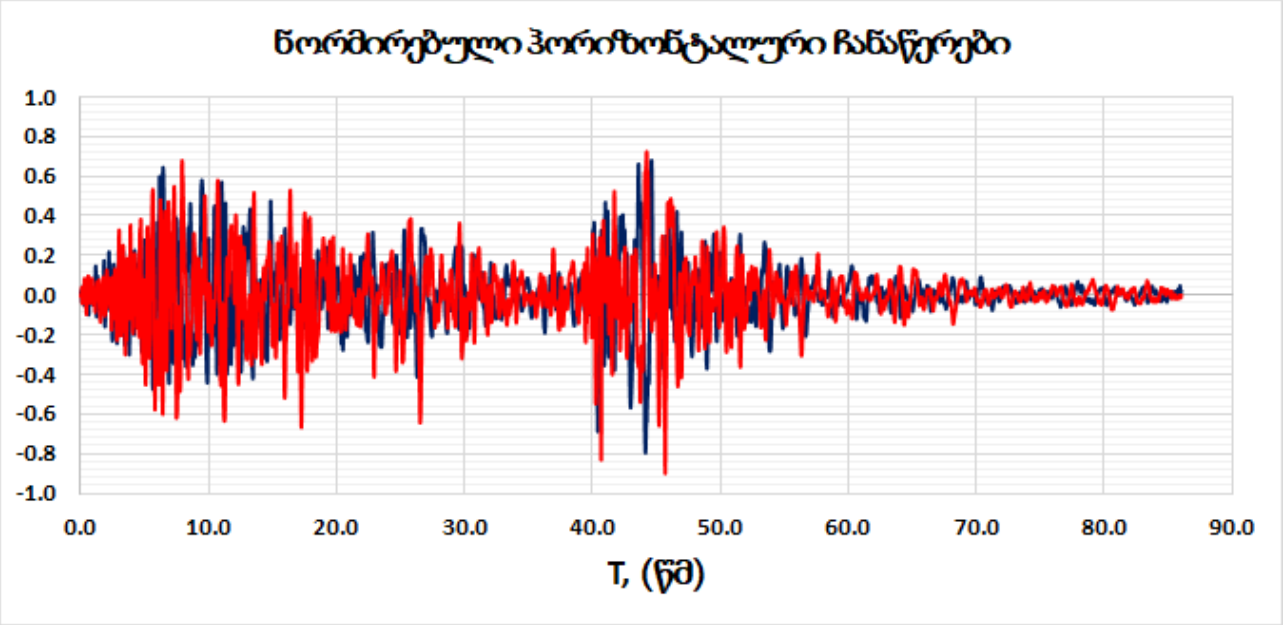
ბ)



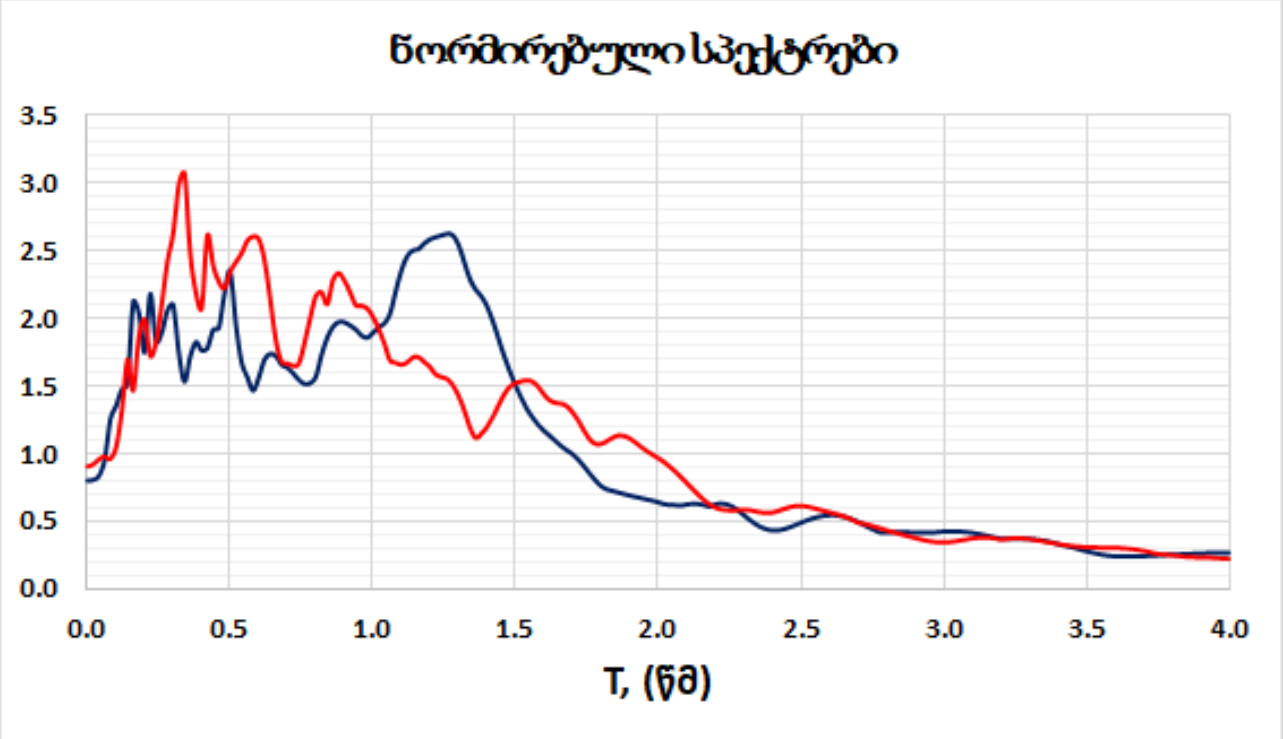
ნახ. 3.24. 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



ბ)



ნახ. 3.25. 1980 წლის 23 ნოემბრის „Campano Lucano“-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], რუსული МГСН 4.19-05 [4.2] და ევროპული EUROCODE-8 [4.3] (q ფაქტორის საშუალო მნიშვნელობისათვის) რეაქციის სპექტრების გრაფიკები, რომლებიც აგებულია მაღლივი შენობების დაპროექტებისა და სეისმომედეგობის მოთხოვნების გათვალისწინებით.

