

მაღლივი შენობების
სეისმომდეგობის
ზოგიერთი საკითხი

სეისმომედევობა

სეისმომედევობის თეორია

- ნაგებობათა დინამიკა
- სპექტრალური ანალიზი
- აქსელეროგრამების
ანალიზი
- რეაქციის სპექტრები
- სხვა საკითხები

საინჟინრო სეისმოლოგია

- სეისმური საშიშროება
- სეისმური საშიშროების
სპექტრები
- სეისმური მიკროდარაიონება
- ნაგებობათა მოდალური
ანალიზი
- რეაქციის სპექტრები
- სხვა საკითხები

პროექტირების და მშენებლობის ნორმები

- 35 01.01-09 (საქართველო)
- МГСН 4.19-05 (რუსეთი)
- ДБН В.2.2-24:2009 (უკრაინა)
- EN 1998. Eurocode 8
(ევროკოდი 8)
- IBC 2006 (საერთაშორისო)
- ASCE/SEI 7-16 (ამერიკული)
- TBI 2017 (ამერიკული)

პროექტირების და მშენებლობის ნორმები

ჰН 01.01-09 (საქართველო)

(სსმ III, 21.10.2009 N 128 მუხ.1477)

რეესტრირებული
საქართველოს იუსტიციის
სამინისტროში
რეესტრაციის ნომერი
330.010.040.22.024.013.647

საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის
ბრძანება N 1-1/2284
2009 წლის 7 ოქტომბერი ქ. თბილისი

სამშენებლო ნორმების და წესების „სეისმოშედეგი
მშენებლობა“ (ჰН 01.01-09) – დამტკიცების შესახებ

საქართველოს კანონის „სამშენებლო საქმიანობის შესახებ“ მე-6 მუხლის მე-4 პუნქტისა და მე-8 მუხლის მე-2 პუნქტის, „საქართველოს ეკონომიკური განვითარების სამინისტროს დებულების დამტკიცების შესახებ“ საქართველოს მთავრობის 2004 წლის 10 სექტემბრის N77 დადგენილებით დამტკიცებული დებულების მე-8 მუხლის მე-3 პუნქტის „რ“ ქვეპუნქტის თანახმად, გვრძნობ:

1. დამტკიცდეს თანდართული „სამშენებლო ნორმები და წესები – „სეისმოშედეგი მშენებლობა“ და საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის 2006 წლის 16 მარტის N 1-1/213 ბრძანების „ეროვნული სამშენებლო ნორმების და წესების კლასიფიკატორის დამტკიცების შესახებ“ შესაბამისად მოქმედების სათანადო მიზრით – „ჰН 01.01-09“.

2. ამ ბრძანების მოქმედება არ ვრცელდება იმ ობიექტების საპროექტო დოკუმენტაციის მიმართ, რომელთა მშენებლობის წესართვის გაცემის პროცედურა დაწყებულია ზემოაღნიშნული ბრძანების ძალაში შესვლამდე.

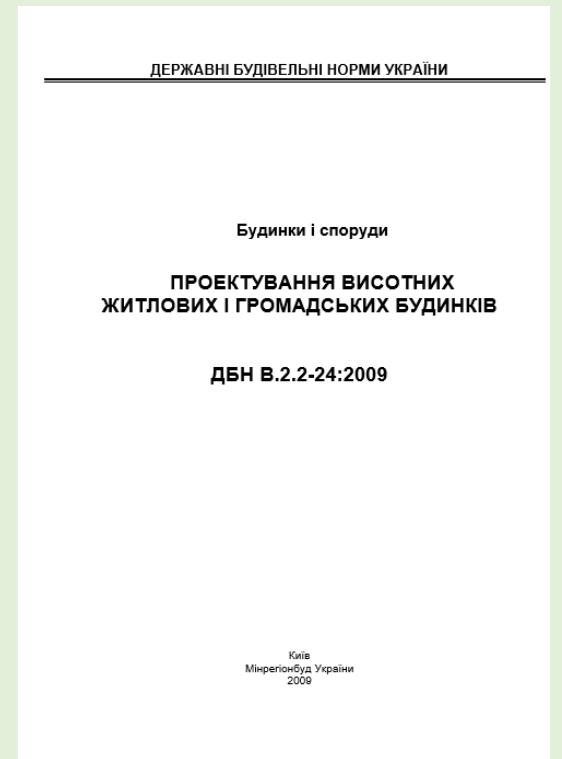
3. ეს ბრძანება ამოქმედდეს 2010 წლის 1 იანვრიდან.

ზ. პოლოლიკაშვილი

МГСН 4.19-05 (რუსეთი, მოსკოვი)

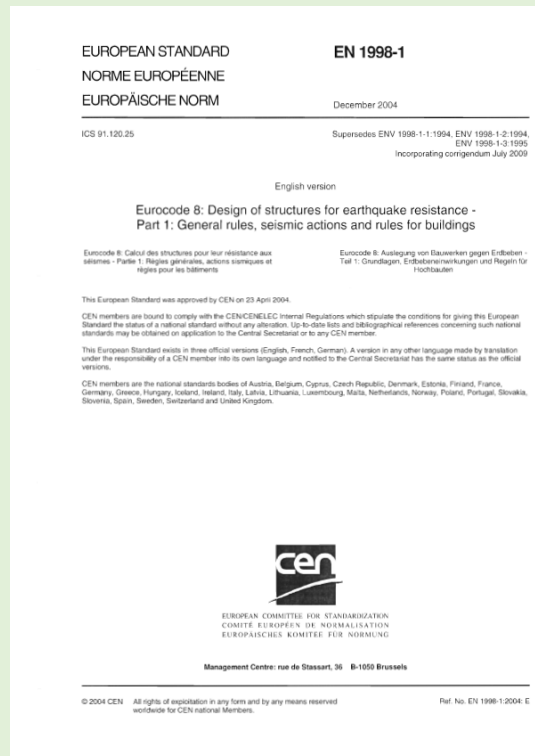


ДБН В.2.2-24:2009 (უკრაინა)

