საექსპერტო დასკვნა

ქ. თბილისში, ვახუშტი ბაგრატიონის ქ.№ 1-ში (ს/კ 01.13.07.002.097), დასაპროექტებელი მრავალფუნქციური საცხოვრებელი კომპლექსის C ბლოკი (C1, C2, C3) კორექტირებული პროექტის კონსტრუქციულ ნაწილზე

ქ. თბილისი, ვახუშტი ბაგრატიონის ქ.№ 1-ში (ს/კ 01.13.07.002.097), დასაპროექტებელი მრავალფუნქციური საცხოვრებელი კომპლექსი C ბლოკი (C1, C2, C3) შედგება C1, C2, C3, D და E ბლოკებისაგან.

კორექტირების შედეგად C1, C2, და C3 ბლოკს დაემატა 2 სართული, ხოლო D ბლოკს 1 სართული.

მზიდი კონსტრუქცია:

'C1' ბლოკი შედგება 1 მიწისქვეშა და 10-16 მიწისზედა სართულისაგან.

შენობის მზიდ კონსტრუქციას წარმოადგენს რკინაბეტონის მონოლითური კარკასი, სვეტები (50X80, 50X70, 50X60, 50X50) სმ, რიგელები - (50X60, 40X60, 30X60, 20X60) სმ,

სართულშუა გადახურვები შესრულებულია რკინაბეტონის მონოლითური ფილებით (H=20 სმ).

დიაფრაგმები რკინაბეტონის მონოლითური სისქით 20 და 40 სმ.

კიბეები - რკინაბეტონის მონოლითური.

სარდაფის რკინაბეტონის მონოლითური კედლები სისქით 30 სმ.

‘C2’ ბლოკი შედგება 1 მიწისქვეშა და 18-24 მიწისზედა სართულისაგან.

მზიდი კონსტრუქცია:

შენობის მზიდ კონსტრუქციას წარმოადგენს რკინაბეტონის მონოლითური კარკასი, სვეტები (60X110, 60X100, 50X110, 50X100, 50X90, 50X80, 50X70, 50X60, 50X50) სმ, რიგელები - (50X60, 40X60, 30X60, 20X60) სმ,

სართულშუა გადახურვები შესრულებულია რკინაბეტონის მონოლითური ფილებით (H=20 სმ).

დიაფრაგმები რკინაბეტონის მონოლითური სისქით 20 და 40 სმ.

კიბეები - რკინაბეტონის მონოლითური.

სარდაფის რკინაბეტონის მონოლითური კედლები სისქით 30 სმ.

‘C3’ ბლოკი შედგება 2 მიწისქვეშა და 17-23 მიწისზედა სართულისაგან.

მზიდი კონსტრუქცია:

შენობის მზიდ კონსტრუქციას წარმოადგენს რკინაბეტონის მონოლითური კარკასი, სვეტები (50X110, 50X100, 50X90, 50X80, 50X70, 50X60, 50X50) სმ, რიგელები - (50X60, 40X60, 30X60, 20X60) სმ,

სართულშუა გადახურვები შესრულებულია რკინაბეტონის მონოლითური ფილებით (H=20 სმ).

დიაფრაგმები რკინაბეტონის მონოლითური სისქით 20 და 40 სმ.

კიბეები - რკინაბეტონის მონოლითური.

სარდაფის რკინაბეტონის მონოლითური კედლები სისქით 30 სმ.

'D' ბლოკი შედგება 2 მიწისქვეშა და 1 მიწისზედა სართულისაგან.

მზიდი კონსტრუქცია:

შენობის მზიდ კონსტრუქციას წარმოადგენს რკინაბეტონის მონოლითური კარკასი, სვეტები (50X50) სმ, რიგელები - (50X64, 50X60) სმ,

სართულშუა გადახურვები შესრულებულია რკინაბეტონის მონოლითური ფილებით (H=24 სმ).

სარდაფის რკინაბეტონის მონოლითური კედლები სისქით 30 სმ.

კიბეები რკინაბეტონის მონოლითური.

'E' ბლოკი შედგება 2 ნაწილობრივ მიწისქვეშა და 1 მიწისზედა სართულისაგან.

მზიდი კონსტრუქცია:

შენობის მზიდ კონსტრუქციას წარმოადგენს რკინაბეტონის მონოლითური კარკასი, სვეტები (50X0) სმ, რიგელები - (50X60) სმ,

სართულშუა გადახურვები შესრულებულია რკინაბეტონის მონოლითური ფილებით (H=24 სმ).

კიბეები - რკინაბეტონის მონოლითური.

სარდაფის რკინაბეტონის მონოლითური კედლები სისქით 30 სმ.

სამშენებლო უბანი ხასიათდება შემდეგი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლებით:

1. სეისმურობა - 8 ბალი;

2. ქარის დატვირთვა – 70 კგძ/მ^2.;

3. თოვლის დატვირთვა – 50 კგძ/მ^2.

საძირკვლის კონსტრუქცია :

საძირკვლის კონსტრუქციას C1, C2, C3, D და E ბლოკებისათვის წარმოადგენს 1.2 მ. და 0.5 მ. სისქის საძირკვლის მონოლითური ფილა.

საძირკვლის ფუძედ მიღებულია (ფენა №5), გამოფიტული ძირითადი ქანი, ქვიშაქვებისა და არგილითების მორიგეობა საანგარიშო წინაღობით ერთღერძა კუმშვაზე წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში Rc=40.0კძ/სმ^2

შენობის ქვაბულის ფერდის მდგრადობის უზრუნველყოფის მიზნით გამოყენებულია 1 რიგად განთავსებული 0.6 მ. დიამეტრის ბურღვით-ნატენი ხიმინჯების ფარდა.

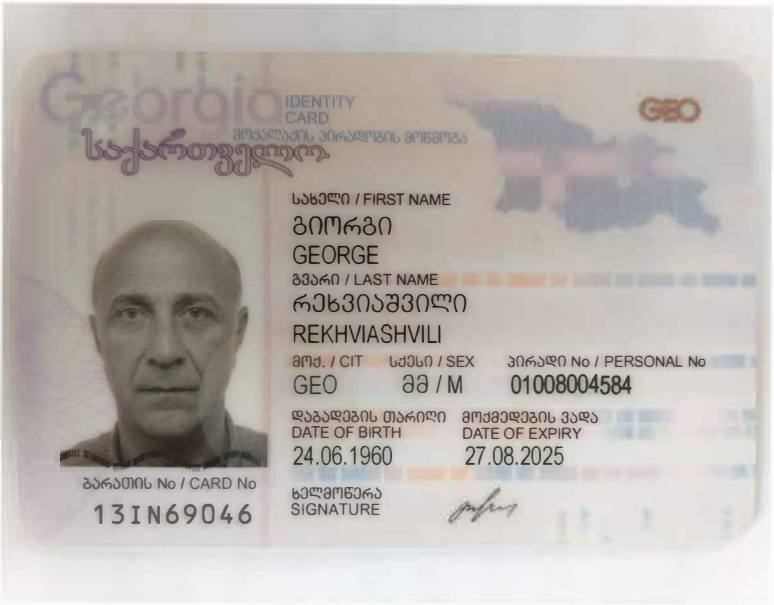
შენობის და ქვაბულის ფერდის გაანგარიშება შესრულებულია გამოთვილითი კომპლექს : "Lira sapr 2021" -ის საშუალებით, რომელიც ეფუძნება სასრულ ელემენტთა მეთოდს და რეალიზებულია გადაადგილებებში.

პროექტი შესრულებულია მაღალ-პროფესიულ დონეზე, საქართველოში მოქმედი სამშენებლო ნორმატივების დაცვით და ეძლევა ცალსახად დადებითი შეფასება.

საკონსტრუქტორო განყოფილების

მთავარი სპეციალისტი გ. რეხვიაშვილი

08.06.2024 წ.


Georgia
IDENTITY CARD
მოქალაქის პირადობის მოწმობა
საქართველო
GEO
სახელი / FIRST NAME
გიორგი
GEORGE
გვარი / LAST NAME
რეხვიაშვილი
REKHVIASHVILI
მოქ. / CIT
GEO
სქესი / SEX
მმ / M
პირადი No / PERSONAL No
01008004584
დაბადების თარიღი
DATE OF BIRTH
24.06.1960
მოქმედების ვადა
DATE OF EXPIRY
27.08.2025
ხელმოწერა
SIGNATURE
ბარათის No / CARD No
13IN69046


დაბადების ადგილი / PLACE OF BIRTH
რუსეთი
RUSSIA
გაცემის თარიღი / DATE OF ISSUE
27.08.2015
გამცემი ორგანო / ISSUING AUTHORITY
იუსტიციის სამინისტრო
MINISTRY OF JUSTICE
დამკვეთი: სრს; დამამზადებელი: MB-IDS 2014
სუს-ს რეგისტრაციის No 26-3184
IDGE013IN690460<01008004584<<<<
6006244M2508278GE0<<<<<<<<<<<2
REKHVIASHVILI<<GEORGE<<<<<<<<<

საკვალიფიკაციო მონაცემი

სახელი, გვარი: **გიორგი რეხვიაშვილი**
დაბადების თარიღი 24 ივნისი, 1960 წ
დაბადების ადგილი: რუსეთი, ქ. კისლოვოდსკი
მოქალაქეობა: საქართველოს მოქალაქე
ოჯახური მდგომარეობა: დაქორწინებული
შვილები: 3 ქალიშვილი
სახლის მისამართი: ქ. თბილისი, ჭავჭავაძის გამზ. № 51, კორპ 2, ბ. 31
ტელეფონი: (995 32) 29 43 64
სამსახურის მისამართი: საქართველო, თბილისი 0160, ალ. ყაზბეგის გამზ. №2; ტელეფონი: (995 32) 237 52 28

განათლება:
1978-1983 წ.წ. საქ. პოლიტექნიკური ინსტიტუტი,
სპეციალობა - სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობა

პროფესიული გამოცდილება:
1983 წლიდან 2010 წლამდე - სს „საქქალაქმშენპროექტი"- ინჟინერი, წამყვანი ინჟინერი, ჯგუფის ხელმძღვანელი, მთავარი სპეციალისტი-კონსტრუქტორი;
2010 წლის იანვრიდან დღემდე – შპს „ახალი საქქალაქმშენპროექტი" - მთავარი სპეციალისტი-კონსტრუქტორი;

მნიშვნელოვანი საპროექტო სამუშაოები:

- დას. საქართველოში მიწისძვრით დაზიანებული რაიონების აღდგენა;
- 19 ადმინისტრაციული, საკულტო, გასართობი და კვების ობიექტი
- მრავალი საცხ. სახლი, კოტეჯი, ბენზოგასამართი სადგური, ოფისი, საცხ. სახლების დაშენების პროექტები

ერთობლივი პროექტები:
- მაკდონალდსის რესტორანი დ. აღმაშენებლის გამზირზე, თბილისი;
- ქართულ ამერიკული სკოლა „მზიურის" ტერიტორიაზე, თბილისი;
- კათარზისის თავშესაფარი ისნის რაიონში, თბილისი;
- საბაჟო სადგურები „წითელი ხიდი" და „ყაზბეგი" (ინგლისურ-ქართულ ენოვანი პროექტირება კონსტრუქციული ნაწილის. ექსპერტიზა გაიარა ვისბადენისა და ვაშინგტონის ოფისებში);
- საბაჟო „ყაზბეგის" გაბიონების საყრდენი კედლები მდ. თერგზე;
- ყაზარმები და სამეთაურო პუნქტები საქ. სხვადასხვა რეგიონში;
- აჭარისა და იმერეთის რეგიონებში პირველადი ჯანდაცვის დაწესებულებები;
- ქ. თბილისის გლდანი-ნაძალადევის რაიონის მწვავე ავარიული საცხოვრებელი სახლების აღდგენა-გამაგრება;
- საბაჟო-გამშვები პუნქტი „ვალე";
- საბაჟო-გამშვები პუნქტი „სარფი";
- 10-14 სართულიანი საცხოვრებელი სახლი თამარაშვილის ქუჩაზე (უცხო ენების ინსტიტუტის უკან);
- 16 სართულიანი ვარსკვლავების სახლი ყიფშიძის ქუჩაზე;
- 15-16 სართულიანი მრავალფუნქციური ცენტრი ავლაბარში, ქეთევან წამებულის გამზირისა და შავი ზღვის ქუჩის გადაკვეთაზე;
- 6 მრავალსართულიანი საცხოვრებელი სახლი ტაბიძის და ბარნოვის ქუჩებზე და „მზიურის" ტერიტორიაზე;

- „აოსის“ 22 საოთულიანი სავაჭრო ცენტრი (სიმაღლით 82 მ) ქ. ბათუმში;
- 410-ბინიანი 18 სართულიანი საცხოვრებელი სახლი ქ. ბათუმში, ხიმშიაშვილის ქ.;
- საცხოვრებელი სახლები ქავთარაძის ქუჩაზე;
- „არსის“ სავაჭრო ცენტრი – ქარვასლა ქ. თბილისში;
- „ოლიმპიური ვარსკვლავის“ მრავალფუნქციური ობიექტი საბურთალოს ბაზრის ტერიტორიაზე (32-სართულიანი საოფისე ნაწილით);
- „მუხიანის ვარსკვლავის“ სავაჭრო ცენტრი მუხიანში;
- 25-სართულიანი საცხოვრებელი სახლი მიშველაძის ქუჩაზე, ვაკის პარკის მიმდებარე ტერიტორიაზე;
- „დრიმ თაუნი“ ქავთარაძის ბაზრის ტერიტორიაზე, 22-25 სართულიანი საცხოვრებელი კორპუსები;
- თბილისში 12 ავარიული საცხოვრებელი სახლის აღდგენა გამაგრების პროექტის ექსპერტიზა;
- ონის რაიონში მიწისძერის შედეგად დაზიანებული სახლების აღდგენა-გამაგრების პროექტები;
- 15 და 25 საწოლიანი საავადმყოფოების ტიპიური და მიბმის პროექტები.
- ქ. თბილისში, ვაკე-საბურთალოს რაიონში, 9 საყრდენი კედლის აღდგენა-მოწყობა;
- საავადმყოფოების მშენებლობის ზედამხედველობა;
- სოციალური მომსახურების ცენტრები საქართველოს მასშტაბით;
- დაბა სტეფანწმინდაში სასტუმრო „ყაზბეგი“-ს რეკონსტრუქცია;
- საქ. უზენაესი სასამართლოს რეკონსტრუქცია (II და VI სართ).

ენების ცოდნა: ქართული (მშობლიური), რუსული (თავისუფლად), ინგლისური (სუსტად)

კომპიუტერის ცოდნა: AutoCAD, Exsel, Word

დირექტორი ბ. მირიანაშვილი

დიპლომი

ЛВ № 050495

ეს დიპლომი მიეცა გიორგი ოთარის ძე რეხვიაშვილს

მასზე, რომ იგი 1978 წელს შევიდა საქართველოს ვ.ი. ლენინის სახელობის პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში

და 1983 წელს დაამთავრა ორნახსენები ინსტიტუტის

სრული კურსი სპეციალობით სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობა

სახელმწიფო საგამოცდო კომისიის 1983 წ. „5" ივლისის გადაწყვეტილებით გ.ო. რეხვიაშვილს მიენიჭა ინჟინერ-მშენებლის კვალიფიკაცია.

სახელმწიფო საგამოცდო კომისიის თავმჯდომარე

ბ. ა.

რექტორი

მდივანი

ქალაქი თბილისი 1984 წ. „24" X

სარეგისტრაციო № 2201

Грузинский яз.

ДИПЛОМ

61

ЛВ № 050495

Настоящий диплом выдан Рехвиашвили Георгию Отаровичу

в том, что он в 1978 году поступил в Грузинский политехнический институт им. В.И. Ленина

и в 1983 году окончил полный курс названного института

по специальности промышленное и гражданское строительство

Решением Государственной экзаменационной комиссии от „6" июля 1983 г.

Рехвиашвили Г.О

присвоена квалификация инженера строителя

Председатель Государственной экзаменационной комиссии

Ректор

Секретарь

М. П.

Город Тбилиси „24" X 1984 г.

Регистрационный № 2201

Московская типография Гознака. 1983.

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“ „მარტი“ 2024 წ.
ა(ა)იპ საქართველოს გეოფიზიკური
ასოციაციის თავმჯდომარე
აკად. დოქტორი ნუგზარ ლონტი

ქ. თბილისში, აგლაძეს ქუჩა #1-ში (ს/კ 01.13.07.002.097),
მრავალფუნქციური საცხოვრებელი კომპლექსის მშენებლობისათვის
გამოყოფილ ტერიტორიაზე, სეისმური პროფილების აგება, სეისმურობის
დაზუსტება ლოკალური პარამეტრების გათვალისწინებით, საპროექტო
შენობისათვის საანგარიშო აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა, დრეკადი
და საანგარიშო რეაქციის სპექტრების აგება, მიღებული შედეგების
წარმოდგენა პროგრამა Lira SAPR-ის ფორმატში

(ტექნიკური ანგრიში)

თბილისი 2024

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 38

5 აქსელეროგრამებისა და რეაქციის სპექტრების ციფრული პაკეტების გადაყვანა პროგრამა „Lira SAPR“ ფორმატში 41

დასკვნები და რეკომენდაციები 44

ლიტერატურა 45

შესავალი

შ.პ.ს. „ვახუშტი ბაგრატიონის 1“-ს დირექტორის ბატონ ზურაბ ბერულაშვილის დაკვეთით ჩვენს მიერ ჩატარებულ იქნა სამუშაოები, რომლებიც ითვალისწინებდა: ქ.თბილისში, აგლაძეს ქუჩა #1-ში (ს/კ 01.13.07.002.097), მრავალფუნქციური საცხოვრებელი კომპლექსის მშენებლობისათვის გამოყოფილ ტერიტორიაზე, სეისმური პროფილების აგებას, სეისმურობის დაზუსტებას ლოკალური პარამეტრების გათვალისწინებით, საპროექტო შენობისათვის საანგარიშო აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევას, დრეკადი და საანგარიშო რეაქციის სპექტრების აგებას, მიღებული შედეგების წარმოდგენას პროგრამა Lira SAPR-ის ფორმატში.

