



საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტი
1922 წლიდან

ზაზა ჯანგიძე

სეისმური ზემოქმედების დროს რეგულარობის
დარღვევის მქონე რკინაბეტონის კონსტრუქციების
მდგრადობა

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა: „მშენებლობა“

შიფრი - 0732

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი თბილისი 0175, საქართველო

2023 წ

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ფაკულტეტი სამშენებლო

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით **ზაზა ჯანგიძის** მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: **სეისმური ზემოქმედების დროს რეგულარობის დარღვევის მქონე რკინაბეტონის კონსტრუქციების მდგრადობა და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საინჟინრო, ტექნოლოგიური და საბუნებისმეტყველო საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.**

-----, ----- 2023 წელი

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს მეცნიერებისა და ტექნიკის დარგის სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი, საქართველოს დამსახურებული მშენებელი გელა ყიფიანი

რეცენზენტი: -----

რეცენზენტი: -----

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2023 წ

ავტორი: ზაზა ჯანგიძე

დასახელება: სეისმური ზემოქმედების დროს რეგულარობის დარღვევის მქონე რკინაბეტონის კონსტრუქციების მდგრადობა

სადოქტორო პროგრამა: მშენებლობა

მისანიჭებელი კვალიფიკაცია: მშენებლობის ინჟინერიის დოქტორი

სხდომა ჩატარდა _____

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

ავტორის ხელმოწერა _____

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

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

რეზიუმე

თანამედროვე მშენებლობის თვალსაზრისით განსაკუთრებით საინტერესოა რკინაბეტონის მსხვილბლოკური შენობების დაზიანება. ამ შენობის კონსტრუქცია მეტად მრავალფეროვანია. მათ გამოყენებას ხანმოკლე ისტორია აქვს. ამიტომ დაზიანებათა სისტემატიზაცია შედეგების განზოგადება ასეთი შენობებისათვის უფრო ძნელია. ქვემოთ მოგვყავს ზოგიერთი დებულება საკმარისად დასაბუთებული ფაქტობრივი მასალით. მაგრამ რკინაბეტონის საკედლე ბლოკების წინააღმდეგობა, რასაკვირველია, ქვის წყობის წინააღმდეგობაზე გაცილებით მეტია. ამიტომ თვით ბლოკები მიწისძვრისაგან იშვიათად ზიანდება. მსხვილბლოკური შენობების შედარებით სუსტი ადგილებია ბლოკების პირაპირები, გადახურვების პანელებზე დაყრდნობის კვანძები და სხვა შეერთებები. სწორედ ამ ადგილებში ვითარდება მიწისძვრების დროს ბზარები, კუთხეების ჩამოტეხა და სხვა დაზიანებები. ამ შეერთების დაშლის შედეგად შენობა მთლიანად შეიძლება დაინგრეს. როგორც ცნობილია, ერთსართულიანი შენობების კარკასულია. სეისმური დატვირთვა ძირითადად ძალებს კარკასის სვეტებში იწვევს. მაგრამ სვეტების მაღალი წინააღმდეგობის გამო მათი დაზიანება იშვიათია. ერთეულ შემთხვევაში აღინიშნება სვეტების რღვევა საძირკველში ჩამაგრების კვეთში ან მის ახლოვლად. აღწერილია შემთხვევები, როდესაც ასაწყობი სვეტები წაიქცა საძირკველში არასაკმარისი ჩამაგრების გამო. განსახილველ შენობებშიც მზიდი ელემენტების შეერთების კვანძები სუსტი ადგილია. არასაკმარისი ჩამაგრების შემთხვევაში შეიძლება ჩამოცვივდეს გადახურვის ფილები ან სვეტებიდან ჩამოვარდეს თვით გადახურვის ფილები ან სვეტებიდან ჩამოვარდეს თვით გადახურვის მზიდი ელემენტები (კოჭები, ფერმები) ან ამწყვეთა კოჭები. ადვილად ზიანდება აგრეთვე საკედლე შევსება, განსაკუთრებით, თუ ის ქვის წყობისაა. შევსება იზარება ან სცილდება კოჭებს და მთლიანად ინგრევა. მსხვილბლოკური შევსებისათვის დამახასიათებელია ბზარები და შეერთების ნაკერებში ძვრა.

დამუშავდა ავარიულ საცხოვრებელ შენობათა ერთი კონკრეტული ჯგუფისათვის – მსხვილბლოკურ შენობათათვის ავარიულობის სტატუსის მომხსნელ რეკონსტრუქცია-გამაგრება-გადლიერებათა კონცეფცია.

შემუშავებული იქნება კაპიტალურ შენობათა მასობრივ-სერიულ ჯგუფებს (ტიპებს) შორის შედარებით გასაძლიერებელი ჯგუფისათვის, მსხვილბლოკური მრავალსართულიანი შენობებისათვის აღდგენა-რეკონსტრუქციისა და გაძლიერება-რეკონსტრუქციის კონცეფცია.

შემოთავაზებულია დაზიანებულ მსხვილბლოკურ მრავალსართულიან შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის სამი მეთოდი: შენობის შიგა სივრცეში ლითონის ირიბნიებიანი და სისტემურ-ცვლადსიხისტიანი, დღევანდელი ტერმინოლოგიით – სეისმოჩამხშობიანი, დამატებითი ჩარჩოების მოწყობით; შენობის მთელ სიმაღლესა და პერიმეტრზე რკინა-ბეტონის მიშენებული პილონებით და მათ სივრცეში ლოჯიების მოწყობით; შენობის გრძივ ფასადებთან პილონების მიშენებითა და შენობის ზემოდან სართულის/სართულების დაშენებით, საჭიროების შემთხვევაში სეისმოჩამხშობი დამატებითი ჩარჩოების მოწყობასთან ერთად.

Abstract

From the point of view of modern construction, damage to reinforced concrete large-block buildings is particularly interesting. The construction of this building is very diverse. Their use has a short history. Therefore, the systematization of damages and generalization of results for such buildings is more difficult. Below are some statements sufficiently substantiated with factual material. It is similar to the skeleton of large-block buildings. But the resistance of reinforced concrete building blocks is, of course, much higher than the resistance of stone piles. Therefore, the blocks themselves are rarely damaged by earthquakes. Relatively weak points of large-block buildings are the edges of the blocks, the support nodes on the roofing panels and other connections. In these places, cracks, broken corners and other injuries develop during earthquakes. As a result of the collapse of this connection, the building can completely collapse.

As is known, the reinforced concrete skeleton of one-story buildings is a frame. Seismic loading mainly induces forces in the frame columns. But due to the high resistance of the columns, their damage is rare. In a single case, there is a break of the columns in the section of anchoring in the foundation or near it. Cases have been described where prefabricated columns fell due to insufficient anchoring in the foundation. In the buildings in question, the joints of the load-bearing elements are also a weak point. In case of insufficient fixing, the roofing slabs may fall or the roofing slabs themselves may fall from the columns or the supporting elements of the self-roofing (coils, trusses) or suction coils may fall from the columns. Hard masonry fill is easily damaged, especially if it is a stone pile. The filling cracks or goes beyond the coils and completely collapses. Large-block filling is characterized by cracks and shifting in the joint seams.

A reconstruction-reinforcement-strengthening concept was developed for one specific group of dilapidated residential buildings - large-block buildings.

The concept of restoration-reconstruction and strengthening-reconstruction for large-block multi-storey buildings will be developed for the strengthening group among the mass-series groups (types) of capital buildings.

Three methods of restoration-reconstruction of damaged large-block multi-story buildings are proposed: in the inner space of the building, metal indirect and system-variable rigid, in today's terminology - seismic isolators, with the arrangement of additional frames; with iron-concrete pylons built on the entire height and perimeter of the building and arranging loggias in their space; By building pylons along the longitudinal facades of the building and building a floor/floors on top of the building, along with arranging additional frames with seismic insulators if necessary.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

სურათების ნუსხა	7
ცხრილების ნუსხა	8
ნახაზების ნუსხა	8
შესავალი	10
დისერტაციის ღირებულება და მნიშვნელობა, თემის აქტუალობა,	10
დისერტაციის მიზნები და ამოცანები	12
მეცნიერული სიახლე	13
პრაქტიკული ღირებულება და რეალიზაცია	14
ნაშრომის აპრობაცია	16
<i>თავი 1</i>	
არსებული ბიბლიოგრაფიული მასალის მიმოხილვა და ანალიზი	17
<i>თავი 2</i>	
კვლევა, შედეგები და მათი განსჯა	24
ავარიული შენობების გამაგრება	25
ევროკოდებში მითითებები შენობის გამაგრებაზე	29
სნგ-სა და შუაზიისქვეყნებში შენობების აღდგენა-გამაგრება	30
სეისმური ზემოქმედების დროს რეგულარობის დარღვევის მქონე რკნაბეტონის კონსტრუქციების გაანგარიშება მდგრადობაზე	32
ევროკოდი 8 – PUSHOVER	34
მსხვილბლოკური შენობები	36
სამეცნიერო კვლევები მსხვილბლოკურ შენობებზე	38
თურქეთის მიწისძვრა	42
სამშენებლო წესების შეუსრულებლობა	47
რატომ იყო სამშენებლო ნორმების აღსრულება ასეთი სუსტი	49
საერთაშორისო ექსპერტების დასკვნები მიწისძვრის შესახებ	49
გაურკვეველია მუშაობს თუ არა ნორმები და წესები?	52
რა იწვევს მიწისძვრებს თურქეთში	53
რატომ იყო ეს მიწისძვრა ასეთი მომაკვდინებელი	56
უკეთესი სამშენებლო ნორმები დაეხმარებოდა?	57
ისტორიული შენობები თურქეთში მიწისძვრის დროს	58
<i>თავი 3</i>	
გასამაგრებელი შენობის აღწერა და მისი ანგარიში სასრულ ელემენტთა მეთოდით	62
ძირითადი დასკვნები	89
გამოყენებული ლიტერატურა	95
დანართი	100

სურათების ნუსხა

სურ.1.0	_____	27
სურ.1.1	_____	28
სურ.2	_____	36
სურ.2.1	_____	37
სურ.3.1	_____	42
სურ.3.2	_____	43
სურ.4	_____	44
სურ.5	_____	45
სურ.6	_____	46
სურ.7	_____	48
სურ.8	_____	52
სურ.9.1	_____	54
სურ.9.2	_____	55
სურ.10	_____	56
სურ.11	_____	58
სურ.12	_____	60
სურ.13	_____	61
სურ.14	_____	62
სურ.15-16	_____	70
სურ.17-18	_____	71
სურ.19-20	_____	72
სურ.21-22	_____	73
სურ.23-24	_____	74
სურ.25-26	_____	75
სურ.27-28	_____	76
სურ.29	_____	77
სურ.30-31	_____	81
სურ.32-33	_____	82
სურ.34-35	_____	83
სურ.36-37	_____	84
სურ.38-39	_____	85
სურ.40-41	_____	86
სურ.42-43	_____	87
სურ.44	_____	88

ცხრილების ნუსხა

ცხრ.1	67
ცხრ.2	68
ცხრ.3	68
ცხრ.4	69
ცხრ.5	69
ცხრ.6	77
ცხრ.6	78
ცხრ.7	79
ცხრ.8	79
ცხრ.9	80
ცხრ.10	80
ცხრ.11	88
ცხრ.11	89

ნახაზების ნუსხა:

ნახ.1	26
ნახ.2	26
ნახ.3	33
ნახ.4	64
ნახ.5	65
ნახ.6	66

მადლიერების გვერდი

მადლობა მინდა გადავუხადო სამეცნიერო ხელმძღვანელს საქართველოს მეცნიერებისა და ტექნიკის დარგის სახელმწიფო პრემიის ლაურეატს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის, პროფესორ გელა ყიფიანს იმ კონსულტაციების, ყურადღებისა და პრაქტიკული დახმარებისთვის, რასაც მუდმივად ვგრძნობდი სადოქტორო ნაშრომზე მუშაობის დროს.

დაფინანსება

კვლევა PHDF-22-2724 განხორციელდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით.

შესავალი

თემის ღირებულება და მნიშვნელობა: ნაშრომში გადმოცემულია აღნიშნულ სამუშაოთა შესრულების პროცესში გამოვლენილი, არაერთი საყურადღებო თუ პრობლემური საკითხის განსახილველად შემოტანა და მათი შემდგომი განხილვა-განსაზღვრა-დაზუსტება-გადაწყვეტა. ისინი კონკრეტულად იქნება გაანალიზებული სათანადო თავებსა და პარაგრაფებში. მათზე მიღებული გადაწყვეტა-განსაზღვრებები კი ამ ნაშრომის ბოლოს, მის სიახლეთა ჩამონათვალშია. მაგრამ მაინც მის შესავალშივე გამოვყოფ, თითქმის ყველა მსგავს საკითხში ადვილად შესამჩნევ, ისევე როგორც ჩვენი ცხოვრების ყველა სფეროსათვის, მათ შორის, სეისმომედეგი მშენებლობის საკითხებისთვისაც ტიპიურ, ქართულ ენაში არსებულ ტერმინოლოგიურ პრობლემებს. ეს პრობლემები ძალზედ საგრძნობია არამარტო ამა თუ იმ საკითხის დილექტანტთა დონის საზოგადოებრივ ჯგუფებში, არამედ და მეტად სამწუხაროდ, პროფესიონალ სპეციალისტთა შორისაც კი. საბედნიეროდ დღევანდელი სასიკეთო ძვრები ცხოვრების ბევრ სფეროში, იმედს გვაძლევს რომ ქართული პროფესიულ-საინჟინრო ტერმინოლოგიისთვისაც, ისევე როგორც მეცნიერებათა სხვადასხვა დარგში, შეიქმნება სათანადო სამსახურები მსგავსი საკითხების საფუძვლიანი მოგვარებისათვის. მითუმეტეს, რომ მიუხედავად ყოველთვის საღი აზრისა და ლოგიკური მიდგომების მოშველიებისა, ჩვენ არა გვაქვს პრეტენზია უკანასკნელ ჭეშმარიტებაზე, ქვემოთ მოცემული ამა თუ იმ საკითხის, ჩვენი თვალსაზრისის შესაბამისად ინტერპრეტირება-ფორმულირებისას.

თემის აქტუალობა. ჩვენი ქვეყნის მთელი ტერიტორია სეისმოაქტიურია და დედამიწის დიდი ნაწილის მსგავსად განიცდის დამანგრეველი მიწისძვრების გავლენას. ადამიანთა სიცოცხლის, ძვირადღირებულ დანადგარ-აღჭურვილობათა, აგრეთვე, მატერიალურ და კულტურულ ფასეულობათა შენარჩუნების მიზნით, საჭიროა შენობა-ნაგებობათა სეისმომედეგობის უზრუნველყოფა. ახალი მშენებლობებისათვის ეს მიიღწევა მიწისძვრების შედეგების შესწავლა-ანალიზის საფუძველზე გამომუშავებული, სეისმომედეგი მშენებლობის ნორმებისა და წესების გამოყენებით. ხოლო არსებული შენობისათვის, რომლის ელემენტებში მომხმარებელ-მობინადრის

ან/და მესაკუთრის მიერ ხილული დაზიანება შეინიშნება, ამ მიზნის მისაღწევად ყველაფერი იწყება დაზიანებული სახლის ტექნიკური მდგომარეობის გამოკვლევით, სათანადოდ შეთანხმებული, მომქმედი ინსტრუქციის შესაბამისად. მეორეს მხრივ, თუმცა, საქართველოს მთელი ტერიტორიის სეისმურობის ერთი ბალით გაზრდა სპიტაკის, განსაკუთრებით კი, რაჭა-ზემო იმერეთისა და შიდა ქართლის 1991 წლის დამანგრეველი მიწისძვრების შემდეგ, დაგვიანებულ, მაგრამ იმთავითვე სრულიად აუცილებელ და სავსებით გამართლებულ ღონისძიებად იქნა აღიარებული, – მაინც, სეისმომდეგი მშენებლობის სფეროში მომუშავე სპეციალისტებისათვის, ეს მეტად არაორდინალური მოვლენა იყო და მათ წინაშე საკმაოდ რთული პრობლემების არცთუ მოკლე ჯაჭვს ჰქმნიდა. უპირველეს ყოვლისა დღის წესრიგში დადგა საქალაქო საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობათა არსებული ფონდის დეტალური (და დროული) პასპორტიზაციის ამოცანა, რათა შენარჩუნებული ან მოდერნიზებული ყოფილიყო არქიტექტურულ-ისტორიული ღირებულების ცალკეული ობიექტები და თავიდან ყოფილიყო აცილებული მოსალოდნელი დამანგრეველი მიწისძვრებისაგან გამოწვეული ადამიანთა მსხვერპლი ან/და დიდი ფინანსურ-ეკონომიკური ზარალი. რომ არაფერი ვთქვათ თვით ამ ამოცანის პრაქტიკულად შესრულების სირთულეზე, თითოეული შენობის პასპორტიზაციის შემდეგ გადასაწყვეტი რჩება საკითხი – გაუძლებს თუ არა თითოეული კონკრეტული შენობა ერთი ბალით უფრო ძლიერ სეისმურ ზემოქმედებას იმ საანგარიშო ზემოქმედებასთან შედარებით, რომლებზედაც დაპროექტებული და აგებული იყო იგი. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, უნდა გადაწყდეს შენობა დასანგრევია, სარეკონსტრუქციოა, თუ არავითარ გადაკეთებებს არ საჭიროებს. ცხადია, ეს კონსტრუქტორულ-განგარიშებითი ამოცანა უნდა გადაიჭრას არქიტექტურულ-გეგმარებით საკითხთა კომპლექსთან მჭიდრო კავშირში. ხოლო თვით გაანგარიშებით-შერჩევითი ამოცანის სწორი რაციონალური გადაწყვეტა, უშუალოდ უკავშირდება არსებულ შენობათა მზიდი კონსტრუქციული სისტემების საიმედოობისა და სეისმომდეგობის პრობლემებს.

ამდენად, სამართლიანი სახელმწიფოებრივ-სოციალური, მოქმედი კანონმდებლობით გამაგრებული მიდგომა, ასევე მოითხოვს ჩვენი ქვეყნის საცხოვრებელი ფონდის,

პირველ რიგში კი (როგორც ქვემოთაც იქნება ნაჩვენები), საქართველოში არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის დაზიანებული შენობების კვლევას.

მიუხედავად ბოლო ხანებში გატარებული ღონისძიებებისა, თბილისის საცხოვრებელი შენობების დიდი ნაწილის ტექნიკური მდგომარეობა მდგრადობის თვალსაზრისით კვლავ არაადამაკმაყოფილებელია. ამ ნაგებობათა სიძველის, აგრეთვე, პროექტირებასა და მშენებლობაში ან/და ექსპლუატაციის პირობებში დაშვებული წუნის თუ შეცდომების გამო, შენობა-ნაგებობათა მნიშვნელოვანი ნაწილი იმდენად ავარიულია, რომ მოსალოდნელია მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების უეცარი დაშლა. სამწუხაროდ 21-ე საუკუნეშიც ისევე, როგორც გასული საუკუნის ბოლო ათწლეულში, დედაქალაქში დაფიქსირებულია რიგი ფაქტები საცხოვრებელი შენობების უეცარი ჩამოქცევისა.

საცხოვრებელი შენობების ტექნიკური მდგომარეობის გამოკვლევათა მონაცემებით თბილისში აღრიცხულია რვაასზე მეტი დრომოჭმული და ამორტიზირებული საცხოვრებელი სახლი, რომლებიც აღდგენას აღარ ექვემდებარება, რის გამოც გათვალისწინებულია მათი დაშლა. გარდა ამისა, ათასობით სახლი ავარიულობის სხვადასხვა სტადიაში იმყოფება მხოლოდ სტატიკური დატვირთვების ზემოქმედებით და საქართველოს ტერიტორიის არათუ გაზრდილი სეისმურობის პირობებში, არამედ ნებისმიერი საანგარიშო სეისმური ზემოქმედებისას, ფაქტიურად, ათასობით ადამიანთა არა დამცავ, არამედ დამღუპველ ხაფანგთა როლში მოგვევლინებინ, დროულად აღდგენა-გამაგრების გარეშე.

დისერტაციის მიზნები და ამოცანები: შემოტანილია დაზიანებულ შენობათა ავარიულობის კრიტერიუმები მზიდ კონსტრუქციებში ზზარების გახსნის სიჩქარის მიხედვით, რომელიც სასურველია გახდეს არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის დაზიანებულ შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდის შემადგენელი ნაწილი, ქვეყნის წინაშე მდგომი ამ მეტად მტკივნეული, მაგრამ აუცილებლად მოსაგვარებელი პროცესის ეტაპობრივად, გეგმაზომიერად, თანდათანობით, საჯაროდ და ყველასათვის გასაგები მიდგომით, მაგრამ აუცილებლად გადაწყვეტის მიზნით.

შემუშავებულია კაპიტალურ შენობათა მასობრივ-სერიულ ჯგუფებს (ტიპებს) შორის შედარებით გასაძლიერებელი ჯგუფისათვის, – მსხვილბლოკური მრავალსართულიანი შენობებისათვის აღდგენა-რეკონსტრუქციისა და გაძლიერება-რეკონსტრუქციის კონცეფცია.

შემოთავაზებულია დაზიანებულ მსხვილბლოკურ მრავალსართულიან შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის სამი მეთოდი: შენობის შიგა სივრცეში ლითონის ირიბნებიანი და სისტემურ-ცვლადსიხისტიანი, დღევანდელი ტერმინოლოგიით – სეისმოჩამხშობიანი, დამატებითი ჩარჩოების მოწყობით; შენობის მთელ სიმაღლესა და პერიმეტრზე რკინა-ბეტონის მიშენებული პილონებით და მათ სივრცეში ლოჯიების მოწყობით; შენობის გრძივ ფასადებთან პილონების მიშენებითა და შენობის ზემოდან სართულის/სართულების დაშენებით, საჭიროების შემთხვევაში სეისმოჩამხშობიანი დამატებითი ჩარჩოების მოწყობასთან ერთად.

მეცნიერული სიახლე: არსი შემოთავაზებული მეთოდისა მდგომარეობს იმაში, რომ არსებული შენობის სეისმური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა ხორციელდება არა მისი დამატებითი სიმტკიცის გაზრდით, როგორც ეს ტრადიციული გაძლიერების მეთოდებით ხდება, არამედ მისი კონსტრუქციული გადაწყვეტით. ამავე დროს, მიიღწევა შემდგომში მოსალოდნელი, თავდაპირველ საპროექტოზე უფრო ძლიერი მიწისძვრის ზემოქმედებისას, შენობაზე მოქმედი ჰორიზონტალური სეისმური ძალების ისეთი დონის შენარჩუნება, რაზეც ის თავიდანვე იყო დაპროექტებული.

შემოთავაზებული მეთოდით სეისმური უსაფრთხოების დონის გაზრდა შენობის კონსტრუქციული გადაწყვეტის შეცვლით, ხორციელდება შენობის ზედა ნაწილის ხისტი მიერთებით სპეციალურად მის გარეთ აშენებულ, გარკვეული დინამიკური მახასიათებლების მქონე დამხმარე ნაგებობასთან, რომელიც თავის თავზე იღებს ინერციული ძალების ზემოქმედების მნიშვნელოვან ნაწილს მიწისძვრის დროს.

ამრიგად, როგორც დამანგრეველ მიწისძვრათა შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, ნორმატულ დოკუმენტთა მოთხოვნების შესაბამისად აგებულ მსხვილბლოკურ შენობებს გააჩნიათ საკმაოდ მაღალი სეისმომდეგობა. ამავე დროს მათი სეისმომდეგობის მაღალი დონე უზრუნველყოფილია მასალების ნაკლები

დანახარჯებით (მაგ., 16-სართულიან მსხვილპანელოვან შენობაში, ამავე სიმაღლის სხვა კონსტრუქციული სისტემის სახლებთან (კარკასულთან, მონოლითურთან და სხვ.) შედარებით, საერთო ფართის 1მ²-ზე გადაანგარიშებით, ლითონის ხარჯი მცირდება 15-20%-ით, შრომითი დანახარჯები კი – 20-25%-ით).

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება და რეალიზაცია: კვლევის პრაქტიკული ღირებულება განისაზღვრება აღნიშნულ მეცნიერულ სიახლეთა პრაქტიკაში დანერგვითა და დაზიანებული საცხოვრებელი შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის საპროექტო გადაწყვეტების ოპტიმიზაციისათვის, შემოთავაზებული სეისმოიჩამხშობი კონსტრუქციული სისტემის ეფექტურობა-სიმარტივით, რადგან პრაქტიკაში სეისმოიზოლაციის გამოყენება საშუალებას იძლევა შემცირდეს შენობაზე მოსული ჰორიზონტალური სეისმური დატვირთვის სიდიდე 2-5-ჯერ, სეისმოლოგიური პირობებისა და შენობის ტიპის შესაბამისად .

კვლევის შედეგების რეალიზაცია დასტურდება მათგან ერთი ნაწილის პრაქტიკაში დანერგვის ოფიციალური დოკუმენტითა და ნაშრომის სხვა მეცნიერულ- პრაქტიკულ სიახლეთა თვალსაჩინოდ უდაო ტექნიკურ-ორგანიზაციული ეფექტურობით. საქართველოში არსებული დაზიანებული საცხოვრებელი შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქცია მეტად მტკივნეული და ხარჯტევადია, ავარიული შენობების სიმრავლიდან გამომდინარე.