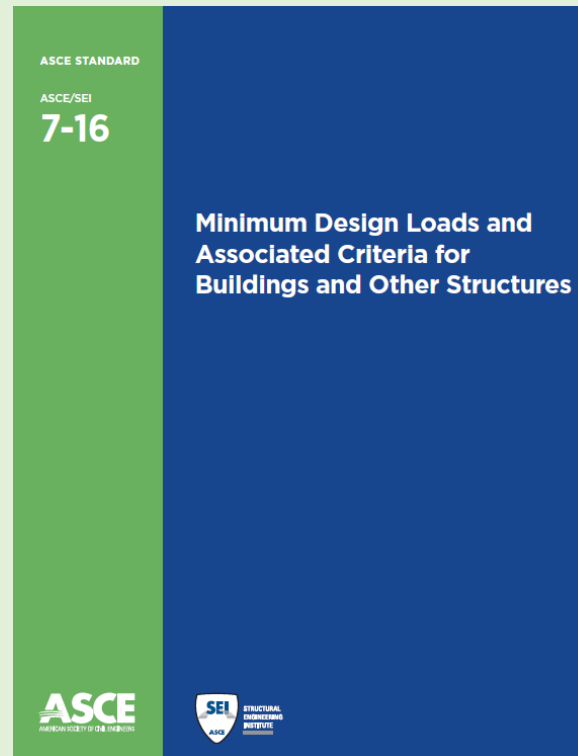


პროექტირების და მშენებლობის ნორმები

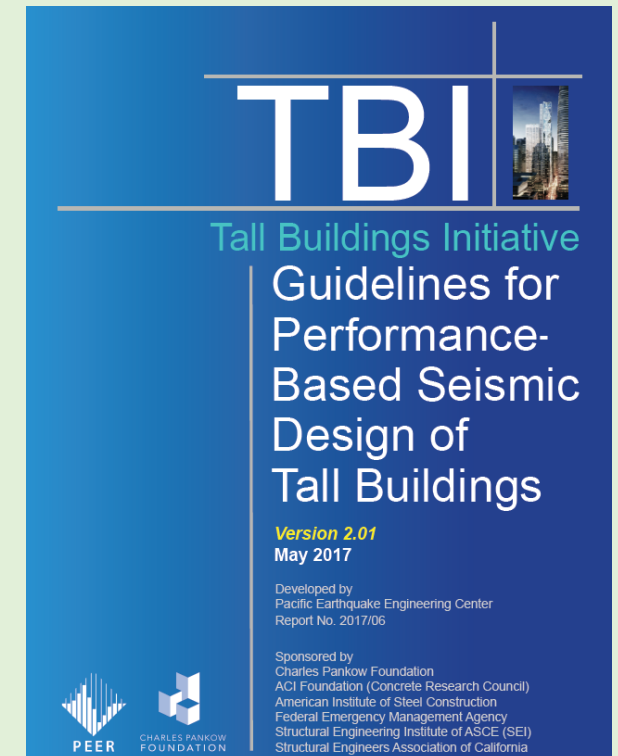
EN 1998. Eurocode 8 (ევროკოდი 8)



ASCE/SEI 7-16 (ამერიკული)



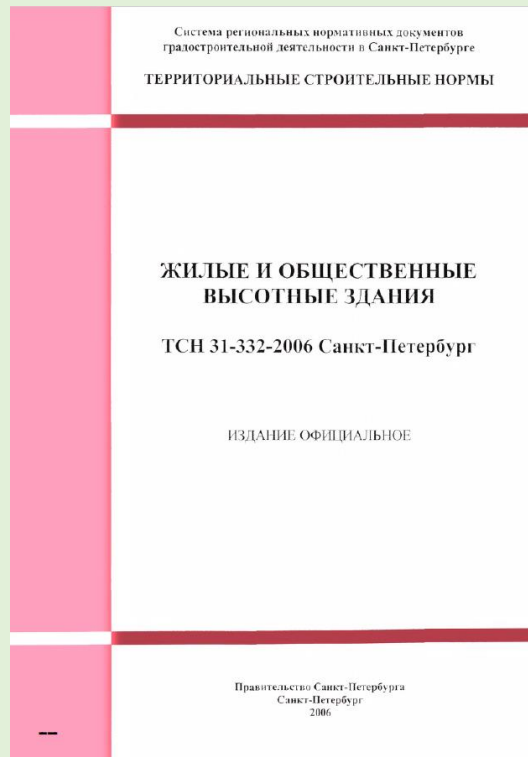
TBI 2017 (ამერიკული)



პროექტირების და მშენებლობის ნორმები

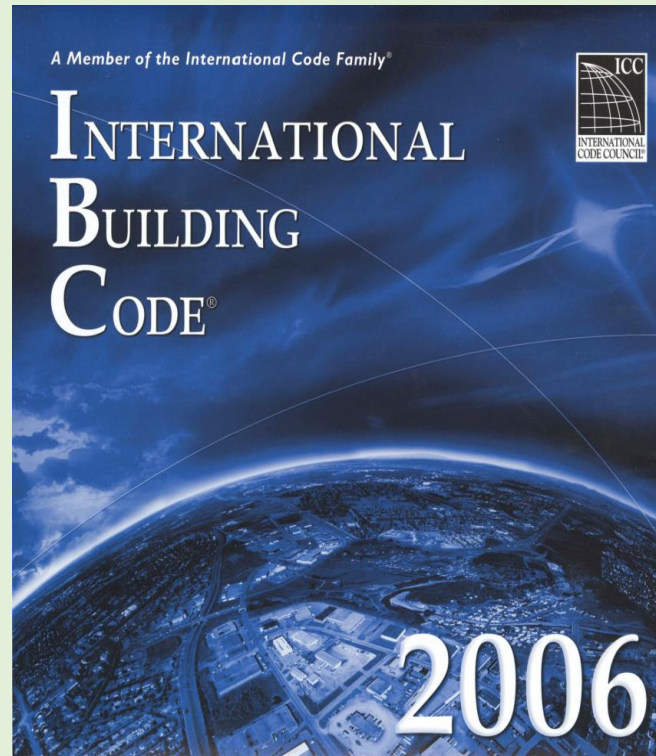
TCH 31-332-2006

(რუსეთი, სანქტ პეტერბურგი)



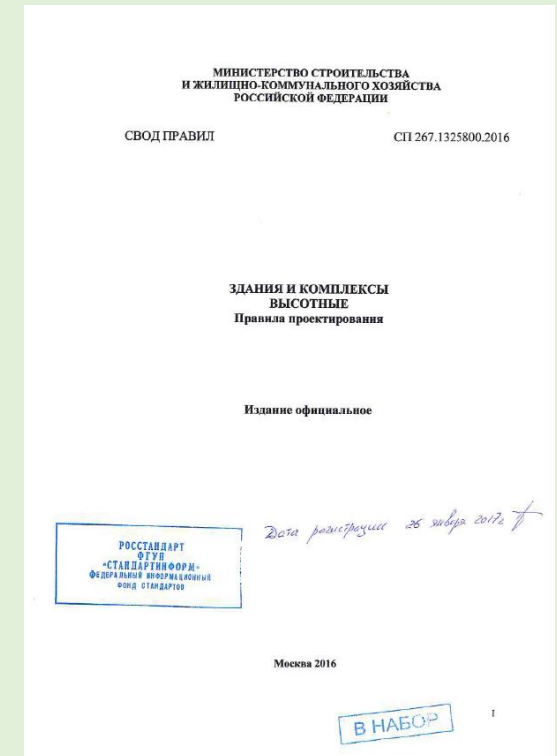
IBC - 2006

(ამერიკული)



СП 267.1325800.2016

(რუსეთი)



ბათუმში ფიროსმანის ქუჩაზე პროექტირებადი 46 სართულიანი შენობის მაგალითი

სეისმურობის შეფასება საინჟინრო გეოლოგიურ დასკვნაში

8. ადგილის სეისმურობა თანახმად საქართველოს ტერიტორიის სეისმურდარაიონების რუქისა 7 (შვიდი) ბალია. უნდა აღინიშნოს, რომ მიუხედავად იმისა, რომ აჭარის რეგიონი შეყვანილია 7-ბალიანი სეისმური უსაფრთხოების ზონაში, ბიძგები, რომელთა მაგნიტუდა 5-ს აღემატება, აქ არასოდეს დაფიქსირებულა. საფუძვლის გრუნტები სეისმური თვისებების მიხედვით მიეკუთვნება: შრე-6; შრე-7 (ზედაპირიდან 11-12მ-ის სიღრმეებამდე) და შრე-8 –III კატეგორიას, ხოლო ყველა დანარჩენი შრე კი II კატეგორიისაა. შრე-7 (ზედაპირიდან 11-12 მ-ის სიღრმეებზე დაბლა) და შრე-9 ქვიშების III კატეგორიაში გაერთიანება, გამართლებული არ იქნებოდა, რადგანაც მათი სიმკვრივეები მაღალია და ამასთან ერთად, მათ წყალგაჯერებულს ვერ უწოდებთ (მხოლოდ ტენიანია). თუ მივიღებთ მხედველობაში იმ ფაქტს, რომ II კატეგორიის გრუნტების სიმძლავრეთა ჯამი მნიშვნელოვნად აღემატება III კატეგორიის გრუნტებისას, მაშინ შეძლება დავასკვნათ, რომ მთლიანობაში საფუძვლის გრუნტები სეისმური თვისებების მიხედვით II კატეგორიისაა, რაც საფუძველს იძლევა, რომ საპროექტო მშენებლობა უსაფრთხოდ გაითვალის 7 ბალიან სეისმომედევობაზე.