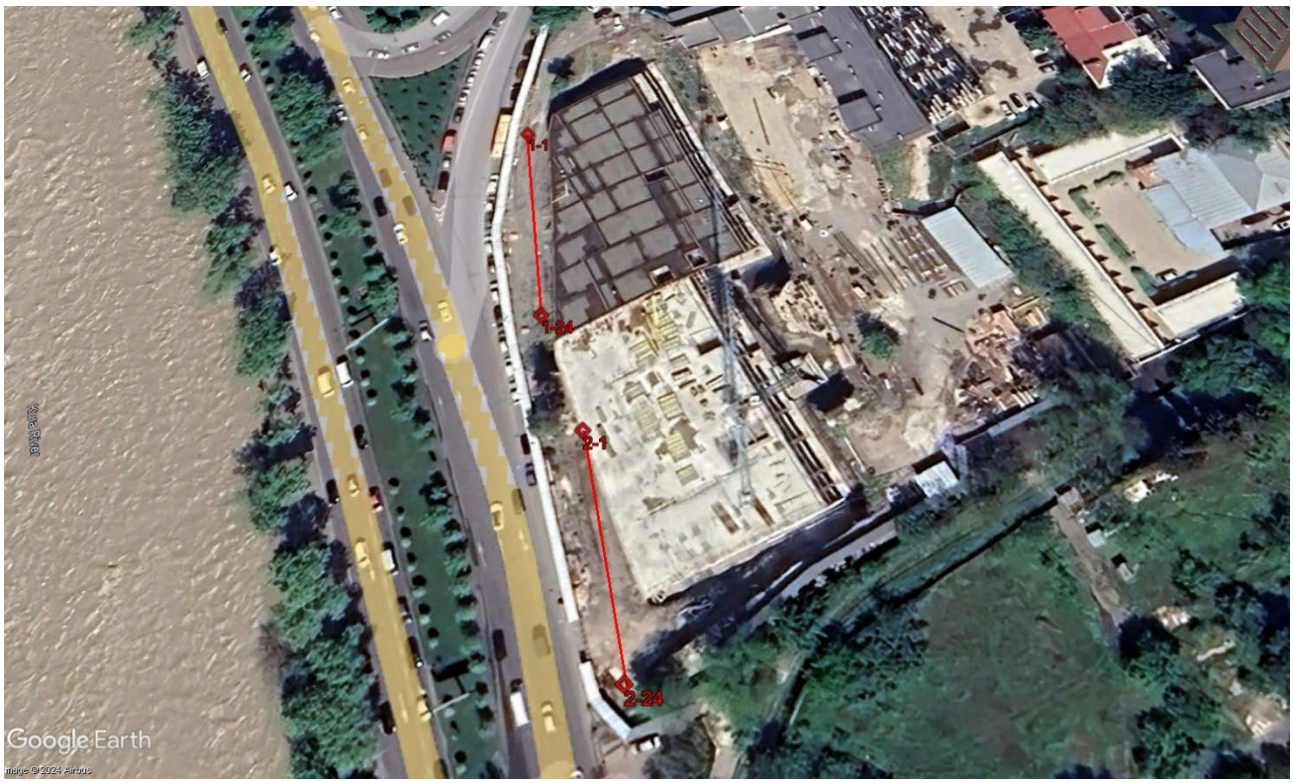
1. ექსპერიმენტული კვლევები, ფუძე-გრუნტების სეისმური პროფილების აგება

კვლევის ამოცანას წარმოადგენდა ქ. თბილისში, ვახუშტი ბაგრატიონის ქ.#1-ში (ს/კ 01.13.07.002.035; 01.13.07.002.036; 01.13.07.002.031) მრავალფუნქციური საცხოვრებელი კომპლექსის 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 WGS84 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	482004	4619252	405.9
1-24	482008	4619208	405.5
2-1	482016	4619184	401.9
2-24	482023	4619139	404.5



ნახ.1.1. საკვლევი უბანი და სეისმური პროფილების 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 30მ 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 10 კგ -იანი უროს პლასტმასის სპეციალურ ფირფიტაზე დარტყმით. გეოფონები და დარტყმები სრულდებოდა Z-Z და Y-Y ორიენტირებით, გამოიყენებოდა 5 დარტყმის წერტილიანი სისტემა, რომელიც მოიცავდა დარტყმებს პროფილის დასაწყისში, შუაში, ბოლოში და ორ გატანილ დარტყმას. 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.

გაკეთებულია მიღებული სეისმოგრამების ანალიზი და აიგო 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 WGS84 სისტემაში აბსოლუტურ სიმაღლეებთან ერთად..

გეოფიზიკური პარამეტრების მიხედვით გამოყოფილია სხვადასხვა საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტები **(ფენები)** და დადგენილია მათში Vp, Vs 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):

ფენი1 – ნაყარი, წარმოდგენილი სამშენებლო ნაგვის, კენჭების, ღორღის, ასფალტის ნატეხების და თიხოვანი გრუნტების ნარევით (შეესაბამება გეოლოგიურ ანგარიშში მოყვანილ ფენი1-ს);

ფენი2 – კენჭნაროვანი და მსხვილნატეხოვანი გრუნტი თიხნარის შემავსებლით. ძლიერ გამოფიტული და გამოფიტული ქვიშაქვებისა და არგილიტების მორიგეობა, ნაწილობრივ ბუნებრივი ტენიანობით, ნაწილობრივ წყალგაჯერებული (აერთიანებს გეოლოგიურ ანგარიშში მოყვანილ ფენებს: 2, 3, 4, 5);

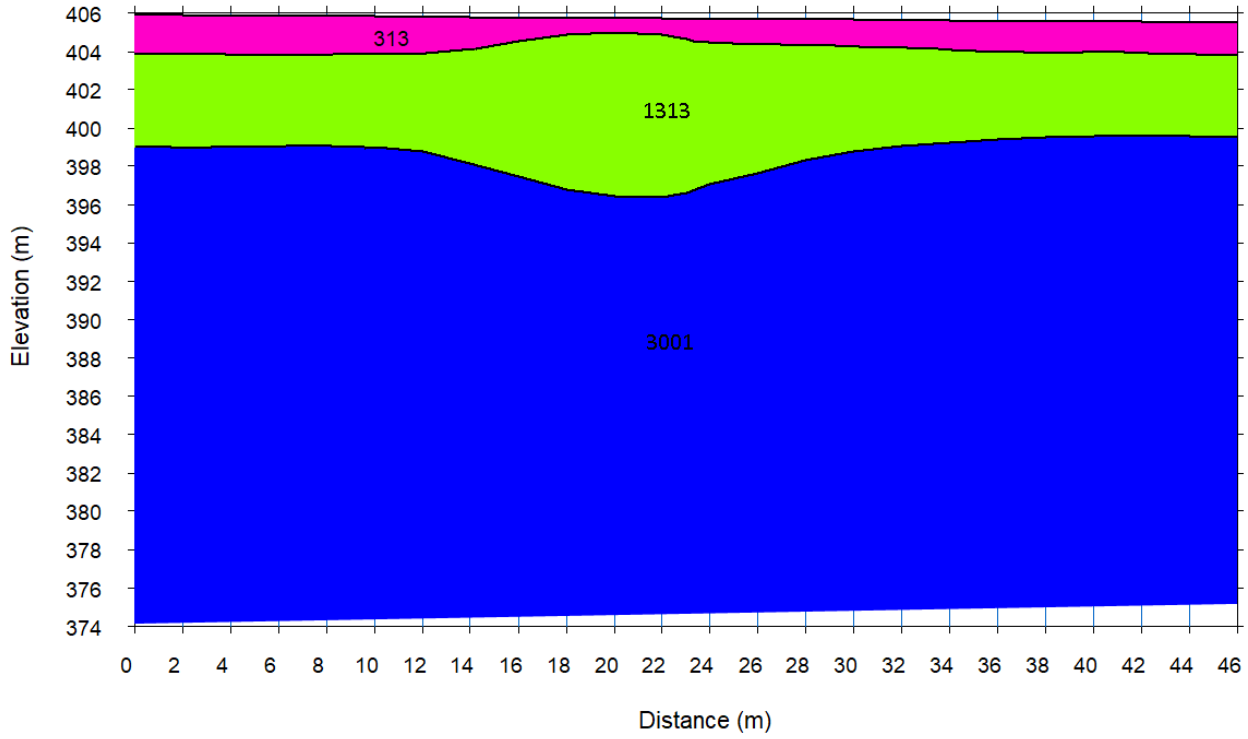
ფენი3 – თიხოვანი ქვიშაქვებისა და არგილიტების მორიგეობა, სუსტად გამოფიტული, წყალგაჯერებული (შეესაბამება გეოლოგიურ ანგარიშში მოყვანილ ფენი6-ს).

<u>სეისმური პროფილი #1:</u>

ფენი1 ვრცელდება ზედაპირიდან 0.8 – 2.0 მ-ის სიღრმემდე, გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების გასაშუალოებული მნიშვნელობებით: V_P = 313 მ/წმ; V_S = 164 მ/წმ.

ფენი1-ს ქვემოდან ესაზღვრება 0.5-7.0 მ სიმძლავრის **ფენი2**, გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების შემდეგი მნიშვნელობებით: V_P = 1313 მ/წმ; V_S = 532 მ/წმ.

აღნიშნულ ფენს მოსდევს **ფენი3**, რომელიც ჩვენი დაკვირვებით ვრცელდება 30 მ სიღრმემდე, გრძივი და განივი ტალღების შემდეგი სიჩქარეების მნიშვნელობებით: V_P = 3001 მ/წმ; V_S= 1246 მ/წმ.



ნახ. 1.2. სეისმოგეოლოგიური ჭრილი #1.

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

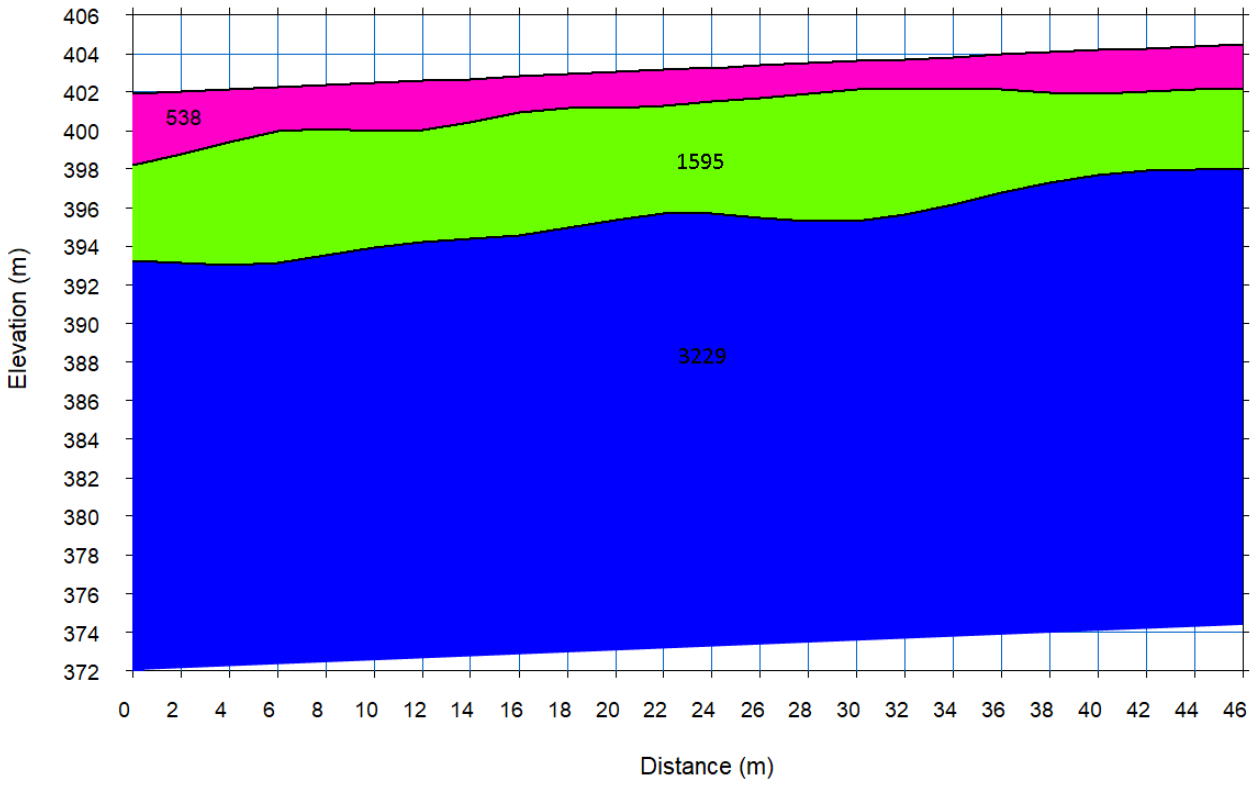
ფენის N	პარამეტრი	პარამეტრის აღწერა	მნიშვნელობები	სიმძლავრე, მ
1	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	313	1.5
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	164	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.52	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.35	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.31	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	100	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	36	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	84.12	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	0.85	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-	
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1313	4
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	532	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.41	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.94	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.40	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	1540	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	549	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	2610.13	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	67.49	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	27.43	
3	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	3001	24.5
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	1246	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.42	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.38	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.40	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	10330	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	3700	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	16530.28	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	1420.94	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	185.00	
Vs30, m/sec		განივი ტალღის საშუალო სიჩქარე 30მ სიღრმემდე	826	

სეისმური პროფილი #2:

ფენი1 ვრცელდება ზედაპირიდან 0.6 – 3.8 მ-ის სიღრმემდე, გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების მნიშვნელობებით: V_P = 538 მ/წმ; V_S = 278 მ/წმ.

ფენი1-ს ქვემოდან ესაზღვრება 4.0-6.0 მ სიმძლავრის **ფენი2**, გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების შემდეგი მნიშვნელობებით: V_P = 1595 მ/წმ; V_S = 645 მ/წმ.

აღნიშნულ ფენს მოსდევს **ფენი3**, რომელიც ჩვენი დაკვირვებით ვრცელდება 30 მ სიღრმემდე, გრძივი და განივი ტალღების შემდეგი სიჩქარეების მნიშვნელობებით: V_P = 3229 მ/წმ; V_S= 1340 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	538	2.5
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	278	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.52	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.55	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.32	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	320	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	120	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	289.06	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	5.45	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-	
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1595	5
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	645	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.40	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.03	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.40	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	2370	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	847	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	4048.11	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	134.58	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	42.33	
3	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	3229	22.5
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	1340	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.41	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.43	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.40	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	12170	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	4358	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	19496.79	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	1847.35	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	217.92	
Vs30, m/sec		განივი ტალღის საშუალო სიჩქარე 30მ სიღრმემდე	895	

გეოფიზიკური კვლევების საფუძველზე განივი ტალღების საშუალო სიჩქარეების მიხედვით გრუნტის ზედა 30 მ ფენში (V_{S30}) შეფასდა გრუნტის კატეგორიები.

საკვლევი ტერიტორიაზე მიღებული იქნა განივი ტალების გასაშუალოებული მნიშვნელობები და შესაბამისად შეფასდა გრუნტის კატეგორიები როგორც საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით, ასევე საერთაშორისო ნორმების მიხედვით (IBC 2006, EUROCODE 8, ASCE 7).

ამ უბნისათვის განივი ტალღების სიჩქარეების გასაშუალოებული მნიშვნელობა ზედა 30მ ფენში (V_{S30}) მიღებული იქნა **861** მ/წმ (ყველაზე არახელსაყრელი 5 მეტრიანი ფენისათვის შეადგინა **841** მ/წმ). აღნიშნული მნიშვნელობა საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით შეესაბამება **გრუნტის I კატეგორიას,** ხოლო საერთაშორისო ნორმების მიხედვით განისაზღვრა შემდეგნაირად: **EUROCODE 8 - A ტიპი**, **IBC 2006 და ASCE 7 – B კლასი**. დეტალურად სიჩქარეების მნიშვნელობები და შესაბამისი კატეგორი-ები (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	826 (811)	I (I)	B	B	A
2	895 (871)	I (I)	B	B	A

1.3. დასკვნა

საკვლევ ტერიტორიაზე ჩატარდა სეისმური პროფილირება გარდატეხილი ტალღების მეთოდით 30მ სიღრმემდე ინფორმაციის მიღებით. აიგო შესაბამისი სეისმო-გეოლოგიური 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 WGS84 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, წარმოდგენილი სამშენებლო ნაგვის, კენჭების, ღორღის, ასფალტის ნატეხების და თიხოვანი გრუნტების ნარევით (შეესაბამება გეოლოგიურ ანგარიშში მოყვანილ ფენი1-ს); ფენი2 - კენჭნაროვანი და მსხვილნატეხოვანი გრუნტი თიხნარის შემავსებლით. ძლიერ გამოფიტული და გამოფიტული ქვიშაქვებისა და არგილიტების მორიგეობა, ნაწილობ-რივ ბუნებრივი ტენიანობით, ნაწილობრივ წყალგაჯერებული (აერთიანებს გეოლოგიურ ანგარიშში მოყვანილ ფენებს: 2, 3, 4, 5); ფენი3 -თიხოვანი ქვიშაქვებისა და არგილიტების მორიგეობა, სუსტად გამოფიტული, წყალგაჯერებული (შეესაბამება გეოლოგიურ ანგარიშში მოყვანილ ფენი6-ს).