ნორმატიული დოკუმენტებით გაანგარიშებული და კონსტრუირებული ნაგებობა, რომელშიაც გათვალისწინებულია სათანადო შესაბამისი გამძირება, გამიზნულია მხოლოდ ერთი საანგარიშო მიწისძვრის ან ორი, შედარებით მცირე ინტენსივობის მიწისძვრის აღქმისათვის, რის შემდეგაც შენობა ან უნდა დაინგრეს და ახალი ავაგოთ, ან გავაძლიეროთ კონსტრუქციული ღონისძიებებით. ერთიც და მეორეც დაკავშირებულია დიდ შრომით დანახარჯებთან, თანხებთან და დროსთან, რაც მუდამ შეგვიქმნის დიდ პრობლემებს, განსაკუთრებით საბინაო მშენებლობაში. სწორედ ამ გარემოებებმა უბიძგეს მეცნიერებს დაეწყოთ სეისმური ზემოქმებიდან დაცვის ახალი სისტემების ძიება. უკანასკნელი 20-30 წლის განმავლობაში შეიქმნა რამოდენიმე,

პრაქტიკაში დანერგილი მეთოდი- სეისმოიზოლაციის სისტემები, რომლებიც, როგორც ზევით იყო ნახსენები, ფართოდ გამოიყენება ჩვენი ქვეყნის გარეთ.

ზემოთ აღნიშნული გარემოებების გათვალისწინებით მეცნიერთა ძიების შედეგად დღეს ჩვენი ქვეყნის გარეთ არსებობს მრავალი სისტემა, რომელთა გამოყენებით შეიძლება გადავარჩინოთ ნაგებობები ან საგრძნობლად შევამციროთ ზარალი.

მთავარ უპირატესობა მოცემული მეთოდისა, მდგომარეობს იმაში, რომ ის ხორციელდება მობინადრეთა ევაკუაციის გარეშე და დამატებითი მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების გაძლიერების გარეშე.

არსი შემოთავაზებული მეთოდისა მდგომარეობს იმაში, რომ არსებული შენობის სეისმური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა ხორციელდება არა მისი დამატებითი სიმტკიცის გაზრდით, როგორც ეს ტრადიციული გაძლიერების მეთოდებით ხდება, არამედ მისი კონსტრუქციული გადაწყვეტით. ამავე დროს, მიიღწევა შემდგომში მოსალოდნელი, თავდაპირველ საპროექტოზე უფრო ძლიერი მიწისძვრის ზემოქმედებისას, შენობაზე მოქმედი ჰორიზონტალური სეისმური ძალების ისეთი დონის შენარჩუნება, რაზეც ის თავიდანვე იყო დაპროექტებული.

შედეგების უტყუარობა: ძირითადი შედეგების საიმედოობა-უტყუარობა განპირობებულია თეორიულ და ექსპერიმენტალურ კვლევა-ანალიზთა დასაბუთებული მეთოდების გამოყენებით, საცხოვრებელი და სხვა ტიპის შენობა-ნაგებობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის დაპროექტებისა და ტექნოლოგიურ-ორგანიზაციული მომზადების განვლილ- მიმდინარე პრაქტიკულ პროცესებში წარმატებული დანერგვით, აგრეთვე, სხვა ავტორების მიერ მიღებული შედეგების თანადამთხვევით.

მსოფლიოს სეისმურად აქტიური ქვეყნების უმეტესობა ქალაქებში, მნიშვნელოვანი რაოდენობაა დაბალსართულიანი შენობებისა, რომელთაც არ გააჩნია საკმარისი სიმტკიცის მარაგი ძლიერი მიწისძვრის შემთხვევაში. ეს შენობები დაპროექტდა და აშენდა ნორმებით, რომელშიც სეისმომედეგობის დონე გაცილებით

უფრო დაბალია ვიდრე ამას თანამედროვე სეისმომდეგობის ნორმები ითვალისწინებს. ძლიერი მიწისძვრის შემთხვევაში ამ შენობებში შესაძლებელია მოხდეს დიდი დაზიანებები, რომელიც გახდება მიზეზი ადამიანების დაღუპვისა და მატერიალურ ფასეულობათა განადგურებისა. ამის ნათელი მაგალითია 2023 წელს მომხდარი თურქეთ-სირიის მიწისძვრა რომელმაც ათასობით ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა.

ამ შენობათა გაძლიერების პრობლემას გააჩნია დიდი სოციალურ-ეკონომიკური და ისტორიული მნიშვნელობა. ცნობილია, რომ ბევრ ქვეყანას გააჩნია ნაციონალური პროგრამები ასეთი შენობების რეკონსტრუქციისა და გაძლიერების.

ნაშრომის აპრობაცია: სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი შედეგები მოხსენებული იქნა დოქტორანტურაში სწავლების 3 კოლოქვიუმზე ასევე:

- ნიუიორკის საერთაშორისო კონფერენციაზე „ინტერდისციპლინურ კვლევებსა და პრაქტიკაში განვითარებათა ტენდენციები“ (ნიუიორკი 2022 წ.)
- სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი შედეგები მოხსენებული იქნა სასწავლო პროცესში 3 კოლოქვიუმზე.
- საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის XII ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენციაზე (ქუთაისი, 2021წ)
- საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენციაზე "პრობლემები საინჟინრო მეცნიერებებში" (ერევანი, 2022)
- II საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული სემინარზე „ევროპული ინოვაციური ტექნოლოგიები სამშენებლო და გარემოს ინჟინერიაში (თბილისი – ბიალისტოკი, 2022)

პუბლიკაციები:

სადისერტაციო ნაშრომის თემაზე გამოქვეყნებულია 8 სამეცნიერო ნაშრომი მათ შორის 3 მოხსენებათა თეზისია.

თავი 1

არსებული ბიბლიოგრაფიული მასალის მიმოხილვა და ანალიზი

სეისმური კერების ზონების (სკზ) მოდელების შემუშავება მოცემული ტერიტორიისთვის შედგება ორი ძირითადი ეტაპისგან: ა) საკვლევ რეგიონში მიწისძვრების წარმომშობი პოტენციურად აქტიური არეების იდენტიფიცირება და ბ) მათი სეისმური აქტივობის დონის დადგენა. ეს უკანასკნელი ფასდება, როგორც თანამედროვე დანაკვირვები სეისმურობით ასევე აქტიურ რღვევათა გასწვრივ ხანგრძლივი დროის წანაცვლებების სიჩქარეებით, რაც თავის მხრივ ზღუდავს შესაძლო სეისმური მიყუჩების ზონების გაუთვალისწინებლობას. ასეთი მიდგომის გამოყენება ეფექტურად ასახავს სკზ-ში სეისმურობის შიდა სივრცულ ცვალებადობას და მიწისძვრების განმეორებადის მახასიათებლებს და მათ ეპისტემიურ ცდომილებას.

წარმოდგენილ სამუშაოში განხორციელდა საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი სკზ-ის დეტალიზაცია სეისმური აქტივობის სეგმენტების მიხედვით. კერძოდ, დიდი კავკასიონის სკზ, რომელიც თავიდან ტექტონიკური ნიშნით გაყოფილი იყო მხოლოდ დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაწილად, შემდგომ დაიყო ჯერ კავკასიონის ღერძულა და სამხრეთ ფერდის ნაწილად, ხოლო შემდგომ, აქტივობის სეგმენტების გამოყენებით, ღერძულა ნაწილი დამატებით დაიყო ხუთ ზონად და სამხრეთ ფერდის ნაწილი სამ ზონად. ასევე აქტივობის სეგმენტების ანალიზმა დაგვარწმუნა, რომ ცალკე-ცალკე სკზ-ედ უნდა გამოიყოს ალაზნის დეპრესიასთან დაკავშირებული ზონა და საქართველოს ბელტის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილი.

საქართველოს ტერიტორიისთვის განხორციელებული სკზ-ის ამგვარ დეტალიზაციას დიდი მნიშვნელობა აქვს სეისმური საშიშროების დათვლის პროცესში და შესამჩნევად ცვლის საბოლოო შედეგების სიდიდეს.

ბოლო 20 წლის მანძილზე საქართველოს სხვადასხვა ტერიტორიებზე და მათ შორის ქ. თბილისში, კლიმატის გლობალური ცვლილების საერთო ფონზე და სხვა ბუნებრივი თუ ანთროპოგენური მიზეზებით მნიშვნელოვნად გააქტიურდა ბუნებრივი საფრთხეები. ამის ნათელი დადასტურებაა ქ. თბილისში 2002 წლის მიწისძვრით, 2012

წელს კრწანისის ხევში და 2015 წელს მდ. ვერეს აუზში განვითარებული კატასტროფული ბუნებრივი სტიქიების შემდეგ შექმნილი უკიდურესად მძიმე გეოდინამიკური მდგომარეობა და გეოეკოლოგიური გართულებები.

მონაცემთა ბაზა მოიცავს: ისტორიული მონაცემებს; საველე გეოლოგიური კვლევების შედეგებს; საველე პირობებში იდენტიფიცირებულ ყველა სახის გეოლოგიურ პროცესებს (მეწყერი, ღვარცოფი, კლდეზვავ-ქვათაცვენა) და საფრთხეების მონაცემთა ბაზას; გეოლოგიური საფრთხეების კატალოგის კადასტრის შედგენას; გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების რუკას, სადაც ასახულია ყველა სახის გეოლოგიური პროცესი; უბნები, სადაც აუცილებელია დამცავი ღონისძიებების განხორციელება; ცალკეულ სამშენებლო ტერიტორიების სეისმურობის დაზუსტებას ლოკალური საინჟინრო-გეოლოგიური და საინჟინრო-სეისმოლოგიური (მიკროდარაიონებით) პარამეტრების გათვალისწინებით; სხვადასხვა თემატურ რუკებს (გეოლოგია, ფერდობების ექსპოზიცია, ფერდობების დახრილობა, როგორც რელიეფის ენერგეტიკული პოტენციალის დადგენის საფუძველი და სხვა).

წლის განმავლობაში ქვეყნის მრავალ სამშენებლო ობიექტზე ჩატარდა საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევები და კვლევის ექსპერტიზები, რომელთა მონაცემები ინახება სექტორის არქივში.

საანგარიშო წელში HYPO-71 პროგრამით გადამუშავდა 1956-2000 წლების 52 მიწისძვრა მაგნიტუდის $MS=3.3\div 5.3$ დიაპაზონში. რის შედეგადაც დაზუსტდა ამ მიწისძვრების ეპიცენტრის კოორდინატები და სიღრმეები. თითოეული მიწისძვრის პარამეტრების დამუშავება მოხდა 4 სხვადასხვა საწყისი სიღრმისთვის და ანალიზის შემდეგ შეირჩა საუკეთესო ვარიანტები. ამის შემდგომ არსებულ ყველა კატალოგში მოხდა ძველი პარამეტრების შეცვლა ახლით.

კერის მექანიზმების განსაზღვრისთვის შეირჩა 45 მიწისძვრა, რომელთათვისაც შესაძლებელი იყო პირველი შემოსვლების ნიშნების აღება რვა და მეტი სადგურის ჩანაწერზე. მიღებული მასალა დამუშავდა მექანიზმების გათვლის პროგრამით.

გარდა ამისა არსებული სეისმური კატალოგი შეივსო მიმდინარე 2019 წლის მიწისძვრების მასალებით, მოპოვებული ნაციონალური და საერთაშორისო მონაცემებიდან (30-მდე მოვლენა მაგნიტუდით $M \geq 3$).

აგრეთვე, ენგურის წყალსაცავის მიმდებარედ გრუნტის მოძრაობისა და სხვა მახასიათებლების (გარემოს წნევა, ტემპერატურა, შიგა ტემპერატურის ცვლილება დროში და სხვა) მონაცემების მისაღებად 2017 წელში დამონტაჟდა ორი ექსტენზომეტრი ზუგდიდი მესტიის მაგისტრალურ გზაზე წყალსაცავთან ახლოს. 2019 წელშიც გრძელდებოდა ექსტენზომეტრებიდან მონაცემების მიღება (თვეში სამჯერ) და დაგროვება, რის შემდეგაც განხორციელდა მათი გაფილტვრა და მიღებული მონაცემების დამუშავება, ანუ მოხდა გრუნტის გადაადგილების, გარემოს წნევისა და ტემპერატურის, აგრეთვე შიგა ტემპერატურის ჩანაწერების გამოცალკევება და დროში მათი ცვლილების გრაფიკის აგება.

ყოველწიურად ქვეყნდება ახალი გლობალური და რეგიონული გრუნტის მოძრაობის განტოლებები (გმგ), რომელიც ეფუძნება ახალ მონაცემებს. ეს თავის მხრივ მუდმივად ითხოვს ჩვენი რეგიონისათვის, სადაც მონაცემები მწირია, ახალი გმგ-ის კვლევასა და შერჩევას, სეისმური საშიშროების გათვლებისთვის. უკანასკნელი 2 წლის მანძილზე გამოქვეყნდა დაახლოებით 20-მდე ახალი გრუნტის მოძრაობის მოდელები, როგორცაა Zolfaghari and Darzi (2019b), Sung and Lee (2019), Stafford (2019), Li et al. (2019) და ა.შ. ჩვენს მიერ პირველ რიგში შერჩეული იქნა მსგავსი ტექტონიკური არეებისთვის გამოქვეყნებული გრუნტის მოძრაობის განტოლებები, როგორც ახალი მოდელებიდან ასევე იმ მოდელებიდან რომელთა განახლება არ მომხდარა ბოლო პერიოდში. შევისწავლეთ პიკური აჩქარებებისა და სპექტრალური აჩქარებების განაწილება სხვადასხვა მანძილების მიხედვით ფიქსირებული მაგნიტუდისათვის, ასევე შევისწავლეთ პიკური აჩქარებებისა და სპექტრალური აჩქარებების განაწილება ფიქსირებული მანძილის მიხედვით სხვადასხვა მაგნიტუდისათვის. შევისწავლეთ თითოეული განტოლების ეპისტემიკური ცთომილებები და ავარჩიეთ ისეთი განტოლებები, რომელთა ცვლილება მანძილების, და მაგნიტუდების მიხედვით ერთგვაროვანია. შერჩეული მოდელებიდან, როგორც ამას ითვალისწინებს

საერთაშორისო სტანდარტები ერთი მოდელი არის რეგიონული, ერთი პანევროპული და ორი გლობალური. შერჩეული იქნა ოთხი მოდელი ქერქისთვის. KothaEtAl2016 (0.15); CauzziEtAl2014 (0.35); ChiouYoungs2014 (0.35); AkkarEtAl2014b (0.15) სამი მოდელი ღრმა სეიმურობისთვის ჩრდილო კავკასიისთვის, რომელიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს საქართველოს სეიმურ საშიშროებაზე Lin and Lee 2008 (0.30); AbrahamsonEtAl2016 (0.40); MontalvaEtAl2016 (0.30) და ორი ვულკანური მოდელი ჯავახეთის ზეგნისათვის FaccioliEtAl2010 (0.50); Bradley2013Volc (0.50). ფრჩხილებში მითითებულია მათი წონები, რომელიც მიენიჭა სეიმური საშიშროების გათვლისას. აღსანიშნავია, რომ ახალი მოდელები რომლებიც გამოქვეყნდა ბოლოს სამი წლის მანძილზე არ მუშაობს კარგად ჩვენ რეალობაში.

ბოლო პერიოდში სულ უფრო დიდ მნიშვნელობა ენიჭება მაკროსეიმური მონაცემების დამუშავებასა და პროგნოზული განტოლებების გამოყვანას მაკროსეიმური ინტენსივობის მიხედვით. სექტორში შექმნილია მაკროსეიმური მონაცემების უნიკალური ბაზა 111 მიწისძვრისთვის. აქედან 44 ისტორიული მიწისძვრაა (ძვ.წ.აღ.1250-1900 წწ. პერიოდისათვის). დანარჩენი კი ინსტრუმენტული პერიოდის მიწისძვრებია (1900 წ.-დან დღემდე). აქედან 25 მიწისძვრა მიეკუთვნება ადრეულ ინსტრუმენტულ პერიოდს (1900-1955 წწ.), ხოლო 42 მიწისძვრა გვიან ინსტრუმენტულ პერიოდის (1956 წ.-დან დღემდე). მიმდინარეობდა ინსტრუმენტული მიწისძვრების მონაცემების დამუშავება, როგორც ინდივიდუალური მიწისძვრებისთვის ასევე მთელი მონაცემთა ბაზისთვის. მაკროსეიმური ინტენსივობის პროგნოზული განტოლებები მიღებული იქნა ეპიცენტრული მანძილებისთვის, ჰიპოცენტრული მანძილებისთვის და ჯოინერ - ბურის მანძილებისთვის, ასევე შესწავლილი იქნა დამოკიდებულება ინტენსივობასა და მიწისძვრის სიღრმეს შორის. ეს დამოკიდებულებები შესწავლილი იქნა ცალცალკე ძლიერი, საშუალო და სუსტი მიწისძვრებისთვის. დამოკიდებულება შესწავლილი იქნა როგორც წრფივი რეგრესიებით ასევე მრავალსაფეხურიანი რეგრესიებით. მრავალსაფეხურიანი რეგრესიებით გათვალისწინებული იქნა ასევე გრუნტის თვისებები, რომელიც შეფასდა ნაციონალურ დონეზე 200 000 მასშტაბის

ტოპოგრაფიის რუკის საშუალებით. კერძოდ აგებული იქნა ციფრული სიმაღლის მოდელი და გადაყვანილი იქნა დახრის ციფრულ მოდელში. განისაზღვრა დამოკიდებულება დახრასა და გრუნტის თვისებებს შორის რეგიონისათვის მიღებული დამოკიდებულებიდან. მაკროსეისმური ინტენსივობის პროგნოზული განტოლებები შესწავლილი იქნა, როგორც ზედაპირული ტალღის მაგნიტუდის (Ms), ასევე მომენტის მაგნიტუდის (Mw) მიხედვით.

განხორციელდა ალბათური სეისმური საშიშროების რუკების ხელმეორედ გადათვლა ნაციონალურ დონეზე, რისთვისაც გადაიდგა შემდეგ ნაბიჯები:

1) მოხდა მიწისძვრების კატალოგის უნიფიცირება Mw მაგნიტუდის მიხედვით ახალი კორელაციური დამოკიდებულებების გათვალისწინებით. 2) მოხდა კატალოგის სტატისტიკური ანალიზი. კერძოდ, მოხდა კატალოგების გაწმენდა აფტერშოკების, ფორშოკებისა და გუნდებისაგან ხვადსხვა მეთოდებით - Gardner and Knopoff (1974), Grunthal, 1985, by Raesenberg (1985), Uhrhammer(1986). ჩატარდა მიღებული გაწმენდილი კატალოგების ტესტირება პუასონისებურ განაწილებაზე Luen and Stark (2012)-ის შემოთავაზებული მეთოდით. მოხდა კატალოგების დროით - სივრცული ანალიზი და წარმოდგენილი მიწისძვრების დადგენა, როგორც მთელი ტერიტორიისათვის, ასევე მისი ცალკეული ზონებისთვის Stepp method (1971)-ის მეთოდით. თითოეული ზონა დახასიათდა გუტენბერგ-რიხტერის პარამეტრებით Weichert (1980)-ის მეთოდით. სეისმური საშიშროება გაითვალა, როგორც სეისმური არეების ზონებით ასევე აქტიური სტრუქტურებითა და სეისმურობით. სეისმური აქტივობა აქტიური სტრუქტურებისათვის გაითვალა Anderson and Luco (1983)-ის მეორე მოდელით. სეისმური საშიშროება ფონური სეისმურობის მიხედვით გაითვალა Frankel (1995)-ის მეთოდით. თითოეულ მათგანს მიენიჭა წონები ლოგიკური ხის სქემაში. სეისმური არეების ზონები წარმოდგენილია სამი ტიპის ფენისთვის: სეიმოგენური, ვულკანური და ღრმა სეისმურობის მქონე ფენებისთვის. საბოლოოდ ალბათური სეისმური საშიშროება გაითვალა პიკური და სპექტრალური აჩქარებებისთვის 72, 95, 475, 975, 2475, 4975 და 9975 განმეორებადობის პერიოდისათვის, რომელიც შეესაბამება 50, 40, 10, 5, 2, 1 and 0.5% გადაჭარბების

ალბათობას 50 წლიანი მოლოდინის დროისათვის. ალბათური სეისმური საშიშროებები გათვლილი იქნა 5th, 16th, 15th, 50th (საშუალო), 85th, 95th პროცენტისა და ორი ჰორიზონტალური კომპონენტის საშუალო გეომეტრიული მნიშვნელობისათვის მთელი საქართველოს ტერიტორიისათვის 10 კმ-იანი ბიჯით. მიღებული შედეგები განსხვავდება ალბათური სეისმური საშიშროების რუკისგან, როელიც განსაზღვრული იყო რეგიონულ დონეზე EMME პროექტში, თუმცა ეს განსხვავება არ აღემატება პროგნოზული განტოლებების ეპისტემიკურ ცთომილებას. გამოყენებული იქნა OQ პროგრამა. OQ-ის უპირატესობა ის არის, რომ იყენებს მრავალსაფეხურიან ლოგიკური ხის სქემას, რომელიც სხვადასხვა წონით ითვალისწინებს სხვადასხვა სეისმურ წყაროებს, სეისმური წყაროების სხვადასხვა სეისმურ პარამეტრებს.

ამ სამუშაოში განხორციელდა სამშენებლო უბნის გეოფიზიკური კვლევა, განისაზღვრა VS30 და მშენებლობის ადგილის გრუნტების რეზონანსული სიხშირეები. ობიექტის გარემომცველ საკვლევ რაიონში მოხდა, განვლილი ისტორიული დროის განმავლობაში, დანაკვირვები სეისმურობის შესწავლა და ანალიზი. დადგინდა ახლობელი და რეგიონული ძლიერი მიწისძვრების გავლენა მოცემული ობიექტების ტერიტორიაზე. აღწერილ იქნა საკვლევ რაიონის სეისმურად აქტიური რღვევები, შესწავლილ იქნა სეისმოტექტონიკური კანონზომიერებები, გამოიყო სეისმური კერების ზონები და მოხდა მათი პარამეტრიზაცია. ობიექტის სამშენებლო მოედნის სეისმური საშიშროების შეფასება ჩატარდა ალბათური და დეტერმინისტული მიდგომებით, გრუნტის პიკური და სპექტრალური აჩქარებების ჰორიზონტალური და ვერტიკალური კომპონენტებისთვის, ობიექტის სამშენებლო მოედნის ამგები გრუნტებისა და კლდისთვის. განხორციელდა სეისმური საშიშროების მაგნიტუდა-მანძილის ტიპის დეაგრეგაცია.

მოცემული ობიექტისთვის შერჩეულ იქნა აქსელეროგრამების ორი პაკეტი შესაბამისად ალბათური სეისმური საშიშროების ორი დონისთვის - 10% გადაჭარბების ალბათობა და 2% გადაჭარბების ალბათობა მომდევნო 50 წლის განმავლობაში. ამასთან აქსელეროგრამების შერჩევა განხორციელდა ალბათური სეისმური საშიშროების

ფორმის, საშიშროების დეზაგრეგაციის, დეტერმინისტული სეისმური საშიშროებისა და გამოთვლილი VS30-ის მნიშვნელობის გათვალისწინებით. მოხდა შერჩეული აქსელეროგრამების მრუდების, დაკალიბრება და გამოითვალა აქსელეროგრამების საშუალო სპექტრები საშიშროების აღნიშნული ორი დონისთვის.

ევროპული სტანდარტები „ევროკოდები“ წარმოადგენს სამშენებლო პროექტირებისა და მშენებლობის თანამედროვე ნორმებს (სახელმძღვანელოს), რომელთა დანერგვა საქართველოს სამშენებლო სივრცეში ამ სფეროს უმნიშვნელოვანესი რეფორმების საგანია. ევროპული სტანდარტები მოიცავს დანერგვის სამ დონეს, ესენია: გარე ყდის მეთოდი (მხოლოდ სახელწოდების თარგმნა ეროვნულ დონეზე), დოკუმენტის ტექსტის სრული თარგმანი და მესამე დონე - დოკუმენტისათვის ეროვნული დანართის შექმნა (ეროვნული პარამეტრების დამუშავება).

საქართველოს ეკონომიკის სამინისტროს, სამშენებლო პოლიტიკის დეპარტამენტთან არსებული სამშენებლო კომიტეტის მიერ (ჩვენი მონაწილეობით) დღეისათვის მომზადებულია ევროკოდი 0-ის „კონსტრუქციული დაპროექტების საფუძვლები“ მესამე დონის დოკუმენტი, რომელიც უნდა გადაეცეს შესაბამის სამსახურებს საქართველოს სტანდარტად აღიარებისათვის.

თავი 2

კვლევა შედეგები და მათი განსჯა:

თბილისში არსებული მსხვილბლოკური და კარკასული შენობების რკინაბეტონის კონსტრუქციების ამჟამინდელი მდგომარეობის დადგენარეაბილიტაცია, მომავალში მათზე სეისმური ძალის დამანგრეველი მოქმედების პრევენციის მიზნით



ავარიული შენობები თბილისში

საქართველოში, განსაკუთრებით დედაქალაქ თბილისში არის სახიფათო მდგომარეობაში მყოფი შენობები[9]. ამ შენობებიდან ბევრი ისტორიული ნაგებობაა, რომლებიც დანგრეულია წლების განმავლობაში უყურადღებობისა და მოვლის ნაკლებობის გამო.

თბილისში ყველაზე საფრთხის შემცველ შენობებს შორისაა:

თბილისის აბანოები: თბილისის აბანოთუბნის უბანში გოგირდის ისტორიული აბანოები მრავალი წელია ავარიულ მდგომარეობაშია. შენობები 200 წელზე მეტი ხნისაა და განიცდის კონსტრუქციულ პრობლემებს და წყლის მიერ დაზიანებას.

ბოლო წლებში იყო მცდელობები აბანოების გარემონტებისთვის, მაგრამ პროგრესი წელი იყო დაფინანსების ნაკლებობისა და ბიუროკრატიული დაბრკოლებების გამო.

სხვა ისტორიული შენობები: თბილისში ბევრი სხვა ისტორიული შენობაა, რომლებიც სხვადასხვა ავარიულ მდგომარეობაშია. მათ შორისაა ძველი სასახლეები, ეკლესიები და საზოგადოებრივი შენობები, რომლებიც დანგრევის ან სხვა სახის დაზიანების საფრთხის ქვეშ არიან.