სეისმურობის შეფასება

საშიშროების თანამედროვე მრუდებით

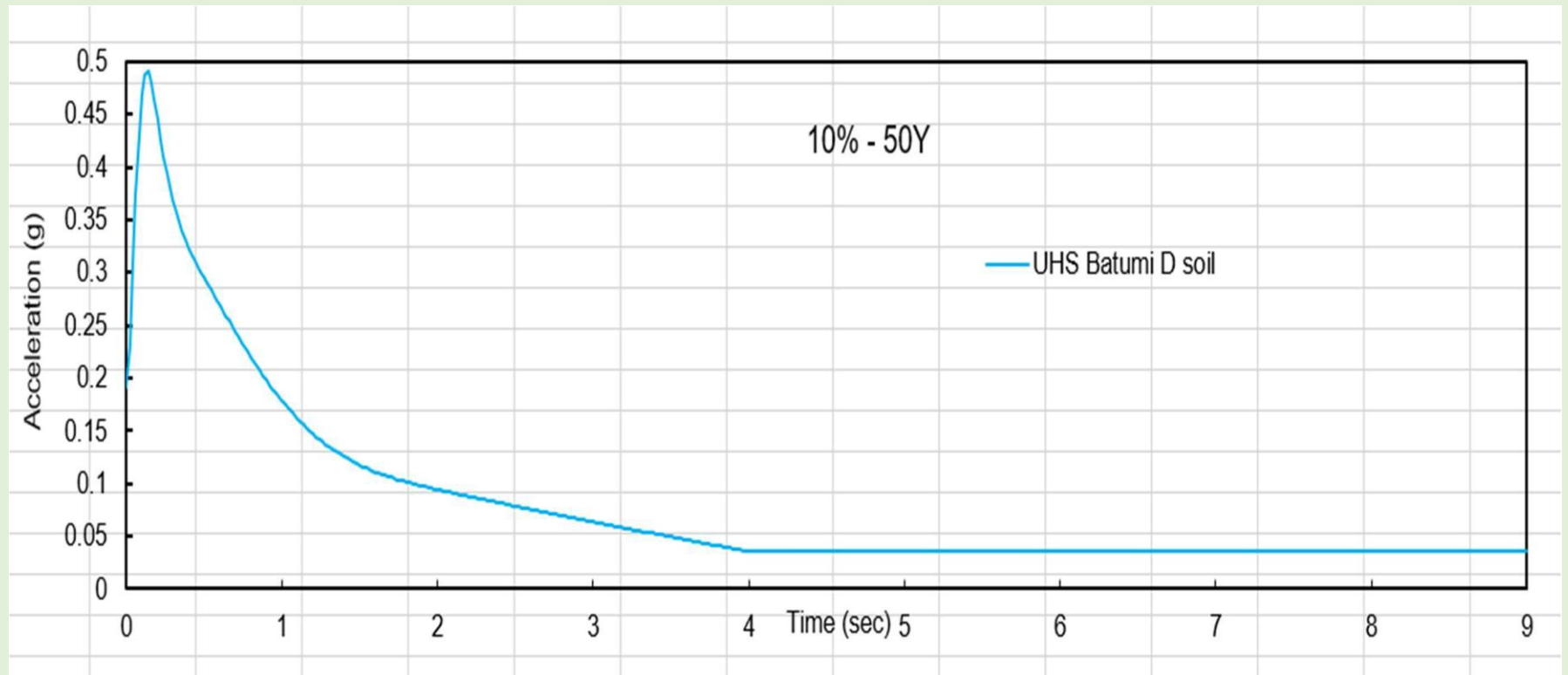
პიკური ჰორიზონტალური აჩქარების მნიშვნელობა სეისმური საშიშროების გადაჭარბების 10 და 2%-იანი ალბათობისათვის 50 წ მოლოდინის დროისთვის და 475 და 2475 წ. განმეორებადობის პერიოდისთვის შეადგენს შესაბამისად: **0.190** და **0.380 g**-ს.

$$T=4H/V_s=0.15-0.16 \text{ წმ}$$

$$H = 30 \text{ მ}$$

$$V_s = 800 \text{ მ/წმ}$$

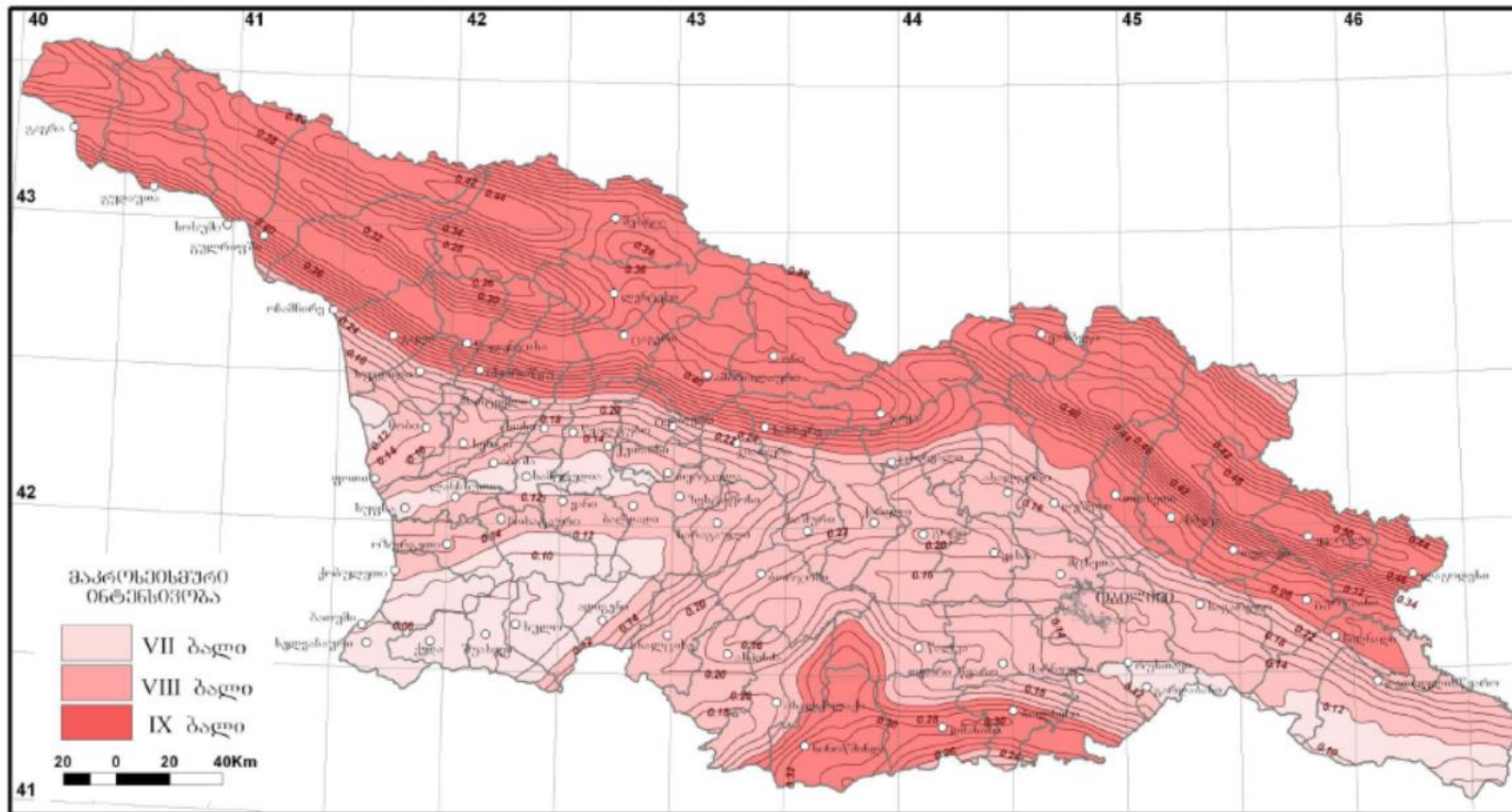
$$\text{ან } V_s = 760 \text{ მ/წმ}$$



სეისმურობის შეფასება მოქმედი ნორმებით პნ 01.01-09

დანართი 1

სეისმური საშიშროების რუკა
მაქსიმალურ კორიზონტულ აჩქარებასა და ბალებში



შენიშვნა: აჩქარებები მოცემულია გ-ს ერთეულებში

ქალაქი ბათუმი,
 $A=0.09$, $I = 7$ ბალი

საშუალო გრუნტები
 $V_p=500-700$ მ/წმ,
 $V_s = 250-350$ მ/წმ,
 $\rho=1700-1800$ კგ/მ³)