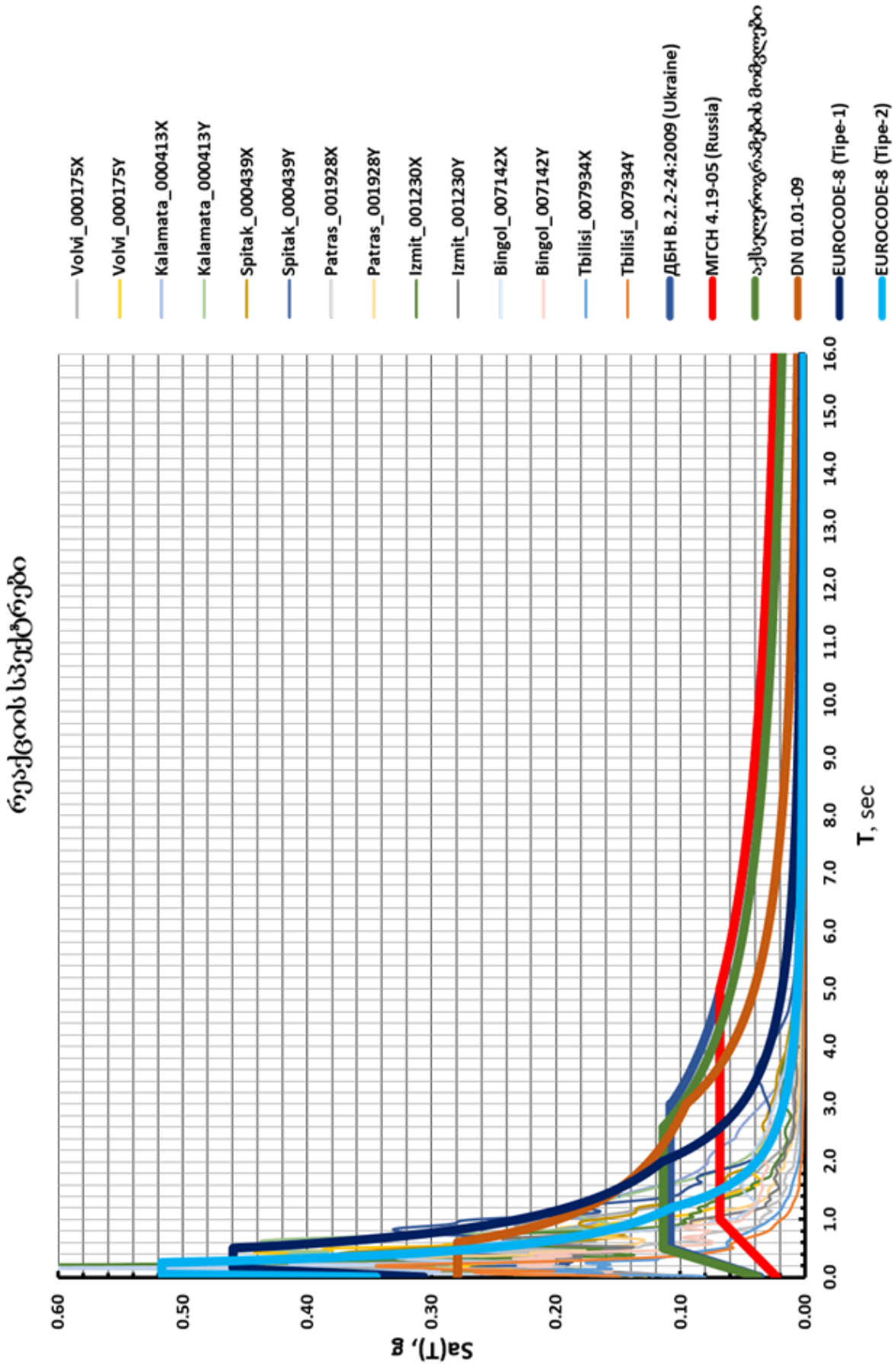
აქსელეროგრამების მომვლები მრუდები სრულად მოიცავს საანგარიშო აქსელერო-გრამებს და კარგად შეესაბამება მეზობელი ქვეყნების მაღლივი შენობების სეისმომედეგი დაპროექტების მოთხოვნებს. ნორმირებული აქსელეროგრამების მომვლები გრაფიკების თეორიული აღწერა მოყვანილია ქვევით:

პერიოდი	16 სართული	26 სართული	35 სართული	
0.0წმ≤T_i≤0.5წმ	S_a=0.25+1.00*T_i	S_a=0.38 +1.52*T_i	S_a=0.50+2.0*T_i	(4.1)
0.5წმ≤T_i≤2.6წმ	S_a=0.75	S_a=1.14	S_a=1.50	
2.6წმ ≤ T_i	S_a=1.95/T_i	S_a=2.964/T_i	S_a=3.90 / T_i	