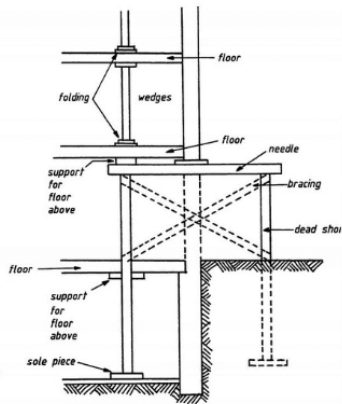
გაკეთდა ძალისხმევა ამ შენობებით გამოწვეული საფრთხეების შესასწავლად და აღმოფხვრაზე. საქართველოს მთავრობამ შექმნა სპეციალური კომისია, რომელიც შეაფასებს თბილისის ისტორიული შენობების მდგომარეობას და პრიორიტეტულ რესტავრაციას ანიჭებს. მეტი უნდა გაკეთდეს თბილისის ისტორიული შენობების დასაცავად და ქალაქის კულტურული მემკვიდრეობის სასიცოცხლო მნიშვნელობის შემადგენლობის უზრუნველსაყოფად.[11; 12]

ავარიული შენობების გამაგრება

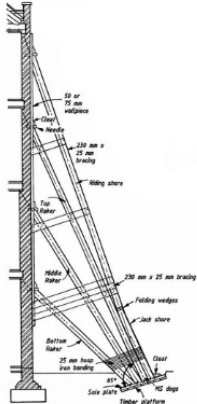
სახიფათო პირობებში შენობების დანგრევის თავიდან ასაცილებლად რამდენიმე გზა არსებობს.[10] შესაბამისი მეთოდი დამოკიდებული იქნება შენობის სპეციფიკურ მდგომარეობაზე და საფრთხის სიმძიმეზე. აქ არის რამდენიმე შესაძლო მიდგომა:

1. დომკრატებით გამაგრება: დომკრატი არის დროებითი ღონისძიება, რომელიც მოიცავს სტრუქტურის მხარდაჭერას შემდგომი დაზიანებისა და ნგრევის თავიდან ასაცილებლად. ეს შეიძლება გაკეთდეს ჰიდრაულიკური, ხის ან ფოლადის, ან სხვა სტრუქტურული ელემენტების გამოყენებით. ის ხშირად გამოიყენება შენობის დასამაგრებლად გადაუდებელი რემონტის დროს ან მუდმივი დამხმარე სისტემების დამონტაჟებისას.(ნახ.1)

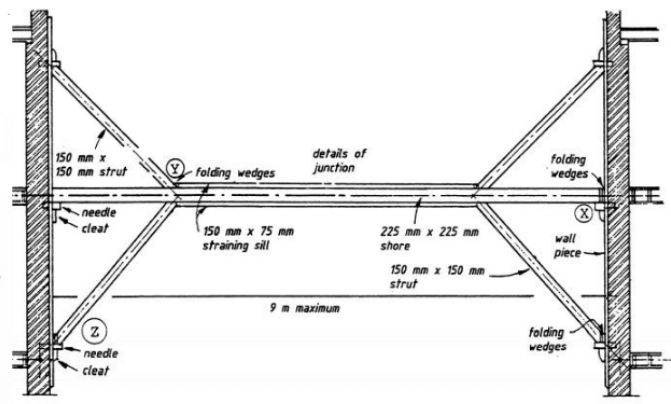
Types of Shoring



Dead Shoring



Raking Shoring



Horizontal Shoring

civilrack.com

6sb.1



6sb.2

2. მოჩარჩოება და ირიბანების დაყენება: მსგავსი გამაგრების ტიპი შეიძლება გამოყენებულ იქნას შენობის კონსტრუქციული ელემენტების გასაძლიერებლად და დატვირთვის წინააღმდეგობის გაზრდის მიზნით. ეს შეიძლება გაკეთდეს ახალი ელემენტების დამატებით, როგორცაა ფოლადი ან ბეტონი, ან არსებული ელემენტების გაძლიერებით დამატებითი მასალით ან გაუმჯობესებით. მაგალითად, არსებული კედლების ან სვეტების გამაგრება დამატებითი ფოლადით ან ბეტონით შეიძლება გაზარდოს მათი უნარი გაუძლოს გვერდითი დატვირთვას, როგორცაა მიწისძვრის შედეგად წარმოქმნილი დატვირთვები.(ნახ.2)
3. დემონტაჟი(სურ.1.0): თუ შენობა სახიფათოა და მისი შეკეთება შეუძლებელია, შეიძლება საჭირო გახდეს მისი დემონტაჟი. დემონტაჟი გულისხმობს შენობის ფრთხილად დეკონსტრუქციას კონტროლირებადი წესით, ხშირად დაწყებული ზემოდან და ქვევით. ეს შეიძლება გაკეთდეს ამწეების, ექსკავატორების ან სხვა მძიმე ტექნიკის გამოყენებით. დემონტაჟი შეიძლება იყოს რთული და საშიში პროცესი და უნდა განხორციელდეს მხოლოდ გამოცდილი პროფესიონალების მიერ.



სურ.1.0

4. კონტროლირებადი დანგრევა(სურ.1.1): ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება საჭირო გახდეს შენობის დანგრევა სწრაფად და ეფექტურად. ეს შეიძლება განხორციელდეს კონტროლირებადი დანგრევით, რაც გულისხმობს ასაფეთქებელი ნივთიერებების ან სხვა მეთოდების გამოყენებას შენობის კონტროლირებადი გზით დასანგრევად. კონტროლირებადი დანგრევა მოითხოვს ფრთხილად დაგეგმვასა და შესრულებას მუშების და მიმდებარე შენობების უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად.



სურ.1.1

5. ევაკუაცია და გადაადგილება: თუ შენობა სახიფათო მდგომარეობაშია, ყველაზე მნიშვნელოვანი ნაბიჯი შეიძლება იყოს მაცხოვრებლების ევაკუაცია და მათი გადაყვანა უსაფრთხო ადგილას. ეს შეიძლება გაკეთდეს გადაუდებელი თავშესაფრების ან დროებითი საცხოვრებლის გამოყენებით. ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება დაგჭირდეთ შენობის სამუდამოდ გათავისუფლება, ხოლო მაცხოვრებლების ახალ სახლში ან შენობაში გადაყვანა.

ზოგადად, სახიფათო პირობებში შენობების დანგრევის თავიდან აცილება მოითხოვს კონსტრუქტორის, საშენი მასალების და რისკების მართვის ერთობლიობას. შენობის მდგომარეობისა და საფრთხის სიმძიმის გულდასმით შეფასებით და შესაბამისი

ზომების გატარებით, როგორცაა საყრდენი, სამაგრი და გამაგრება, დემონტაჟი, კონტროლირებადი დანგრევა, ან ევაკუაცია და გადაადგილება, შესაძლებელია თავიდან იქნას აცილებული ნგრევა და უზრუნველყოფილი იყოს მაცხოვრებლების უსაფრთხოება და მიმდებარე შენობები.

ევროკოდებში მითითებები შენობის გამაგრებაზე [19; 20; 21; 22]

ევროკოდები წარმოადგენს შენობებისა და სხვა ნაგებობების დიზაინის ევროპული სტანდარტების ერთობლიობას, სეისმური დიზაინისა და ანალიზის სახელმძღვანელოს ჩათვლით. მიუხედავად იმისა, რომ ევროკოდები იძლევა მითითებებს იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა დაპროექტდეს კონსტრუქციები მიწისძვრებისა და სხვა საშიშროებისადმი წინააღმდეგობის გაწევისთვის, ისინი არ აწვდიან კონკრეტულ რეკომენდაციებს, თუ როგორ ავიცილოთ თავიდან შენობები სახიფათო პირობებში დანგრევისგან. სამაგიეროდ, ევროკოდები ფოკუსირებულია იმაზე, თუ როგორ უნდა შეიმუშაოს ახალი შენობები და განახლოს არსებული შენობები, რათა ისინი უფრო მდგრადი გახდონ საფრთხეების მიმართ. როგორც ითქვა, ევროკოდები შეიცავს მითითებებს იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა შეფასდეს არსებული შენობების სეისმური მოქმედება, რაც ხელს შეუწყობს პოტენციური საფრთხის იდენტიფიცირებას და შესაბამისი ზომების განსაზღვრას ნგრევის თავიდან ასაცილებლად. აქ მოცემულია რამდენიმე შესაბამისი ევროკოდი და მათი დებულებები:

1. ევროკოდი 8: მიწისძვრის წინააღმდეგობის კონსტრუქციების დიზაინი - ნაწილი 3: შენობების შეფასება და რემონტი. ევროკოდი 8-ის ეს ნაწილი იძლევა ინსტრუქციას იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა შეფასდეს არსებული შენობების სეისმური ეფექტურობა და როგორ მოხდეს მათი განახლება მათი მუშაობის გასაუმჯობესებლად. მასში შედის რეკომენდაციები სეისმური შეფასების მეთოდების, გადაკეთების ტექნიკისა და შესრულების მოთხოვნების შესახებ.
2. ევროკოდი 3: ფოლადის კონსტრუქციების დიზაინი - ნაწილი 1-8: სახსრების დიზაინი. ევროკოდი 3-ის ეს ნაწილი იძლევა ინსტრუქციას, თუ როგორ უნდა

დაპროექტდეს ფოლადის სახსრები სეისმური წინააღმდეგობისთვის, მათ შორის რეკომენდაციები სახსრების სიმტკიცის, ელასტიურობისა და დეფორმაციის სიმძლავრის შესახებ.

3. ევროკოდი 7: გეოტექნიკური დიზაინი - ნაწილი 1: ზოგადი წესები. ევროკოდი 7-ის ეს ნაწილი იძლევა ინსტრუქციას იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა შეფასდეს სეისმური საშიშროება კონკრეტულ ადგილზე და როგორ უნდა დაპროექტდეს საძირკველი და სხვა გეოტექნიკური ელემენტები სეისმური ძალების წინააღმდეგობის გაწევისთვის.
4. ევროკოდი 6: ქვის კონსტრუქციების დაპროექტება - ნაწილი 1-1: ზოგადი წესები არმირებული და გაუმაგრებელი ქვის კონსტრუქციებისთვის. ევროკოდი 6-ის ეს ნაწილი იძლევა მითითებებს, თუ როგორ უნდა შეიმუშაოთ ქვისა კონსტრუქციები სეისმური წინააღმდეგობისთვის, მათ შორის რეკომენდაციები გამაგრების დეტალების, კედლის სისქის და კავშირის სიმძლიერის შესახებ.

მიუხედავად იმისა, რომ ევროკოდები არ იძლევა კონკრეტულ რეკომენდაციებს სახიფათო პირობებში შენობების ჩამონგრევის თავიდან ასაცილებლად, ისინი აძლევენ მითითებებს იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა შეფასდეს და განახლდეს არსებული შენობები სეისმური მუშაობის გასაუმჯობესებლად. ამ მითითებების დაცვით და კვალიფიციურ ინჟინრებთან და სხვა ექსპერტებთან მუშაობით, შესაძლოა შესაძლებელი იყოს ნგრევის თავიდან აცილება და მიმდებარე შენობების უსაფრთხოება.

სნგ-სა და შუა აზიის ქვეყნებში შენობების აღდგენა-გამაგრება

სნგ-სა და შუა აზიის ქვეყნებში არსებობდა ინსტრუქციები და მითითებები სახიფათო პირობებში მყოფი შენობების ნგრევის თავიდან სნგ-სა და შუა აზიის ქვეყნებს ჰქონდა სამშენებლო და საინჟინრო ცენტრალიზებული სისტემა, რომელიც მოიცავდა მკაცრ რეგულაციებსა და მითითებებს შენობებისა და სხვა ნაგებობების კონსტრუქციების, მშენებლობისა და მოვლა-პატრონობის შესახებ.

ერთ-ერთი ძირითადი დოკუმენტი, რომელიც ასახავს ამ რეგულაციების, იყო СНиП, რომელიც დეტალურ მითითებებს აწვდიდა შენობის კონსტრუქციის, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის სხვადასხვა ასპექტს. СНиП მოიცავდა სპეციფიკურ დებულებებს სახიფათო შენობების რეაბილიტაციისა და რეკონსტრუქციისთვის, ასევე ინსტრუქციებს იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა მოხდეს არსებული შენობების საფრთხეების იდენტიფიცირება და შეფასება.

СНиП-ის ზოგიერთი ძირითადი დებულება, რომელიც დაკავშირებულია სახიფათო პირობებში შენობებთან, მოიცავს:

1. სახიფათო შენობების იდენტიფიკაცია და შეფასება: СНиП-მა აწვდიდა ინსტრუქციას, თუ როგორ უნდა მოხდეს სახიფათო შენობების იდენტიფიცირება და შეფასება, მათ შორის, როგორ უნდა შეფასდეს შენობების სტრუქტურული მთლიანობა და ისეთი პოტენციური საფრთხის იდენტიფიცირება, როგორცაა ხანძარი, აფეთქება ან სეისმური აქტივობა.
2. სახიფათო შენობების რეაბილიტაცია და რეკონსტრუქცია: СНиП-მა გააცნო სახელმძღვანელო მითითებები სახიფათო შენობების რეაბილიტაციისა და რეკონსტრუქციისთვის, მათ შორის რეკომენდაციები სტრუქტურული ელემენტების გამაგრების, დაზიანებული კომპონენტების შეკეთების ან გამოცვლისა და ხანძარსაწინააღმდეგო და სეისმური წინააღმდეგობის გასაუმჯობესებლად.
3. შენობების მოვლა და ექსპლუატაცია: СНиП მოიცავდა მითითებებს შენობების მიმდინარე მოვლისა და ექსპლუატაციის შესახებ, მათ შორის რეგულარული

ინსპექტირება, სტრუქტურული კომპონენტების ტესტირება და დაზიანებული ან ნახმარი კომპონენტების შეკეთება ან შეცვლა.

СНиП-ის გარდა, სნგ-სა და შუა აზიის ქვეყნებს ასევე ჰქონდა შენობებისა და სხვა ნაგებობების სახელმწიფო ინსპექტირებისა და სერთიფიკატების სისტემა, რაც უზრუნველყოფს მათ შესაბამის სტანდარტებსა და რეგულაციებს. ეს სისტემა დაეხმარა სახიფათო შენობების იდენტიფიცირებას და დროულად განხილვას, და რომ შენობის მფლობელები და ოპერატორები პასუხისმგებელნი იყვნენ უსაფრთხო და საიმედო ნაგებობების შენარჩუნებაზე. მთლიანობაში, სნგ-სა და შუა აზიის ქვეყნებს გააჩნდა რეგულაციებისა და სახელმძღვანელო პრინციპების ყოვლისმომცველი სისტემა შენობებისა და სხვა ნაგებობების დიზაინის, მშენებლობისა და მოვლა-პატრონობისთვის, რომელიც მოიცავდა დებულებებს საშიში პირობების მოსაგვარებლად და ნგრევის თავიდან ასაცილებლად. მიუხედავად იმისა, რომ ამ რეგულაციების სპეციფიკა დროთა განმავლობაში განვითარდა, იმ ეპოქაში დამკვიდრებული მრავალი პრინციპი და პრაქტიკა კვლავ აქტუალური და გავლენიანია თანამედროვე შენობების დიზაინსა და ინჟინერიაში.

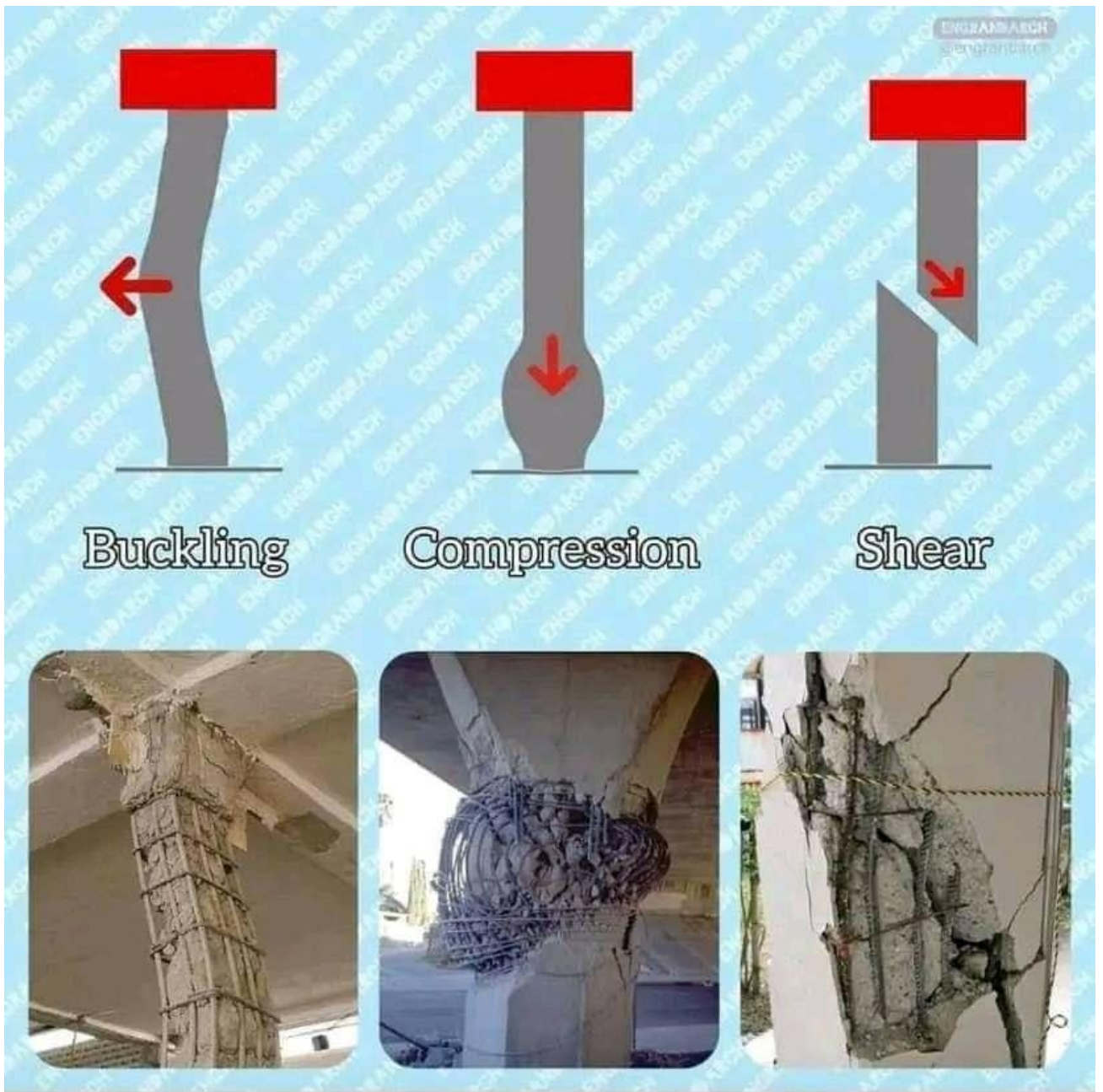
სეისმური ზემოქმედების დროს რეგულარობის დარღვევის მქონე

რკინაბეტონის კონსტრუქციების გაანგარიშება მდგრადობაზე

სეისმური ზემოქმედების დროს რკინაბეტონის კონსტრუქციების მდგრადობა შეიძლება გამოითვალოს სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით, როგორცაა წრფივი და არაწრფივი სტატიკური და დინამიური ანალიზი. გამოყენებული მეთოდი დამოკიდებული იქნება სტრუქტურის დარღვევის ტიპსა და დონეზე, ასევე სეისმური საშიშროების დონეზე.[1]

რკინაბეტონის კონსტრუქციებში დარღვევები შეიძლება შეიცავდეს:

- გრეხვისაგან რღვევა.
- ვერტიკალური რღვევა.
- ჰორიზონტალური რღვევა.



ნახ.3

წრფივი სტატიკური ანალიზის მეთოდები, როგორცაა ექვივალენტური გვერდითი ძალის მეთოდი, შეიძლება გამოყენებულ იქნას მცირე დარღვევების მქონე სტრუქტურებისთვის. არაწრფივი სტატიკური ანალიზის მეთოდები, როგორცაა pushover ანალიზი, შეიძლება გამოყენებულ იქნას ზომიერი და მძიმე დარღვევების მქონე სტრუქტურებისთვის.

არაწრფივი დინამიური ანალიზის მეთოდები, როგორცაა ხანდაზმულობის ანალიზი, შეიძლება გამოყენებულ იქნას სტრუქტურებისთვის, რომლებსაც აქვთ მძიმე დარღვევები და მაღალი სეისმური საფრთხე. ეს მეთოდები მოიცავს კონსტრუქციის ქცევის სიმულაციას მიწისძვრის მიწისძვრის სხვადასხვა მოძრაობებში.[2]

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ სეისმური დაპროექტების კოდებს აქვს განსხვავებული დებულებები რეგულარობის დარღვევის მქონე სტრუქტურებისთვის, როგორცაა UBC97, NEHRP, ASCE7, IBC, IS1893 და ა.შ. დამპროექტებელმა უნდა იცოდეს კოდი და შენობის დარღვევის დონე, რათა გამოიყენოს ანალიზისა და დიზაინის სწორი მეთოდი.

ევროკოდი 8-PUSHOVER [19]

Pushover ანალიზი არის მეთოდი, რომელიც გამოიყენება მიწისძვრის ინჟინერიაში შენობებისა და სხვა ნაგებობების სეისმური მუშაობის შესაფასებლად. იგი დაფუძნებულია კონსტრუქციის „დაძაბვის“ კონცეფციაზე დატვირთვა-გადაადგილების დამატებითი საფეხურების სერიის მეშვეობით, კონსტრუქციაზე სეისმური ძალების ზემოქმედების სიმულაციაზე. ევროკოდი 8 არის ევროპული სტანდარტი მიწისძვრის წინააღმდეგობის კონსტრუქციების დიზაინისთვის და ის შეიცავს მითითებებს Pushover ანალიზისთვის.

აქ მოცემულია პუშოვერის ანალიზის რამდენიმე ძირითადი ასპექტი ევროკოდში 8:

1. დატვირთვის შაბლონები: ევროკოდი 8 რეკომენდაციას უწევს დატვირთვის რამდენიმე შაბლონს pushover ანალიზისთვის, მათ შორის ერთიანი, სამკუთხა და ტრაპეციული შაბლონები. ეს დატვირთვის ნიმუშები წარმოადგენს გვერდითი დატვირთვის სხვადასხვა ტიპს, რომელიც შეიძლება განიცადოს შენობამ მიწისძვრის დროს და შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა სტრუქტურული ელემენტების მუშაობის შესაფასებლად.
2. პლასტიკური სახსრის ფორმირება: Pushover-ის ანალიზი ეყრდნობა სტრუქტურულ ელემენტებში პლასტიკური სახსრების წარმოქმნას, რომლებიც

წარმოადგენენ სტრუქტურის ლოკალური დაზიანების წერტილებს. ევროკოდი 8 განსაზღვრავს პლასტიკური სახსრების თვისებებს, მათ შორის სიმტკიცეს, დეფორმაციის უნარს და ენერგიის გაბნევის შესაძლებლობებს.

3. სიმძლავრის მრუდები: პუშოვერის ანალიზის შედეგები, როგორც წესი, წარმოადგენილია სიმძლავრის მრუდების სახით, რომლებიც გვიჩვენებენ მიმართებას მიყენებულ დატვირთვასა და სტრუქტურის შესაბამის გადაადგილებას ან დეფორმაციას შორის. ევროკოდი 8 იძლევა მითითებებს იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა იყოს გამოსახული და ინტერპრეტაცია სიმძლავრის მრუდები, მათ შორის, როგორ უნდა განვსაზღვროთ სტრუქტურის ზღვრული მდგომარეობა და ნგრევის მექანიზმი.
4. არაწრფივი ანალიზი: Pushover-ის ანალიზი არის არაწრფივი ანალიზის მეთოდი, რაც ნიშნავს, რომ იგი ითვალისწინებს დატვირთვის ქვეშ მყოფი კონსტრუქციული ელემენტების არაწრფივ ქცევას. ევროკოდი 8 გვაწვდის ინსტრუქციებს, თუ როგორ უნდა მოხდეს მასალების და სტრუქტურული ელემენტების არაწრფივი ქცევის მოდელირება, მათ შორის პლასტიკური სახსრების და სხვა დაზიანების მოდელების გამოყენება.
5. გადამოწმება და ვალიდაცია: ევროკოდი 8 ხაზს უსვამს ვერიფიკაციისა და ვალიდაციის მნიშვნელობას pushover ანალიზში. ეს მოიცავს ანალიზში გამოყენებული შეყვანის პარამეტრების და ვარაუდების შემოწმებას და შედეგების დადასტურებას ექსპერიმენტული მონაცემების ან სხვა დადგენილ კრიტერიუმებთან მიმართებაში.

მთლიანობაში, პუშოვერის ანალიზი ევროკოდში 8 არის ღირებული ინსტრუმენტი შენობებისა და სხვა ნაგებობების სეისმური მუშაობის შესაფასებლად. სეისმური ძალების ზემოქმედების სიმულირებით და პოტენციური მარცხის მექანიზმების იდენტიფიცირებით, pushover-ის ანალიზს შეუძლია დაეხმაროს ინჟინერებს უფრო მიწისძვრისადმი მდგრადი კონსტრუქციების შემუშავებაში და შენობებისა და მათი მაცხოვრებლების უსაფრთხოების გაუმჯობესებაში.