სეისმურობის დაზუსტება სეისმური მიკროდარაიონებით

$$V_p=1731\pm21 \text{ მ/წმ}; V_s=453\pm7 \text{ მ/წმ}; \rho=2080\pm10 \text{ კგ/მ}^3$$

$$I = I_0 + \Delta I$$

სადაც,

I - არის დაზუსტებული ბალიანობის მნიშვნელობა;

I_0 - ეტალონური გრუნტის ბალიანობა, რომელიც განისაზღვრება სეისმური მიკროდარაიონებით;

ΔI - ბალიანობის ნამატი, განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta I = \Delta I_g + \Delta I_f$$

სადაც,

ΔI_g - სეისმურობის ნაზრდი სამშენებლო მოედანზე არსებული გრუნტის თვისებების ცვლილებების გამო ეტალონურთან შედარებით;

ΔI_f - სეისმურობის ნაზრდი გამოწვეული გრუნტების წყალგაჯერებულობის გამო.

სეისმურობის დაზუსტება სეისმური მიკროდარაიონებით

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

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

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

სადაც

h – გრუნტის წყლის მდებარეობის საანგარიშო დონეა მეტრებში.

$h = 1.95 \pm 0.35$ მეტრს.

ანალიზის შედეგად მიღებულია, რომ დაზუსტებული ბალიანობის მნიშვნელობა და შესაბამისად საანგარიშო სეისმურობა სამშენებლო მოედნისათვის შეადგენს **I = 7** ბალს, ხოლო კორექტირებული ჰორიზონტალური აჩქარების მნიშვნელობა შეადგენს **0.123 g**-ს (**1.205 მ/წმ²**).

აქსელეროგრაფების პაკეტის შერჩევა

Earthquake criteria [Station criteria](#) [Waveform criteria](#)

Earthquake Name: ☐ Achaia ▼

Earthquake Country: ☐ Albania ▼

Flinn-Engdahl Region: ☐ Adriatic Sea ▼

Date (dd/mm/yyyy): ☐ 11/03/1933 - 26/11/2018

Epicentre Latitude: ☐ 0.00 ° - 90.00 ° (N is positive)

Epicentre Longitude: ☐ -180.00 ° - 180.00 ° (E is positive)

Focal Depth: ☐ 0 km - 700 km

Magnitude: ☐ 0 - 9 (any scale)

Epicentral Intensity: ☐ I ▼ - I ▼ (any scale)

Fault Mechanism: ☐ normal ▼

აქსელეროგრაფის შერჩევა მიწისძვრის კრიტერიუმებით.

აქსელეროგრაფების პაკეტის შერჩევა

Station criteria

[Earthquake criteria](#)

[Waveform criteria](#)

Station Name:

☐ 31km (A380 road) ▼

Station Country:

☐ Albania ▼

Location Latitude:

☐ 0.00 ° - 90.00 °

(N is positive)

Location Longitude:

☐ -180.00 ° - 180.00 °

(E is positive)

Building Type:

☐ unknown ▼

Local Geology:

☐ unknown ▼

V_{s30m} :

☐ 0 m/s - 3000 m/s

აქსელეროგრაფის შერჩევა სეისმური სადგურის მონაცემებით

აქსელეროგრაფების პაკეტის შერჩევა

Waveform criteria

Earthquake criteria

Station criteria

Epicentral-Distance:	☐	0	km -	600	km
Fault-Distance:	☐	0	km -	600	km
Source-Station Azimuth:	☐	0	° -	360	°
Local Intensity:	☐	I	-	I	
PHA:	☐	0	m/s ² -	30	m/s ²
PVA:	☐	0	m/s ² -	30	m/s ²

აქსელეროგრაფის შერჩევა მიწისძვრის ტალღების კრიტერიუმებით

აქსელეროგრაფების პაკეტის შერჩევა

ფუძე-გრუნტების რეზონანსული რხევების პერიოდის განსაზღვრა შესაძლებელია შემდეგი ფორმულით:

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

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 $V_s = 453 \pm 7$ მ/წმ.

$$T_{\text{რეზ}, 1} = 4 * 30 / [(453 \pm 7) * 1] = 0.264964 \pm 0.004094 \text{ წმ}$$

$$T_{\text{რეზ}, 2} = 4 * 30 / [(453 \pm 7) * 3] = 0.088321 \pm 0.001365 \text{ წმ}$$

აქსელეროგრაფების პაკეტის შერჩევა

შენობების სართულიანობა (მიწისქვეშა ავტოფარების ჩათვლით) შეადგენს 46 - ს, ამიტომ დომინანტური რხევების პერიოდი მიიღება მიახლოებითი ფორმულით

$$T_1 = (0.1 \div 0.125) \times N$$

სადაც,

T_1 - შენობის საკუთარი რხევების პირველი პერიოდია, წმ;

N - შენობაში სართულშუა გადახურვების რიცხვი;