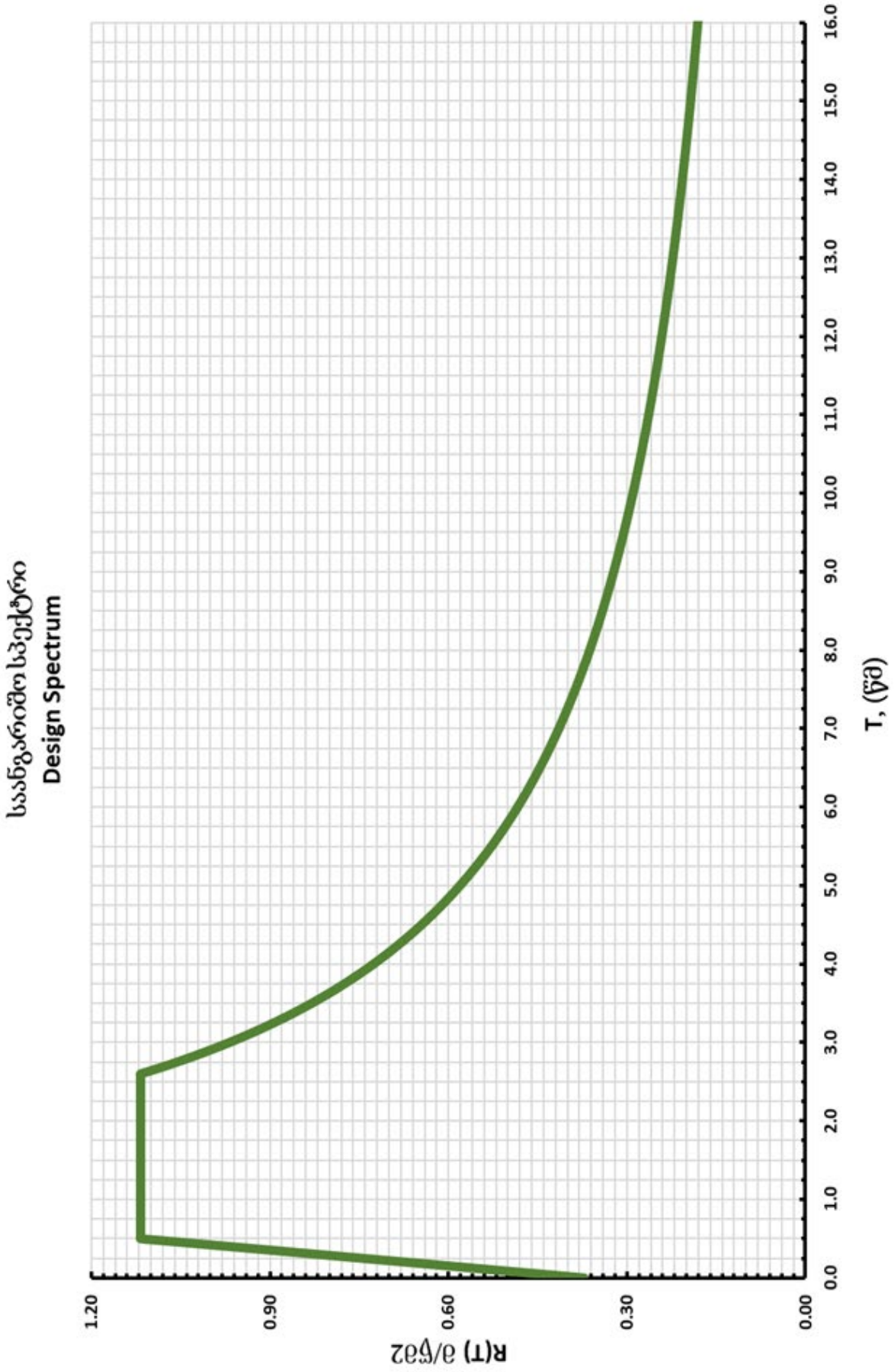
საანგარიშო რეაქციის სპექტრის მისაღებად (4.1) ფორმულაში მოყვანილი სიდიდეები უნდა გამრავლდეს 0.152 g-ზე (1.491 მ/წმ^2) ე.ი. საანგარიშო რეაქციის სპექტრები გამოითვლება ფორმულებით:

პერიოდი	16 სართული	26 სართული	35 სართული	
0.0წმ≤T_i≤0.5წმ	S_a=0.37275+1.491*T_i	S_a=0.56658+2.26632*T_i	S_a=0.7455+2.982*T_i	(4.2)
0.5წმ≤T_i≤2.6წმ	S_a=1.11825	S_a=1.69974	S_a=2.2365	
2.6წმ ≤ T_i	S_a=2.90745/T_i	S_a=4.419324/T_i	S_a=5.8149/T_i	

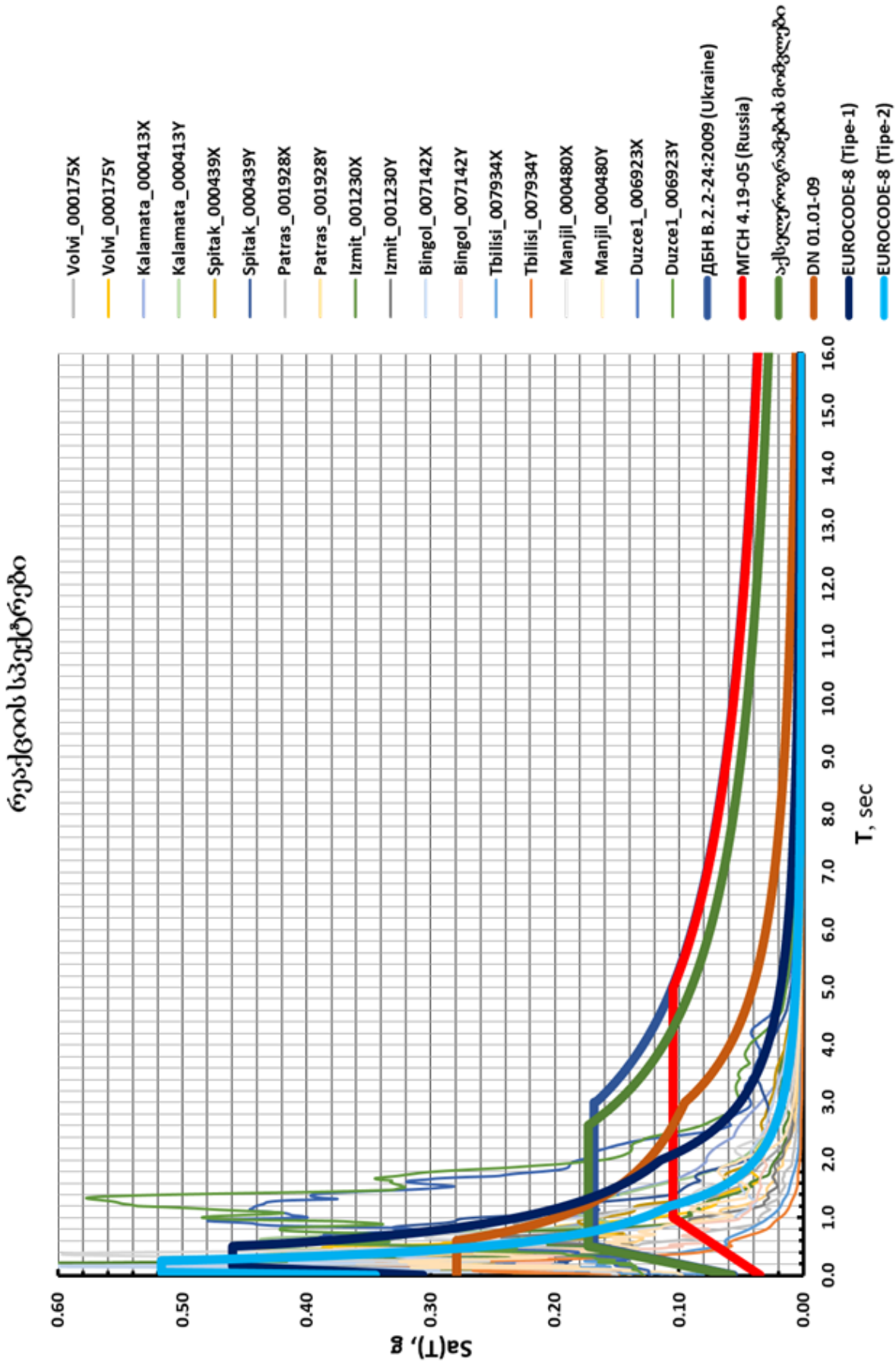
შესაბამისი მრუდები მოყვანილია ნახ. 4.1-4.6-ზე (შესაბამისად g-ს ერთეულებში და მ/წმ^2-ში). საანგარიშო სპექტრების ვერტიკალური მდგენელები მიიღება ჰორიზონტალუ-რის გამრავლებით 0.7 კოეფიციენტზე.