გეოფიზიკური კვლევების საფუძველზე განივი ტალღების საშუალო სიჩქარეების მიხედვით გრუნტის ზედა 30 მ ფენში (V_{S30}) შეფასდა გრუნტის კატეგორიები. საკვლევი ტერიტორიაზე მიღებული იქნა განივი ტალების გასაშუალოებული მნიშვნელობები და შესაბამისად შეფასდა გრუნტის კატეგორიები როგორც საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით, ასევე საერთაშორისო ნორმებით (IBC2006, EUROCODE8, ASCE7).

ამ უბნისათვის განივი ტალღების სიჩქარეების გასაშუალოებული მნიშვნელობა ზედა 30მ ფენში (V_{S30}) მიღებული იქნა **861** მ/წმ (ყველაზე არახელსაყრელი 5 მეტრიანი ფენისათვის შეადგინა **841** მ/წმ). აღნიშნული მნიშვნელობა საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით შეესაბამება **გრუნტის I კატეგორიას,** ხოლო საერთაშორისო ნორმების მიხედვით განისაზღვრა შემდეგნაირად: **EUROCODE 8 - A ტიპი**, **IBC 2006 და ASCE 7 – B კლასი**. დეტალურად სიჩქარეების მნიშვნელობები და შესაბამისი კატეგორიები (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. „გეოინჟკომპლექსი“-ს მიერ 2021 წლის აპრილ-მაისში ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური კვლევები: „ქ.თბილისი, ვახუშტი ბაგრატიონის ქ.#1-ში (ს/კ 01.13.07.002.035, 01.13.07.002.036, 01.13.07.002.031) მრავალფუნქციური საცხოვრებელი კომპლექსის მშენებლობისთვის გამოყოფილ ტერიტორიაზე ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური კვლევის შედეგები“, თბილისი 2021 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:

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

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

$\Delta I_გ$ სიდიდის მნიშვნელობა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta I_{ბ} = 1.67 \lg (V_0 \times \rho_0 / V_i \times \rho_i) \quad (2.3)$$

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:

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

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}=1954±80 მ/წმ; V_{S30}=861±34 მ/წმ; ρ_{30}=2239±11 კგ/მ^3; ყველაზე არახელსაყრელი 5 მეტრიანი შრისათვის - V_P = 2059 ± 77 მ/წმ; V_S = 841 ± 30 მ/წმ; ρ = 2114±44 კგ/მ^3.

საინჟინრო-გეოლოგიური მონაცემების [2.1] სტანდარტული სტატისტიკური დამუშავების მიხედვით გრუნტის წყლის მდებარეობის საანგარიშო დონე შეადგენს:
h= 5.15 ± 0.48 მეტრს.

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

$$\Delta I = 1.67 \lg [(2000 \times 2400) / ((2059 \pm 77) \times (2114 \pm 44))] + + 2.718281828^{(-0.04x(5.15\pm0.48)^2)}] = 0.421561 \pm 0.042101 \text{ (+ 0 ბალი)}$$

ან

$$\Delta I = 1.67 \lg [(800 \times 2400) / ((841 \pm 30) \times (2114 \pm 44))] + + 2.718281828^{(-0.04x(5.15\pm0.48)^2)}] = 0.406380 \pm 0.040986 \text{ (+ 0 ბალი)}$$

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

$$\Delta I = 1.67 \lg [(600\pm100) \times (1750\pm50) / ((2059 \pm 77) \times (2114 \pm 44))] + + 2.718281828^{(-0.04x(5.15\pm0.48)^2)}] = -0.548493 \pm 0.042101 \text{ (- 1 ბალი)}$$

ან

$$\Delta I = 1.67 \lg [(300\pm50) \times (1750\pm50) / ((841 \pm 30) \times (2114 \pm 44))] + + 2.718281828^{(-0.04x(5.15\pm0.48)^2)}] = -0.534067 \pm 0.040986 \text{ (- 1 ბალი)}$$

აკუსტიკური სიხისტეების მეთოდით სამშენებლო ტერიტორიაზე ანგარიშით მიღებული ბალიანობის ნაზრდმა შეადგინა: ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის ΔI = = 0.421561 ± 0.042101 (+ 0 ბალი), ხოლო ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის ΔI = = -0.548493 ± 0.042101 (- 1 ბალი), ესეიგი დაზუსტებული ბალიანობის მნიშვნელობა და შესაბამისად საანგარიშო სეისმურობა სამშენებლო მოედნისათვის შეადგენს **I = 7** ბალს.

სამშენებლო ტექნიკური რეგლამენტის „სეისმომედეგი მშენებლობა“ [2.6] მე-3 მუხლის მე-16 პუნქტის მიხედვით, ვინაიდან სამშენებლო უბნის სეისმურობა მცირდება, ამიტომ იმავე დოკუმენტის 1-ლი დანართით განსაზღვრული მაქსიმალური ჰორიზონტალური აჩქარების მნიშვნელობა, რომელიც ქ. თბილისისათვის შეადგენს 0.17g-ს, უნდა შემცირდეს ორჯერ 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 = 2059 ± 77 მ/წმ; V_S = 841 ± 30 მ/წმ; ρ = 2114±44 კგ/მ^3 ე.ი.

ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის

$$\lg A/A_0 = \{1.67 \lg [(2000 \times 2400) / ((2059 \pm 77) \times (2114 \pm 44))] + 2.718281828^{(-0.04x(5.15\pm0.48)^2)}] /3.3\} = 0.127746 \pm 0.012758$$

ან

$$\lg A/A_0 = \{1.67 \lg [(800 \times 2400) / ((841 \pm 30) \times (2114 \pm 44))] + 2.718281828^{(-0.04x(5.15\pm0.48)^2)}] /3.3\} = 0.123145 \pm 0.012420$$

ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის

$$\lg A/A_0 = \{1.67 \lg [(600\pm100) \times (1750\pm50) / ((2059 \pm 77) \times (2114 \pm 44))] + 2.718281828^{(-0.04x(5.15\pm0.48)^2)}] /3.3\} = -0.166210 \pm 0.012758$$

ან

$$\lg A/A_0 = \{1.67 \lg [(300\pm50) \times (1750\pm50) / ((841 \pm 30) \times (2114 \pm 44))] + 2.718281828^{(-0.04x(5.15\pm0.48)^2)}] /3.3\} = -0.161838 \pm 0.012420$$

შესაბამისად

ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის

$A = 10^{[0.127746 \pm 0.012758]} \times 0.085g = [1.342558 \pm 0.039428] \times 0.085g = 0.11412 \pm 0.00335\ g$

ან

$A = 10^{[0.123145 \pm 0.012420]} \times 0.085g = [1.328382 \pm 0.037979] \times 0.17g = 0.11291 \pm 0.00323\ g$

ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის

$A = 10^{[-0.166210 \pm 0.012758]} \times 0.17g = [0.682303 \pm 0.020038] \times 0.17g = 0.11599 \pm 0.00341\ g$

ან

$A = 10^{[-0.161838 \pm 0.012420]} \times 0.17g = [0.689190 \pm 0.019704] \times 0.17g = 0.11716 \pm 0.00335\ g$

ანალიზის შედეგად მივიღეთ, რომ კორექტირებული ჰორიზონტალური აჩქარების მნიშვნელობა შეადგენს **0.121 g**-ს (**1.185** მ/წმ^2).

ტოპოგრაფიული რუკის (გეგმის) ანალიზი გვიჩვენებს, რომ სამშენებლო მოედნიდან მდინარე მტკვრის მიმართულებით რელიეფის დახრა შეადგენს 1 - 5^0 -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 **0.121 g**-ს (**1.185** მ/წმ^2).

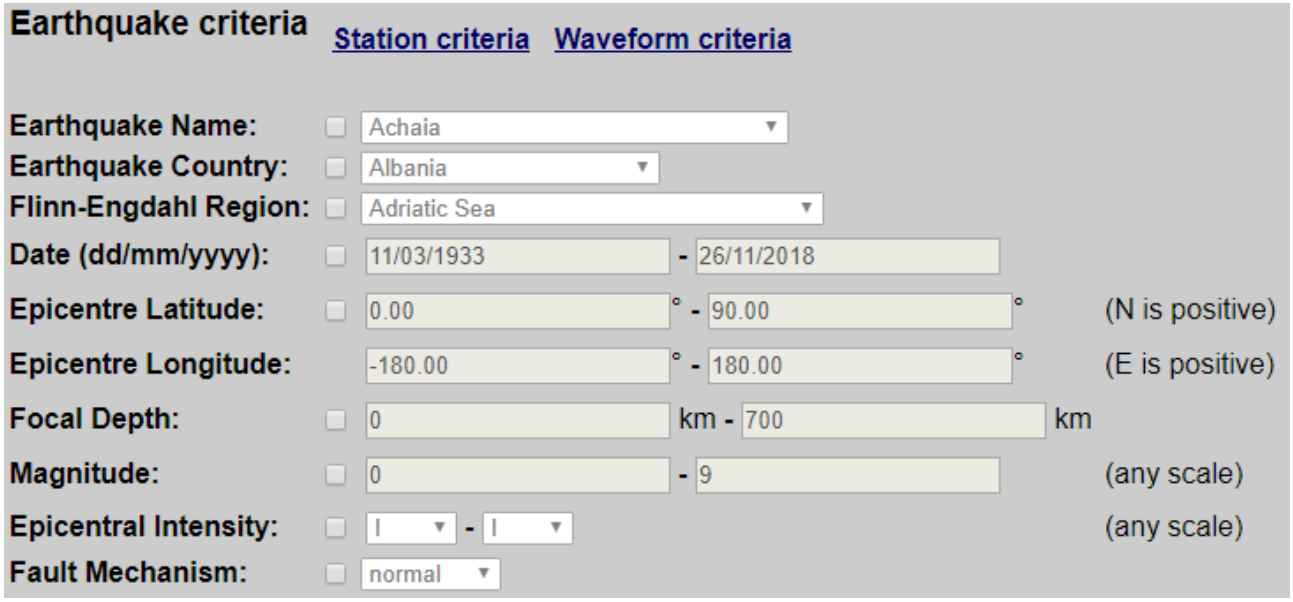
(მ. ნოდიას სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტში 2021 წელს შედგენილი ახალი საშიშროების რუკების დანართი #3-ის მიხედვით, ქ. თბილისის მოცემული უბნისათვის (ჭიჭინაძის 14, ნაკვეთი ს/კ #01.19.23.004.001) პიკური ჰორიზონტალური აჩქარების მნიშვნელობა სეისმური საშიშროების გადაჭარბების 10%-იანი ალბათობისათვის 50 წ მოლოდინის დროისთვის და 475წ. განმეორებადობის პერიოდისთვის შეადგენს **0.300 g**-ს. დოკუმენტი ოფიციალურად მიღებული არ არის).

3. აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა

3.1 აქსელეროგრამების შერჩევა ზოგადი პრინციპებით

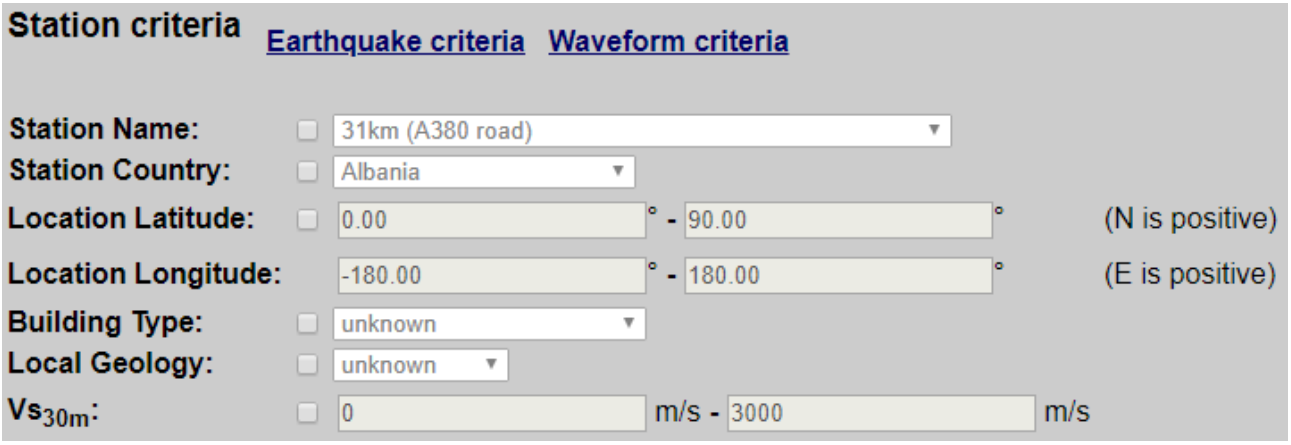
სამშენებლო ობიექტისათვის საანგარიშო აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევას ძირითადად ახორციელებენ შესასწავლი ტერიტორიის სეისმოლოგიური მონაცემების, ჩამწერი სეისმომეტრიული სადგურების მონაცემების, ტერიტორიის ლოკალური პატამეტრების და საპროექტო შენობების მოდალური მახასიათებლების მიხედვით.

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



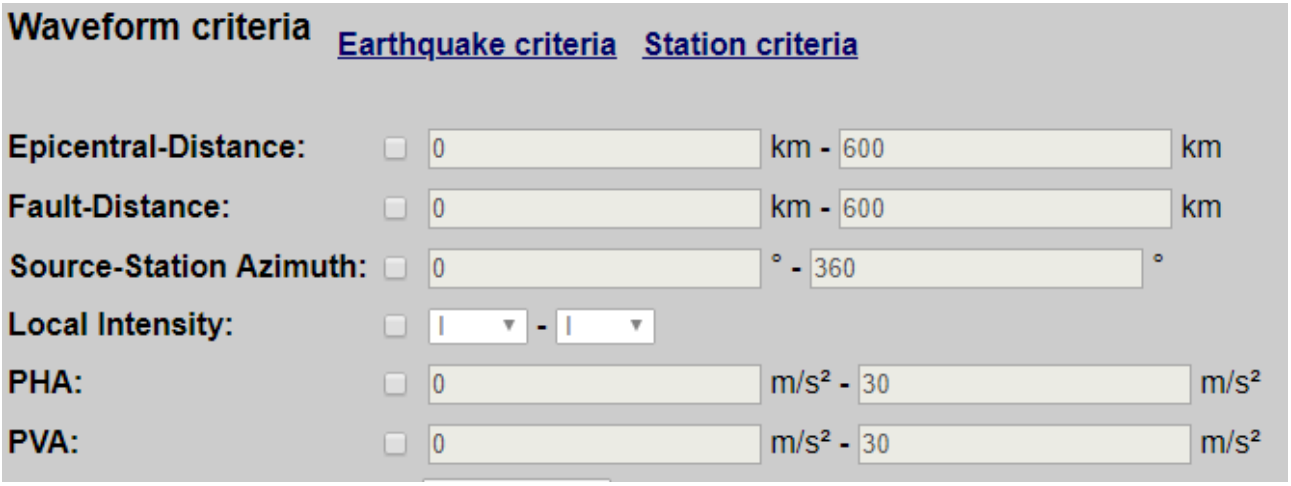
ნახ. 3.1 აქსელეროგრამის შერჩევა მიწისძვრის კრიტერიუმებით.

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



ნახ. 3.2 აქსელეროგრამის შერჩევა სეისმური სადგურის მონაცემებით.

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



ნახ. 3.3 აქსელეროგრამის შერჩევა მიწისძვრის ტალღების კრიტერიუმებით.

ჩვენ შემთხვევაში 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 $V_S = 841 \pm 30$ მ/წმ.

$$T_{\text{რეზ, 1}} = 4 * 30 / [(841 \pm 30)*1] = 0.142905 \pm 0.005106 \text{ წმ}$$

$$T_{\text{რეზ, 2}} = 4 * 30 / [(841 \pm 30)*3] = 0.047635 \pm 0.001702 \text{ წმ}$$

საპროექტო შენობების სართულიანობა (ავტოსადგომის ჩათვლით) შეადგენს მაქსიმუმ 21 სართულს, ამიტომ დომინანტური რხევების პერიოდი 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

$$T_1 = (0.1 \div 0.125) \times 21 = 2.10000 \div 2.62500 \text{ წმ}$$

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

3.2 აქსელეროგრამების შერჩევა პაკეტისათვის და ნორმირება ერთეულ სიდიდეზე

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

International Strong Motion Databases

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

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

კვლევების შედეგად მონაცემთა ბაზებიდან მოძიებულ იქნა ოცდაერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.

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

ავღნიშნავთ მხოლოდ აქსელეროგრამების ნორმირების პროცესს: სამკომპონენტიანი აქსელეროგრამების X და Y მდგენელების კვადრატები ჯამდება და მიღებული შედეგიდან ამოიღება კვადრატული ფესვი ($SQRT(X^2+Y^2)$). მიღებული შედეგებიდან იძებნება მაქსიმალური მნიშვნელობა და ამ სიდიდეზე იყოფა თითოეული ჩანაწერი (X, Y, Z მდგენელები). გამოთვლები ჩატარდა ლიცენზირებული პროგრამების SeismoSignal 2021-ის, SeismoSpect 2021-ის და PRISM გამოყენებით.