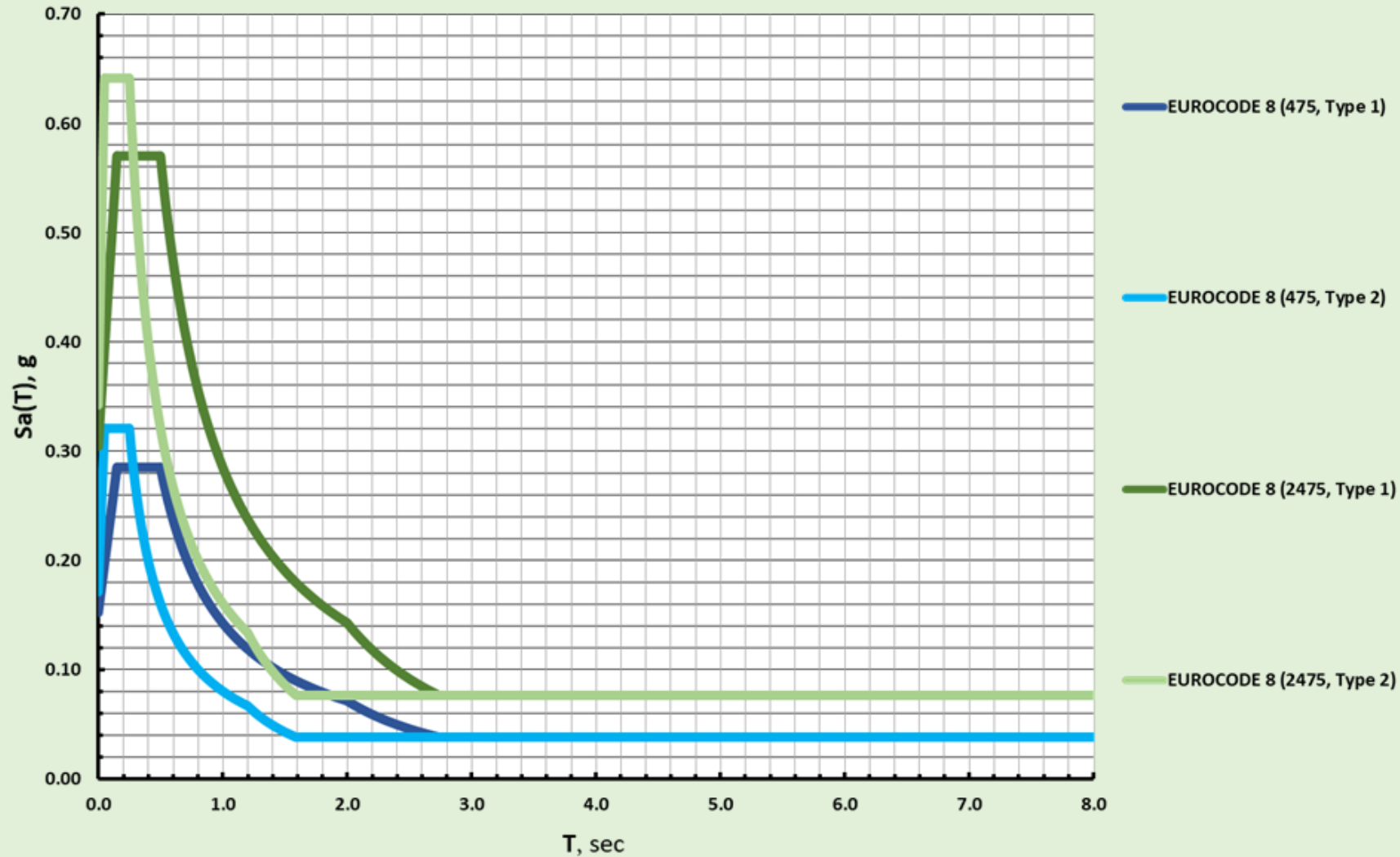
$(0.1 \div 0.125)$ კოეფიციენტები გრუნტის არაწრფივი სეისმური თვისებების შესაბამისად

$$T_1 = (0.1 \div 0.125) \times 46 = 4.60000 \div 5.75000 \text{ წმ}$$

აქსელეროგრაფების პაკეტის შერჩევა ხორციელდება გრუნტების რეზონანსული და შენობის საკუთარი რხევების პერიოდების აღნიშნულ სპექტრალურ ზოლში.

რეაქციის სპექტრები

რეაქციის სპექტრები



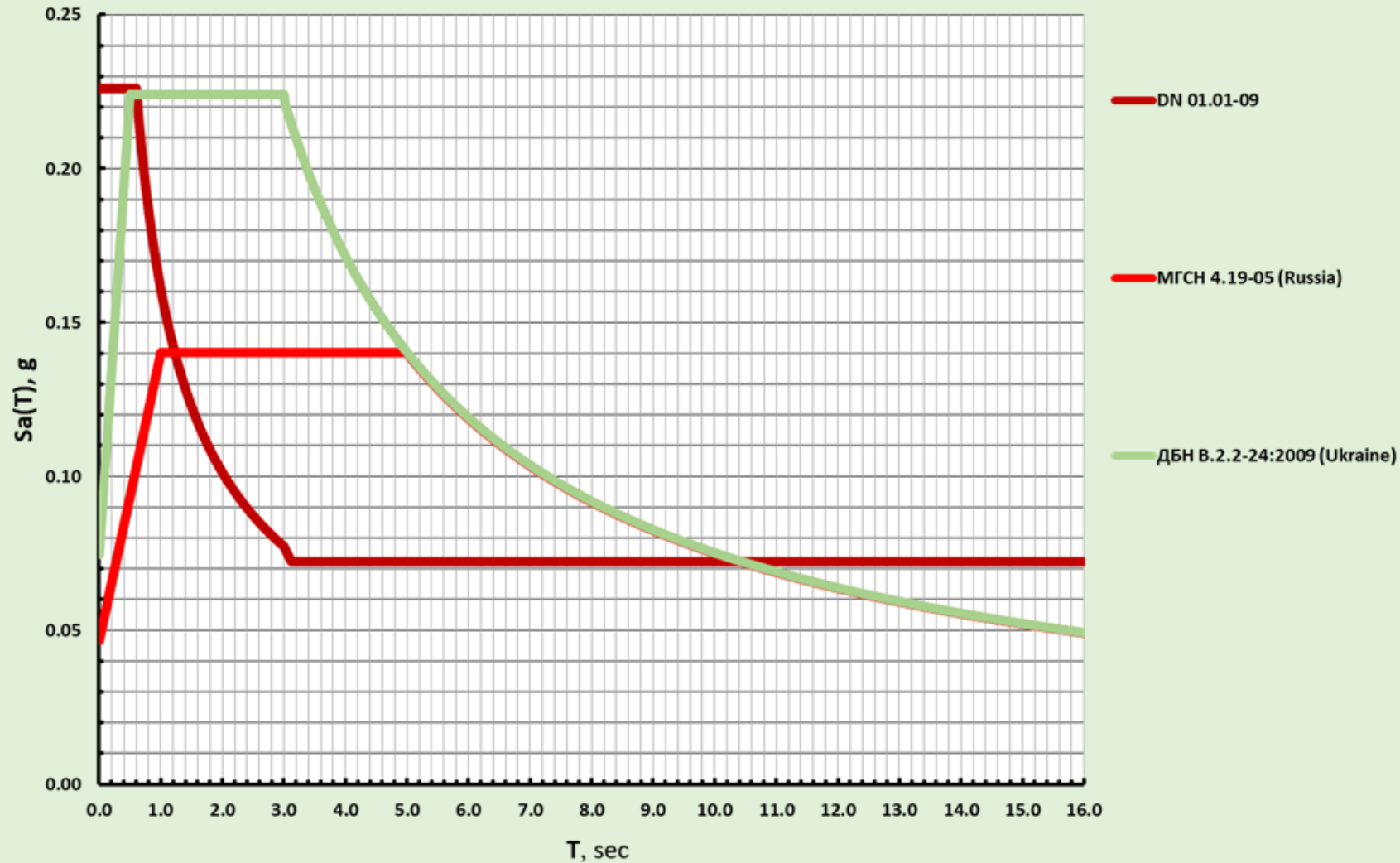
EUROCODE – 8,
Ground Type – B

$$A_g = 0.190 \text{ g (475)}$$

$$A_g = 0.380 \text{ g (2475)}$$

რეაქციის სპექტრები

რეაქციის სპექტრები



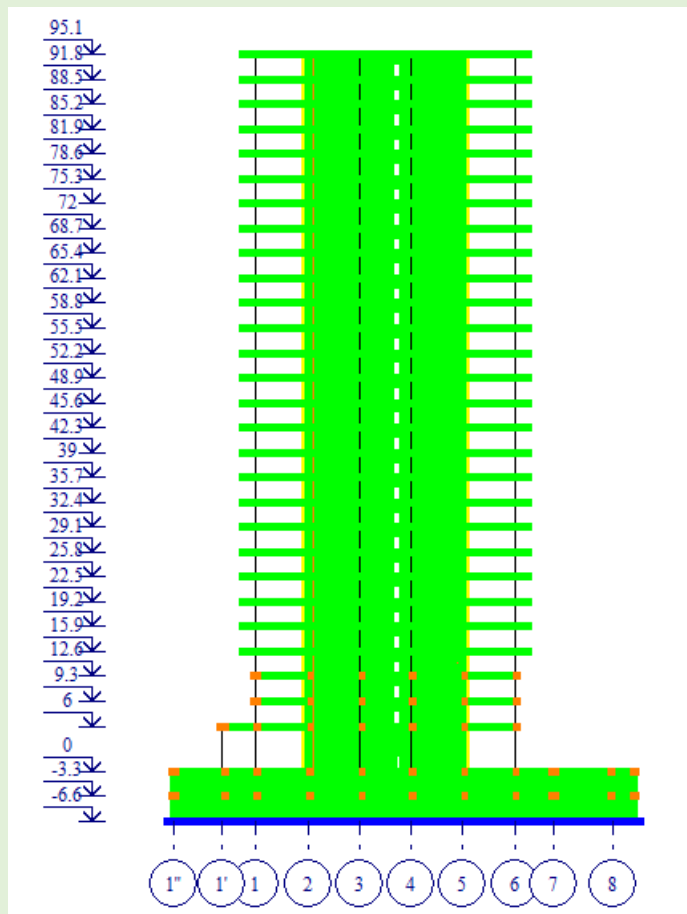
DN 01.01-09
(გრუნტი II კატეგორია)