მსხვილბლოკური შენობები

დიდი ბლოკის შენობები არის ურბანული საცხოვრებლის ტიპი, რომელიც გაჩნდა მე-20 საუკუნის შუა წლებში, განსაკუთრებით აღმოსავლეთ ევროპასა და ყოფილ საბჭოთა კავშირში. ეს შენობები გამოირჩეოდა ფართომასშტაბიანი, სტანდარტიზებული კონსტრუქციით და ასაწყობი კომპონენტების გამოყენებით. დიდი ბლოკის შენობების წარმოშობა შეიძლება მეორე მსოფლიო ომის შემდგომ პერიოდში, როდესაც ევროპის ბევრ ქალაქს საცხოვრებლის სერიოზული დეფიციტი შეექმნა ომის შედეგად გამოწვეული ფართო ნგრევის გამო. ამ კრიზისის საპასუხოდ, მთავრობებმა და დეველოპერებმა დაიწყეს მასობრივი საცხოვრებლის ახალი ფორმების ექსპერიმენტები, რომლებიც შეიძლებოდა აშენდეს სწრაფად და ეფექტურად, მაგრამ მაინც უზრუნველყოფდა ადეკვატურ საცხოვრებელ ადგილს და კეთილმოწყობას.[4; 5;]



სურ.2

მათი ერთ-ერთი ყველაზე გავლენიანი ადრეული მაგალითი იყო კარლ-მარქს-ჰოფი ვენაში(სურ.2), ავსტრია, რომელიც აშენდა 1920-იან წლებში, როგორც ქალაქში სოციალური საცხოვრებლის მშენებლობის ტალღის ნაწილი. კარლ-მარქს-ჰოფი იყო

ურთიერთდაკავშირებული ბინების ბლოკების მასიური კომპლექსი, საერთო ჯამში 1300-ზე მეტი ერთეულით და შექმნილი იყო მუშათა კლასის მცხოვრებთათვის ხელმისაწვდომი და მაღალი ხარისხის საცხოვრებლის უზრუნველსაყოფად. თუმცა, მხოლოდ ომისშემდგომი პერიოდის შემდეგ, მსხვილბლოკური კორპუსის საცხოვრებლები ნამდვილად გაჩნდა, როგორც მასობრივი საცხოვრებლის პრობლემის გადაწყვეტა. საბჭოთა კავშირში[6; 7] და აღმოსავლეთ ევროპის სხვა ქვეყნებში მსხვილბლოკური საცხოვრებელი სახლები სახელმწიფოს მიერ მართული ქალაქგეგმარებისა და სოციალური კეთილდღეობის პოლიტიკის ქვაკუთხედი გახდა. ეს შენობები შექმნილია იმისთვის, რომ აშენდეს სწრაფად და ეფექტურად, სტანდარტიზებული ასაწყობი კომპონენტების გამოყენებით, რომელთა მასობრივი წარმოება და ადგილზე აწყობა შეიძლებოდა.



სურ.2.1

ხშირ შემთხვევაში, მსხვილბლოკური შენობები იყო ორგანიზებული მასიური საცხოვრებლებში, რომლებიც შეიძლება შეიცავდეს ათასობით ერთეულს და ათიათასობით მაცხოვრებლის სახლი იყოს. მსგავსი ტიპის შენობები ხშირად აშენებული იყო ქალაქების გარეუბანში, სადაც მიწა იაფი და ხელმისაწვდომი იყო, და შექმნილი იყო როგორც დამოუკიდებელი თემები საკუთარი სკოლებით, მაღაზიებით და სხვა კეთილმოწყობით.

მიუხედავად იმისა, რომ მსხვილბლოკური საცხოვრებელი სახლი თავდაპირველად მიესალმა, როგორც საბინაო კრიზისის გადაწყვეტა ბევრ ქვეყანაში, დროთა განმავლობაში, ეს შენობები ასოცირდება სოციალურ და ეკოლოგიურ პრობლემებთან. კრიტიკოსები ამტკიცებდნენ, რომ ამ შენობების მასიური მასშტაბი და ერთგვაროვნება შეიძლება გამოიწვიოს იზოლაციისა და ანონიმურობის განცდა მოსახლეობაში და რომ მწვანე სივრცისა და სხვა კეთილმოწყობის ნაკლებობამ შეიძლება ხელი შეუწყოს ფიზიკურ და ფსიქიკურ ჯანმრთელობას.[8]

ბოლო წლებში გაიზარდა ინტერესი მსხვილბლოკური საცხოვრებლისადმი, როგორც მდგრადი და ხელმისაწვდომი საბინაო გადაწყვეტის მიმართ, განსაკუთრებით ქალაქებში, სადაც მიწა მწირია და ძვირია. არქიტექტორები და დამგეგმავები იკვლევენ ახალ გზებს მსხვილბლოკური შენობების დიზაინისა და ასაშენებლად, რომლებიც უფრო ენერგოეფექტური, სოციალურად ინკლუზიური და ეკოლოგიურად მდგრადია, მაგრამ მაინც ინარჩუნებენ სტანდარტიზაციისა და მასობრივი წარმოების უპირატესობებს.

სამეცნიერო კვლევები მსხვილბლოკურ შენობებზე

მრავალი სამეცნიერო კვლევა ჩატარდა მსხვილბლოკურ შენობებზე, რომლებიც მოიცავს როგორც საცხოვრებელ, ისე კომერციულ ნაგებობებს. ზოგიერთი სფერო, რომელზეც მკვლევარებმა გაამახვილეს ყურადღება, მოიცავს მათ სტრუქტურულ სტაბილურობას, ენერგოეფექტურობას და გარემოზე ზემოქმედებას. აქ არის არსებული ინფორმაციის მოკლე მიმოხილვა:

1. კონსტრუქციული სტაბილურობა: მსხვილბლოკური შენობები უნდა იყოს კონსტრუქციულად სტაბილური, რათა უზრუნველყოფილი იქნეს მათი მცხოვრებთა უსაფრთხოება. კვლევებმა გამოიკვლია ამ შენობების მშენებლობაში გამოყენებული სხვადასხვა მასალების, როგორცაა ბეტონის, ფოლადი და ქვისა მუშაობა. მკვლევარებმა ასევე შეისწავლეს ამ სტრუქტურების ქცევა სხვადასხვა ტიპის დატვირთვის, მათ შორის სეისმური აქტივობის, ქარისა და ხანძრის დროს.

2. ენერგოეფექტურობა: მსხვილბლოკური შენობები შეიძლება იყოს ენერგო ინტენსიური, რაც ხელს უწყობს მათ გარემოზე ზემოქმედებას. მკვლევარებმა გამოიკვლიეს ამ შენობების ენერჯის მოხმარების შემცირების გზები, მათ შორის საიზოლაციო, პასიური მზის დიზაინი და ენერგოეფექტური HVAC სისტემები. მათ ასევე შეისწავლეს განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენება, როგორცაა მზის პანელები, ამ სტრუქტურების კვებისათვის.
3. გარემოზე ზემოქმედება: მსხვილბლოკური შენობებს შეიძლება ჰქონდეს მნიშვნელოვანი გარემოზე ზემოქმედება, როგორც მათი მშენებლობის დროს, ასევე მათი სიცოცხლის ციკლის განმავლობაში. მკვლევარებმა გამოიკვლიეს ამ შენობების ნახშირბადის კვალი და დაათვალიერეს მათი ზემოქმედების შემცირების გზები გარემოზე. მათ ასევე შეისწავლეს მდგრადი სამშენებლო მასალების გამოყენება, როგორცაა რეციკლირებული ბეტონი და ფოლადი, და მწვანე სახურავების და ურბანული სოფლის მეურნეობის სხვა ფორმების განხორციელება.
4. შენობების მშენებლობა: მკვლევარებმა შეისწავლეს მსხვილბლოკური შენობების შესრულება მათი ფუნქციონალურობის, გამძლეობისა და ტექნიკური მოთხოვნების თვალსაზრისით. მათ ასევე შეისწავლეს სხვადასხვა სამშენებლო კოდებისა და რეგულაციების გავლენა ამ სტრუქტურების დიზაინსა და მშენებლობაზე.
5. სოციალური ზემოქმედება: მსხვილბლოკურ შენობებს შეუძლიათ მნიშვნელოვანი გავლენა იქონიონ იმ თემებზე, რომლებშიც ისინი მდებარეობს. მკვლევარებმა შეისწავლეს ამ შენობების სოციალური გავლენა, მათ შორის მათი გავლენა ქონების ღირებულებაზე, დანაშაულის მაჩვენებლებზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე მცხოვრებთა ცხოვრების ხარისხზე.

საერთო ჯამში, მსხვილბლოკურ შენობებზე ჩატარებულმა სამეცნიერო კვლევებმა მოგვცა ღირებული ინფორმაცია ამ სტრუქტურების დიზაინის, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის შესახებ. მათ დაეხმარნენ ამ შენობების უფრო უსაფრთხო, ენერგოეფექტური და გარემოსთვის ნაკლებად საზიანო გახადოს გზების

იდენტიფიცირებაში, ასევე გააუმჯობესეს მათი ფუნქციონირება და გავლენა მიმდებარე საზოგადოებაზე.

სეისმური ზემოქმედების დროს რკინაბეტონის კონსტრუქციების სტაბილურობის გამოთვლა არარეგულარობის დროს მოიცავს სხვადასხვა კონსტრუქციული და მატერიალური ფაქტორების კომპლექსურ ანალიზს. ამ ანალიზის მიზანია იმის უზრუნველსაყოფად, რომ სტრუქტურა გაუძლოს მიწისძვრის შედეგად წარმოქმნილ ძალებს და მოძრაობებს, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს მნიშვნელოვანი დაზიანება ან ნგრევა შენობებში, რომლებიც არ არის ადეკვატურად გათვლილი ასეთი ძალებისთვის წინააღმდეგობის გაწევისთვის.

სეისმური ზემოქმედების დროს რკინაბეტონის კონსტრუქციების სტაბილურობის გამოთვლაში მოცემულია შემდეგი ძირითადი ნაბიჯები:

1. სეისმური საფრთხის განსაზღვრა: პირველი ნაბიჯი არის სეისმური საშიშროების დადგენა სტრუქტურის ადგილზე. ეს მოიცავს ტერიტორიის სეისმური ისტორიის, ტერიტორიის გეოლოგიის და მიწის მოძრაობის პოტენციალის ანალიზს სეისმური მოვლენებისგან.
2. სტრუქტურული დარღვევების დადგენა: შემდეგი ნაბიჯი არის შენობის კონსტრუქციულ დიზაინში ნებისმიერი დარღვევების იდენტიფიცირება, რამაც შეიძლება გავლენა მოახდინოს მის უნარზე, გაუძლოს სეისმურ ძალებს. ეს დარღვევები შეიძლება მოიცავდეს ცვალებადობას კონსტრუქციული ელემენტების ზომაში ან ფორმაში, შენობის სიმაღლეში ან განლაგებაში ცვლილებებს, ან სხვა ფაქტორებს, რომლებმაც შეიძლება გავლენა მოახდინოს სტრუქტურის შიგნით ძალების განაწილებაზე.
3. სეისმურ ძალებზე სტრუქტურული რეაგირების ანალიზი: სეისმური საშიშროების და სტრუქტურული დარღვევების დადგენის შემდეგ, შემდეგი ნაბიჯი არის სეისმურ ძალებზე სტრუქტურული რეაგირების დეტალური ანალიზი. ეს გულისხმობს კომპიუტერული მოდელების გამოყენებას სეისმური მოვლენის დროს შენობის ქცევის სიმულაციისთვის, მიწის მოძრაობის,

ინერციის, აორთქლების და სხვა ფაქტორების ზემოქმედების გათვალისწინებით.

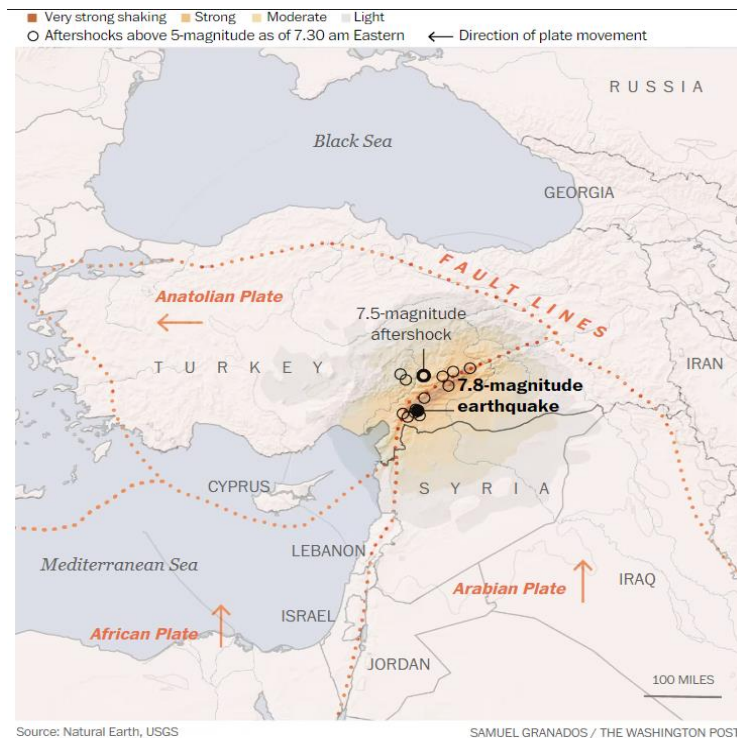
4. სეისმური მაჩვენებლის შეფასება: კონსტრუქციული რეაქციის ანალიზის საფუძველზე შეიძლება შეფასდეს შენობის სეისმური მაჩვენებლები. ეს გულისხმობს გამოთვლილი ძალებისა და დეფორმაციების შედარებას შენობის შესაძლებლობებთან, რათა გაუძლოს ამ ძალებს და დადგინდეს, შეიძლება თუ არა შენობის მნიშვნელოვანი დაზიანება ან ნგრევა სეისმური მოვლენის დროს.
5. საპროექტო აღდგენის ღონისძიებები: თუ დადგინდა, რომ შენობა ემუქრება მნიშვნელოვანი ზიანის ან ნგრევის საფრთხეს სეისმური მოვლენის დროს, რეკონსტრუქციის ღონისძიებები შეიძლება შემუშავდეს მისი სეისმური მუშაობის გასაუმჯობესებლად. ეს ზომები შეიძლება მოიცავდეს კონსტრუქციული ელემენტების გამაგრებას, სამაგრი ან ათვლის კედლების დამატებას ან შენობის განლაგების შეცვლას მისი სტაბილურობის გასაუმჯობესებლად.
6. სეისმური მუშაობის შემოწმება: მას შემდეგ, რაც განხორციელდება შენობის აღდგენის ღონისძიებები, შენობის სეისმური მაჩვენებლის შემოწმება შესაძლებელია დამატებითი ანალიზისა და ტესტირების მეშვეობით. ეს უზრუნველყოფს შენობას გაუძლოს სეისმური მოვლენის შედეგად წარმოქმნილ ძალებს და მოძრაობებს და უზრუნველყოფს ნდობას, რომ შენობა უსაფრთხოა მისი მაცხოვრებლებისთვის.

მთლიანობაში, რკინაბეტონის კონსტრუქციების სტაბილურობის გამოთვლა სეისმური ზემოქმედების დროს რეგულარულობის დარღვევით არის რთული პროცესი, რომელიც მოითხოვს კონსტრუქციული ინჟინერიის, მატერიალური მეცნიერების და სეისმოლოგიის საფუძვლიან გააზრებას. სეისმური საფრთხისა და კონსტრუქციული დარღვევების გულდასმით გაანალიზებით და შესაბამისი რეკონსტრუქციის ღონისძიებების შემუშავებით, შესაძლებელია შენობების სეისმური მუშაობის გაუმჯობესება და სეისმური მოვლენების დროს დაზიანების ან ნგრევის რისკის შემცირება.

თურქეთის მიწისძვრა [15]

თურქეთის სეისმურად აქტიურ ადგილებში, სადაც მიწისძვრის რისკი არსებობს, განსაკუთრებით კი - ქალაქებში, სადაც მოსახლეობის სიმჭიდროვე მაღალია, ძალიან ბევრი კორპუსია დანგრეული. ეს შენობები ხშირ შემთხვევაში მრავალი ათეული წლის წინაა აგებული, სანამ თანამედროვე სამშენებლო კოდები და სეისმური უსაფრთხოების სტანდარტები ჩამოყალიბდებოდა.[16]

ასეთ ადგილებში მიწისძვრის შედეგად დანგრეული შენობების ზუსტი რაოდენობის დადგენა რთულია, რადგან ოფიციალური მონაცემები არ არსებობს, თუმცა ზოგიერთი შეფასებით, თურქეთში ასობით ათასი შენობაა, რომლებიც აშენდა თანამედროვე სამშენებლო კოდებისა და სტანდარტების შემოღებამდე. ბოლო წლებში, თურქეთის მთავრობამ გადადგა ნაბიჯები ამ შენობების სეისმური

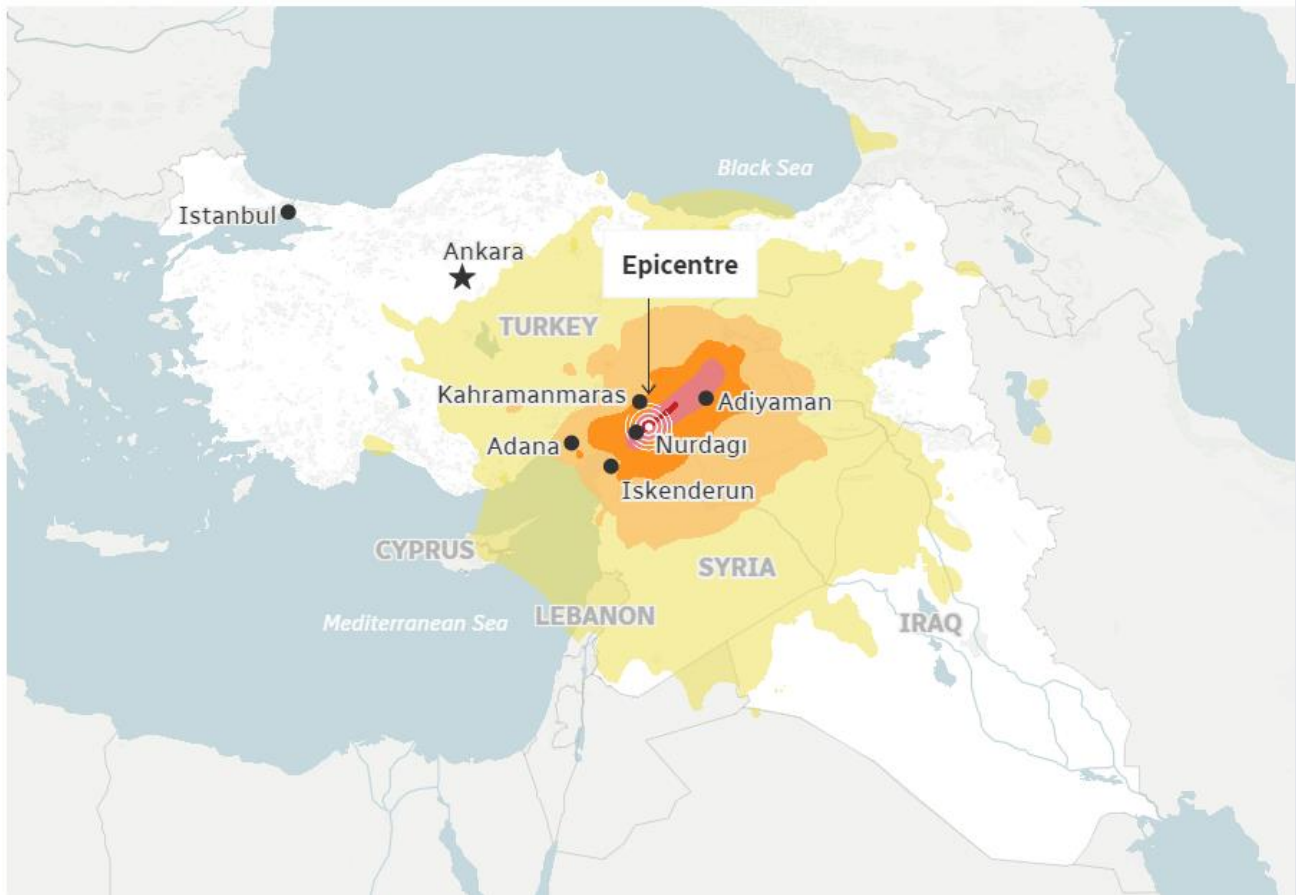


სურ.3.1

რისკის იდენტიფიცირებისა და შეფასებისათვის და დაიწყო სხვადასხვა პროგრამების განხორციელება იმ შენობების გამაგრების ან დანგრევის მიზნით, რომლებიც მნიშვნელოვან საფრთხეს უქმნის საზოგადოებრივ უსაფრთხოებას. თუმცა, ასეთი

შენობების დიდი რაოდენობის და ამოცანის სირთულის გამო, ყველა მათგანის რეკონსტრუქციის ან დანგრევის პროცესს, სავარაუდოდ, მრავალი წელი დასჭირდება.

Earthquake intensity



სურ.3.2

თურქეთში მომხდარი მიწისძვრის შედეგად ახლად აშენებული ბინების ნგრევის ხილვამ აღშფოთება გამოიწვია. ხელმისაწვდომი მასალების მიხედვით შევისწავლეთ სამი ახალი შენობა, რომლებიც ნანგრევებად იქცა, რათა გაერკვია, რა აჩვენეს მათ შენობის უსაფრთხოების შესახებ.

ორმა ძლიერმა მიწისძვრამ - 7.8 და 7.5 მაგნიტუდის მასშტაბით - მიწასთან გაასწორა ყველა სახის შენობა და დაილუპა ათასობით ადამიანი სამხრეთ თურქეთსა და ჩრდილოეთ სირიაში(სურ.3.1; 3.2).

მაგრამ ის ფაქტი, რომ ზოგიერთი უახლესი კორპუსიც კი სრულიად დაინგრა, გამოიწვია კითხვები შენობის უსაფრთხოების სტანდარტებთან დაკავშირებით. თანამედროვე სამშენებლო ტექნიკა უნდა ნიშნავდეს, რომ შენობებს შეუძლიათ გაუმლონ ამხელა მაგნიტუდის მიწისძვრებს. და ქვეყანაში არსებული წინა კატასტროფების შემდგომ რეგულაციებს უნდა უზრუნველყო ამ შენობების მთლიანობა.[14]

შერჩეული შენობებიდან სამი ახალი შენობის ჩამონგრევიდან პირველში, სოციალური მედიის კადრებში ჩანს, რომ ადამიანები ყვირიან და გარბიან დასაფარად.

მალათიაში კორპუსის ქვედა ნახევარი იშლება, დარჩენილი ნაწილი კი შენობის ნანგრევებზე დგას. ბინები ახლად აშენდა გასულ წელს და სოციალურ მედიაში გავრცელდა (სურ.4) სკრინშოტები, სადაც ნაჩვენებია რეკლამა, რომელშიც ნათქვამია, რომ შენობა "დაპროექტებული და აშენებულია ქვეყანაში მოქმედი უახლესი ნორმების შესაბამისად".

სურ.4

გამოყენებული ყველა მასალა და სამუშაო იყო "პირველი კლასის, უმაღლესი



ხარისხის", ნათქვამია რეკლამაში. მიუხედავად იმისა, რომ ორიგინალური რეკლამა

ადარ არის ხელმისაწვდომი ინტერნეტში, მისი სკრინშოტები და ვიდეოები, რომლებიც ვრცელდება სოციალურ მედიაში, ემთხვევა იმავე კომპანიის მსგავს რეკლამებს.

ბოლო დონის მშენებლობა ნიშნავს, რომ ის უნდა აშენებულიყო უახლესი სტანდარტებით, განახლებული 2018 წელს, რაც მოითხოვს სეისმურად აქტიურ რეგიონებში არსებულ ნორმით მოცემული პირობის გათვალისწინებას. სვეტები და რიგელები უნდა იყოს განაწილებული, რათა ეფექტურად დაეძლიათ მიწისძვრების ზემოქმედება.

სამწუხაროდ ვერ შევძელი პროექტირების დროს გამოყენებული სამშენებლო სტანდარტების გადამოწმება.

ფოტოებიდან ჩანს, რომ საპორტო ქალაქ ისკენდერუნში კიდევ ერთი ახლახან აშენებული საცხოვრებელი კორპუსი დიდწილად განადგურდა. 16 სართულიანი შენობის გვერდი და უკანა მხარე მთლიანად ჩამოინგრა (სურ.5), რის გამოც მხოლოდ შენობის ნაწილია დგას.



სურ.5

მოვიძიე დანგრეული შენობის სურათი, რომელიც სამშენებლო კომპანიის მიერ გამოქვეყნებულ სარეკლამო ფოტოს შევადარე, რომელიც აჩვენებს, რომ ის 2019 წელს დასრულდა. ეს ნიშნავს, რომ ის ასევე უნდა ყოფილიყო აშენებული უახლესი

სტანდარტებით.

კიდევ ერთი სურათი ანტაკიაში, რომელიც აჩვენებს, რომ ცხრა სართულიანი ბინების კომპლექსის დიდი ნაწილი ნანგრევებად იქცა, აბრის უკან, რომელიც გამოსახულია განვითარების სახელწოდებით: გუჩლუ ბაჰჩე (სურ.6).

მომიებული ინფორმაციის მიხედვით Ser-AI Construction-ის მფლობელი სერვეტ ატლასი ამბობს: „გუჩლუ ბაჰჩეს ქალაქის პროექტი, განსაკუთრებულია სხვებთან შედარებით მისი მდებარეობითა და სამშენებლო თვისებებით“.



სურ.6

ის დასძენს, რომ მიწისძვრა იმდენად მასშტაბური იყო, რომ ქალაქში თითქმის არცერთი შენობა არ შემორჩენილა ხელუხლებელი.

დაზარალებულ რეგიონში ამდენი შენობა ჩამოინგრა, თურქეთში ბევრი სვამს კითხვებს სამშენებლო წესების ავთენტურობასთან დაკავშირებით.