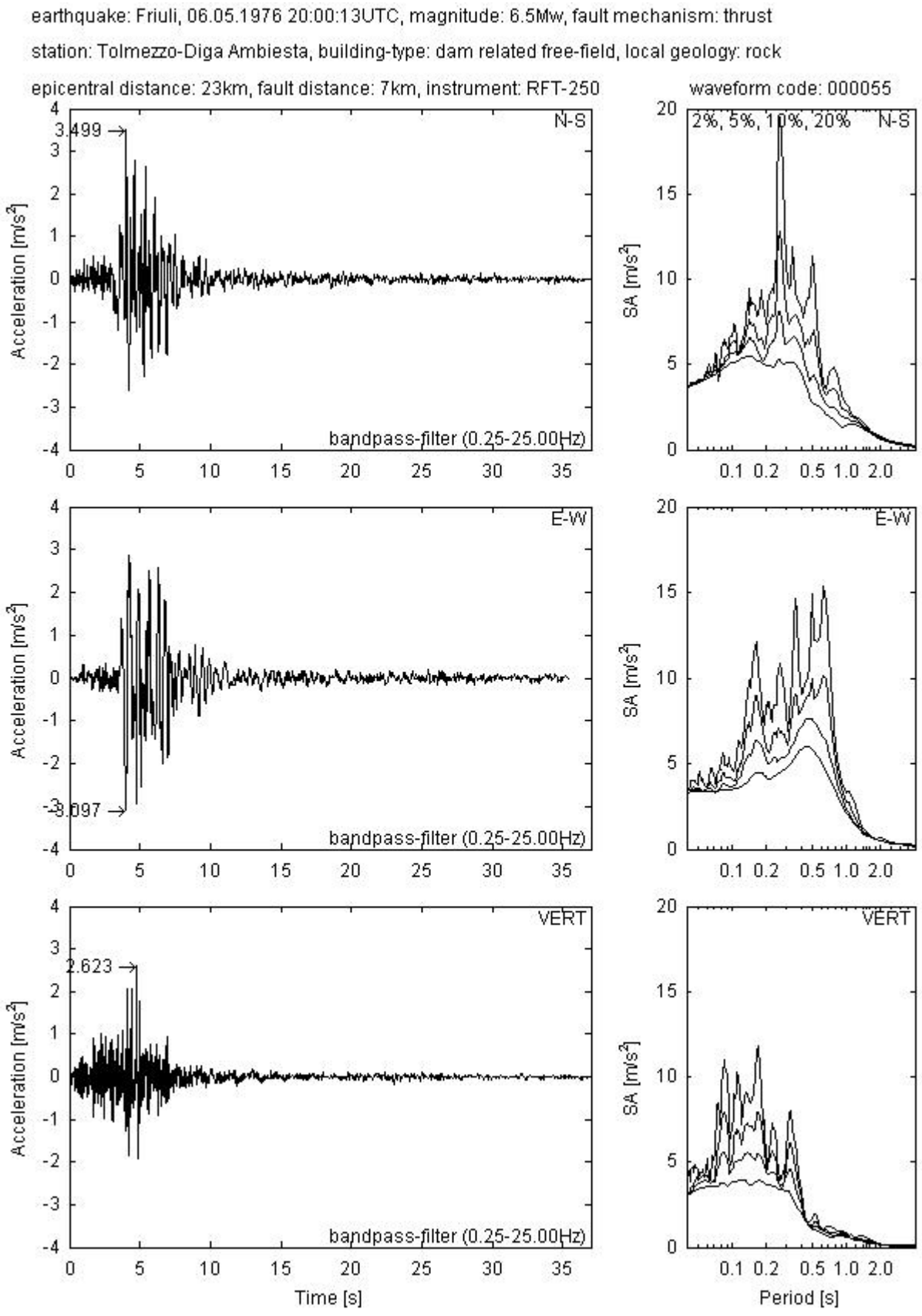
მშენებარე მრავალსართულიანი შენობებისათვის, ტერიტორიის საინჟინრო-სეისმოლოგიური პარამეტრებისა და შენობის დინამიკური მახასიათებლების გათვალისწინებით, საბოლოოდ შერჩეულ იქნა შემდეგი აქსელეროგრამები:

- 1976 წლის 6 მაისის „Friuli“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
- 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
- 1980 წლის 23 ნოემბრის „Campano Lucano“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
- 1999 წლის 17 აგვისტოს „Izmit“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
- 1995 წლის 13 მაისის „Kozani“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
- 2003 წლის 1 მაისის „Bingol“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
- 2002 წლის 25 აპრილის „Tbilisi“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.

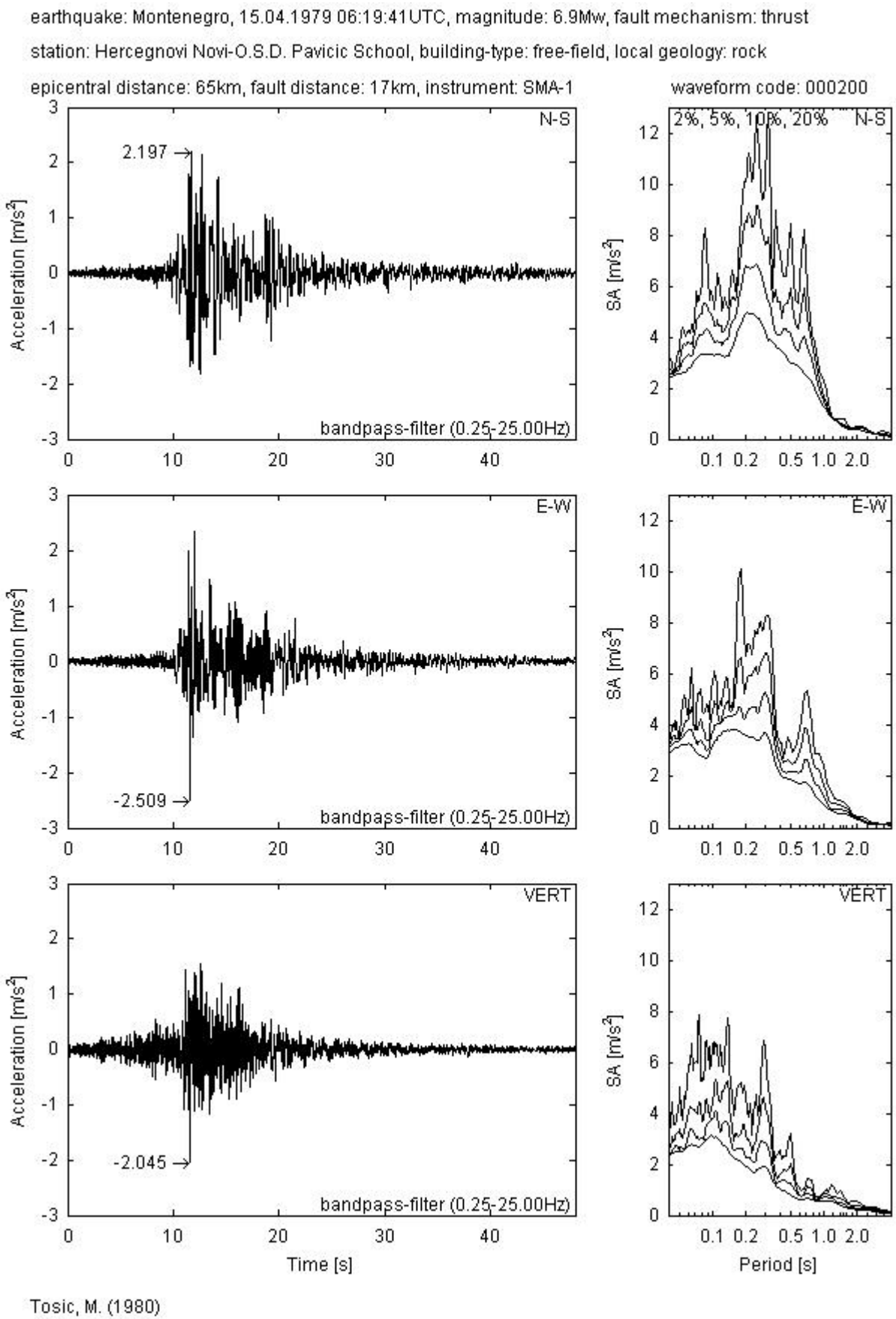
ქვევით ნახ. 3.4-3.10-ზე მოყვანილია მიწისძვრის ორიგინალი ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები, ნახ. 3.11-3.17-ზე კი შერჩეული აქსელეროგრამებისათვის გამოთვლილი ნორმირებული ჩანაწერები და ნორმირებული სპექტრები.

გაანგარიშების დროს, ნორმირებული აქსელეროგრამები უნდა გამრავლდეს საანგარიშო აჩქარების მნიშვნელობაზე - **0.121 g ≈ 1.185** მ/წმ^2 (დამატებითი კოეფიციენტების შერჩევა დამოკიდებულია ანალიზის ტიპზე).

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

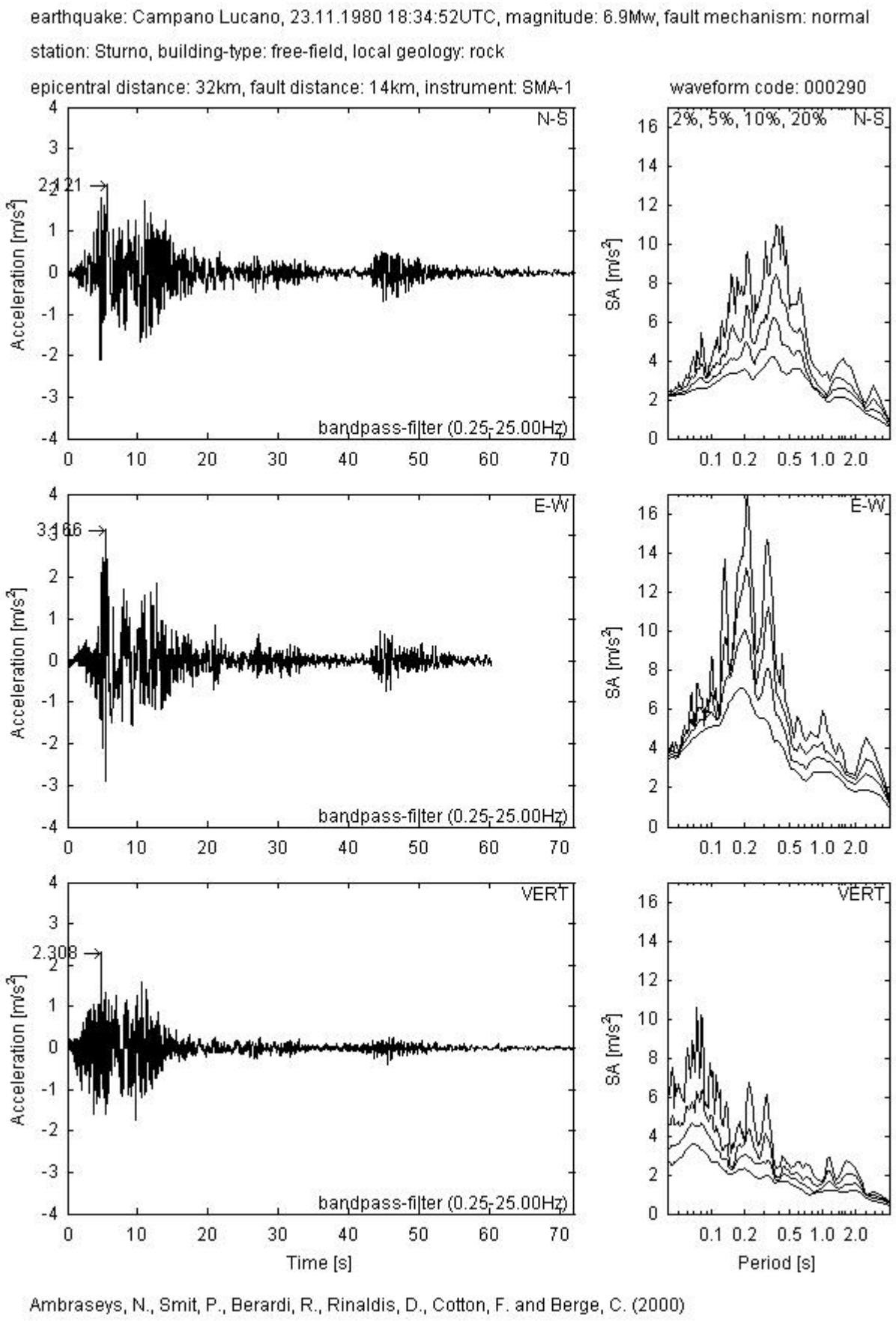


ნახ. 3.4. 1976 წლის 6 მაისის „Friuli“-ს მიწისძვრის ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.

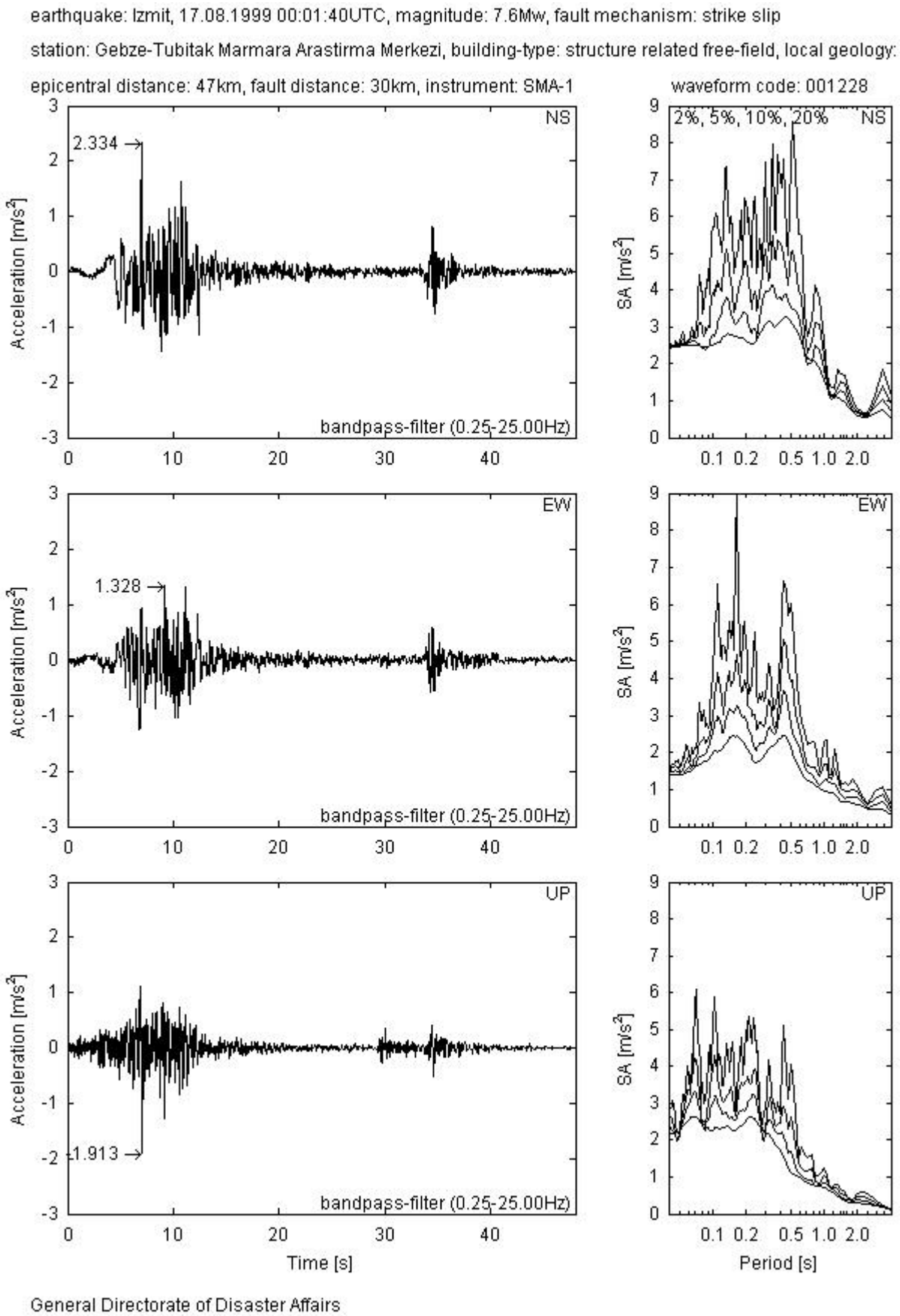


Tosic, M. (1980)

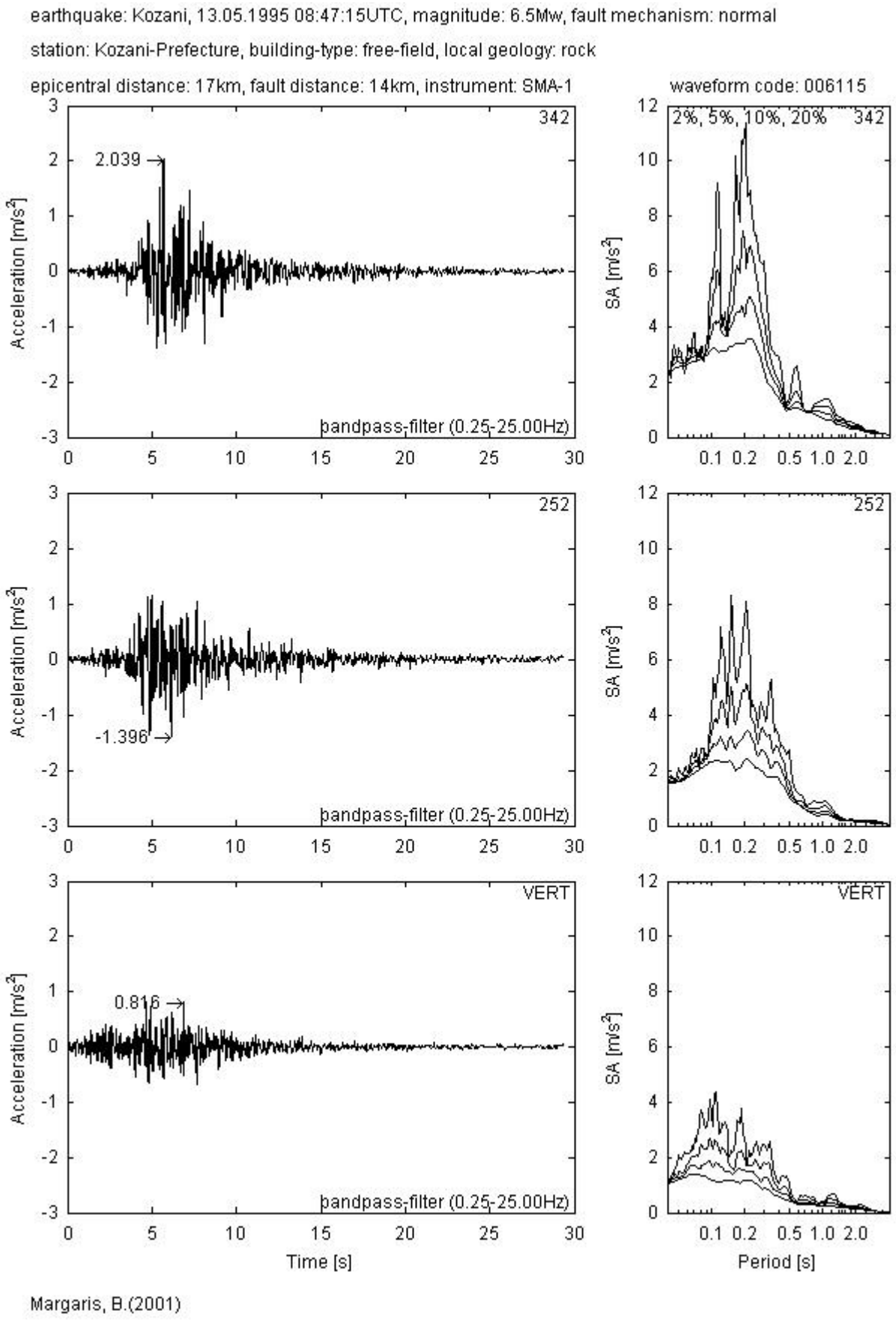
ნახ. 3.5. 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ს მიწისძვრის ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.