ДБН В.2.2-24:2009
(Ukraine)

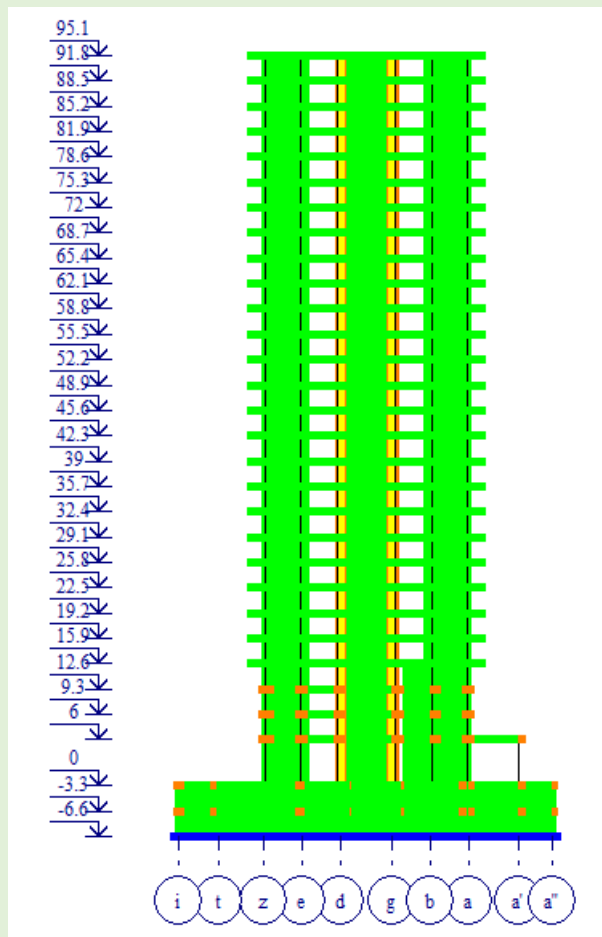
МГСН 4.19-05 (Russia)

$$A_g = 0.123 \text{ g}$$

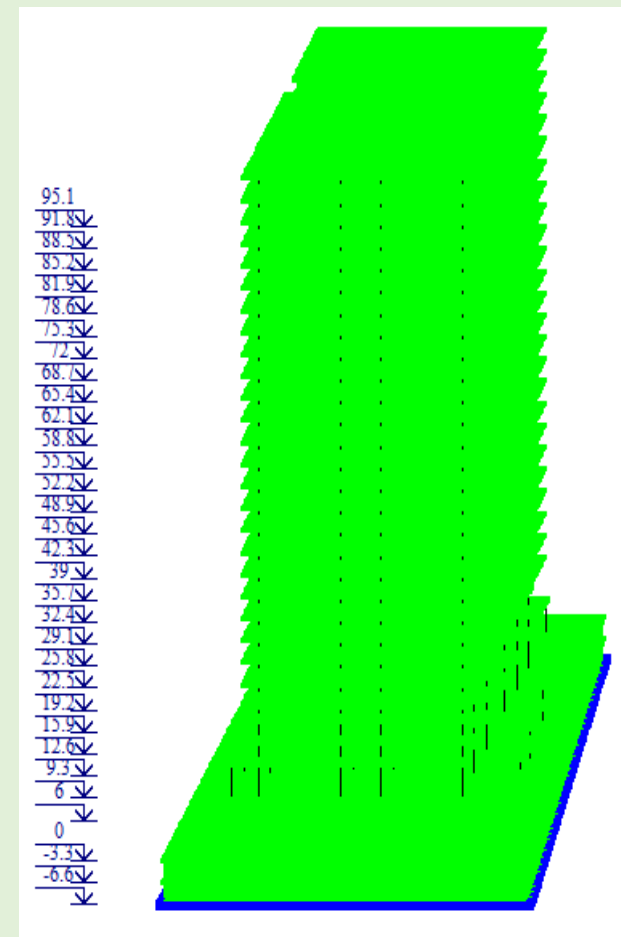
შენობის მოდელი (სასრული ელემენტებით)



XOZ (სიბრტყე)



XOZ (სიბრტყე)