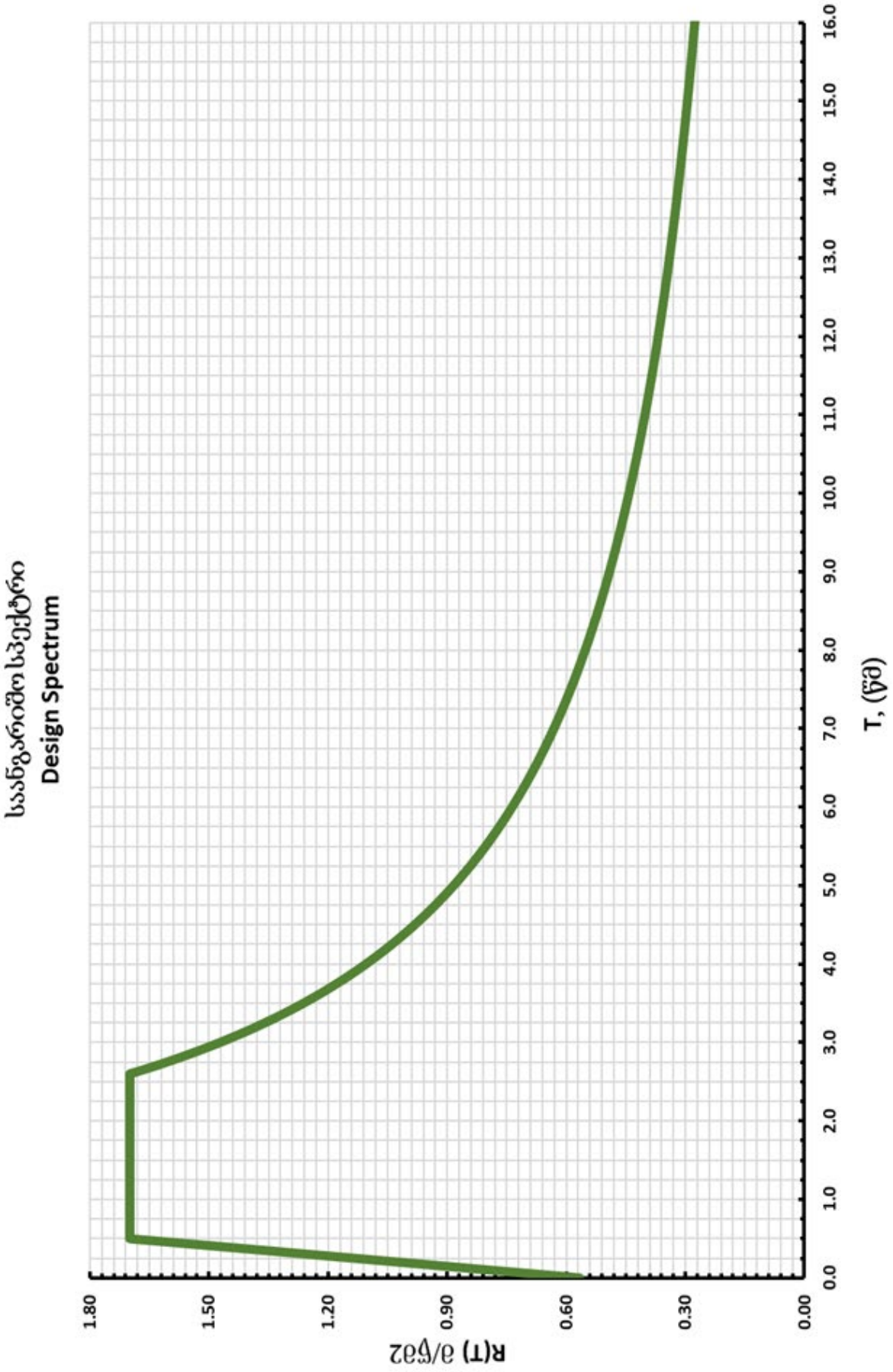
ნახ. 4.1. ნორმირებული 5%-იანი რეაქციის სპექტრების კრებული (16 სართული).