ნახ. 3.6. 1980 წლის 23 ნოემბრის „Campano Lucano“-ს მიწისძვრის ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.

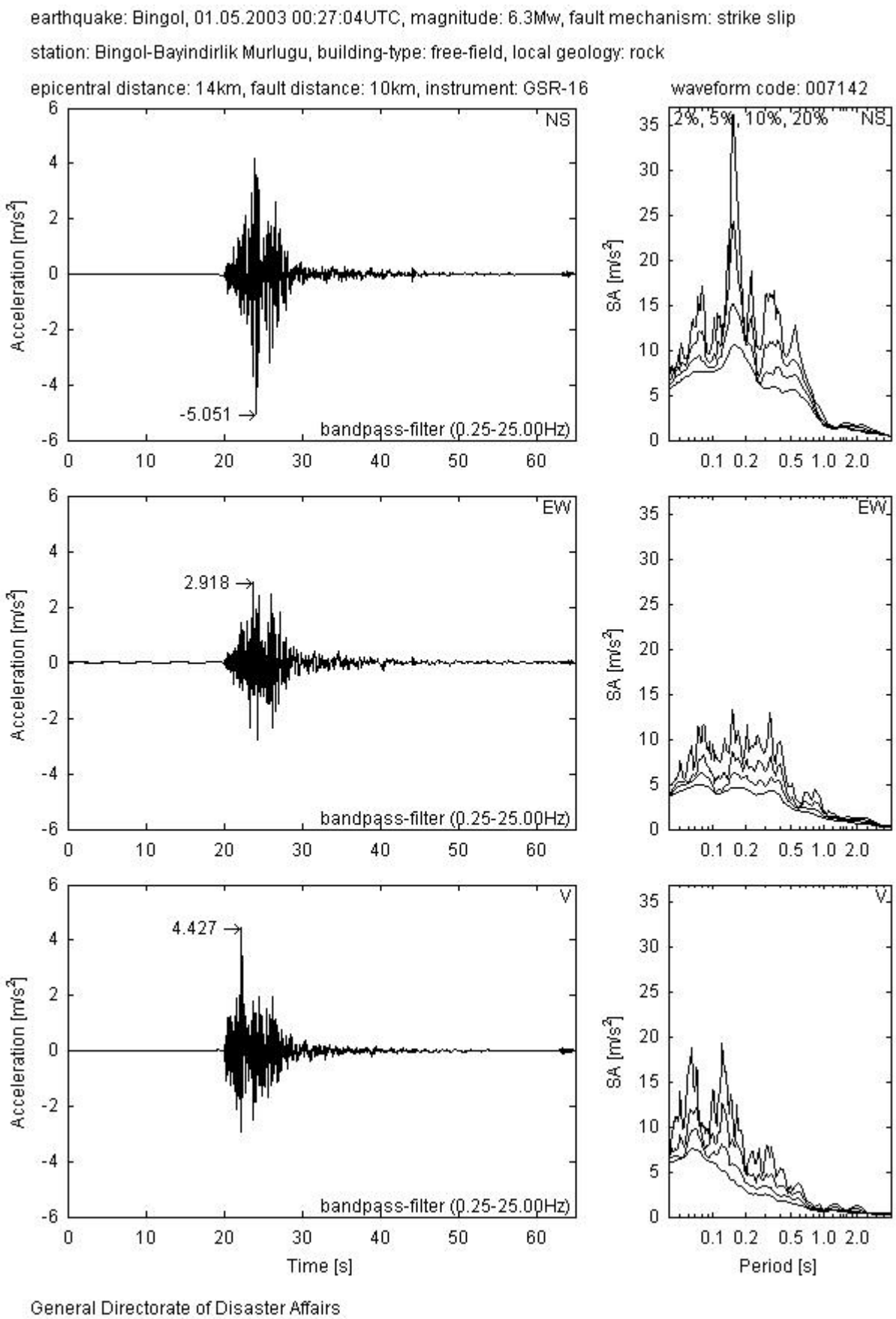


ნახ. 3.7. 1999 წლის 17 აგვისტოს „Izmit"-ის მიწისძვრის ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.



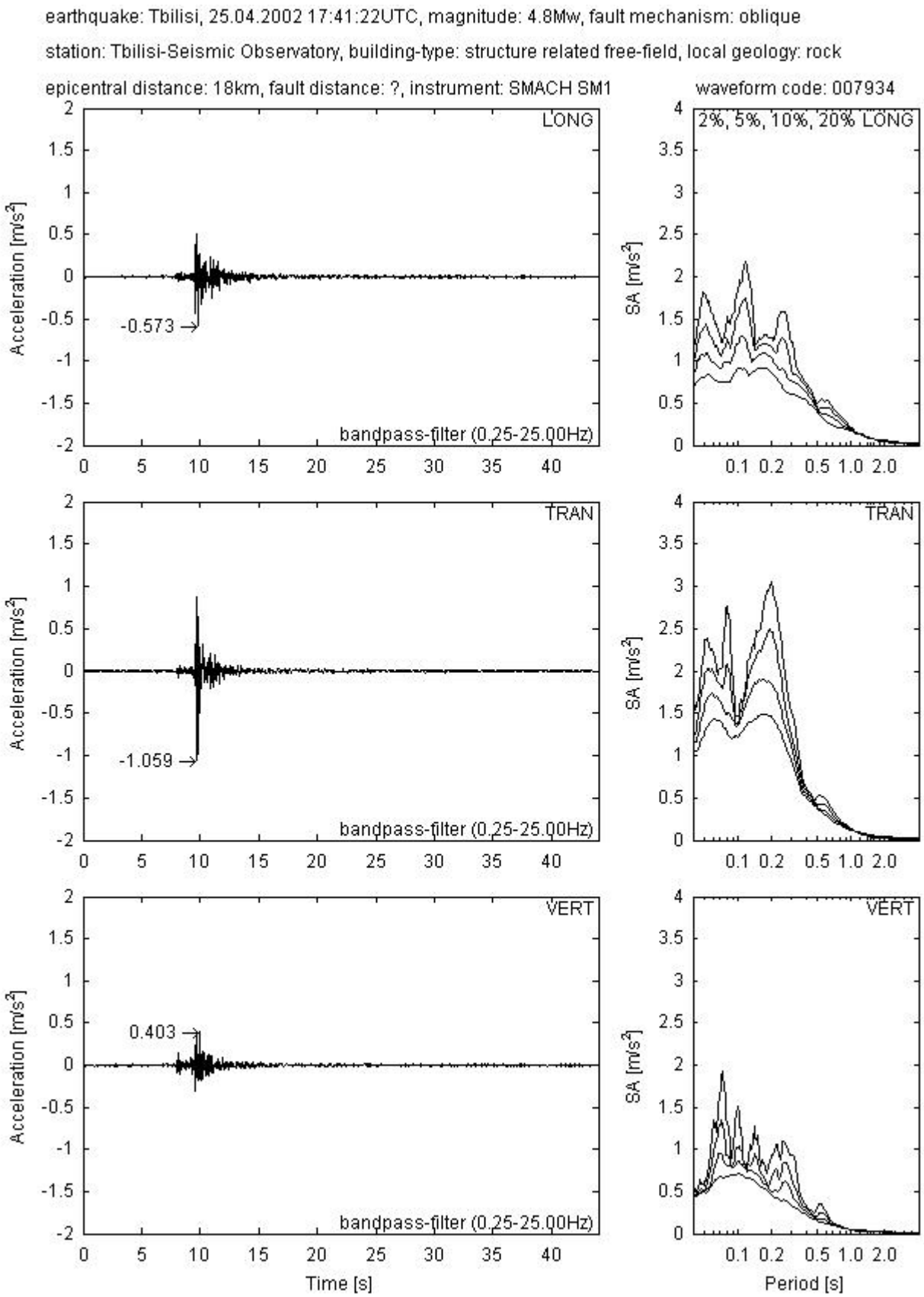
ნახ. 3.8. 1995 წლის 13 მაისის „Kozani“-ს მიწისძვრის

ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.



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

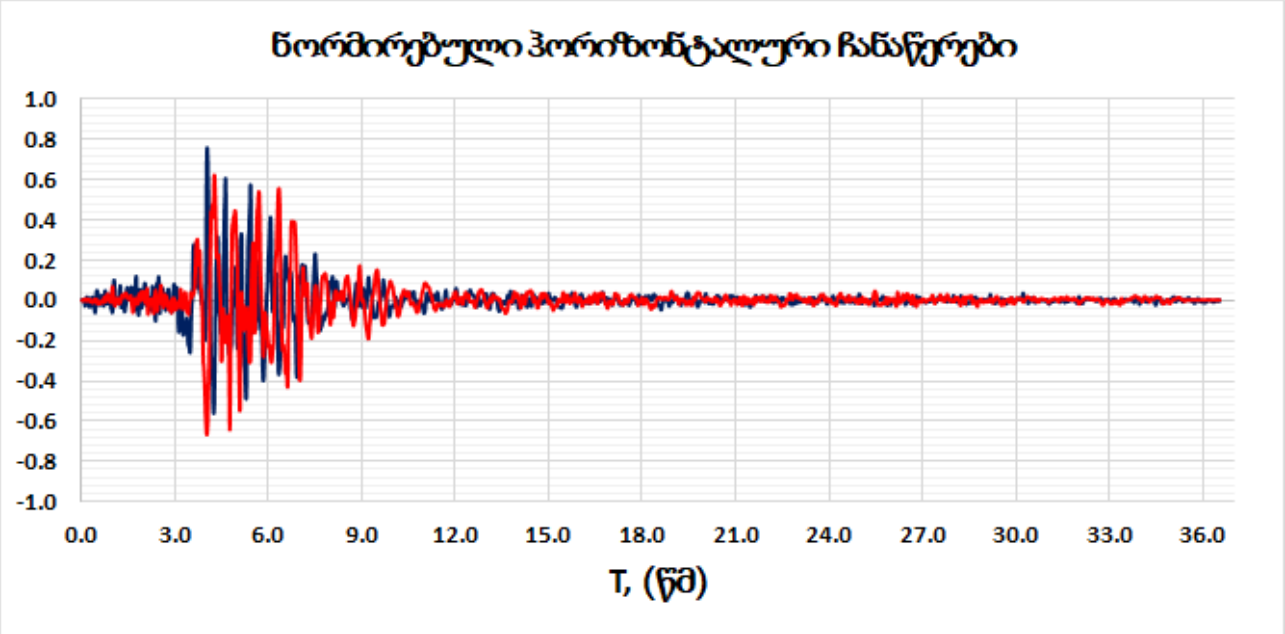
ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.



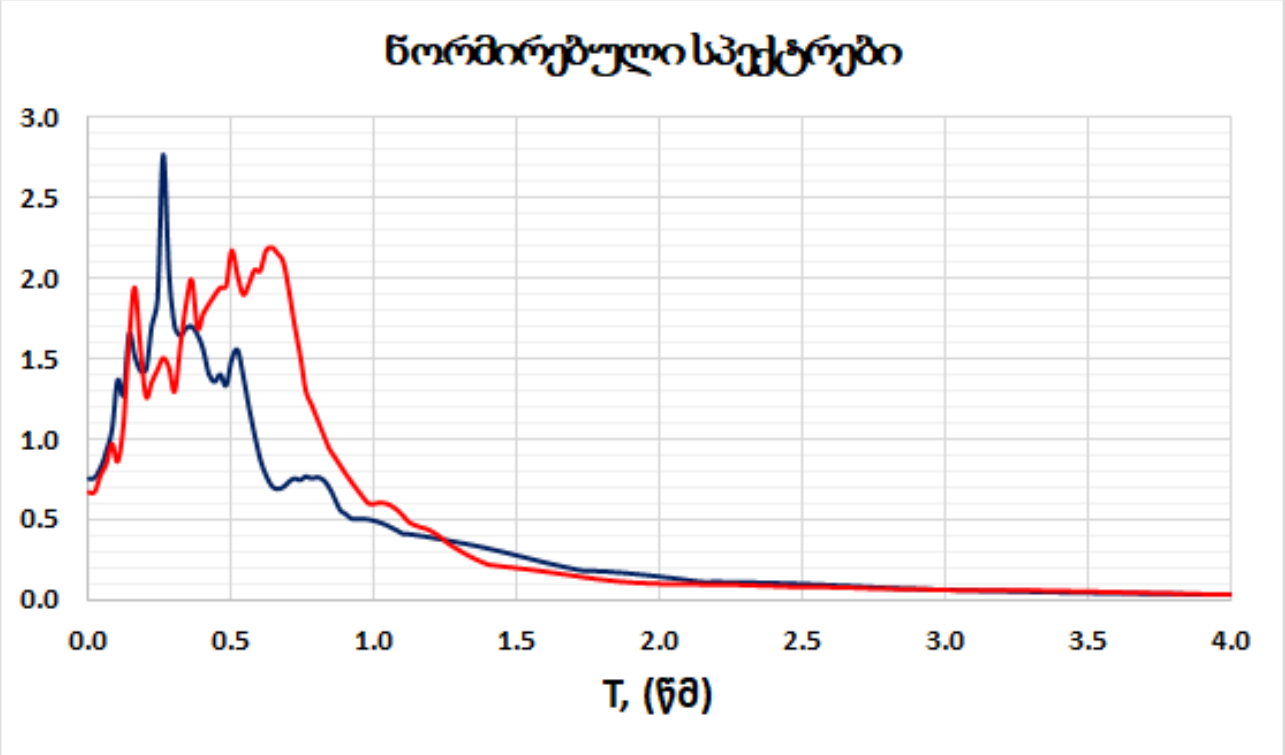
ნახ. 3.10. 2002 წლის 25 აპრილის „Tbilisi“-ს მიწისძვრის

ჩანაწერები და შესაბამისი სპექტრები.