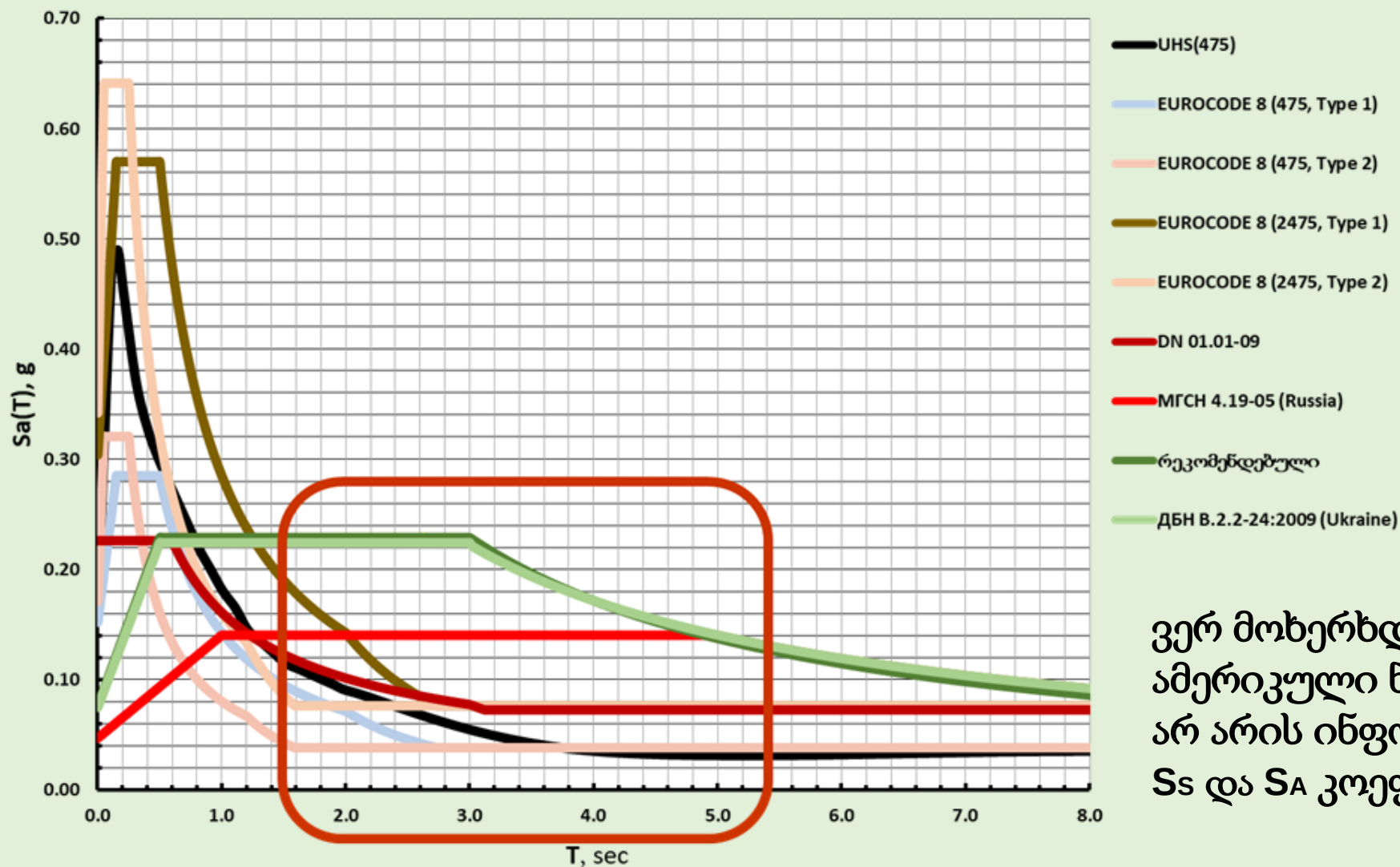
აქსონომეტრია

მოდალური ანალიზის შედეგები

№ формы	Собст.зн ачения	Частоты		Период (с)	Коэф.рас пред.	Мод.масс а (%)	Сумма мод.масс (%)	№ формы	Собст.зн ачения	Частоты		Период (с)	Коэф.рас пред.	Мод.масс а (%)	Сумма мод.масс (%)
		Круг.част ота (рад/с)	Частота (Гц)							Круг.част ота (рад/с)	Частота (Гц)				
1	0.860	1.163	0.185	5.404	- 0.143	0.445	0.445	1	0.860	1.163	0.185	5.404	1.586	54.985	54.985
2	0.707	1.415	0.225	4.441	1.545	55.633	56.078	2	0.707	1.415	0.225	4.441	0.133	0.410	55.396
3	0.246	4.057	0.646	1.549	0.011	0.001	56.079	3	0.246	4.057	0.646	1.549	0.033	0.010	55.406
4	0.110	9.114	1.451	0.689	0.217	0.678	56.757	4	0.110	9.114	1.451	0.689	1.018	14.892	70.298
5	0.099	10.146	1.615	0.619	0.036	0.095	56.852	5	0.099	10.146	1.615	0.619	0.035	0.088	70.386
6	0.092	10.829	1.724	0.580	1.001	14.639	71.491	6	0.092	10.829	1.724	0.580	- 0.204	0.610	70.996
7	0.084	11.934	1.899	0.526	- 0.310	0.656	72.147	7	0.084	11.934	1.899	0.526	0.278	0.524	71.520
8	0.050	20.157	3.208	0.312	0.321	1.426	73.573	8	0.050	20.157	3.208	0.312	0.302	1.256	72.776
9	0.048	20.982	3.339	0.299	0.023	0.004	73.577	9	0.048	20.982	3.339	0.299	- 0.735	4.150	76.926
10	0.046	21.905	3.486	0.287	0.617	6.187	79.765	10	0.046	21.905	3.486	0.287	0.118	0.226	77.152
11	0.044	22.898	3.644	0.274	0.410	1.491	81.256	11	0.044	22.898	3.644	0.274	- 0.622	3.433	80.584
12	0.032	31.559	5.023	0.199	0.311	2.203	83.459	12	0.032	31.559	5.023	0.199	0.208	0.984	81.568
13	0.031	32.147	5.116	0.195	- 0.288	0.753	84.211	13	0.031	32.147	5.116	0.195	0.297	0.801	82.369
14	0.029	34.666	5.517	0.181	0.095	0.090	84.301	14	0.029	34.666	5.517	0.181	- 0.485	2.321	84.690
15	0.026	38.865	6.185	0.162	- 0.120	0.018	84.319	15	0.026	38.865	6.185	0.162	0.044	0.002	84.693
16	0.023	42.679	6.793	0.147	0.188	0.627	84.946	16	0.023	42.679	6.793	0.147	0.070	0.087	84.780
17	0.023	44.034	7.008	0.143	0.119	0.100	85.047	17	0.023	44.034	7.008	0.143	- 0.137	0.133	84.913
18	0.022	46.123	7.341	0.136	0.015	0.001	85.047	18	0.022	46.123	7.341	0.136	- 0.042	0.005	84.918
19	0.021	47.778	7.604	0.132	- 0.006	0.000	85.047	19	0.021	47.778	7.604	0.132	- 0.205	0.069	84.987
20	0.021	48.710	7.753	0.129	0.002	0.000	85.047	20	0.021	48.710	7.753	0.129	0.156	0.254	85.240
21	0.020	50.970	8.112	0.123	0.080	0.022	85.069	21	0.020	50.970	8.112	0.123	- 0.128	0.056	85.297
22	0.019	53.180	8.464	0.118	0.293	0.081	85.150	22	0.019	53.180	8.464	0.118	0.026	0.001	85.297
23	0.018	55.353	8.810	0.114	0.024	0.002	85.152	23	0.018	55.353	8.810	0.114	- 0.034	0.004	85.301
24	0.018	55.881	8.894	0.112	- 0.287	0.065	85.217	24	0.018	55.881	8.894	0.112	- 0.056	0.002	85.304
25	0.017	59.272	9.433	0.106	0.087	0.010	85.227	25	0.017	59.272	9.433	0.106	0.019	0.000	85.304
26	0.016	61.479	9.785	0.102	0.145	0.004	85.232	26	0.016	61.479	9.785	0.102	- 0.040	0.000	85.305
27	0.016	62.876	10.007	0.100	0.025	0.001	85.232	27	0.016	62.876	10.007	0.100	0.134	0.015	85.319
28	0.016	63.861	10.164	0.098	- 0.068	0.001	85.233	28	0.016	63.861	10.164	0.098	0.111	0.003	85.322
29	0.015	65.464	10.419	0.096	0.079	0.001	85.234	29	0.015	65.464	10.419	0.096	0.007	0.000	85.322
30	0.015	66.117	10.523	0.095	0.146	0.003	85.236	30	0.015	66.117	10.523	0.095	0.095	0.001	85.323