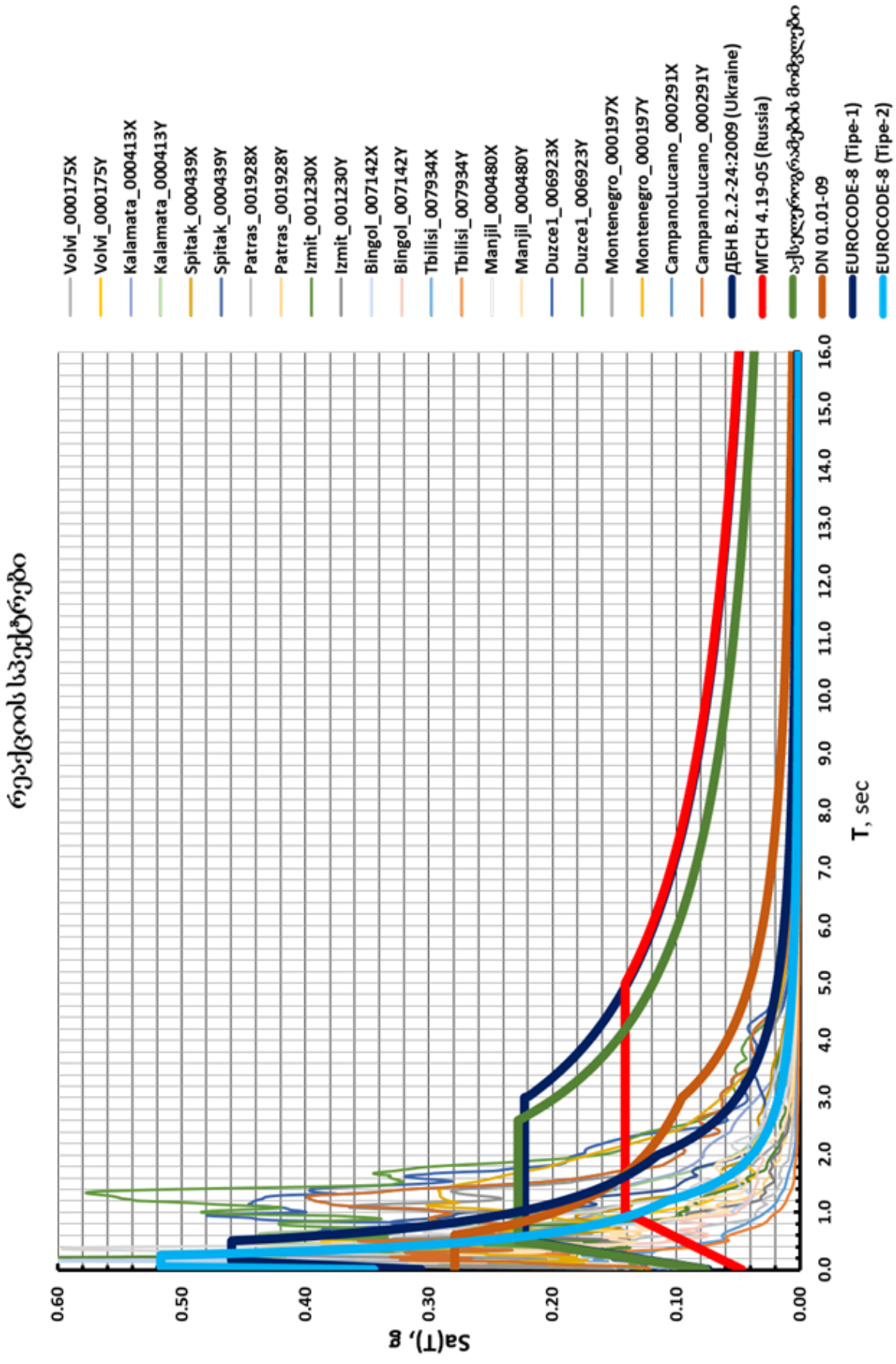
ნახ.4.2. საანგარიშო ჰორიზონტალური რეაქციის სპექტრი (16 სართული).



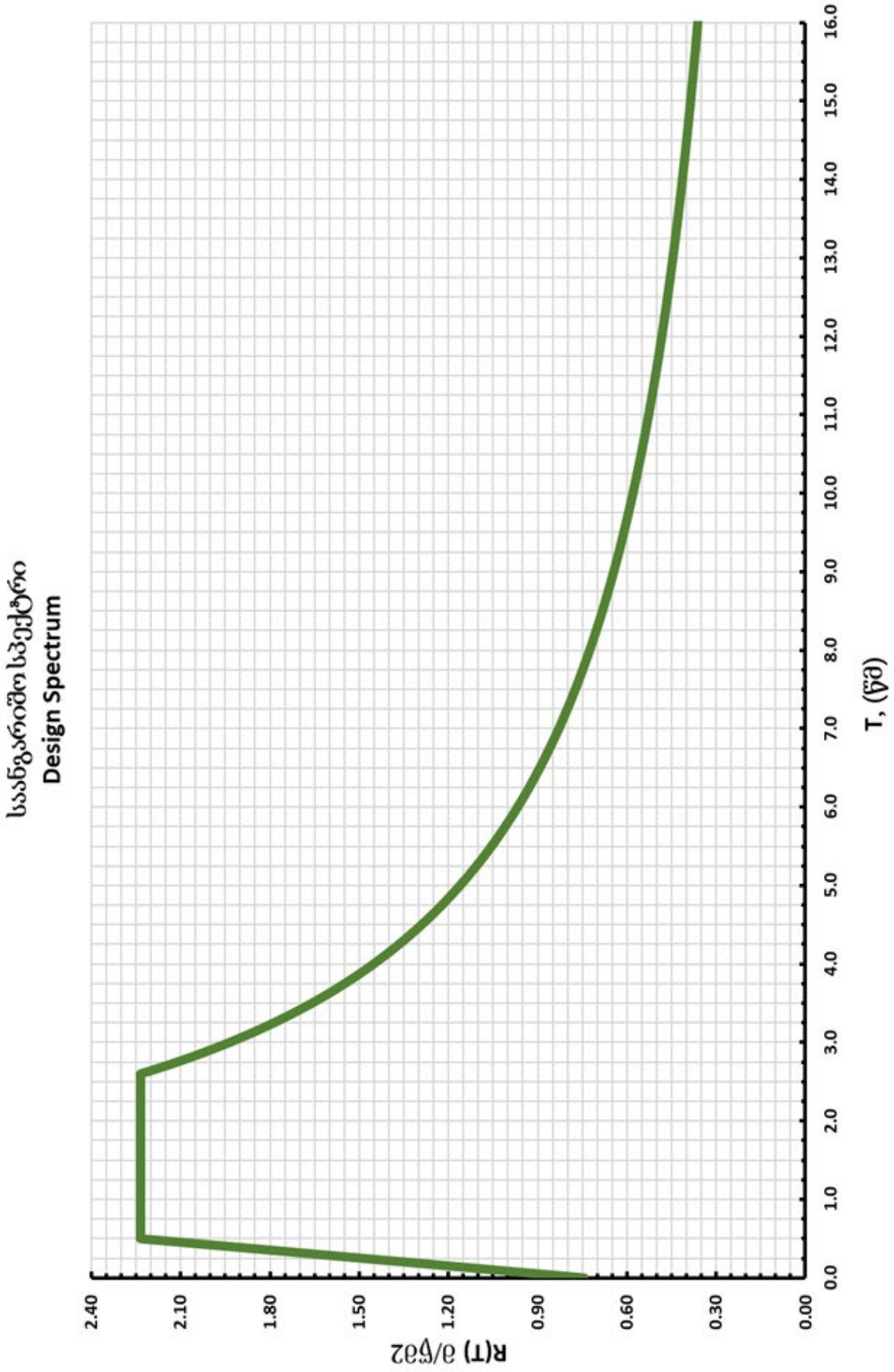
ნახ. 4.3. ნორმირებული 5%-იანი რეაქციის სპექტრების კრებული (26 სართული).