ა)



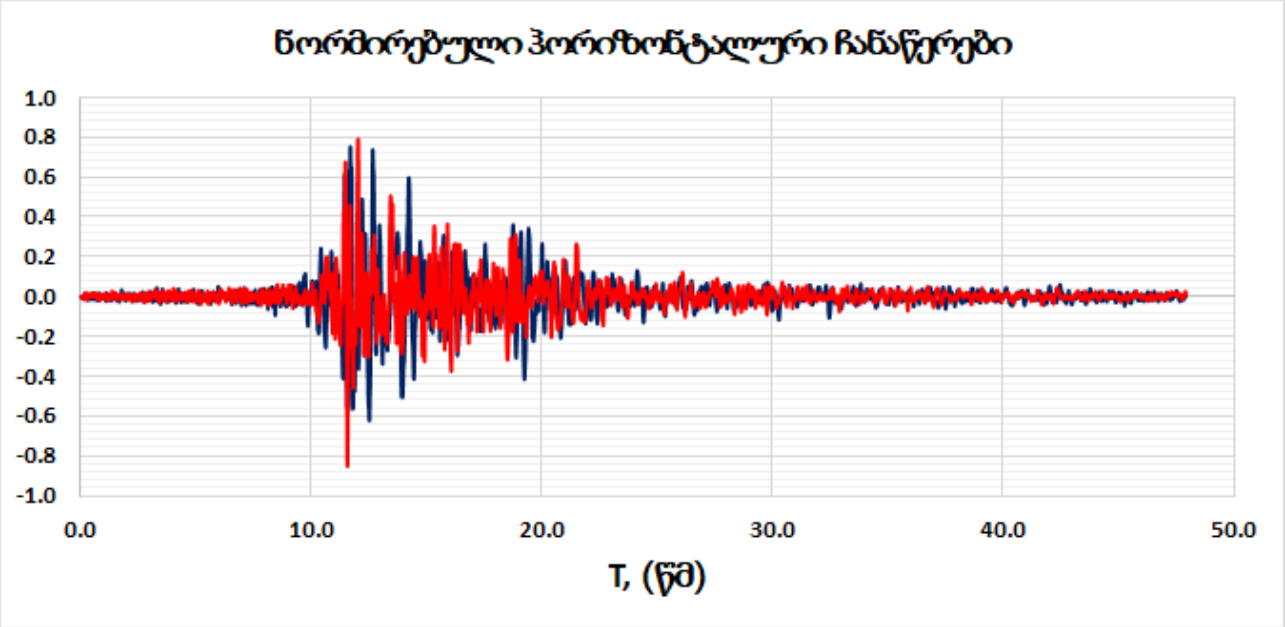
ბ)



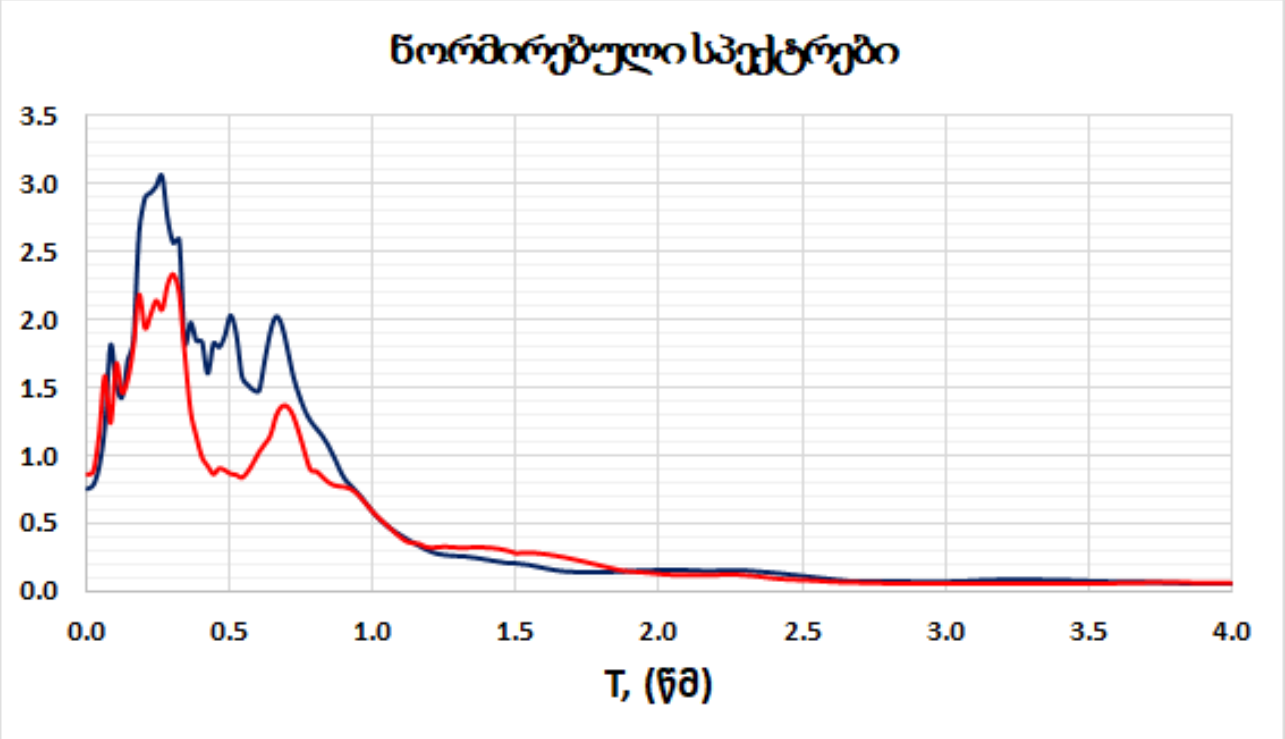
ნახ. 3.11. 1976 წლის 6 მაისის „Friuli“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)

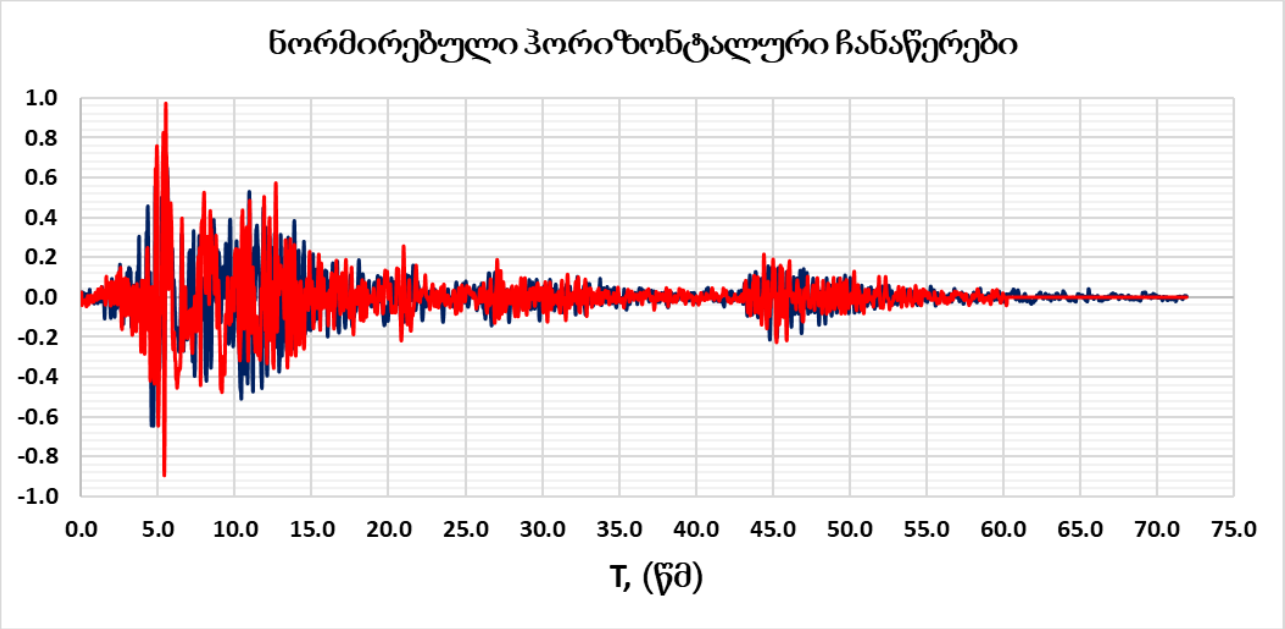


ბ)

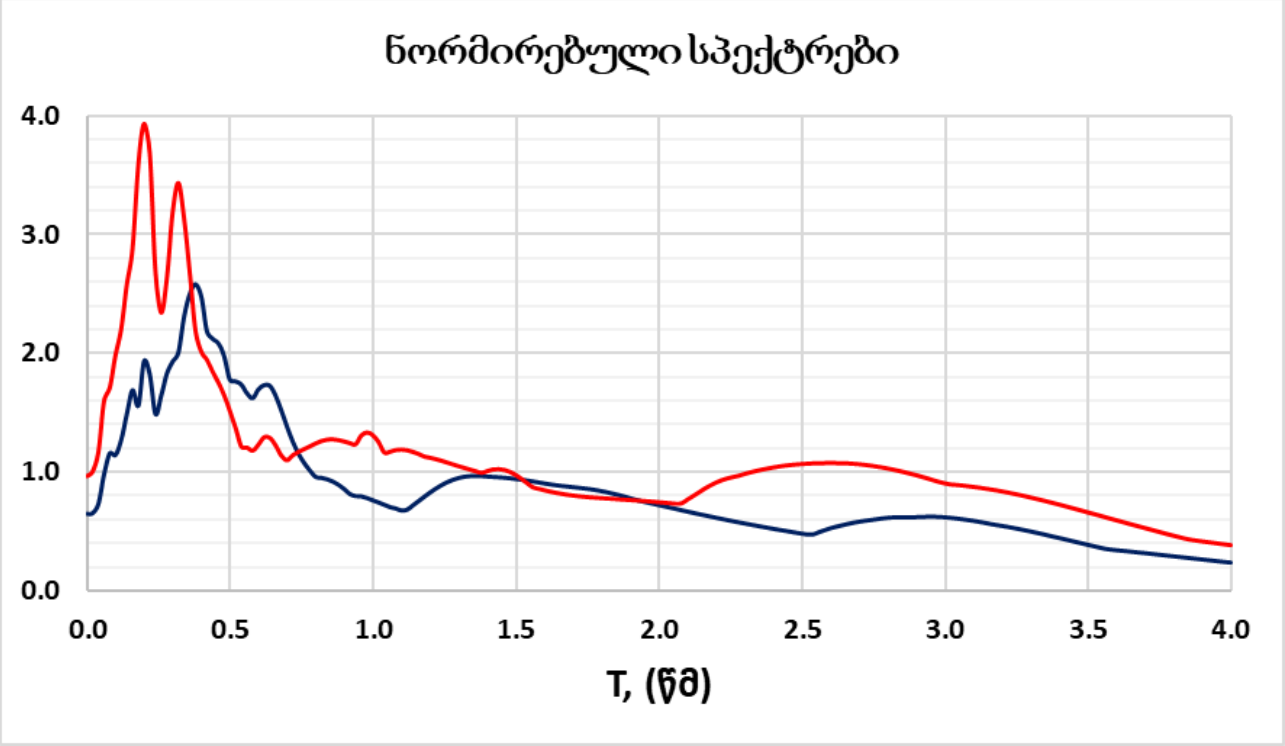


ნახ. 3.12. 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:
ა) ნორმირებული ჩანაწერები (X, Y); ბ) ნორმირებული სპექტრები (X, Y).

ა)



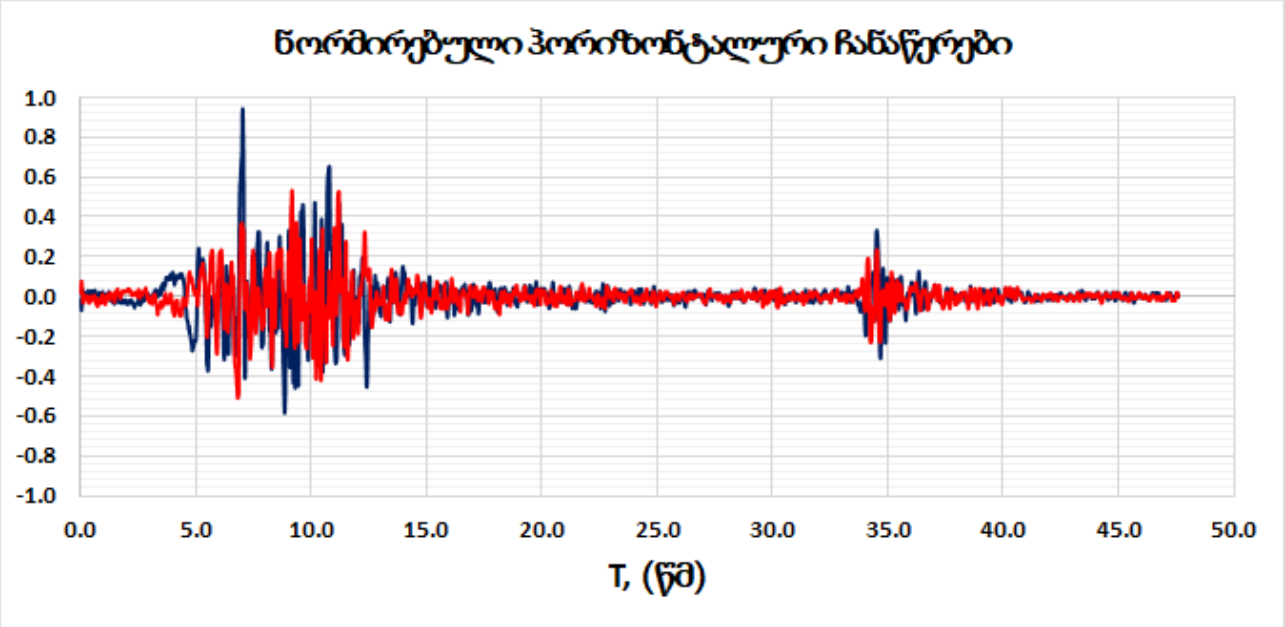
ბ)



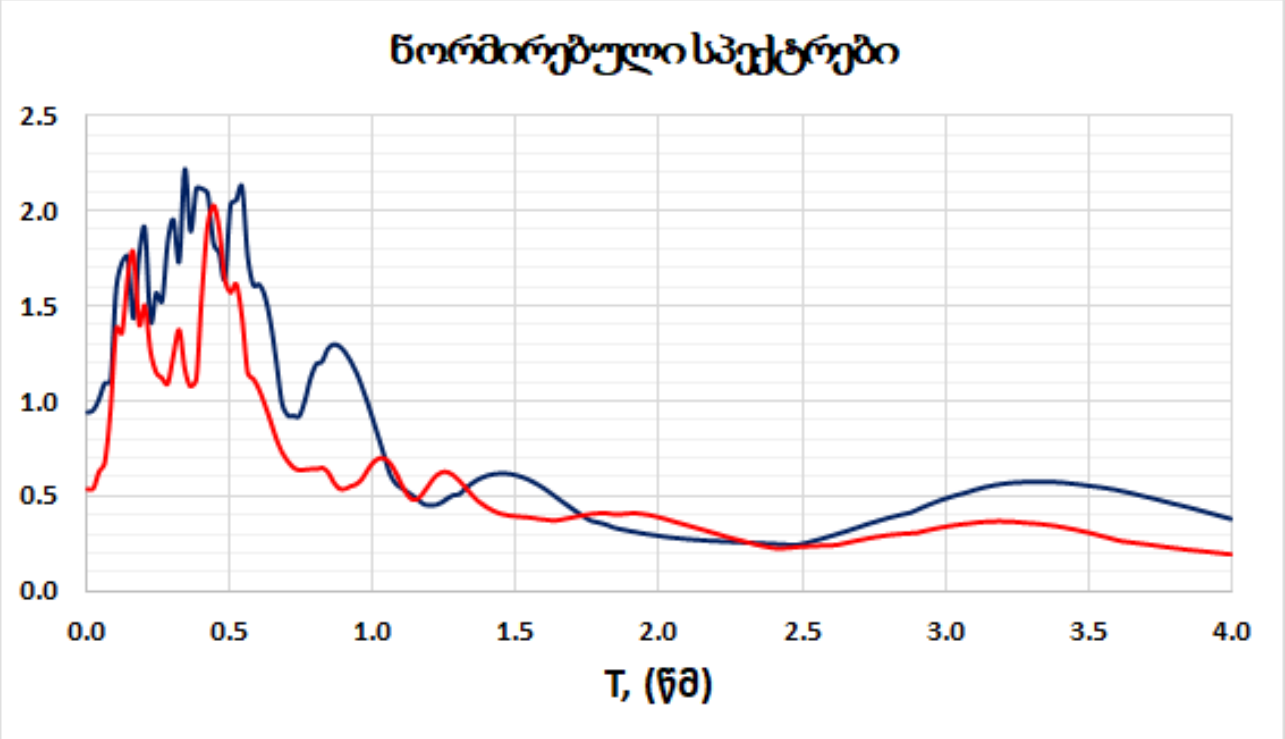
ნახ. 3.13. 1980 წლის 23 ნოემბრის „Campano Lucano“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



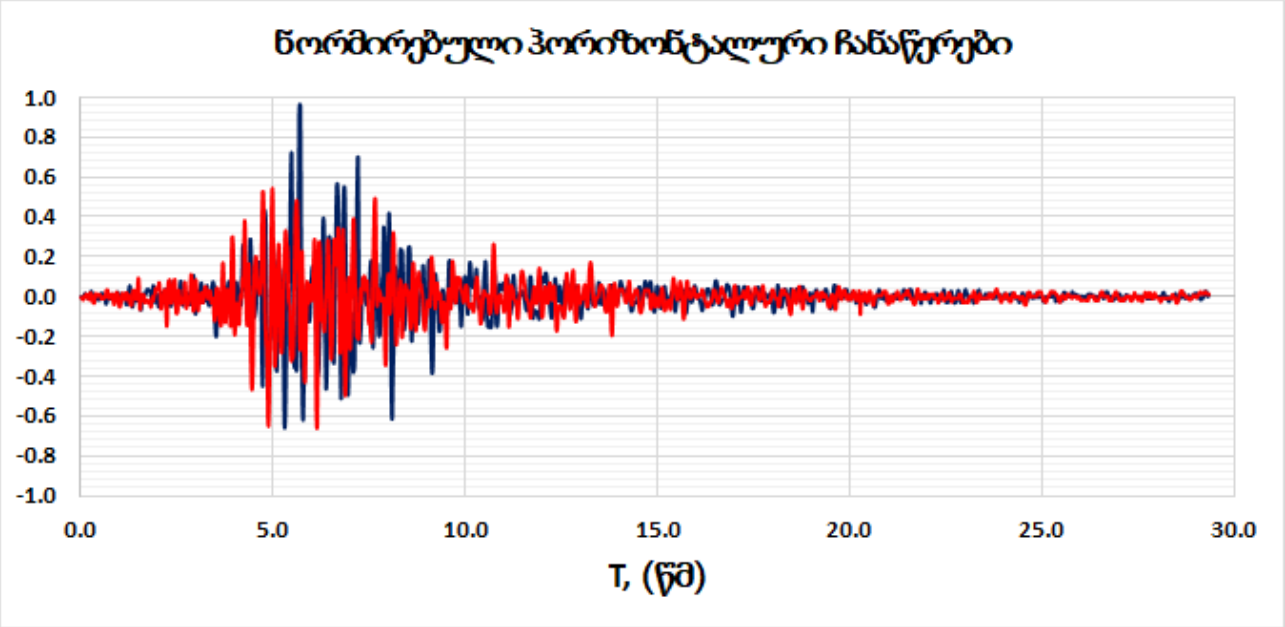
ბ)