მიუხედავად იმისა, რომ მიწისძვრები ძლიერი იყო, ექსპერტები ამბობენ, თუ შენობები ქვეყანაში არსებული ნორმების მიხედვით იყო დაპროექტებული და მშენებლობის პროცესი წარმოებდა ქვალიფიციური ზედამხედველების

მეთვალყურეობის ქვეშ, ახლად აშენებულ შენობებში მსგავსი ნგრევის მაჩვენებელი

არ იქნებოდა.

”ამ მიწისძვრის მაქსიმალური ინტენსივობა იყო ძალადობრივი, მაგრამ არა აუცილებელი, რომ კარგად აშენებული შენობები დაანგრის”, - ამბობს პროფესორი დევიდ ალექსანდრე, ლონდონის საუნივერსიტეტო კოლეჯის საგანგებო სიტუაციების დაგეგმვისა და მართვის ექსპერტი.

„უმრავლეს ადგილას რყევის სიხშირე მაქსიმალურზე ნაკლები იყო, ასე რომ, ათასობით შენობიდან, რომლებიც ჩამოინგრა, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ თითქმის ყველა მათგანი არ იყო ნორმების მიხედვით დაპროექტებული.“

სამშენებლო წესების შეუსრულებლობა

სამშენებლო რეგულაციები გამკაცრდა წინა კატასტროფების შემდეგ, მათ შორის 1999 წლის მიწისძვრა ქალაქ იზმიტის გარშემო, ქვეყნის ჩრდილო-დასავლეთით, რომლის დროსაც 17000 ადამიანი დაიღუპა.

მაგრამ კანონები, მათ შორის 2018 წელს დადგენილი უახლესი სტანდარტები, ცუდად იქნა აღსრულებული.

„ნაწილობრივ პრობლემა ის არის, რომ არსებული შენობების რეკონსტრუქცია ძალიან ცოტაა, მაგრამ ასევე ძალიან მცირეა შენობების სტანდარტების დაცვა ახალ შენობებზე“, ამბობს პროფესორი ალექსანდრე.

თურქეთის სამხრეთ ქალაქ ადანაში, არის ძალიან ბევრი ამორტიზებული შენობა რომლებიც დაზიანდა 1999 მიწისძვრის შედეგად და დღემდე არ ჩატარებია აღდგენა-გადლიერების სამუშაოები.

Japan's earthquake-proof planning



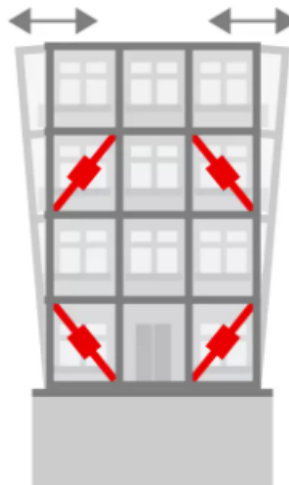
Different degrees of earthquake resistance are built into buildings in quake-prone Japan

1. Strengthening



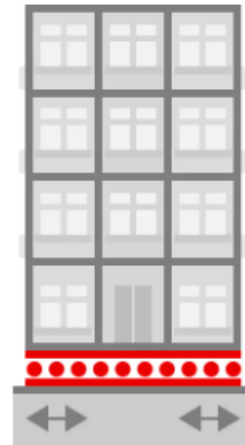
Basic strengthening required by law - violent shaking and some damage

2. Damping



Dampers absorb energy - reduced shaking

3. Isolation



Most expensive option, building isolated from ground - slow shaking

სურ.7

ისეთი ქვეყნები, როგორც არის იაპონია (სურ.7), სადაც მილიონობით ადამიანი ცხოვრობს მჭიდროდ დასახლებულ მაღალსართულიან შენობებში, მიუხედავად ქვეყნის ძლიერი მიწისძვრების ისტორიისა, აჩვენებს, თუ როგორ შეუძლია სამშენებლო რეგულაციებს დაეხმაროს ადამიანების დაცვაში კატასტროფების დროს.

რატომ იყო სამშენებლო ნორმების აღსრულება ასეთი სუსტი?

თუმცა, თურქეთში მთავრობამ პერიოდულად გამოაცხადა „სამშენებლო ამნისტიები“

- ფაქტობრივად იურიდიული გამონაკლისი საფასურის გადახდისთვის, უსაფრთხოების საჭირო სერთიფიკატების გარეშე აშენებული სტრუქტურებისთვის. ეს მიღებულია 1960-იანი წლებიდან (უახლესი 2018 წელს).

კრიტიკოსები დიდი ხანია აფრთხილებენ, რომ ასეთი ამნისტიები კატასტროფის საფრთხეს უქმნის დიდი მიწისძვრის შემთხვევაში.

თურქეთის ინჟინრებისა და არქიტექტორთა პალატების გაერთიანების ხელმძღვანელის, პელინ პინარ გირითლიოღლუს თქმით, სამხრეთ თურქეთში მიწისძვრის შედეგად დაზარალებულ ზონაში 75 000-მდე შენობას სამშენებლო ამნისტია მიენიჭა.

ბოლო კატასტროფამდე სულ რაღაც რამდენიმე დღით ადრე, თურქულმა მედიამ გაავრცელა ინფორმაცია, რომ ახალი კანონპროექტი პარლამენტის დამტკიცებას ელოდება, რომელიც დამატებით ამნისტიას მისცემს ბოლო სამშენებლო სამუშაოებს. გეოლოგმა ცელალ სენგორმა ამ წლის დასაწყისში განაცხადა, რომ ასეთი სამშენებლო ამნისტიის გავლა ნაშთებით დახშულ ქვეყანაში წარმოადგენს "დანაშაულს".

2020 წელს დასავლეთ პროვინცია იზმირის სასიკვდილო მიწისძვრის შემდეგ, გამოიკვია, რომ იზმირში 672,000 შენობამ ისარგებლა უახლესი ამნისტიით.

იმავე მოხსენებაში მოყვანილია გარემოს დაცვისა და ურბანიზაციის სამინისტროს ციტირება, რომ 2018 წელს თურქეთში შენობების 50%-ზე მეტი - თითქმის 13 მილიონი შენობის ექვივალენტი - აშენდა წესების დარღვევით.

საერთაშორისო ექსპერტების დასკვნები მიწისძვრის შესახებ

ექსპერტების თქმით, სამხრეთ-აღმოსავლეთ თურქეთსა და ჩრდილოეთ სირიაში მომხდარი მასიური მიწისძვრის შედეგად დაღუპულთა რიცხვი უმეტესწილად ათასობით შენობის ცუდი სტრუქტურული მთლიანობის შედეგია.

სწორედ ამიტომ, სტამბოლი, 15 მილიონიანი ქალაქი, რომელსაც გეოლოგები ვარაუდობენ, რომ საბოლოო ჯამში ძლიერი მიწისძვრით დაზარალდება, შესაძლოა ათობით ათასი ადამიანის სიცოცხლე შეიწიროს, თუ ქალაქში არსებული ათასობით შენობა არ იქნება მიწისძვრისაგან დაცული ან რეზისტენტული.

მიუხედავად იმისა, რომ იყო მცდელობები სამშენებლო კოდების მოდერნიზებაზე და მიწისძვრისაგან დაცვაზე, მკვლევარები ამბობენ, რომ დიდი გამოწვევაა ძველი შენობების უსაფრთხოება, რათა გაუძლოს მიწისძვრას.

17 000-ზე მეტი ადამიანი დაიღუპა 7,8 მაგნიტუდის სიმძლავრის მიწისძვრამ, რომელიც ამ კვირის დასაწყისში თურქეთის ქალაქ ნურდაგიდან აღმოსავლეთით 26 კილომეტრში, დაახლოებით 18 კმ სიღრმეზე, აღმოსავლეთ ანატოლიის რღვევაზე დაარტყა.

თურქეთი მდებარეობს ორ ძირითად რღვევის სისტემაზე, ჩრდილოეთ ანატოლიის და აღმოსავლეთ ანატოლიის რღვევაზე, რაც აქცევს მას მიწისძვრის შედეგად დაზარალებული ყველაზე მაღალი რისკის მქონე ქვეყანად. მიწისძვრის მკვლევარები ვარაუდობენ, რომ 7.0 ან მეტი მაგნიტუდის მიწისძვრა დიდი ალბათობით დაარტყამს სტამბულს, რომელიც ახლოს არის ჩრდილოეთ ანატოლიის რღვევასთან, მომდევნო 70 წლის განმავლობაში.

"თუ ეს მოხდება, ჩვენ ვსაუბრობთ ასობით ათასი [დაღუპვის შესახებ] პოტენციურად სტამბოლის მოსახლეობის გამო. და ეს შენობები მზად არ არის", - თქვა ჯოანა ფორე უოკერმა, მიწისძვრის გეოლოგიისა და კატასტროფების რისკის შემცირების პროფესორმა ლონდონის საუნივერსიტეტო კოლეჯში. რისკისა და კატასტროფების შემცირების ინსტიტუტი.

"ეს ნამდვილად არის ადგილი, სადაც [გეოლოგიური] საზოგადოება წუხს, რადგან მიწისძვრები პროგრესირებს ამ ხარვეზის გასწვრივ და იმიტომ, რომ სტამბოლის შენობები არ არის სეისმური ზემოქმედების მიმართ მდგრადი."

სტამბოლში მიწისძვრის შემთხვევაში სიცოცხლის შესაძლო დანაკარგების შესახებ შეფასებები განსხვავებულია. სტამბოლის მუნიციპალიტეტმა ჩაატარა საკუთარი კვლევა, რომლის მიხედვითაც, ღამით 7,5 მაგნიტუდის მიწისძვრის შემთხვევაში 14500 ადამიანი დაიღუპება. ევროპელი მკვლევართა ჯგუფის მიერ ჩატარებულმა ერთმა კვლევამ 30,000-დან 40,000-მდე დაიღუპება.

მაგრამ ბალს მიაჩნია, რომ ეს შეფასებები დაბალია, მისივე კვლევის მიხედვით, 47000 შენობა განადგურდება, 150000 ადამიანის დაღუპვის შესაძლებლობით. როგორც ჩანს, უკიდურესად დაუცველია

სტამბოლის პრობლემები იგივე პრობლემებია, რაც ამ ბოლო მიწისძვრის დროს გამოიკვეთა - თურქეთში ბევრი შენობა უკიდურესად დაუცველია.

მხოლოდ ზარალზე პირველადი დაკვირვების შედეგად, ფორ უოკერმა თქვა, რომ დანგრეულ შენობებს, რომლებსაც ის ხედავს სურათებსა და ვიდეოებში, არ აქვთ მიწისძვრისადმი მდგრადი ძირითადი სტრუქტურები, როგორცაა რკინაბეტონი ან სვეტის სამაგრი.

მისი თქმით, კიდევ ერთი პრობლემა არის „ბლინების“ საკითხი, სადაც არსებითად შენობის შიგნით იშლება, რაც იმის ნიშანია, რომ შიდა სართულები და სტრუქტურები საკმარისად მჭიდროდ არ არის დაკავშირებული გარე კედელთან.

„თუ შუალამეა, ხალხისთვის ძალიან რთულია თავის დაღწევა, რადგან როდესაც შენობა ასე იშლება, ძალიან მცირე ხარვეზები ჩნდება, ასე რომ, არსებითად, ვიღაც დამსხვრეულია“.

ჯერომ ჰაჯარმა, პროფესორმა და ბოსტონის ჩრდილო-აღმოსავლეთ უნივერსიტეტის სამოქალაქო და გარემოსდაცვითი ინჟინერიის განყოფილების თავმჯდომარემ განაცხადა, რომ სავარაუდოა, რომ სტრუქტურების დიდ რაოდენობას შეიძლება ჰქონდეს მხოლოდ მსუბუქად რკინაბეტონი ან ქვისა.

”და ცნობილია, რომ ამ ტიპის სტრუქტურებს აქვთ დაუცველობა დიდი მიწისძვრების მიმართ,” - თქვა მან.

თურქეთში ბევრი სახლი აშენდა 1970-იან, 80-იან და 90-იან წლებში, სანამ შენობების მიწისძვრისგან დაცვის საერთაშორისო სტანდარტები დააწესებდნენ.

გაურკვეველია მუშაობს თუ არა ახალი ნორმები და წესები?

მაგრამ 7.4 მაგნიტუდის მიწისძვრამ, რომელიც დაარტყა დასავლეთის ქალაქ იზმიტში 1999 წელს და დაიღუპა 17000-ზე მეტი ადამიანი, გამოიწვია ახალი რეგულაციებისა და უფრო მკაცრი სეისმური კოდეზის დანერგვა თურქეთში, თქვა მან.

„2000 წლის შემდეგ ვერ ვიტყვი, რომ ის მაინც იდეალური იყო, მაგრამ ბევრად უკეთესი იყო, ვიდრე ადრე“, - თქვა ბალმა.

თუმცა, მან თქვა, რომ ბოლო მიწისძვრების ვიდეოების და სურათების ნახვის შედეგად "შენობები, რომლებიც აშენდა მხოლოდ ერთი წლის წინ ან ნაკლები ხნის წინ, ასევე ჩამოინგრა. ეს არ უნდა მოხდეს".

„თუ ეს შენობები აშენდა უახლესი სეისმური რეგულაციების მიხედვით, თუნდაც ამ დიდი მიწისძვრების დროს, ისინი უნდა მათ უნდა დადგომოდათ მეორე ზღვრული მდგომარეობა და არ უნდა დანგრეულიყვნენ.“

"ასე რომ ეს ჩემთვის გასაკვირი იყო. რაც მეუბნება, რომ ამ რეგიონში, ან შესაძლოა მთელ თურქეთში, ეს რეგულაციები და კონტროლი კვლავ შემსუბუქებულია."

უოკერმა თქვა, რომ გამოძიება აუცილებლად უნდა ჩატარდეს იმის დასაწახად, რამდენი თანამედროვე შენობა განადგურდა(სურ.8).



სურ.8

მიწისძვრა ადგილობრივი დროით დილის 4:17 საათზე დაფიქსირდა თურქეთის გაზიანთეპის პროვინციაში, ქალაქ ნურდაგთან, რამაც ნგრევა და დაღუპვა გამოიწვია თურქეთსა და მეზობელ სირიაში. ხალხი კვიპროსსა და ლიბანშიც კი გრძნობდა რყევას.

მიწისძვრები იზომება მათი სიდიდის მიხედვით, რომელიც ჩამოყალიბებულია ლოგარითმული მასშტაბის სახით. ეს ნიშნავს, რომ თითოეული მთელი რიცხვი წარმოადგენს სიძლიერის ათჯერ ზრდას. მიუხედავად იმისა, რომ ტექნიკურად ზედა ზღვარი არ არსებობს, ყველაზე ძლიერი მიწისძვრა არის 9,5 მაგნიტუდის სიმძლავრე, რომელიც დაარტყა ჩილეს 1960 წლის მაისში. ამ მასშტაბის მიხედვით, 7,8 მაგნიტუდის მიწისძვრა ძალიან ძლიერია.

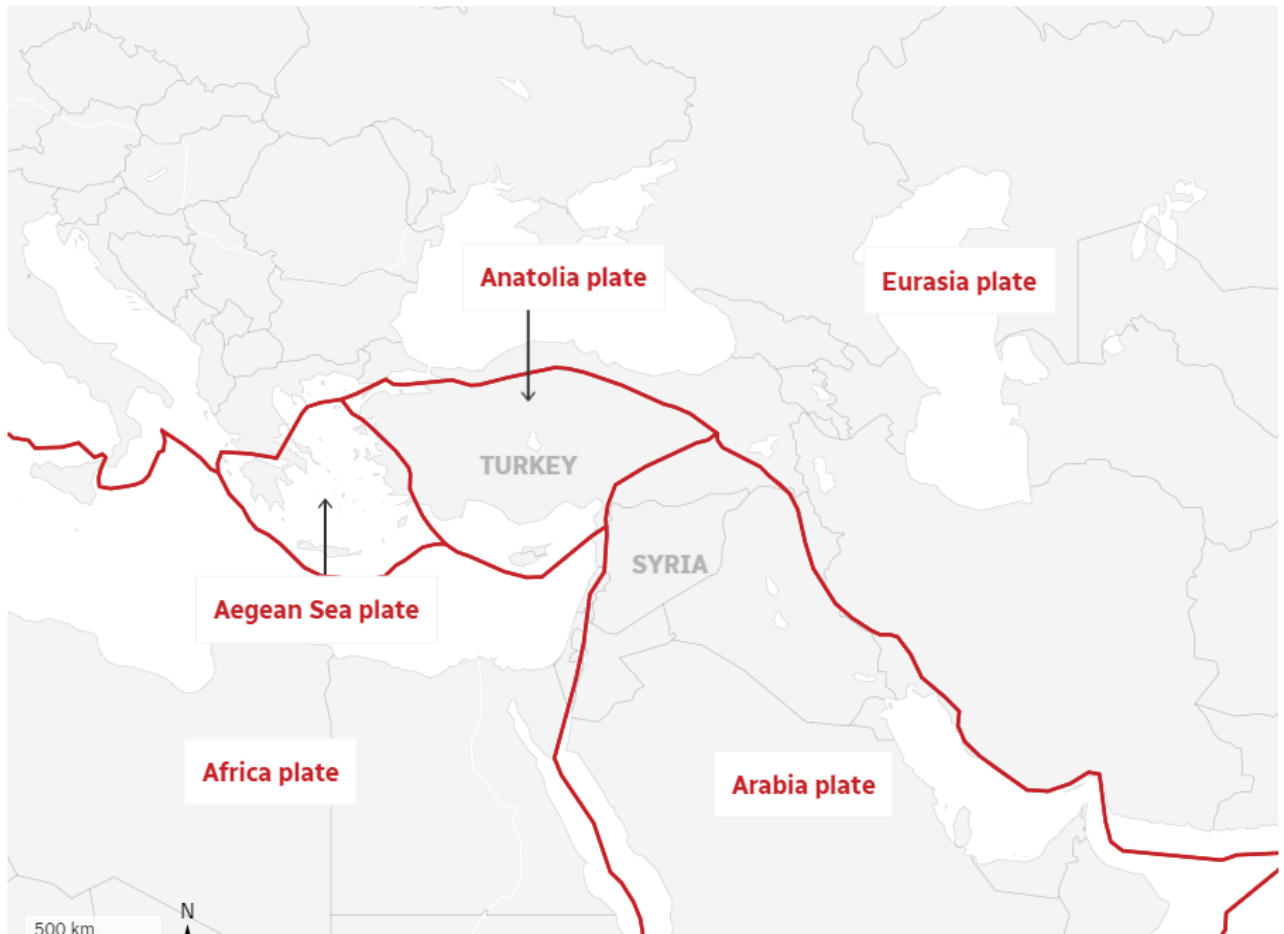
ათობით დესტრუქციული შემდგომი ბიძგები, უფრო მცირე მიწისძვრები, რომლებიც ხდება იმავე ზოგად არეალში მთავარი მიწისძვრის შემდეგ, განაგრძობს რყევას რეგიონში. 6,7 მაგნიტუდის ბიძგები 11 წუთის შემდეგ მოხდა. და 7,5 მაგნიტუდის მიწისძვრა, რომელიც დაფიქსირდა ღამის 13 საათის შემდეგ. ადგილობრივი დროით მეორადი ხარვეზი შეიძლება გამოწვეული იყოს პირველი დარტყმით. რა უნდა ვუწოდოთ ამ მიწისძვრას სეისმოლოგიური სემანტიკის საკითხია - ზოგი მეცნიერი მას უწოდებს გამოწვეულ მიწისძვრას, ზოგი კი მას მეორეხარისხოვან რღვევის შემდგომ ბიძგს უწოდებს და ერთმა თქვა, რომ ეს შეიძლება იყოს „ორმაგი“ მიწისძვრა, მსგავსი მაგნიტუდის მიწისძვრა. ორიგინალური ადგილი.

რა იწვევს მიწისძვრებს თურქეთში?

თურქეთი მიწისძვრის ცხელ ადგილზე ზის. სამი ტექტონიკური ფილა(სურ.9.1) - არაბული, ანატოლიური და აფრიკული - ხვდება ამ რეგიონში, და როდესაც ისინი სრიალებენ და ერთმანეთს ეჯახებიან, ისინი წარმოქმნიან ხახუნს და სტრესს, რაც გამოთავისუფლდება მიწისძვრის შედეგად, იარაბ ალტაველის, სეისმოლოგის ეროვნული ცენტრის თქმით. მიწისძვრის საინფორმაციო ცენტრი კოლორადოში. ლონდონის საუნივერსიტეტო კოლეჯის სეისმოლოგმა, სტივენ ჰიქსმა, თქვა სტივენ

ჰიქსმა, არაბული ფილა ჩრდილოეთისკენ ხვწას სიჩქარით დაახლოებით 11 მილიმეტრით წელიწადში. თურქეთი, რომელიც დგას ანატოლიის ფირფიტაზე, დასავლეთისკენ იჭიმება.

The tectonic plates in the region

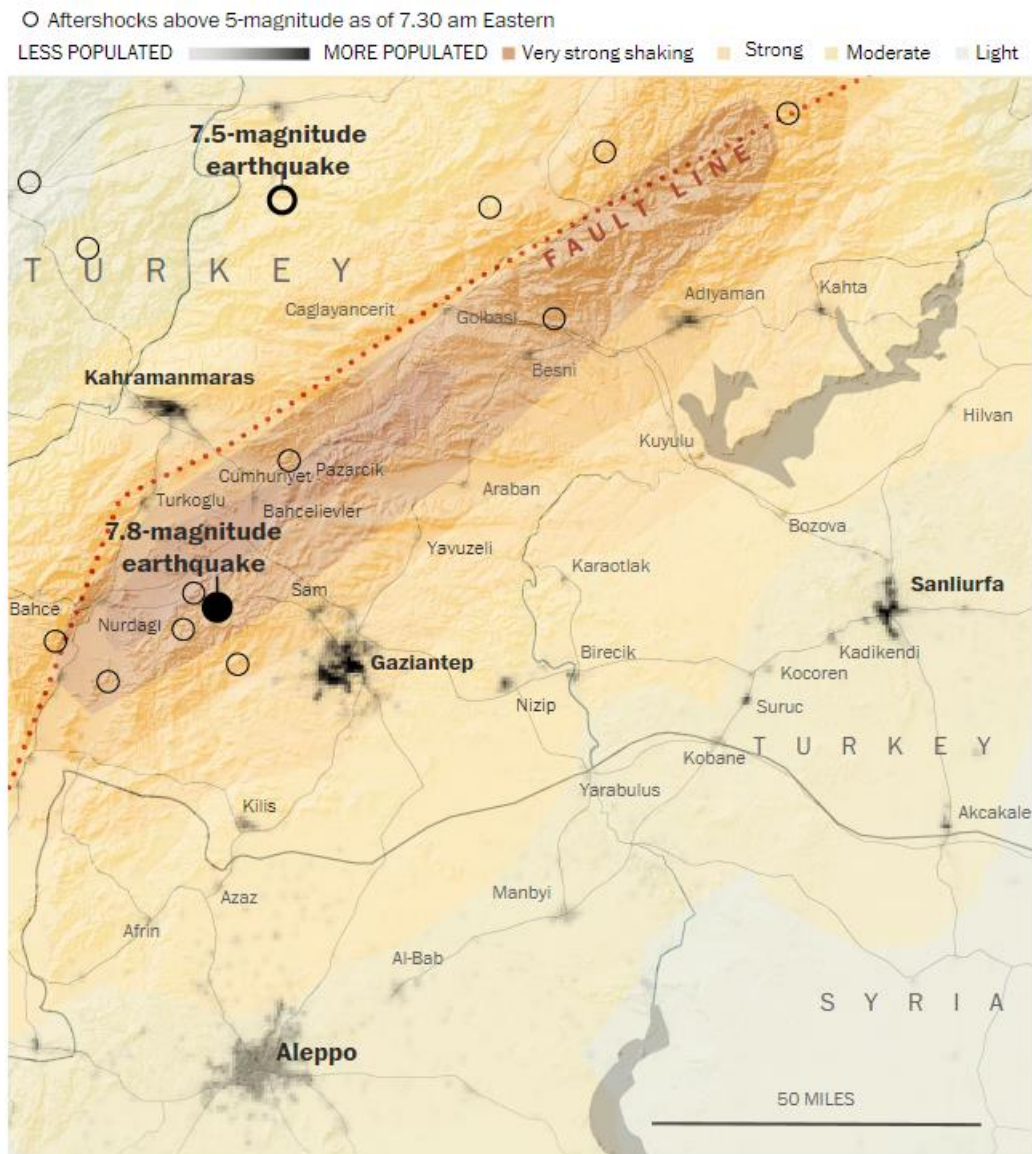


სურ.9.1

ეს მოძრაობა ნიშნავს, რომ თურქეთს აქვს ორი ძირითადი რღვევა, სადაც მიწისძვრები წარმოიქმნება: 1500 კილომეტრის სიგრძის ჩრდილოეთ ანატოლიის რღვევა და 500 კილომეტრზე მეტი სიგრძის აღმოსავლეთ ანატოლიის ბრალია. თურქეთის მრავალი უდიდესი მიწისძვრა სათავეს იღებს ჩრდილოეთის რღვევაზე და მან ყველაზე მეტი ყურადღება მიიპყრო სტამბოლის მოსახლეობის ცენტრთან ახლოს დიდი მიწისძვრის პოტენციალის გამო.