ნახ.4.4. საანგარიშო ჰორიზონტალური რეაქციის სპექტრი (26 სართული).



ნახ. 4.5. ნორმირებული 5%-იანი რეაქციის სპექტრების კრებული (35 სართული).



ნახ.4.6. საანგარიშო ჰორიზონტალური რეაქციის სპექტრი (35 სართული).

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.

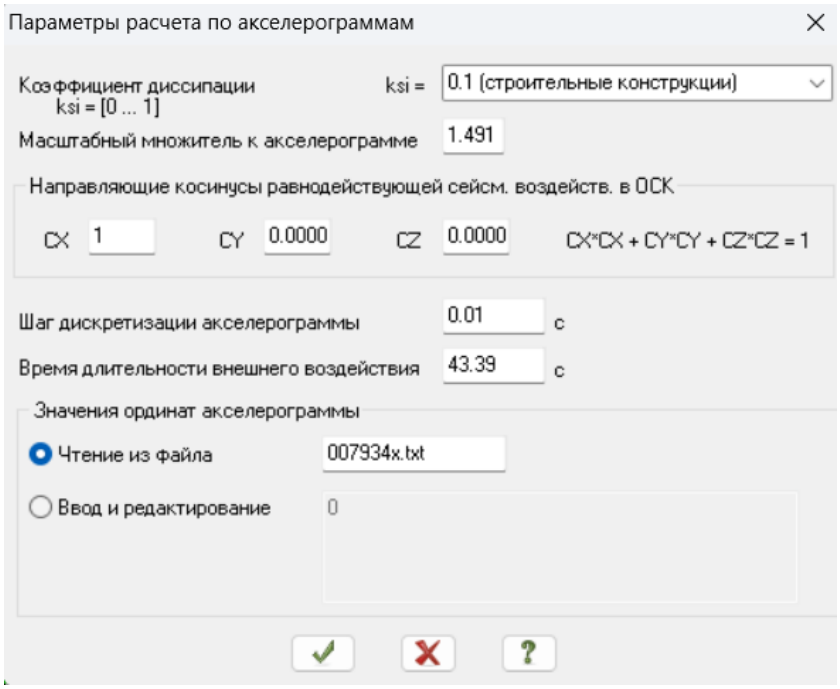
აქსელეროგრამების პროგრამაში შესატანად ვსარგებლობთ დატვირთვების მენიუში, დინამიკური დატვირთვების ცხრილში #27 ან #29 ბლოკებით (ნახ. 5.1 ა, ბ). მაშტაბირების კოეფიციენტი აიღება - 0.152 g ≈ 1.491 მ/წმ^2 (დამატებითი კოეფიციენტების შერჩევა დამოკიდებულია ანალიზის ტიპზე).

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. აქსელეროგრამების ხანგრძლივობა პროგრამა ლირაში შესატანია შემდეგი მნიშვნელობებით: Volvi #000175–30.59 წმ; Kalamata # 000413 – 25.85 წმ; Spitak # 000439 – 22.92 წმ; Patras #001928 – 33.85 წმ; Izmit # 001252 – 149.02 წმ; Bingol # 007142 – 64.71 წმ; Tbilisi #007934 – 43.39 წმ; Manjil # 000480 – 35.49 წმ; Duzce1 # 006923 – 126.68 წმ; Montenegro # 000197 – 48.21 წმ; Campano Lucano # 000291 – 86.05 წმ.

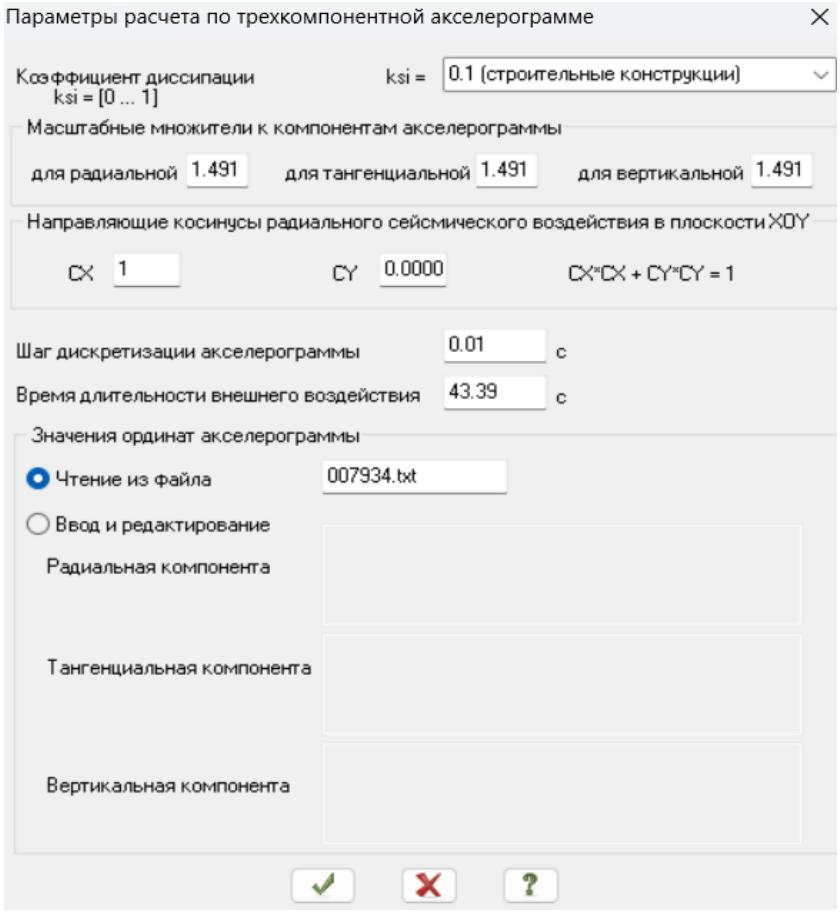
აქსელეროგრამების ატვირთვა უნდა მოხდეს შესაბამისი სახელწოდების ფაილების მიხედვით, რომლებიც უნდა განთავსდეს შესაბამის (მაგ. C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2013\Data) დირექტორიაში და ფაილის ტიპი უნდა იყოს txt ფორმატში.

საანგარიშო სპექტრის პროგრამაში შესატანად ვსარგებლობთ დატვირთვების მენიუში, დინამიკური დატვირთვების ცხრილში #41 ბლოკით (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 შესაბამის (მაგ. C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2013\Data) დირექტორიაში და ფაილის გაფართოება უნდა იყოს txt ფორმატში.