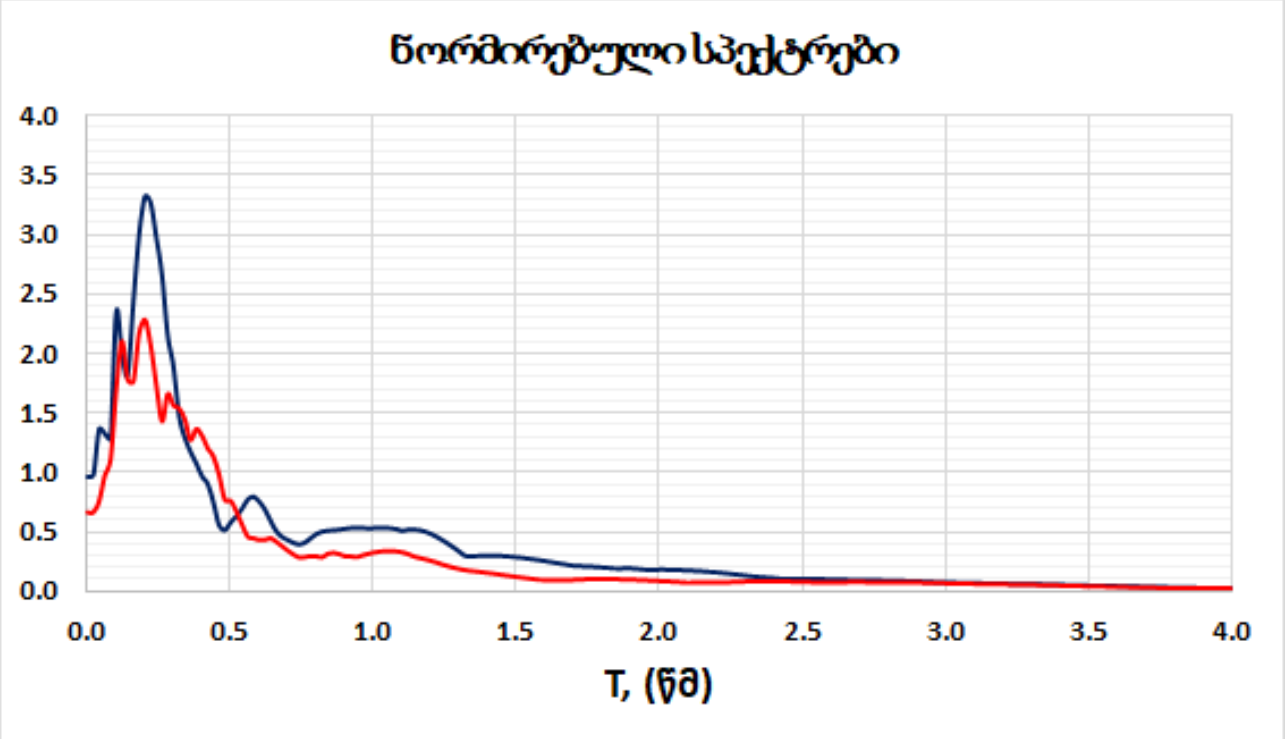
ნახ. 3.14. 1999 წლის 17 აგვისტოს „Izmit“-ის მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



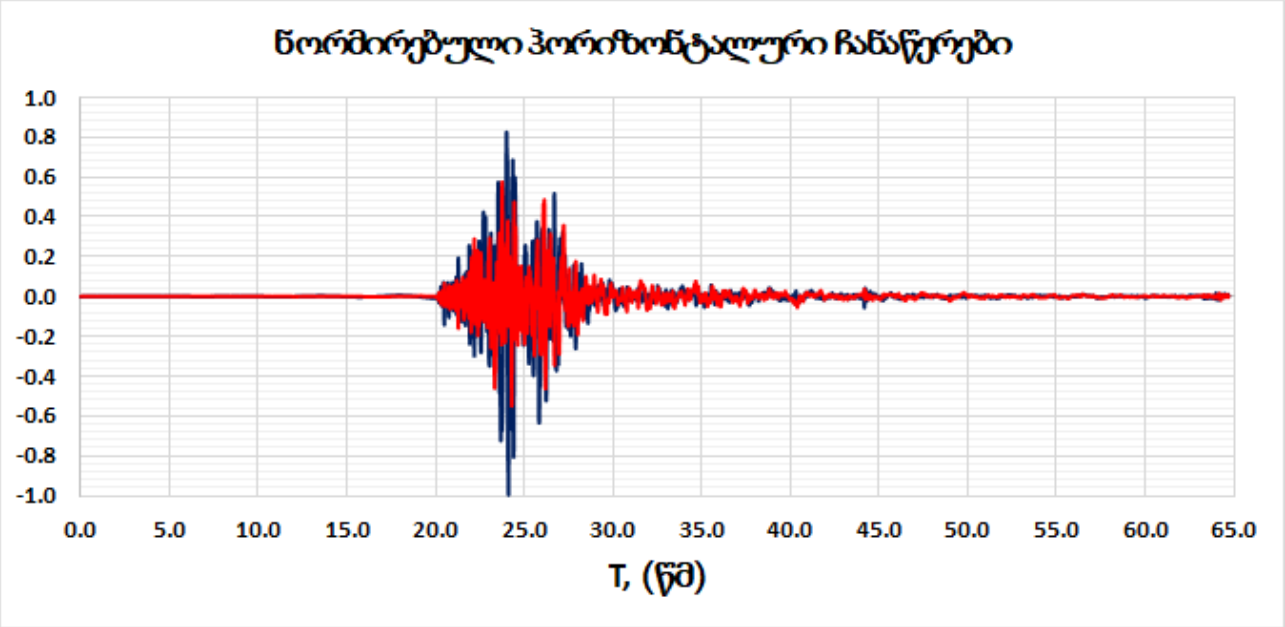
ბ)



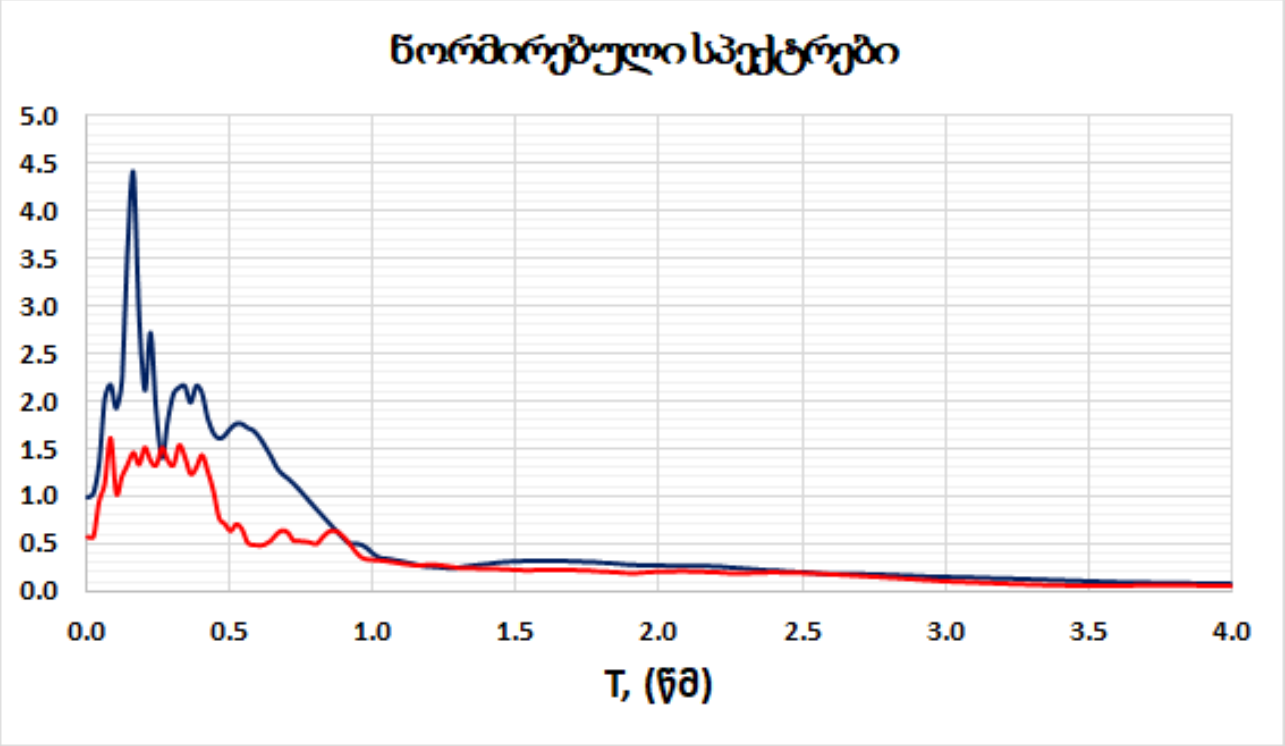
ნახ. 3.15. 1995 წლის 13 მაისის „Kozani“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



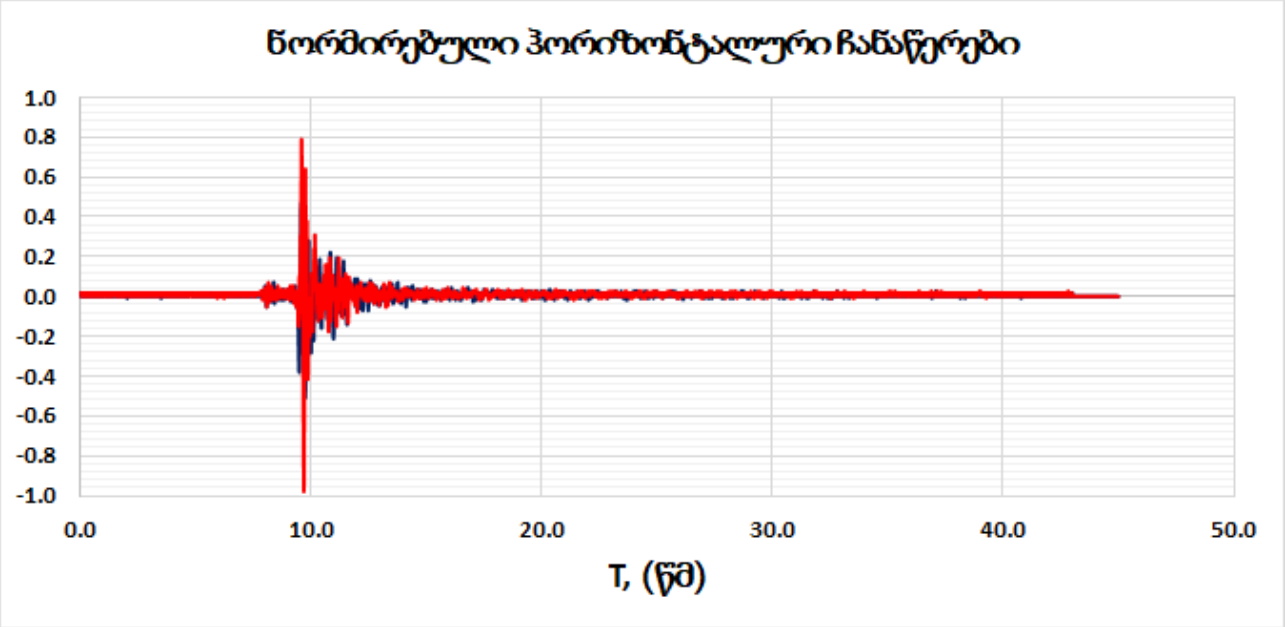
ბ)



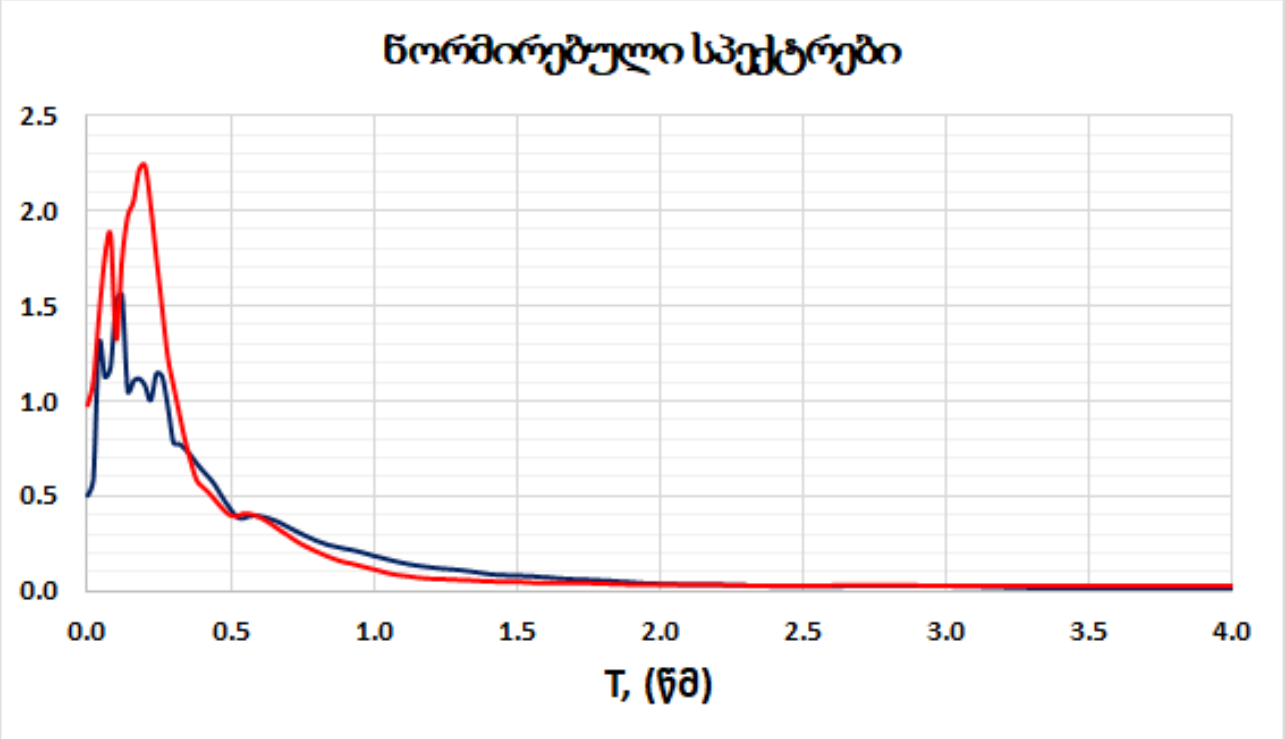
ნახ. 3.16. 2003 წლის 1 მაისის „Bingol“-ის მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

ა)



ბ)



ნახ. 3.17. 2002 წლის 25 აპრილის „Tbilisi“-ს მიწისძვრის ჩანაწერის:

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

4. დრეკადი და საანგარიშო სპექტრების აგება

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

აქსელეროგრამების 5%-იანი რეაქციის სპექტრების კრებული წარმოდგენილია ნახაზ 4.1-ზე. იმავე ნახაზზე შედარების მიზნით მოყვანილია აგრეთვე უკრაინული ДБН В.2.2-24:2009 [4.1], 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 მრუდი სრულად მოიცავს საანგარიშო აქსელეროგრამებს და კარგად შეესაბამება მეზობელი ქვეყნების მაღლივი შენობების სეისმომედეგი დაპროექტების მოთხოვნებს.

ნორმირებული აქსელეროგრამების მომვლები გრაფიკის თეორიული აღწერა მოყვანილია ქვევით:

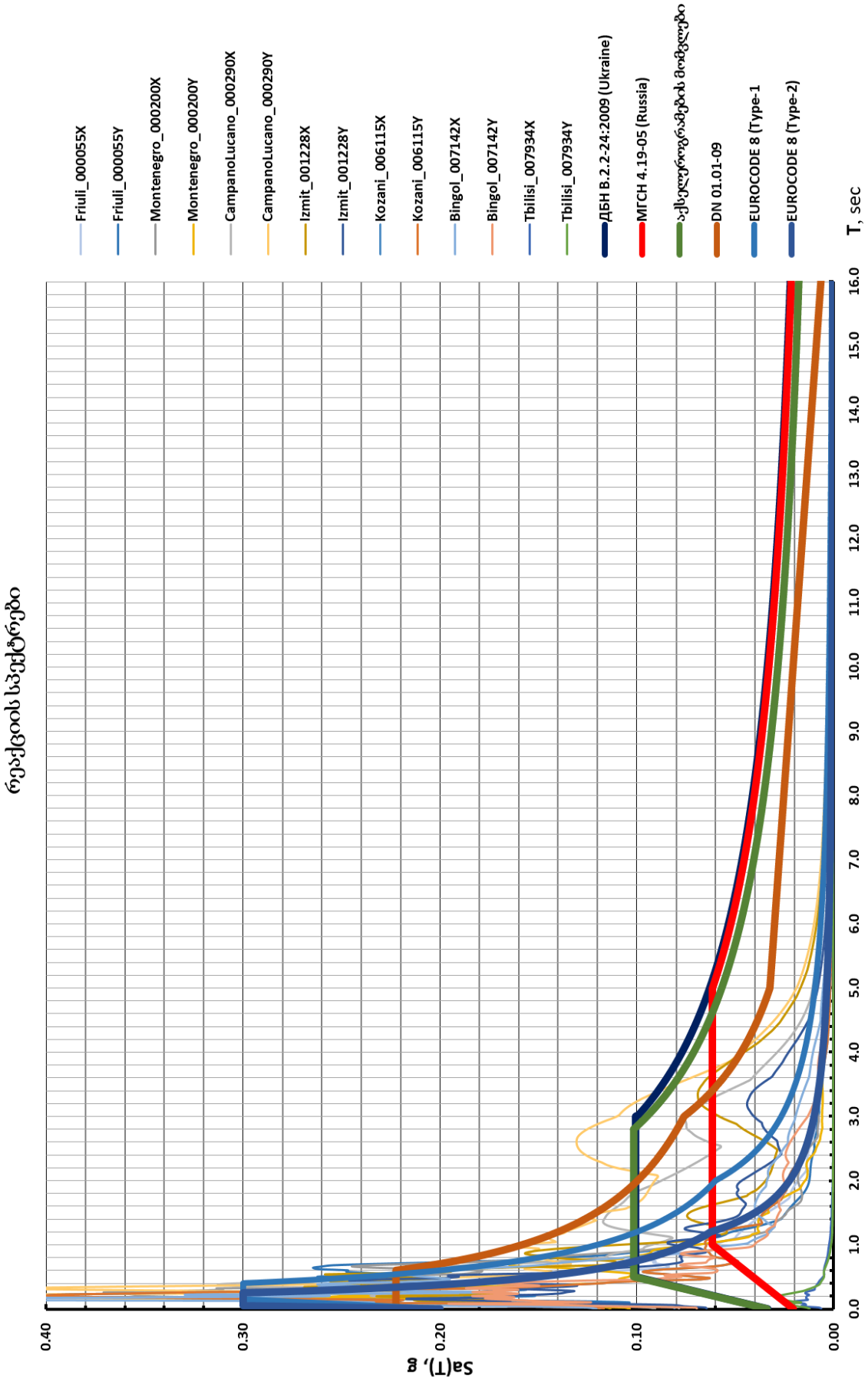
0.0 წმ ≤T_i≤ 0.5 წმ	S_a= 0.280 + 1.120 * T_i ,	
0.5 წმ ≤ T_i≤ 2.8 წმ	S_a= 0.840,	(4.1)
2.8 წმ ≤ T_i	S_a= 2.352 / T_i	

საანგარიშო რეაქციის სპექტრის მისაღებად (4.1) ფორმულაში მოყვანილი სიდიდეები უნდა გამრავლდეს 0.121 g-ზე (1.185 მ/წმ^2) ე.ი.