მაგრამ, ვარაუდობენ, რომ ეს მოხდა აღმოსავლეთ ანატოლიის რღვევის ზონის გასწვრივ - რომელიც „დაფრინავდა რადარის ქვეშ“, 7 ბალზე მეტი მიწისძვრების

გარეშე, ”ყოველ შემთხვევაში, მას შემდეგ, რაც ჩვენი სეისმოლოგიური მონიტორინგის ქსელი არსებობდა - 1900-იანი წლებიდან”. ბოლო საუკუნის დიდი მიწისძვრების ნაკლებობა ამ რღვევის გასწვრივ, არაბეთის ფირფიტის ჩრდილოეთისკენ მოძრაობასთან ერთად, მიუთითებს იმაზე, რომ რეგიონში შეჩერებული დამაბულობა იყო, თქვა მან. ამ შემთხვევაში, მიწისძვრა მოხდა ის, რაც ცნობილია, როგორც დარტყმის რღვევა, მოტეხილობა დედამიწის ქერქში, სადაც კლდეები ერთმანეთს ჰორიზონტალურად სრიალებენ, როდესაც ისინი იშლება.(სურ9.2)



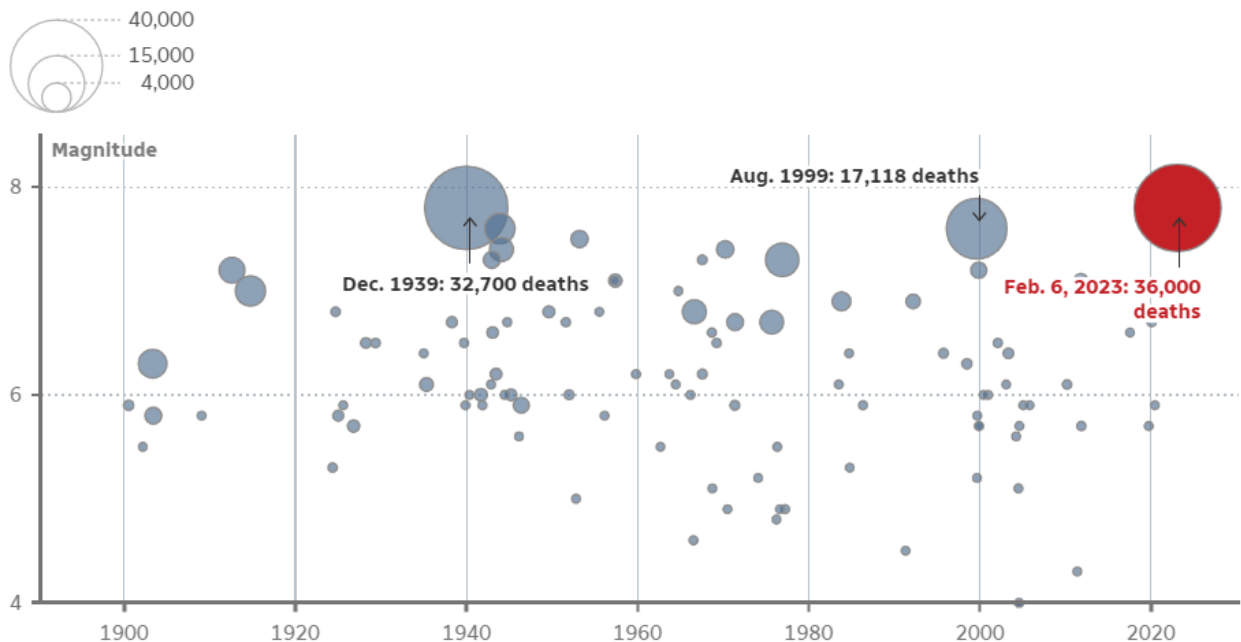
სურ.9.2

რატომ იყო ეს მიწისძვრა ასეთი მომაკვდინებელი?

დალუპულთა საშინელი რიცხვი რამდენიმე ფაქტორის შედეგია: მიწისძვრის დიდი ზომა; ის ფაქტი, რომ ის ზედაპირთან შედარებით ახლოს მოხვდა; და მისი სიახლოვე იქ, სადაც ხალხი ცხოვრობს. ორშაბათის მიწისძვრა ზედაპირიდან დაახლოებით 18 კილომეტრის სიღრმეზე გაჩნდა. ეს ნიშნავს, რომ სეისმურ ტალღებს არ სჭირდებოდათ შორს გამგზავრება, სანამ არ მიაღწევდნენ შენობებსა და ზედაპირზე მყოფ ადამიანებს, რამაც გამოიწვია უფრო ინტენსიური რყევა.(სურ.10)

ამ მიწისძვრის შემდგომი ბიძგები ასევე დიდი იყო - და სავარაუდოდ გაგრძელდება, თქვა ალტაველმა. „ჯერჯერობით, ჩვენ გვაქვს დაახლოებით 40 ბიძგი,“ - თქვა ალტაველმა. „რაც მიიპყრო მედიის ყურადღება არის დიდმა ფაქტორებმა“, მაგრამ შემდგომი ბიძგები ასევე შეიძლება იყოს დამანგრეველი.

Death toll of earthquakes in Turkey since 1900



Death figures for Feb. 6 earthquake last updated on Feb. 13 at 9:10 a.m. ET.

Chart: Graeme Bruce • Source: U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration • CBC News

სურ.10

უკეთესი სამშენებლო კოდები დაეხმარებოდა?

აშშ-ს გეოლოგიურმა სამსახურმა გააფრთხილა თავის მოხსენებაში ამ მოვლენის შესახებ, რომ „ამ რეგიონის მოსახლეობა ცხოვრობს შენობებში, რომლებიც უკიდურესად დაუცველია მიწისძვრების მიმართ, თუმცა არსებობს გარკვეული საპრევენციო სტრუქტურები“.

USGS-მა ხაზგასმით აღნიშნა, რომ შენობები, რომლებიც იყენებენ გაუმაგრებელ აგურის ქვისა და დაბალი აწევის ბეტონის ჩარჩოებს, არიან ყველაზე დიდი რისკის ქვეშ. ეს მასალები ზედმეტად ხისტია იმისთვის, რომ რხევის დროს უფრო მეტად იკეცება, რაც იწვევს კატასტროფულ ნგრევას.

მიუხედავად იმისა, რომ უკეთესმა სამშენებლო ნორმებმა შეიძლება დაგვეხმაროს, არაღრმა 7.8 მაგნიტუდის მიწისძვრამ გამოიწვია ძალიან ინტენსიური შერყევა თურქეთის რეგიონში, რომელიც, ჩრდილოეთისგან განსხვავებით, რეგულარულად არ განიცდიდა ასეთ დიდ მიწისძვრებს.

”თურქეთის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში მათ არ უგრძვნიათ ძლიერი მიწისძვრა ადამიანების უმეტესობის ცხოვრების განმავლობაში,” - თქვა ჰიკსმა.

რა არის ამ რეგიონში მნიშვნელოვანი მიწისძვრების წარსული მაგალითები?

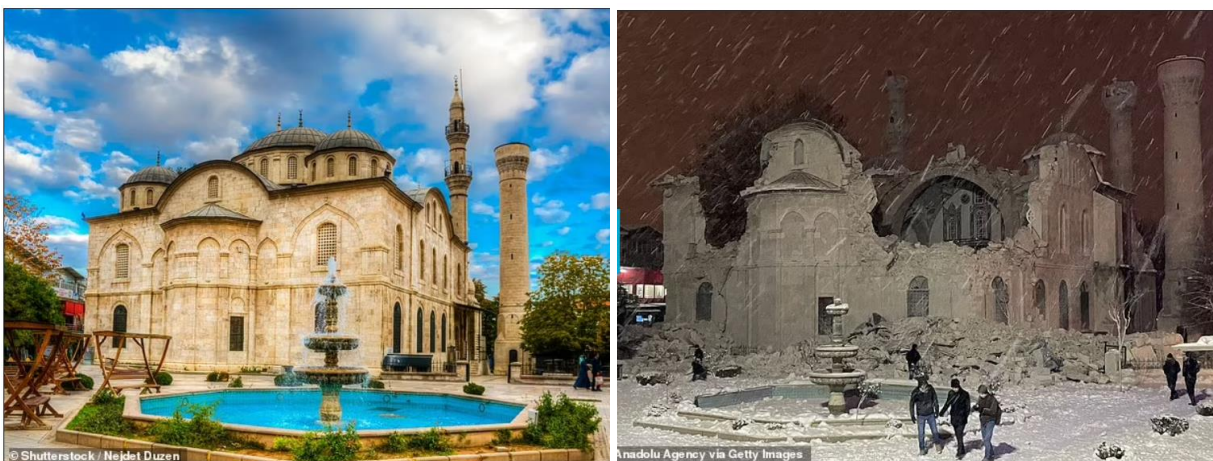
ორშაბათის მოვლენა ითვლება ყველაზე დიდ მიწისძვრად, რომელიც მოხდა თურქეთში 1939 წლის შემდეგ, როდესაც 7.8 მაგნიტუდის მიწისძვრა მოხდა ქვეყნის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში. 1970 წლის მარტში დასავლეთ თურქეთში 7,1 მაგნიტუდის სიმძლავრის მიწისძვრა მოხდა, რის შედეგადაც 1000-ზე მეტი ადამიანი დაიღუპა და 8000-ზე მეტი შენობა დაინგრა.

ხოლო 1999 წლის აგვისტოში, დამანგრეველი 7,4 მაგნიტუდის მიწისძვრა მოხდა ჩრდილო-დასავლეთ თურქეთში, რამაც 17000-ზე მეტი ადამიანი დაიღუპა და 250000-ზე მეტი ადამიანი გადაინაცვლა. მას მოჰყვა კიდევ 7,2 მიწისძვრა რამდენიმე თვის შემდეგ, რომელმაც 800-ზე მეტი ადამიანი დაიღუპა. 6,7 მაგნიტუდის მიწისძვრა ასევე დაფიქსირდა აღმოსავლეთ თურქეთში 2020 წლის 24 იანვარს.

ისტორიული შენობები მიწისძვრის დროს [17]

სურათებში ნაჩვენებია 7.8 მაგნიტუდის სიმძლავრის მიწისძვრის კატასტროფული შედეგები, რომელიც დღეს თურქეთისა და სირიის ნაწილებს დაატყდა თავს. ათასობით ადამიანი დაიღუპა აღმოსავლეთ ანატოლიაში მომხდარი მიწისძვრის შედეგად, რომელმაც დაანგრია უძველესი ციხე-სიმაგრეები და გამაგრებული შენობები.

ეს მოიცავს ჰაჯი იუსუფის (სურ.11) "დიდი მიწისძვრის" მეჩეთს ქალაქ მალათიაში, რომელიც დაზიანდა მიწისძვრების შედეგად და ხელახლა დაზიანდა სამჯერ, სანამ დღეს კვლავ დაზიანდა მისი კედლები.



სურ.11

სურათები ასევე ხაზს უსვამს გაზიანებულის ციხის დაზიანებას, რომელიც პირველად აშენდა ხეთების იმპერიის მიერ, რომელიც ანატოლიაში ბრინჯაოს ხანაში ჩავიდა.

ციხე თითქმის ორი ათასწლეული გამოიყენებოდა, როგორც რომაული ციხე, ოსმალეთის ციხესიმაგრე და ბოლოს როგორც მუზეუმი, სანამ ის დაზიანდა და ჩამოინგრა მიწისძვრის შედეგად.

თურქეთის პრეზიდენტმა რეჯეფ თაიფ ერდოღანმა განაცხადა, რომ ორშაბათს მომხდარი მიწისძვრის შედეგად სულ მცირე 2818 შენობა ჩამოინგრა.

მოგვიანებით ახალი ამბები გავრცელდა მეორე მიწისძვრის შესახებ, რომელიც მოხდა

13:24 საათზე (10:24 GMT), პირველიდან ჩრდილოეთით 100 კილომეტრის დაშორებით.

ჰაჯი იუსუფის მეჩეთი(სურ.11)

"დიდი მიწისძვრის" მეჩეთი, როგორც ადგილობრივად არის ცნობილი, არის უზარმაზარი ქვის ნაგებობა მალათიის ცენტრში - თითქმის 30 მ კვადრატში.

იგი აშენდა 1843 წელს ოსმალეთის თურქების მიერ და სახელი მოიპოვა 1846 წელს მიწისძვრის შედეგად დაზიანებული და 1913 წელს აღდგენის შემდეგ.

თურქეთმა განიცადა უზარმაზარი პოლიტიკური და რელიგიური ცვლილებები ამ პერიოდში, მაგრამ შენობა გადარჩა მისი ფრთხილად მცველების წყალობით, რომლებიც აღადგენდნენ მას ყოველი კატასტროფის შემდეგ.

მეჩეთი კვლავ დაზიანდა 1964 წლის მანიას მიწისძვრის შედეგად, რომლის სიმძლავრე იყო 6,8. გადატრიალების და არასტაბილურობის პერიოდის მწვერვალზე შენობა კვლავ აღადგინეს. 2020 წელს რეგიონი 6,7 მაგნიტუდის სიმძლავრის კიდევ ერთმა მიწისძვრამ გაანადგურა, დაიღუპა 22 და მიწისძვრა გამოიწვია თურქეთში, სირიაში, საქართველოსა და სომხეთში. შენობა სტაბილურად გარემონტდა ერდოღანის პრეზიდენტობის დროს და ხელახლა გაიხსნა რამადანის დროულად 2022 წლის აპრილში.

იგი ღია იყო საზოგადოებისთვის ერთ წელზე ნაკლები ხნის განმავლობაში, როდესაც 6 თებერვლის მიწისძვრამ გაანადგურა მისი გარე კედლები.[18]

სურათებზე ჩანს კუთხის კედლებისა და გუმბათოვანი სახურავის დაზიანება, ხოლო გამაგრებული თაღები ინარჩუნებს სტრუქტურას. მიწისძვრის შემდეგ მდგარი მინარეთი გამოსახულია თლილი ქვისგან.



სურ.12

გაზიანთეპის ციხე(სურ.12)

გაზიანთეპის ციხის ყველაზე ადრეული სახე აშენდა ხეთების მიერ, რომლებიც ჩავიდნენ ანატოლიაში ბრინჯაოს ხანაში და ამალდნენ დიდი რეგიონალური იმპერიის სტატუსამდე, სანამ სახელმწიფოებად დაიშლებოდნენ ძვ.წ. XII საუკუნიდან.

ამ უძველესმა ხალხმა გადასცა თავისი მემკვიდრეობა რომაელებს, რომლებმაც ააშენეს მთავარი შენობა ჩვენი წელთაღრიცხვის II და III საუკუნეებში (იმპერიის ყველაზე დიდი მოცულობით მის დაშლამდე).

გაზიანთეპის ცენტრში, კუდრეტის ბორცვის თავზე აშენებული, ქვის ციხე საუკუნეების განმავლობაში გამოიყენებოდა და გარემონტდა ანატოლიის ბევრმა მაცხოვრებელმა.

ბიზანტიელებმა განაგრძეს ციხის დაცვა, რომელიც გაფართოვდა და გაძლიერდა თანამედროვე სახით იუსტინიანე I-ის დროს 527-565 წლებში.

ციხე რჩება ადგილობრივი ისტორიის საამაყო და მნიშვნელოვან ნაწილად.

ზარალის აღწერისას თურქეთის სახელმწიფო საინფორმაციო სააგენტო Anadolu იტყობინება. „ცენტრალურ შაჰინბეის რაიონში ისტორიული გაზიანთეპის ციხის აღმოსავლეთ, სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში მდებარე ზოგიერთი ბასტიონი მიწისძვრამ გაანადგურა, ნამსხვრევები გზაზე მიმოფანტა.

“ციხის ირგვლივ რკინის მოაჯირები მიმოფანტული იყო მიმდებარე ტროტუარებზე.

ციხის გვერდით მდებარე საყრდენი კედელიც ჩამოინგრა. ზოგიერთ ბასტიონში დაფიქსირდა დიდი ბზარები'.

თურქეთის ერთ-ერთი ყველაზე კარგად შემონახული ციტადელის დაზიანება ადგილობრივი და ეროვნული ტრაგედია იქნება ქვეყნის მდიდარი ისტორიისთვის. თურქეთის სამშენებლო კოდები შეესაბამება მიწისძვრის საინჟინრო თანამედროვე სტანდარტებს, ყოველ შემთხვევაში, ქალაქდზე, მაგრამ ისინი ძალზე იშვიათად სრულდება, რაც განმარტავს, თუ რატომ დაინგრა ათასობით შენობა და დაიღუპა შიგნით მყოფი ხალხი.

ორი ადამიანი დააკავეს გაზიანტეჰის პროვინციაში, რომლებიც იყვნენ ექვმიტანილები იმის გამო, რომ შენობაში მოჭრეს სვეტები დამატებითი ადგილის შესაქმნელად.

ამ დაკავებებმა [18] შეიძლება ხელი შეუწყოს საზოგადოების რისხვას მშენებლებისა და კონტრაქტორების მიმართ, აარიდოს ყურადღება ადგილობრივ და სახელმწიფო მოხელეებს, რომლებმაც დაუშვეს აშკარად უხარისხო მშენებლობების გაგრძელება.



სურ.13



სურ.14

თავი 3

გასამაგრებელი შენობის აღწერა და მისი ანგარიში სასრულ ელემენტთა მეთოდით

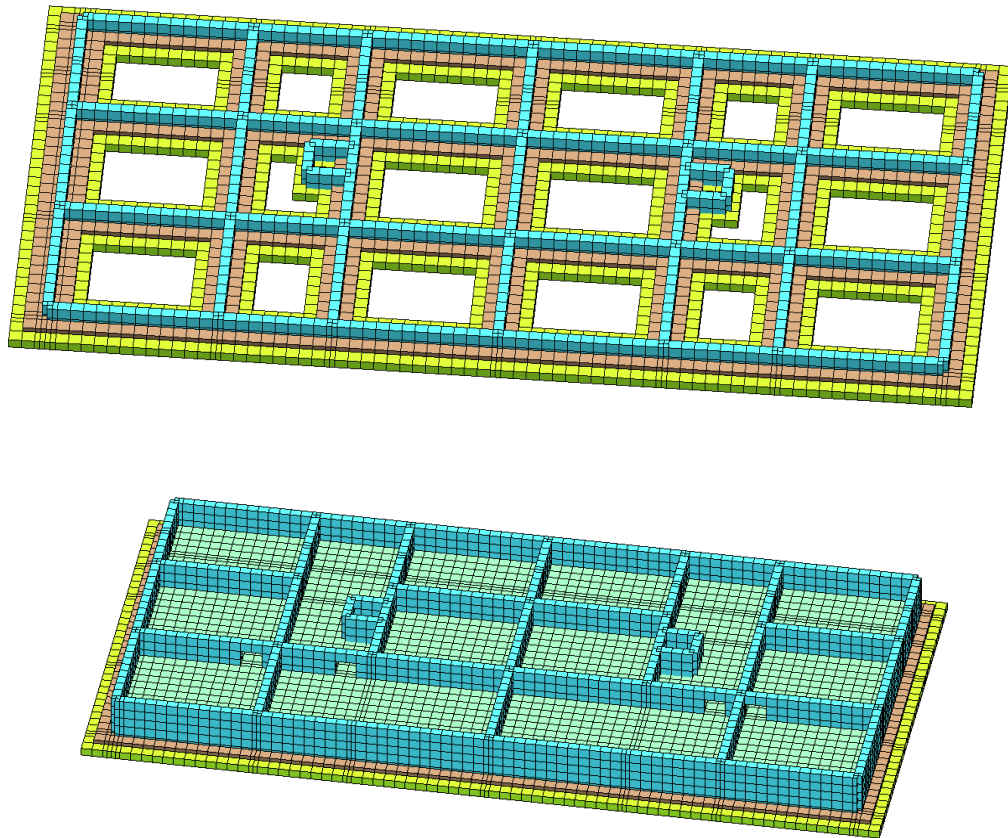
საცხოვრებელი სახლი აშენებულია მე-20 საუკუნის 80-იან წლებში მოვაკებულ რელიეფზე. მას გააჩნია სარდაფის სართული $h=3.2\text{მ}$. შენობა მსხვილბლოკურია, რომლის გარე და შიდა მზილი კედლების სისქე შეადგენს 40 სმ, გადახურვები წარმოადგენს კონტურზე დაყრდნობილ რკინაბეტონის ფილას სისქით 16სმ. საცხოვრებელი სახლის ფუძე განხორციელებულია მონოლითური ლენტური საძირკვლით.

სახლის აშენების პერიოდისთვის ტერიტორიის სეისმურობა შეადგენდა 7 ბალს, ქარის დატვირთვა 55-70კგ/მ²-ზე, თვლის დატვირთვა - 50 კგ/მ². ამჟამად შენობის სეისმურობა შეადგენს 85კგ/მ²-ზე, თვლის დატვირთვა 50 კგ/მ².

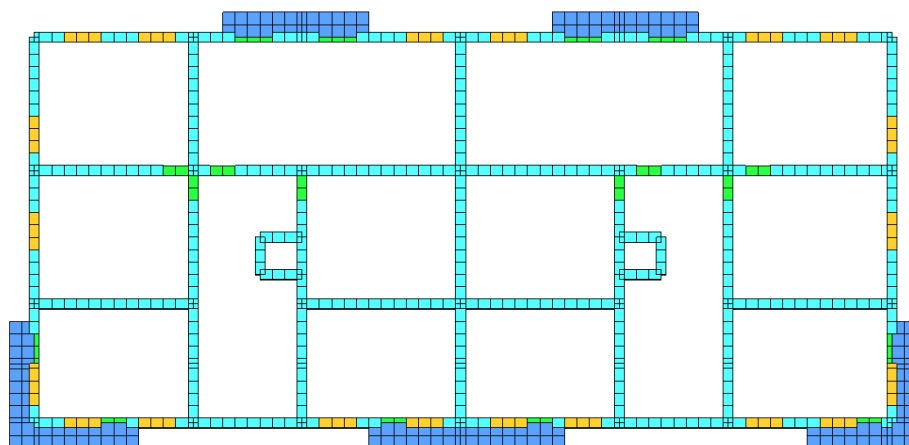
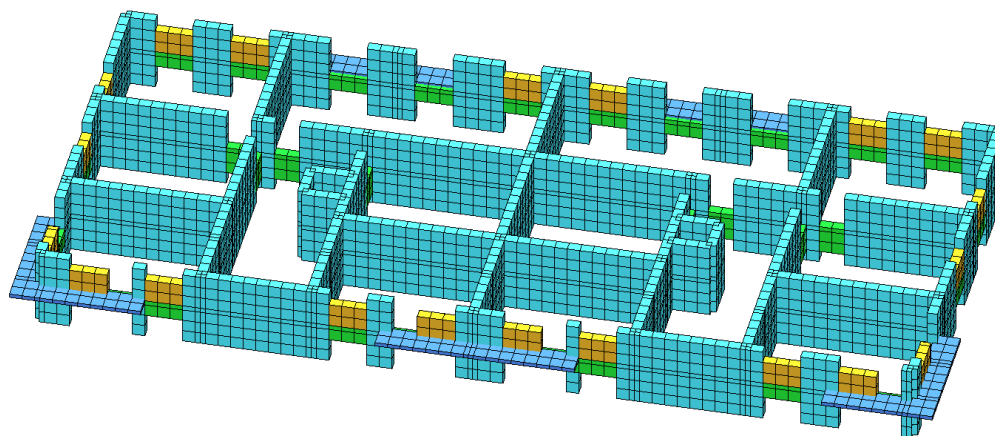
ქ.თბილისში ქინძმარაულის შეს. #15-ში არსებული შენობის არსებული მდგომარეობის აღწერა: შენობა წარმოადგენს 8- სართულიან, 2-სადარბაზოიან, საცხოვრებელ კორპუსს.კორპუსს სარდაფის სართულითა და მე-9 ტექნიკური სართულით. მის ძირითად კონსტრუქციას წარმოადგენს სარდაფში - ბეტონის კედლები; მიწისზედა სართულებზე - მსხვილბლოკური კედლები, მონოლითური რკინაბეტონის დგარების ჩანართებით. I სადარბაზოს I სართულზე შენობას გააჩნია ერთსართულიანი მიშენება; ამავე სადარბაზოში, II სართულზე ამოშენებულია კონსოლური აივანი. I სადარბაზოს ფარგლებში, ფასადებზე და ინტერიერში, მზიდ კედლებსა და ტიხრებში განვითარებულია სხვადასხვა სიდიდის დახრილი ბზარები, რომელთა უმრავლესობა გამჭოლია და ცალკეულ შემთხვევებში მათი გახსნილობა 2-2,5 სმ.-ს აღწევს. უკანა სადარბაზო შესასვლელების საწინააღმდეგო ფასადზე, I სადარბაზოში და I და II სადარბაზოებს შორის არსებული მონოლითური რკინაბეტონის დგარების დაახლოებით 0.5მ-იან მონაკვეთში, ბეტონის დამცავი ფენა ჩამოშლილია, გაშიშვლებულია და კოროზირებულია მუშა არმატურები. აღნიშნულ მონაკვეთებში განივი არმატურები არ შეინიშნება; ამასთან I სადარბაზოს ფარგლებში არსებული დგარის დაზიანებულ მონაკვეთში დაღუნულია და დგარის ტანიდან გამობურცულია მუშა არმატურები. I სადარბაზოს I და II სართულზე, საცხოვრებელ ბინებში კარ-ფანჯრები იჭედება ჩარჩოებში. II სადარბაზოს ფარგლებში, ფასადის კედლებზე ფრაგმენტულად განვითარებულია დახრილი ბზარები, რომელთაგან ზოგიერთი გამჭოლია. ორივე სადარბაზოში, ლიფტის შემომფარგლავი კედლები დეფორმირებულია და მათში ასევე განვითარებულია გამჭოლი ბზარები. კონსოლური აივნების უმეტესობაში მონოლითური ფილების შემდგენი ბეტონის სტრუქტურა სხვადასხვა ხარისხით დაზიანებულია და ზედაპირებიდან ჩამოშლილია; ცალკეულ შემთხვევებში გაშიშვლებულია და კოროზირებულია ფილის არმატურები. ფასადებზე ბათქაში ძლიერ გამოფიტულია და ფრაგმენტულად ჩამოშლილია. მობინადრეთა გადმოცემით, შენობის ზემოთ აღნიშნული დაზიანებები პროგრესირებადია. 27.03.2015წ-ს და 01.02.2016 წ. კვლევითი სამუშაოების დასრულების შემდგომ დამუშავდა ღნიშნული შენობის აღდგენა-გამაგრების პროექტი, კერძოდ პროექტის

მიხედვით ხორციელდება ე.წ. გობისებური ფილის მოწყობა სარდაფში, ხოლო გარე პერიმეტრზე ხორციელდება ეზოს უკანა მხრიდან რკინაბეტონის ბანკეტის მოწყობა ფილა ზომებით 400 მმ; კედელი 300მმ, ნაბურღ ინექციურ დგარ ხიმინჯზე დიამეტრით 220 მმ. ტეხილი სახის, შენობის გარე პერიმეტრზე ეწყობა ე.წ. რკინაბეტონის სარინელი, ატმოსფერული ნალექების სარდაფში ჩადინებისგან თავის ასარიდებლად. ამასთან ხორციელდება დაზიანებული ღიობების მოჩარჩოება ლითონის ელემენტებით და ფასადის დაზიანებული ნაწილის მოჯავშნა არმატურის ბადით,შელესვა შებათქაშებით, ნახაზები დეტალურად ჩასატარებელი სამუშაოების შესახებ მოცემულია დანართებში. ქვემოთ მოცემულია ზემოთხსენებული შენობის განგარიშება სასრულ ელემენტთა მეთოდით „ლირა საპრ 2021“-ის გამოყენებით, საქართველოში მოქმედი სამშენებლო ნორმების შესაბამისად.