ა)

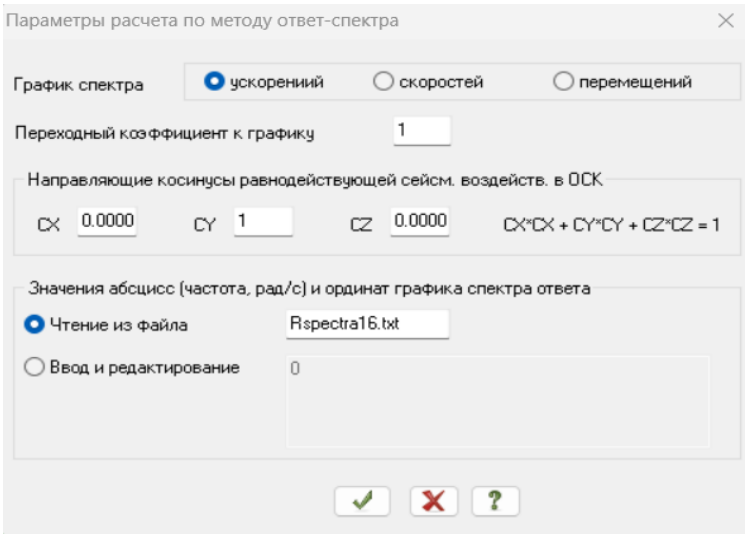


ბ)

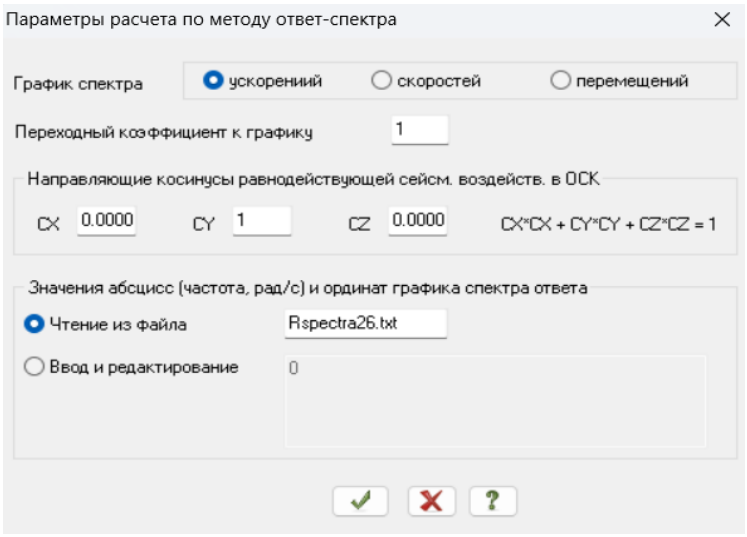


ნახ. 5.1. აქსელეროგრამებზე გაანგარიშებისათვის პროგრამა LIRA SAPR 2013-ში: ა) ბლოკი 27; ბ) ბლოკი 29.

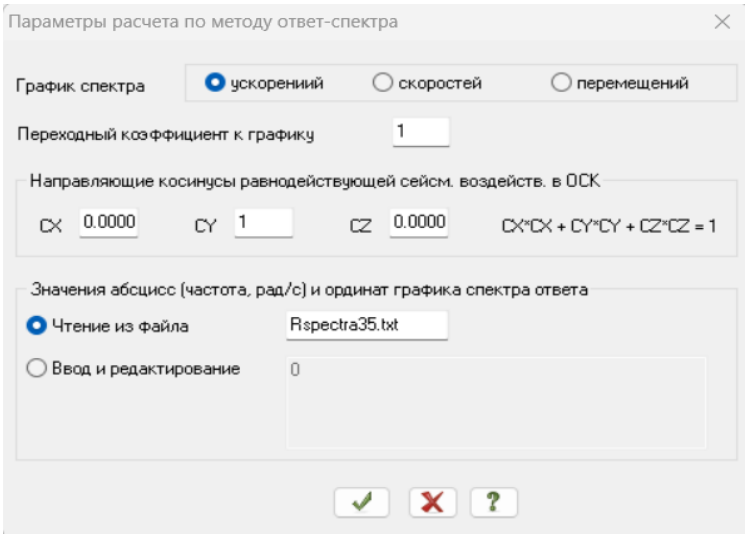
ა)



ბ)



გ)



ნახ. 5.2. საანგარიშო რეაქციის სპექტრით გაანგარიშებისათვის პროგრამა LIRA SAPR 2013-ში შესატანი კომპონენტები: ა) 16 სართული; ბ) 26 სართული; გ) 35 სართული.

დასკვნები და რეკომენდაციები

- ექსპერიმენტული კვლევებით მიღებულია ფუძე-გრუნტების სეისმური პროფილები და ძირითადი სიჩქარული მახასიათებლები, რომლებიც მოყვანილია სურ. 1.2 – 1.3-ზე და ცხრილ 1.2 – 1.3-ში.

- სამშენებლო უბნისათვის განივი ტალღების სიჩქარეების გასაშუალოებული მნიშვნელობა ზედა 30 მ ფენში (V_{S30}) მიღებული იქნა 321 მ/წმ (ყველაზე არახელსაყრელი 5 მეტრიანი ფენისათვის შეადგინა 302 მ/წმ). აღნიშნული მნიშვნელობა საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით შეესაბამება გრუნტის II კატეგორიას, ხოლო საერთაშორისო ნორმების მიხედვით განისაზღვრა შემდეგნაირად: EUROCODE 8 – C ტიპი, IBC 2006 და ASCE 7 – D კლასი. დეტალურად სიჩქარეების მნიშვნელობები და შესაბამისი კატეგორიები (ტიპები, კლასები) თითოეული პროფილის უბანზე მოცემულია ცხრილ 1.4–ში.

- აკუსტიკური სიხისტეების მეთოდით სამშენებლო ტერიტორიაზე ანგარიშით მიღებული ბალიანობის ნაზრდმა შეადგინა: ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის $\Delta I = 0.817514 \pm 0.012438$ (+ 1 ბალი), ხოლო ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის $\Delta I = -0.168480 \pm 0.012438$ (- 0 ბალი), ესეიგი დაზუსტებული ბალიანობის მნიშვნელობა და შესაბამისად საანგარიშო სეისმურობა სამშენებლო მოედნისათვის შეადგენს **I = 8** ბალს.