საანგარიშო სპექტრალური მრუდები

რეაქციის სპექტრები

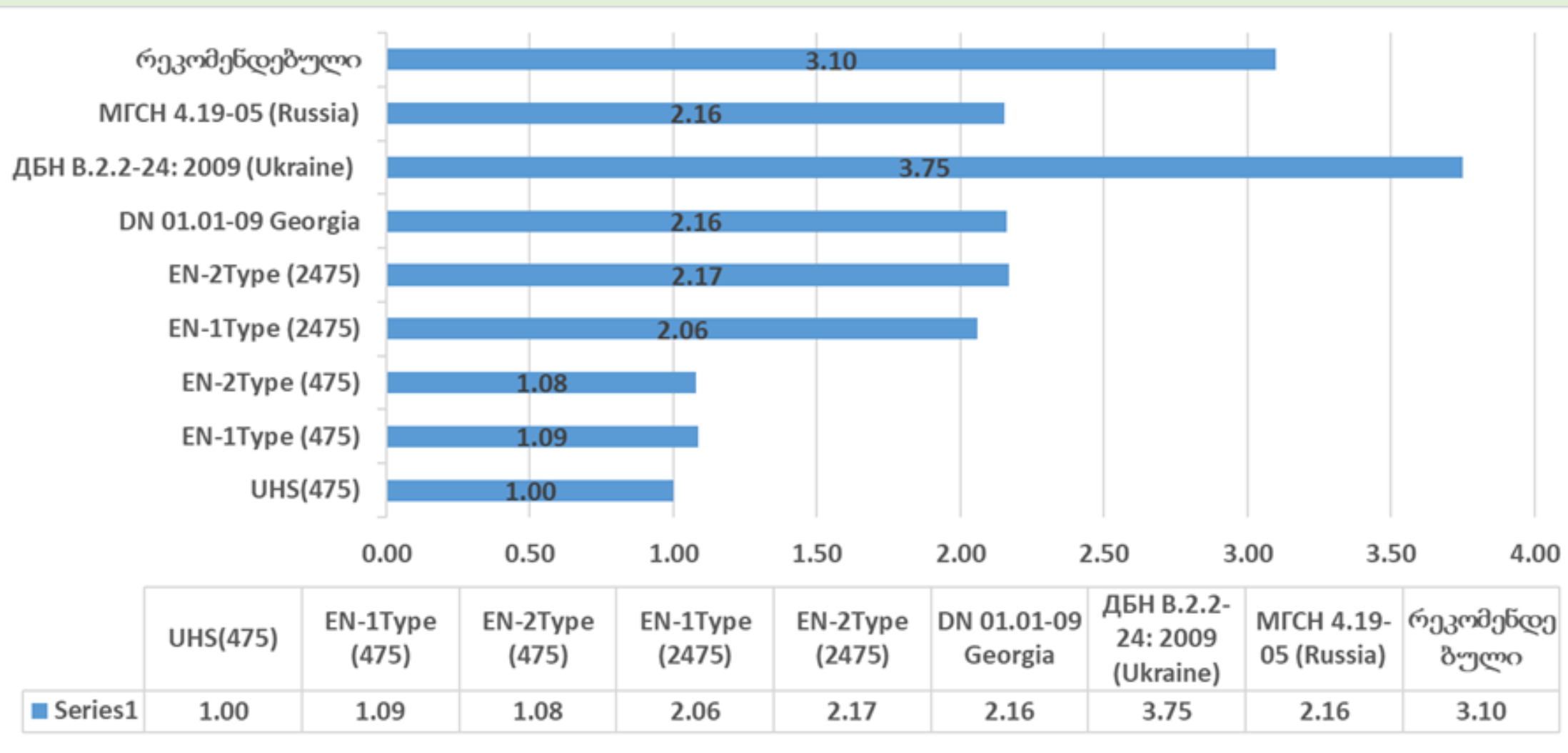


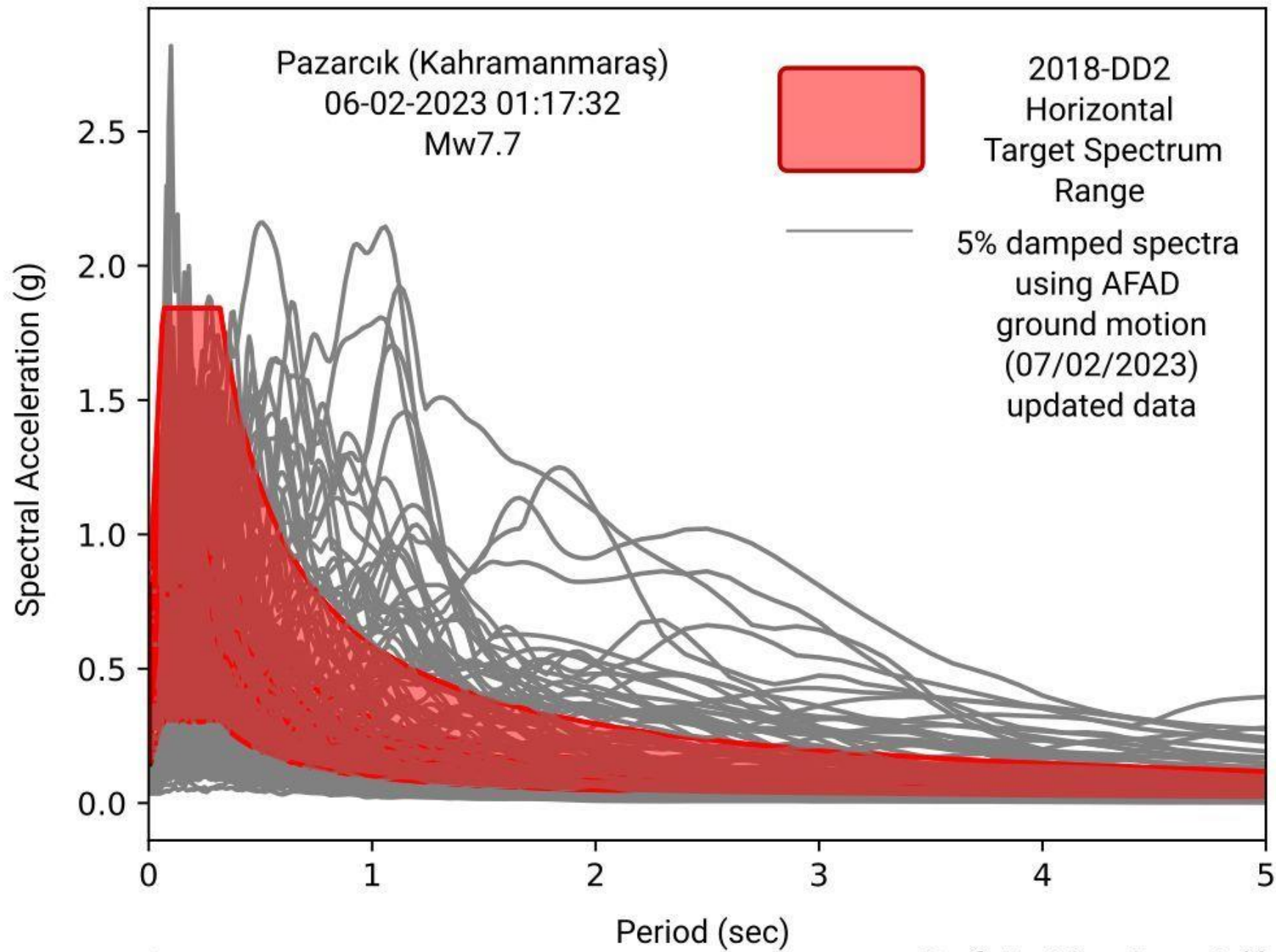
ვერ მოხერხდა გაანგარიშება
ამერიკული ნორმებით, ვინაიდან
არ არის ინფორმაცია სპექტრალური
 S_s და S_a კოეფიციენტების შესახებ

მიღებული შედეგები

Normative	x (mm)	y (mm)	Δ (mm)	x (mm)	y (mm)	Δ (mm)	MAX(mm)	MAX/MIN
UHS(475)	35.3	400.0	401.6	263.0	25.2	264.2	401.6	1.00
EN-1Type (475)	285.0	27.4	286.3	38.5	434.0	435.7	435.7	1.09
EN-2Type (475)	283.0	27.3	284.3	38.3	432.0	433.7	433.7	1.08
EN-1Type (2475)	541.0	52.0	543.5	73.1	824.0	827.2	827.2	2.06
EN-2Type (2475)	570.0	54.7	572.6	77.0	867.0	870.4	870.4	2.17
DN 01.01-09 Georgia	567.0	54.6	569.6	76.6	864.0	867.4	867.4	2.16
ДБН В.2.2-24: 2009 (Ukraine)	1180.0	113.0	1185.4	133.0	1500.0	1505.9	1505.9	3.75
МГСН 4.19-05 (Russia)	610.0	58.5	612.8	76.6	862.0	865.4	865.4	2.16
რეკომენდებული	991.0	94.7	995.5	110.0	1240.0	1244.9	1244.9	3.10

მიღებული შედეგები





თურქეთში 2023 წლის
თებერვალში მომხდარი
მიწისძვრის და აფტერ-
შოკების სპექტრები

მადლობთ ყურადღებისთვის!