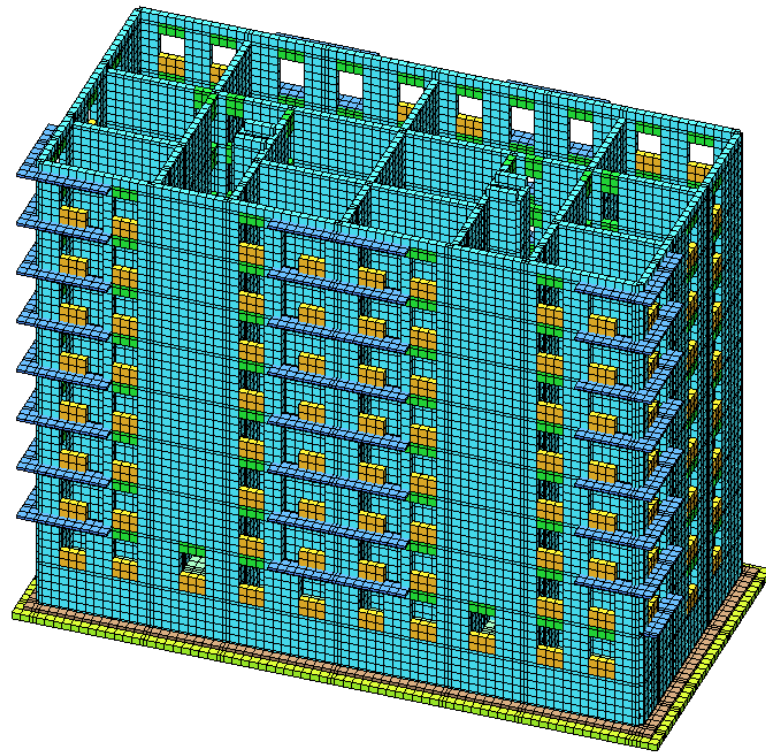
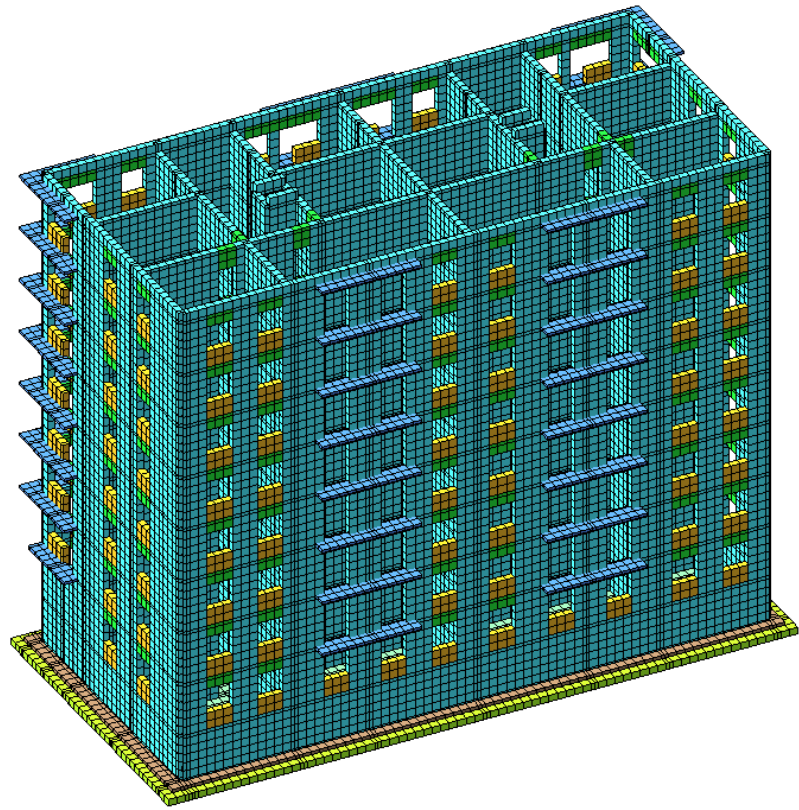
შენობის 3D მოდელი:



ნახ.4(შენობის საძირკველი)

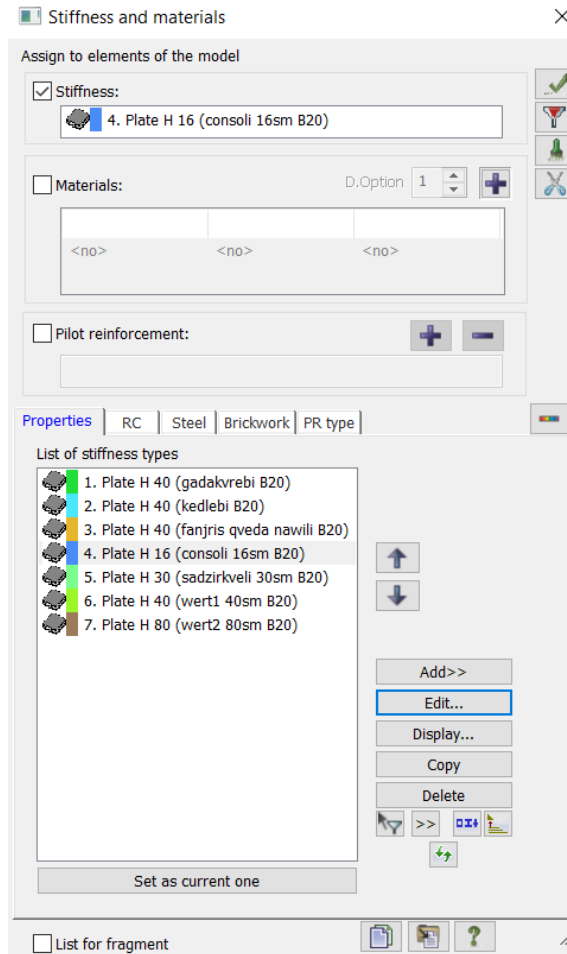


ნახ.5(შენობის ტიპური გეგმა)



ნახ.6(შენობის იზომეტრიული მოდელი)

პირველ შემთხვევაში შენობა გადავიანგარიშე იმ დატვირთვებით რომლებითაც დაპროექტდა შენობა. მივიღე კონკრეტული მონაცემები რომლებიც ქვემოთაა ნაჩვენები:



ცხრ.1 (კონსტრუქციების სიხისტეები)

Design combinations of forces (DCF)

Number of DCF table: 1

Name of DCF table: SNIP_1

Building code: SNIP 2.01.07-85*

Load case No.: 1 (Load case 1)

Load case type: Dead (0)

safety factor K: 1.00 (for ULS), 1.00 (for SLS)

of group of integrated temporary load cases: 0

Account of sign variability:

of the group of mutually exclusive load cases: 0

of the accompanying load: 0

Load factor: 1.10

Duration coefficient: 1.00

Do not consider for analysis by SLS:

Restrictions for cranes and brakes: Crane Brake

#	1 main	2 main	Spec.(E)	Spec.(n E)	5 combin.	6 combin.	7 combin.	8 combin.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

L...	Load case ...	Type	DCF parameters	DCF coefficients
1	Load case 1	Dead (0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Load case 2	Live (1)	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 0.95 0.80 0.95
3	Load case 3	Earthquake (5)	5 0 1 1 0 0 0 1.00 0.00	0.00 0.00 1.00
4	Load case 4	Earthquake (5)	5 0 1 1 0 0 0 1.00 0.00	0.00 0.00 1.00

ცხრ.2 (დატვირთვები)

Table of dynamic load cases

Parameters row No.: 1

Load case No.: 3

Dynamic load case type: Earthquake (PN 01.01.-09)-(53)

Number of analysed mode shapes: 20

Method for summing up components: Method SRSS

Mass matrix: Diagonal Consistent

#	L...	Load case ...	Type	Load cas...	Dynamic type values
1	3	Load case 3	EAR...	53 20 0 ...	1.00 3 0.00 1 2 0.05 1.00 0.30 1.13 1.00 1.00 0.
2	4	Load case 4	EAR...	53 20 0 ...	1.00 3 0.00 1 2 0.05 1.00 0.30 1.13 1.00 1.00 0.

0.1 Allowed deviation for frequencies of summed up mode shapes (in % of frequency)

Earthquake analysis parameters (Georgia, PN 01.01.-09)

Soil category: II

Relative acceleration of soil A in proportion of acceleration of gravity g: 0.05

Values of design coefficients according to PN 01.01.-09

Coef. of nonlinear deformation of soil K0 (table 4.1): 1.0

Coef. for account of allowed damages K1 (table 3): 0.3

Structural design coefficient K2 (table 4): 1.13

Coefficient of responsibility of the structure K3 (table 5): 1.0

Coefficient for energy dissipation Kpsi (table 6): 1.0

Direction cosines of earthquake load resultant in global system

CX: 1.0000 CY: 0.0000 CZ: 0.0000 $CX^2 + CY^2 + CZ^2 = 1$

ცხრ.3 (სეისმური დატვირთვა 1)

Table of dynamic load cases

Parameters row No.

Load case No.

Dynamic load case type: **Earthquake (PN 01.01.-09)-(53)**

Number of analysed mode shapes: or % of modal masses

No. of corresponding static load case:

Sum mode shapes with the same frequency:

Method for summing up components: **Method SRSS**

Damping parameter, in proportion of 1:

Mass matrix: Diagonal Consistent

Summary table of dynamic analysis:

#	L...	Load case ...	Type	Load cas...	Dynamic type values
1	3	Load case 3	EAR...	53 20 0 ...	1.00 3 0.00 1 2 0.05 1.00 0.30 1.13 1.00 1.00 0.
2	4	Load case 4	EAR...	53 20 0 ...	1.00 3 0.00 1 2 0.05 1.00 0.30 1.13 1.00 1.00 0.
3					

0.1 Allowed deviation for frequencies of summed up mode shapes (in % of frequency)

Earthquake analysis parameters (Georgia, PN 01.01.-09)

Soil category: **II**

Relative acceleration of soil A in proportion of acceleration of gravity g: **0.05**

Values of design coefficients according to PN 01.01.-09

Coef. of nonlinear deformation of soil K0 (table 4.1): **1.0**

Coef. for account of allowed damages K1 (table 3): **0.3**

Structural design coefficient K2 (table 4): **1.13**

Coefficient of responsibility of the structure K3 (table 5): **1.0**

Coefficient for energy dissipation Kpsi (table 6): **1.0**

Direction cosines of earthquake load resultant in global system

CX: CY: CZ: $CX^2 + CY^2 + CZ^2 = 1$

ცხრ.4 (სეისმური დატვირთვა 2)

Create dynamic load cases from the static ones

Generate mass matrix according to:

- load case (code 1)

- density of elements (code 2)

Dynamic load case No.:

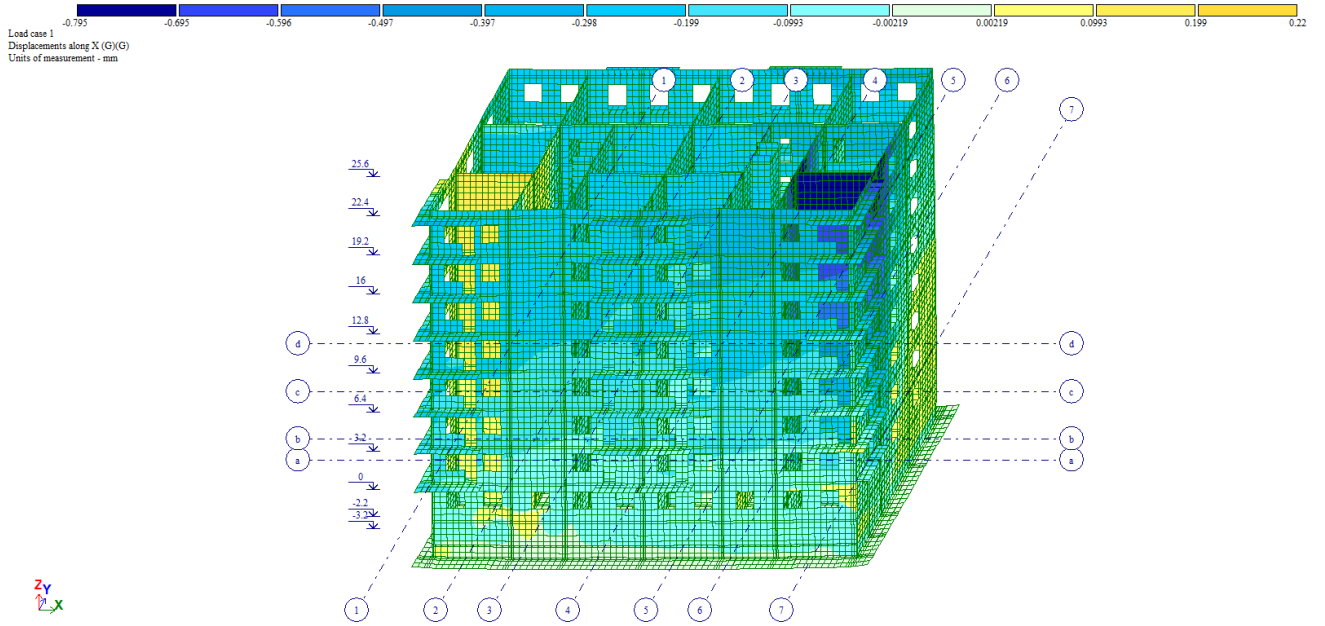
No. of corresponding static load case:

Conversion factor:

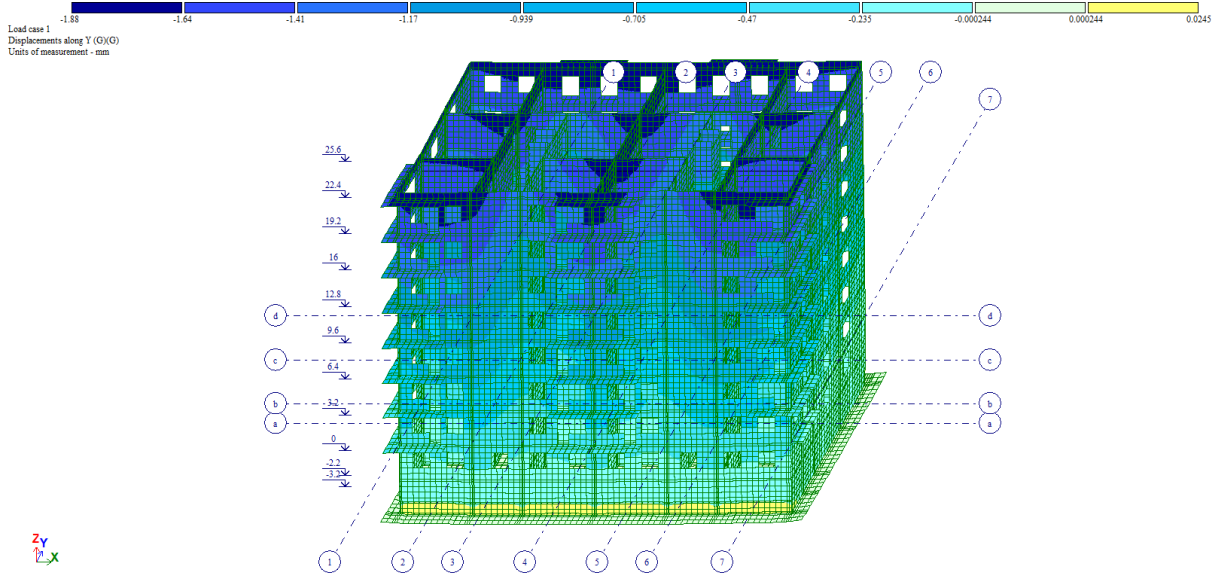
Summary table:

Dyn.Lo...	Stat.Lo...	Factor	Code
3	1	0.9	1
3	2	0.5	1
4	1	0.9	1
4	2	0.5	1

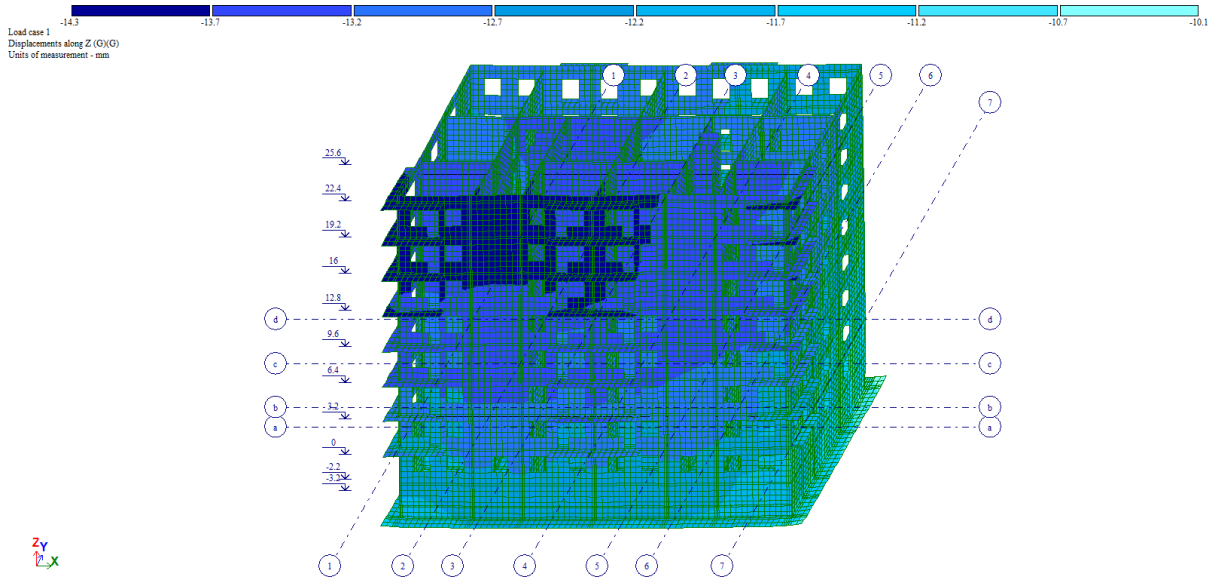
ცხრ.5 (დატვირთვების შეხამებები)



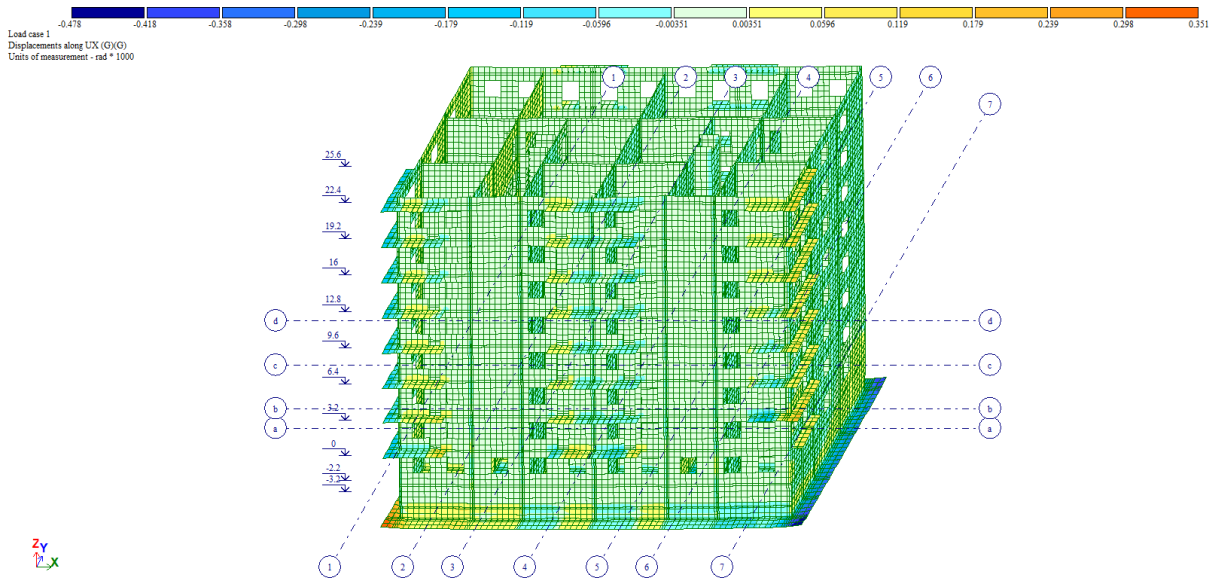
სურ.15 (გადაადგილება X მიმართულებით)



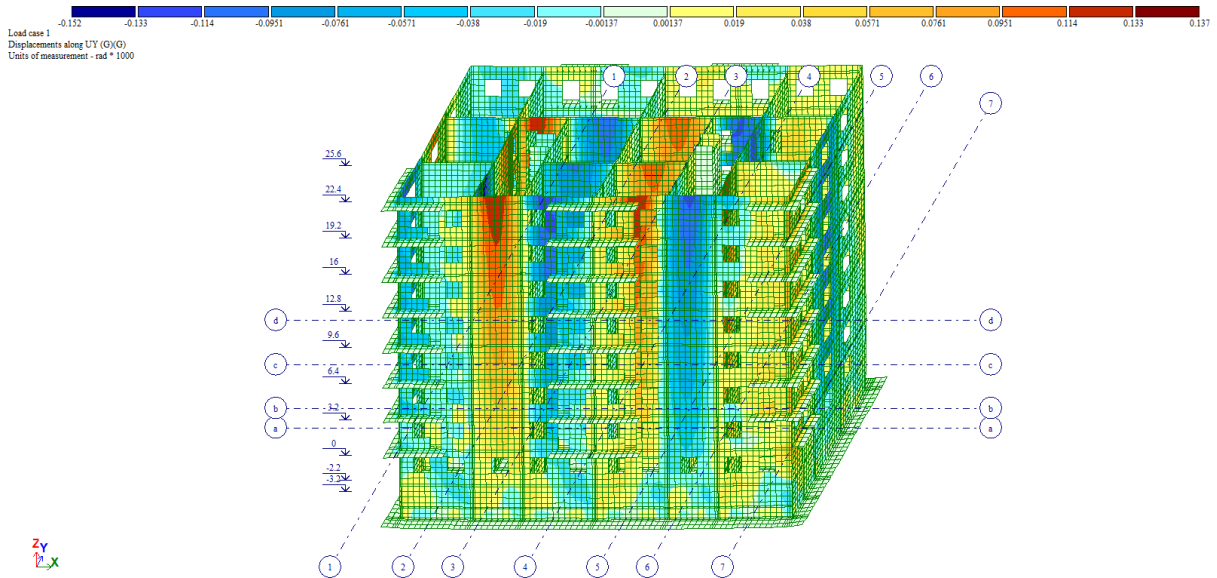
სურ.16 (გადაადგილება Y მიმართულებით)



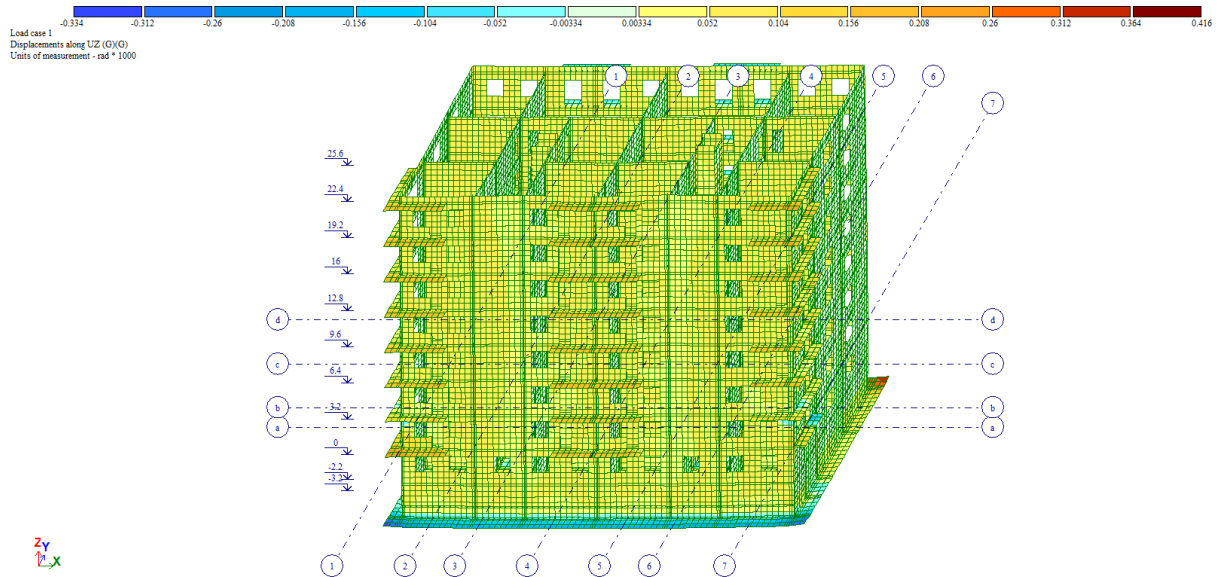
სურ.17 (გადაადგილება Z მიმართულებით)