- განსახილველ უბანზე საანგარიშო ჰორიზონტალური აჩქარების დაზუსტებული მნიშვნელობა შეადგენს 0.152 g -ს (1.491 მ/წმ^2). შენობების სეისმომედეგობაზე ევროკოდებით ან ამერიკული კოდებით ანალიზის შემთხვევაში პიკური ჰორიზონტალური აჩქარების რეკომენდებული მნიშვნელობა, სეისმური საშიშროების გადაჭარბების 2 %-იანი ალბათობისათვის 50 წ მოლოდინის დროისთვის და 2475 წ. განმეორებადობის პერიოდისთვის, შეადგენს 0.746 g-ს.

- შერჩეულ იქნა შემდეგი სამკომპონენტიანი აქსელეროგრამები:
  1. 1978 წლის 20 ივნისის „Volvi“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
  2. 1986 წლის 15 სექტემბერი „Kalamata“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;

3. 1988 წლის 7 დეკემბრის „Spitak“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
4. 1993 წლის 14 ივლისის „Patras“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
5. 1999 წლის 17 აგვისტოს „Izmit“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
6. 2003 წლის 1 მაისის „Bingol“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
7. 2002 წლის 25 აპრილის „Tbilisi“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
8. 1990 წლის 20 ივნისის „Manjil“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
9. 1999 წლის 12 ნოემბრის „Duzce1“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
10. 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
11. 1980 წლის 23 ნოემბრის „Campano Lucano“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.

- ყველა ორიგინალი აქსელეროგრამა ნორმირებულია და საანგარიშო სპექტრალურ მრუდებთან ერთად ციფრული სახით წამოდგენილია ელექტრონული ვერსიით. 16, 26 და 35 სართულიანი შენობები უნდა დაპროექტდეს შესაბამისად 1-7, 1-9 და 1-11 აქსელეროგრამებზე.

- შენობების გაანგარიშების დროს, ნორმირებული აქსელეროგრამები უნდა გამრავლდეს საანგარიშო აჩქარების მნიშვნელობაზე, რომელიც შეადგენს $0.152\ g \approx 1.491$ მ/წმ^2 (დამატებითი კოეფიციენტების შერჩევა დამოკიდებულია ანალიზის ტიპზე).

- აქსელეროგრამების ხანგრძლივობა პროგრამა ლირაში შესატანია შემდეგი მნიშვნელობებით: Volvi # 000175 – 30.59 წმ; Kalamata # 000413 – 25.85 წმ; Spitak # 000439 – 22.92 წმ; Patras #001928 – 33.85 წმ; Izmit # 001252 – 149.02 წმ; Bingol # 007142 – 64.71 წმ; Tbilisi #007934 – 43.39 წმ; Manjil # 000480 – 35.49 წმ; Duzce1 # 006923 – 126.68 წმ; Montenegro # 000197 – 48.21 წმ; Campano Lucano # 000291 – 86.05 წმ.

- საანგარიშო ჰორიზონტალური რეაქციის სპექტრები წარმოდგენილია ნახ. 4.2, 4.4 და 4.6-ზე და გამოითვლება 4.2 ფორმულებით, ხოლო სპექტრების ვერტიკალური მდგენელები მიიღება ჰორიზონტალური სპექტრების გამრავლებით 0.7 კოეფიციენტზე.

- შენობების გაანგარიშების დროს, რეაქციის სპექტრების გადამყვანი კოეფიციენტი ჰორიზონტალური მდგენელისათვის შეადგენს 1.0-ს, ხოლო ვერტიკალური მდგენელისათვის - 0.7-ს.

ლიტერატურა

თავი 1

1.1. N.B.Dortman, Physical properties of rocks and minerals, 1984.

1.2. Н.Н. Горяинов, Сейсмические методы в инжинерной геологии. «Недра», 1979, 150с.

1.3. Y. Kobayashi, M.Horike, Analysis of seismic exploration data using ray method, J. Phys. Earth 35, 1987, p.127-141.

1.4. A.K. Majan, S.Slob, R.Ranjan, R.Sporry, P.K.Champati ray, C.J. van Westen, Seismic micro-zonation of Dehran City using geophysical and geotechnical characteristics in the upper 30 m.

1.5. S. Laster, M. Backus, R. Schell, Analog model studies of the simple refraction problem. “Seismic refraction prospecting”. Tilsa, 1967, p.15-66.

1.6. В.Н. Никитин, Основы инженерной сейсмики. МГУ, 1981, 175с.

1.7. T. Media, Hammer refraction seismic in engineering geophysics, “Geophysics”, v.34, № 3, 1969, p.383-395.

1.8. A.I.Savich, B.D.Kuiyndjich, Complex-ingineering research in building hydraulic facilities, 1990.

1.9. R.Sheriff, L.Geldart, Exploration Seismology, Mir, Moscow, v.1 and 2, 1987, 900p.

1.10. Earthquake motion and ground conditions, The Archtectural Institute of Japan (AIJ), 1993, 595p.

1.11. International Building code, International code council, INC, USA, 2006. 680 p.

1.12. Mohamed, A. M. E., Abu El-Ata, A. S. A., Abdel Azim, F., Taha, M. A. Site-specific shear wave velocity investigation for geotechnical engineering applications using seismic refraction and 2D Multi-channel Analysis of Surface Waves. NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics, 2013: 2, 88-101.

1.13. Gercek, H. (January 2007). "Poisson's ratio values for rocks". International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 44(1): 1–13.

1.14. Gorodtsov, V.A.; Lisovenko, D.S. (2019). "Extreme values of Young's modulus and Poisson's ratio of hexagonal crystals". Mechanics of Materials. 134: 1–8.

თავი 2

2.1 შ.პ.ს. „არქსტუდიო“-ს მიერ 2025 წლის ივლისში ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური კვლევები: „ქ.თბილისი, დავით აღმაშენებელის ხეივანი #200, შ.პ.ს. „ქეფითალ სითი გრუფ ინვესთ“-ის კუთვნილ მიწის ნაკვეთის სექტორი B (საკ.კოდი 01.10.06.005.014), საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების დასკვნა“, თბილისი 2025 წწ.

2.2 კირიაკ ზავრიევის სამშენებლო მექანიკის და სეისმომედეგობის ინსტიტუტის მიერ 1983-1984 წლებში შედგენილი 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 ЗБ 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.

4.3 EN 1998-1. 2004. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1 : General rules, seismic actions and rules for buildings.