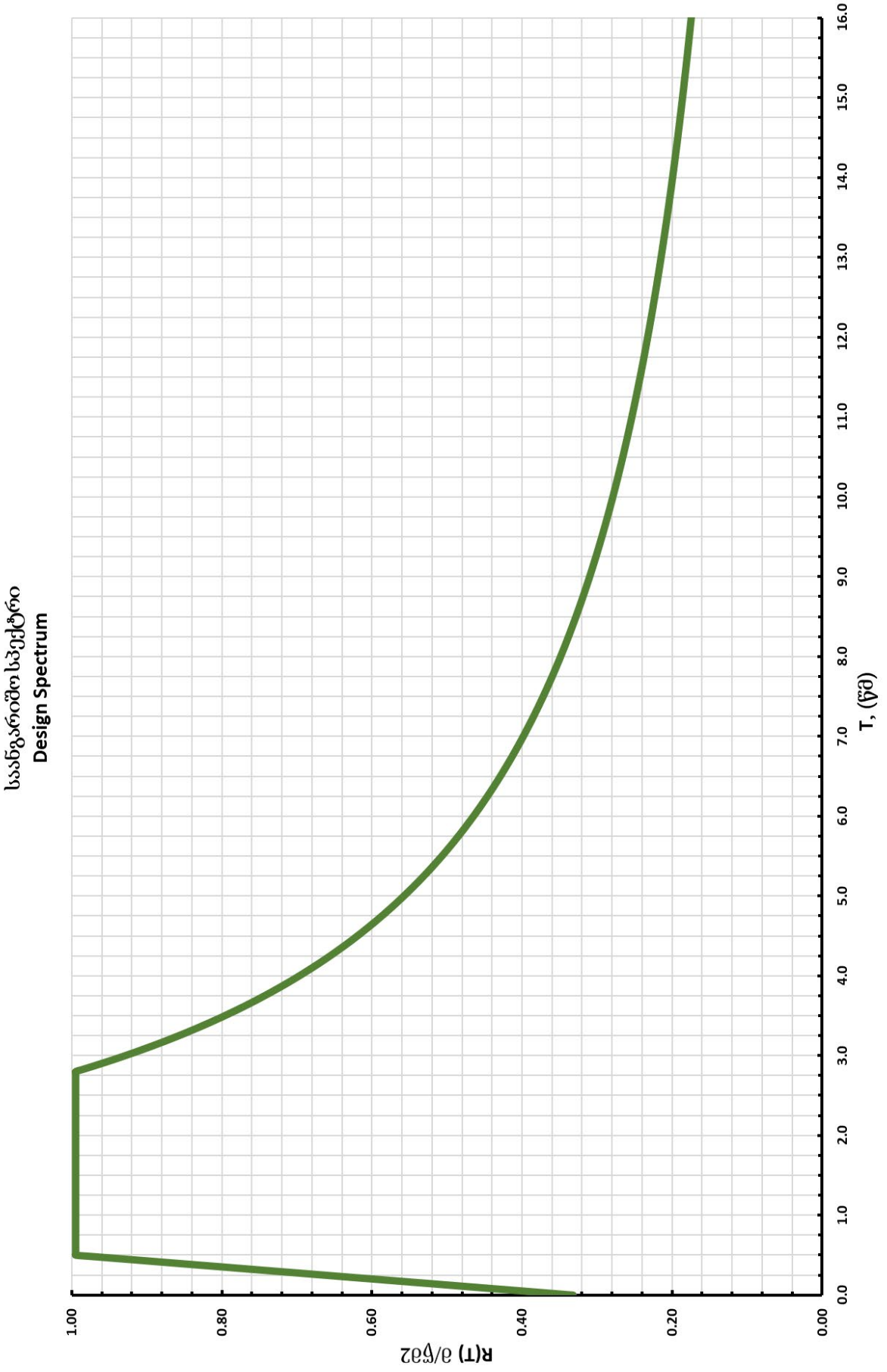
საანგარიშო რეაქციის სპექტრი გამოითვლება ფორმულით:

0.0 ≤T_i≤ 0.5 წმ	S_a= 0.331800 + 1.327200 * T_i	მ/წმ^2	
0.5 ≤ T_i≤ 2.8 წმ	S_a= 0.995400	მ/წმ^2	(4.2)
2.8 წმ ≤ T_i	S_a= 2.787120 / T_i	მ/წმ^2	

ხოლო, შესაბამისი მრუდი მოყვანილია ნახ. 4.1-4.2-ზე (შესაბამისად g-ს ერთეულებში და მ/წმ^2-ში). საანგარიშო სპექტრის ვერტიკალური მდგენელი მიიღება ჰორიზონტალურის გამრავლებით 0.7 კოეფიციენტზე.



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



ნახ.4.2. საანგარიშო ჰორიზონტალური რეაქციის სპექტრი.

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

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

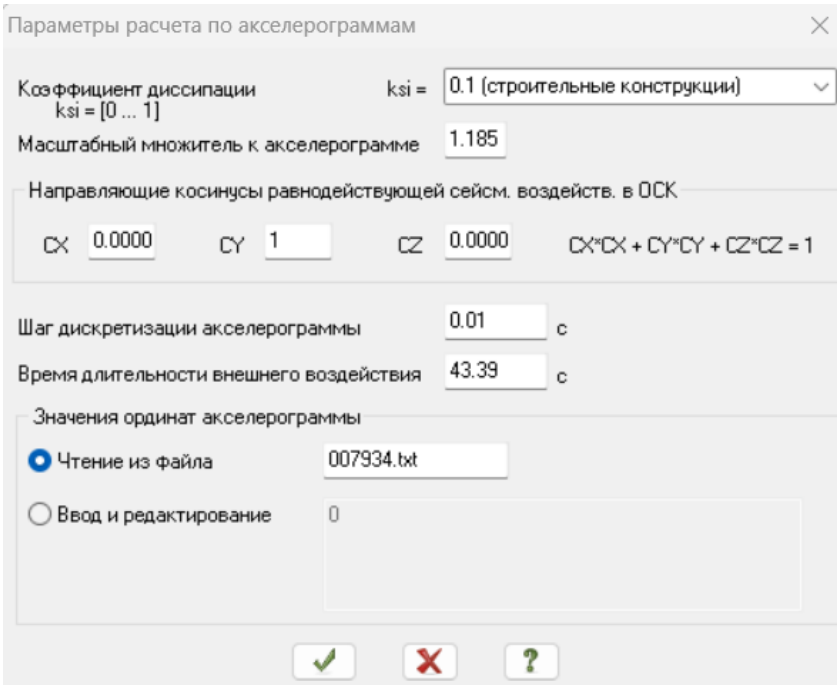
აქსელეროგრამების პროგრამაში შესატანად ვსარგებლობთ დატვირთვების მენიუში, დინამიკური დატვირთვების ცხრილში #27 ან #29 ბლოკებით (ნახ. 5.1 ა, ბ). მაშტაბირების კოეფიციენტი აიღება - 0.121 g ≈ 1.185 მ/წმ^2 (დამატებითი კოეფიციენტე-ბის შერჩევა დამოკიდებულია ანალიზის ტიპზე)..

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: Friuli # 000055 – 36.53 წმ; Montenegro # 000200 – 47.93 წმ; Campano Lucano # 000290 – 71.93 წმ; Izmit # 001228 – 47.61 წმ; Kozani # 006115 – 29.37 წმ; Bingol # 007142 – 64.71 წმ;Tbilisi #007934 – 43.39 წმ.

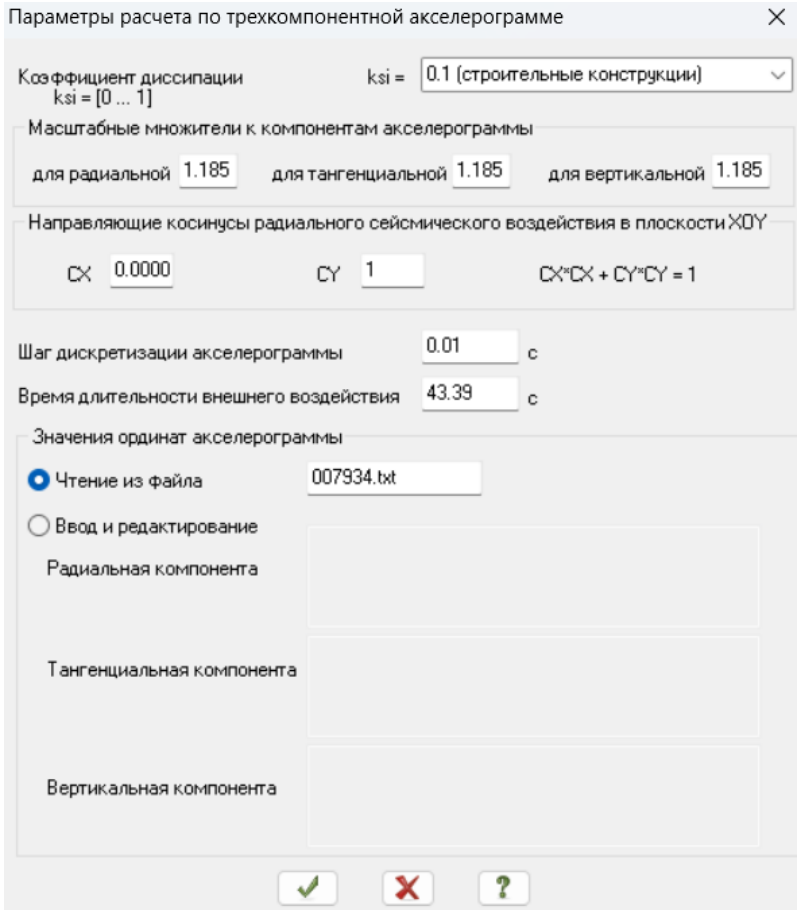
აქსელეროგრამების ატვირთვა უნდა მოხდეს შესაბამისი სახელწოდების ფაილების მიხედვით, რომლებიც უნდა განთავსდეს შესაბამის (მაგ. C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2013\Data) დირექტორიაში და ფაილის ტიპი უნდა იყოს txt ფორმატში.

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.

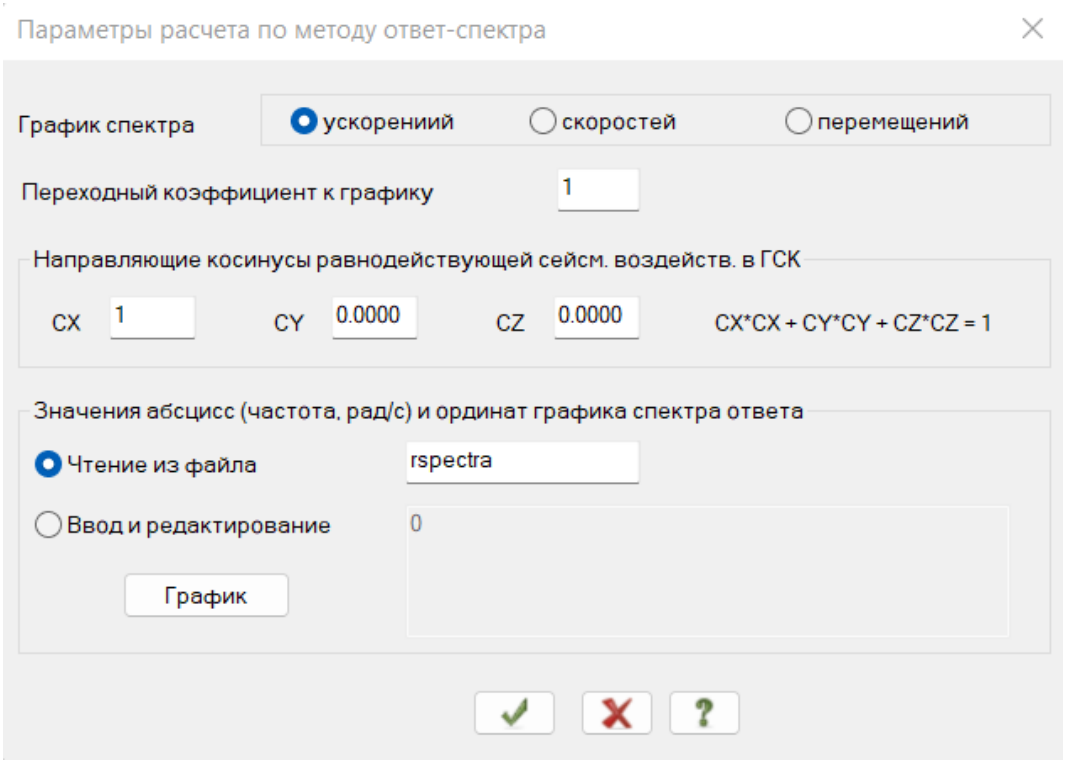
ა)



ბ)



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



ნახ. 5.2. საანგარიშო რეაქციის სპექტრით გაანგარიშებისათვის პროგრამა LIRA SAPR 2013-ში შესატანი კომპონენტები.

დასკვნები და რეკომენდაციები

- ექსპერიმენტული კვლევებით მიღებულია ფუძე-გრუნტების სეისმური პროფილები და ძირითადი სიჩქარული მახასიათებლები, რომლებიც მოყვანილია სურ. 1.2-1.3-ზე და ცხრილ 1.2-1.4-ში.
- აკუსტიკური სიხისტეების მეთოდით სამშენებლო ტერიტორიაზე ანგარიშით მიღებული ბალიანობის ნაზრდმა შეადგინა: ეტალონური ბალიანობა 7-ისათვის $\Delta I = 0.421561 \pm 0.042101$ (+ 0 ბალი), ხოლო ეტალონური ბალიანობა 8-ისათვის $\Delta I = -0.548493 \pm 0.042101$ (- 1 ბალი), ესეიგი დაზუსტებული ბალიანობის მნიშვნელობა და შესაბამისად საანგარიშო სეისმურობა მოცემული სამშენებლო მოედნისათვის შეადგენს **I = 7** ბალს.
- საანგარიშო ჰორიზონტალური აჩქარების დაზუსტებული მნიშვნელობა შეადგენს 0.121 g -ს (1.185 მ/წმ^2).
- აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევისას მოძიებულ იქნა შვიდი აქსელეროგრამა:
  1976 წლის 6 მაისის „Friuli“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
  1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
  1980 წლის 23 ნოემბრის „CampanoLucano“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
  1999 წლის 17 აგვისტოს „Izmit“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
  1995 წლის 13 მაისის „Kozani“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
  2003 წლის 1 მაისის „Bingol“-ის მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი;
  2002 წლის 25 აპრილის „Tbilisi“-ს მიწისძვრის სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.
- ყველა ორიგინალი აქსელეროგრამა ნორმირებულია და საანგარიშო სპექტრალურ მრუდთან ერთად ციფრული სახით წამოდგენილია CD დისკზე.
- შენობის გაანგარიშების დროს, ნორმირებული აქსელეროგრამები უნდა გამრავლდეს საანგარიშო აჩქარების მნიშვნელობაზე, რომელიც შეადგენს 0.121g ≈1.185 მ/წმ^2 (დამატებითი კოეფიციენტების შერჩევა დამოკიდებულია ანალიზის ტიპზე).
- საანგარიშო ჰორიზონტალური რეაქციის სპექტრი წარმოდგენილია ნახ. 4.2-ზე და გამოითვლება 4.2. ფორმულით, ხოლო სპექტრის ვერტიკალური მდგენელი მიიღება ჰორიზონტალური სპექტრის გამრავლებით 0.7 კოეფიციენტზე.
- შენობების გაანგარიშების დროს, რეაქციის სპექტრის 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. „გეოინჟკომპლექსი“-ს მიერ 2021 წლის აპრილ-მაისში ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური კვლევები: „ქ.თბილისი, ვახუშტი ბაგრატიონის ქ.#1-ში (ს/კ 01.13.07.002.035, 01.13.07.002.036, 01.13.07.002.031) მრავალფუნქციური საცხოვრებელი კომპლექსის მშენებლობისთვის გამოყოფილ ტერიტორიაზე ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური კვლევის შედეგები“, თბილისი 2021 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 Სნ 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.