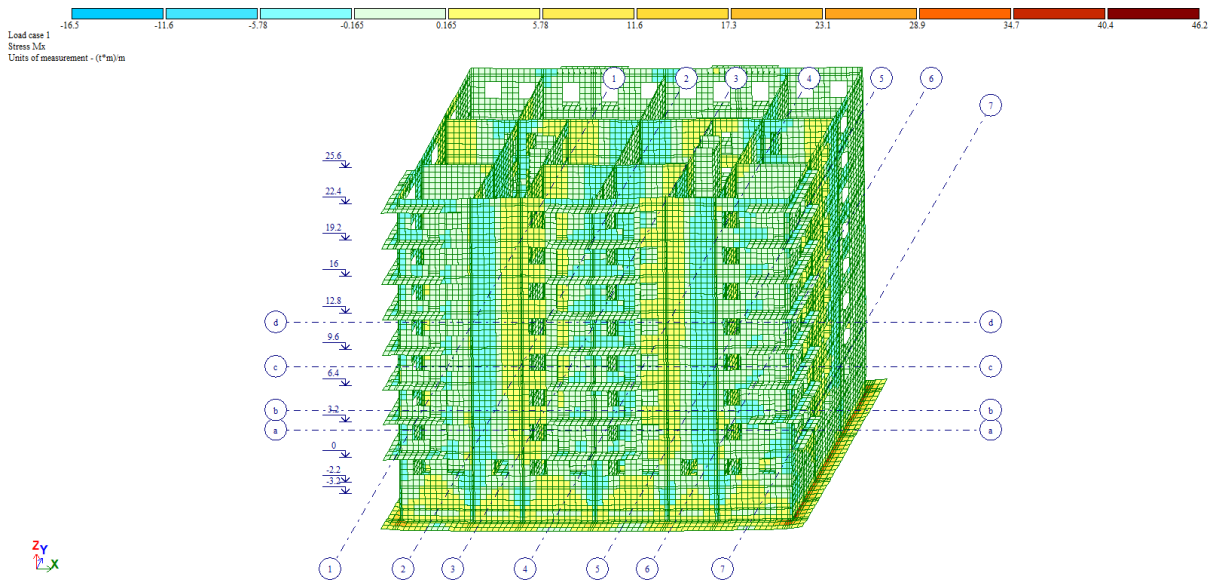
სურ.18 (გადაადგილება UX მიმართულებით)



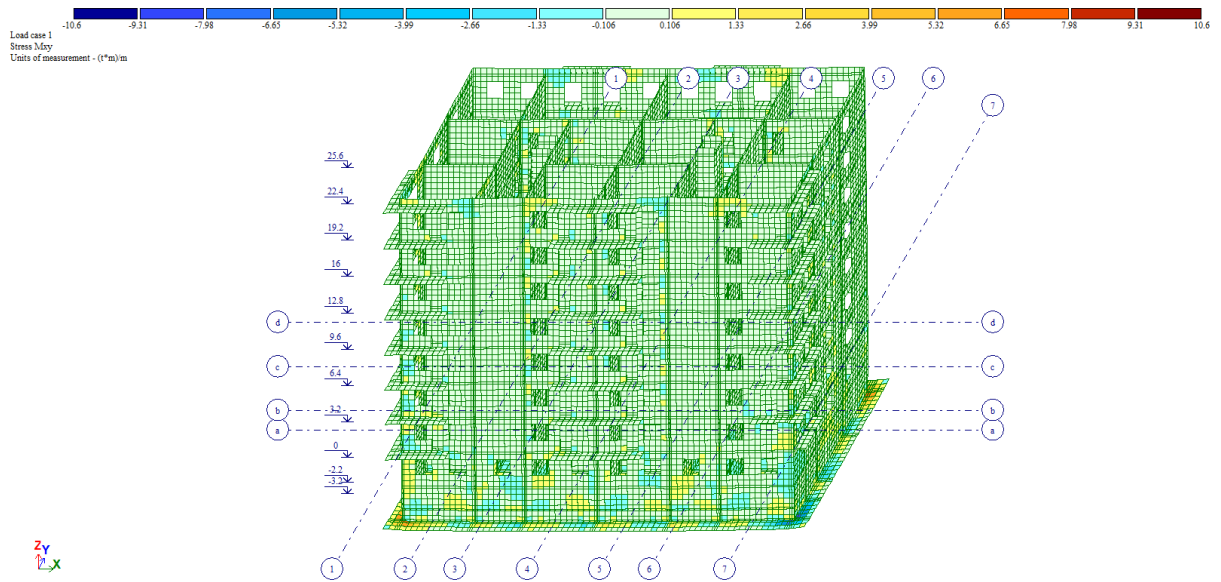
სურ.19 (გადაადგილება SY მიმართულებით)



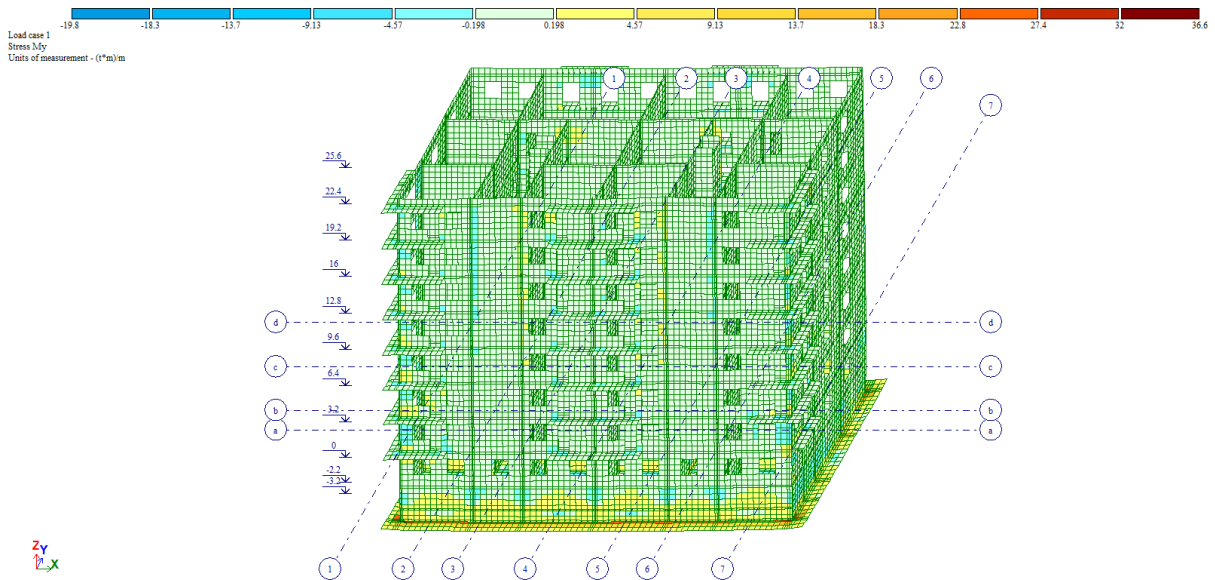
სურ.20 (გადაადგილება SZ მიმართულებით)



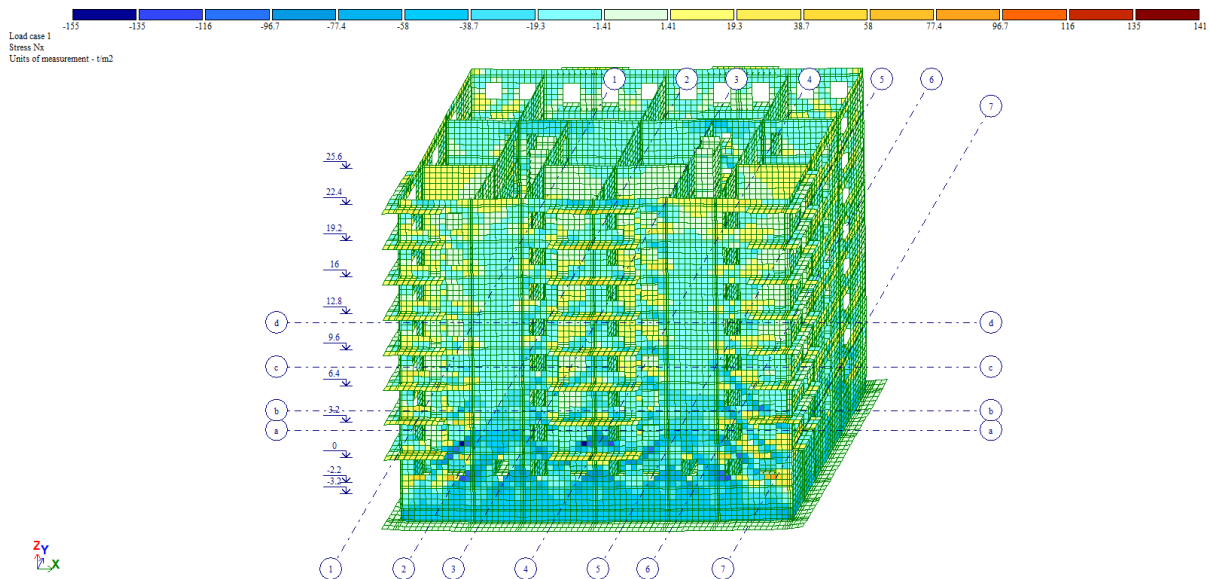
სურ.21 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა M_x)



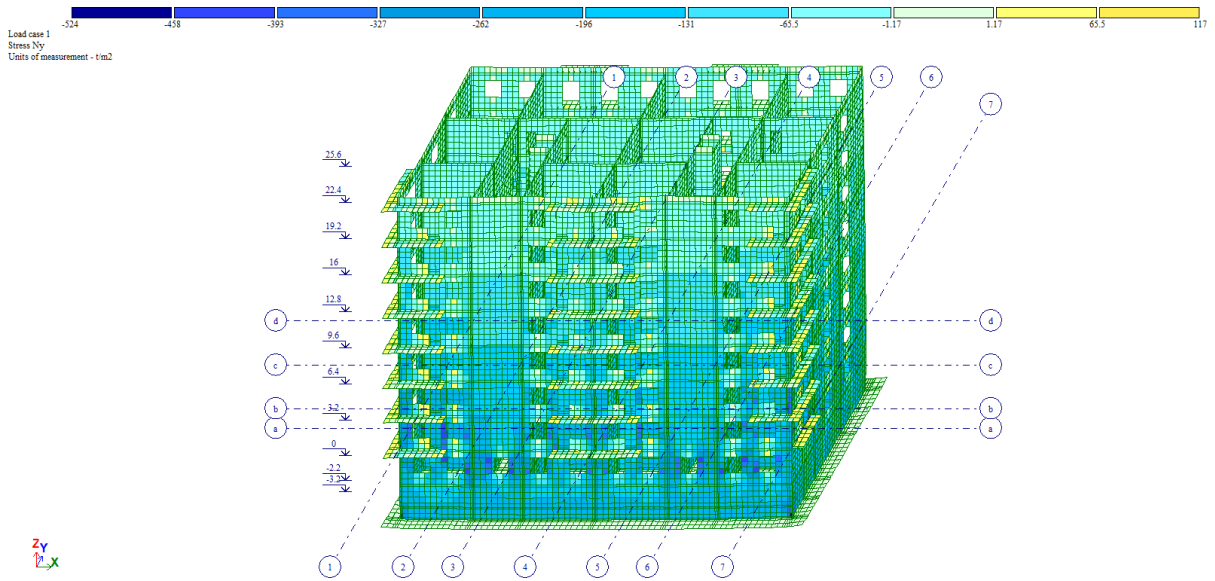
სურ.22 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა M_{xy})



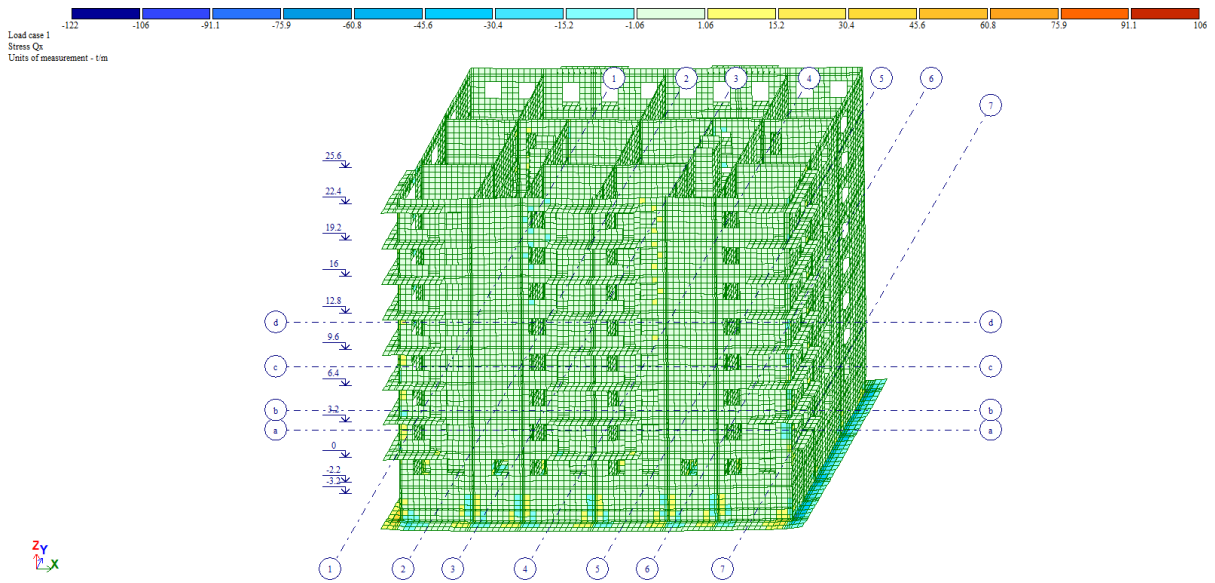
სურ.23 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა My)



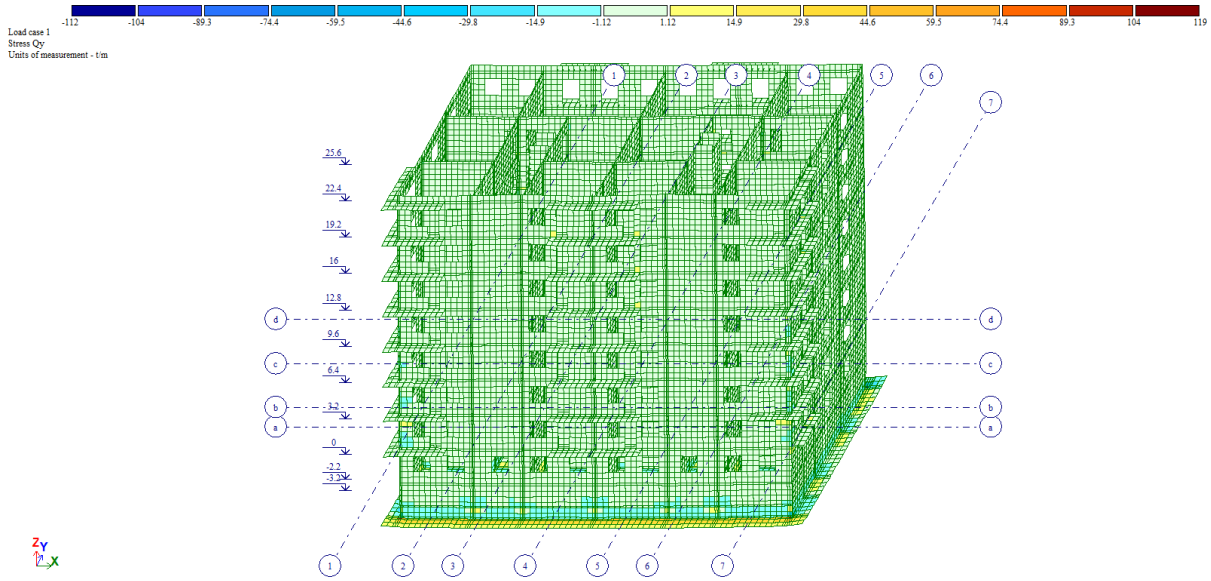
სურ.24 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა Nx)



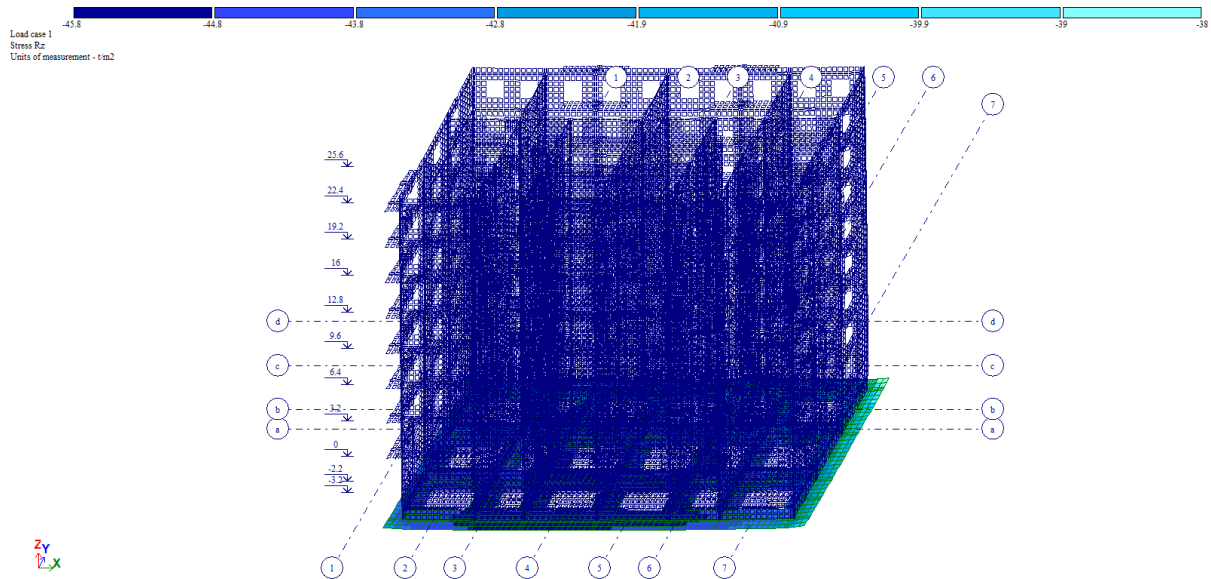
სურ.25 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა Ny)



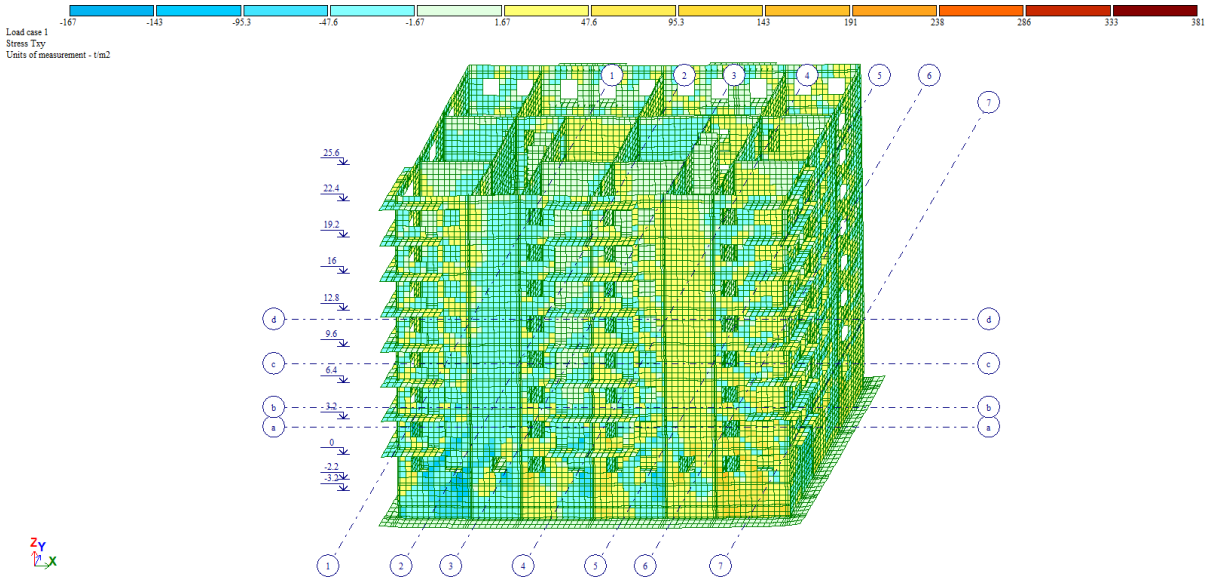
სურ.26 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა Qx)



სურ.27 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა Q_y)



სურ.28 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა R_z)



სურ.29 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა Txy)

შენიშნის რხევის პერიოდები

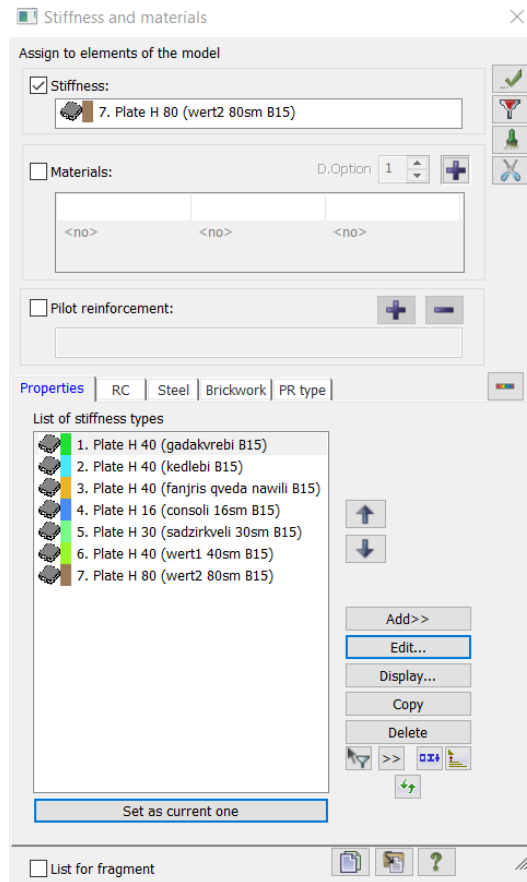
EIGENVALUES, FREQUENCIES, PERIODS OF VIBRATIONS, LOAD CASES 3 (mod. 53)

:No.:	EIGEN	FREQUENCIES	PERIODS	DISTRIBUTION	MODAL		
:	VALUES	rad/s	Hz	COEFFICIENT	MASS		
:	:	:	:	:	%		
1	143.892792	12.00	1.91	0.5235	0.002825	0.0	0.0
2	224.120754	14.97	2.38	0.4195	0.297826	1.6	1.6
3	282.251894	16.80	2.68	0.3738	-1.233528	58.5	60.1
4	699.297786	26.44	4.21	0.2375	-0.000632	0.0	60.1
5	799.349290	28.27	4.50	0.2221	-0.040407	0.0	60.1
6	833.476229	28.87	4.60	0.2175	0.007191	0.0	60.1
7	1214.341448	34.85	5.55	0.1802	0.100381	0.0	60.1
8	1238.215758	35.19	5.60	0.1785	-0.008036	0.0	60.1
9	1346.290684	36.69	5.84	0.1712	-0.093938	0.0	60.2
10	1534.239382	39.17	6.24	0.1603	0.001760	0.0	60.2
11	1638.400204	40.48	6.45	0.1551	0.047813	0.0	60.2
12	1680.295349	40.99	6.53	0.1532	-0.147473	0.0	60.2
13	1775.887672	42.14	6.71	0.1490	0.097731	0.0	60.2
14	1920.652807	43.83	6.98	0.1433	0.014004	0.0	60.2
15	2339.161404	48.36	7.70	0.1298	-0.167289	0.1	60.3
16	2490.845723	49.91	7.95	0.1258	0.005823	0.0	60.3
17	2505.908956	50.06	7.97	0.1255	-0.011330	0.0	60.3
18	2801.038774	52.92	8.43	0.1187	-0.201548	0.8	61.1
19	3064.910300	55.36	8.82	0.1134	0.020870	0.0	61.1
20	3343.393706	57.82	9.21	0.1086	0.002142	0.0	61.1
21	3540.276222	59.50	9.47	0.1055	0.286853	0.1	61.3

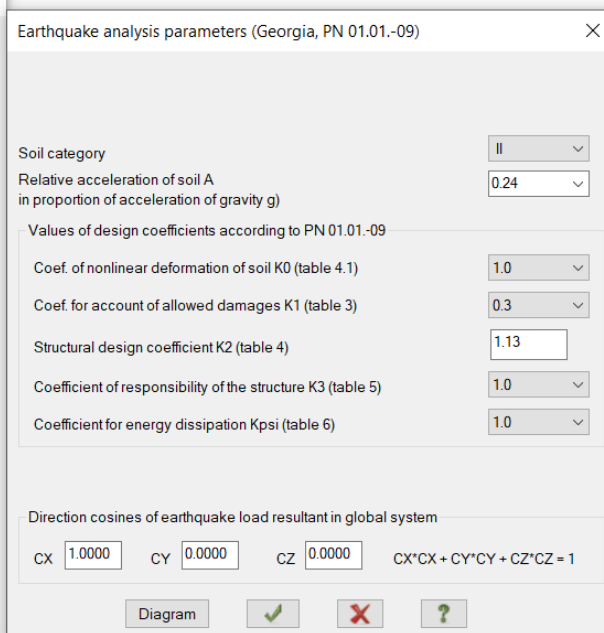
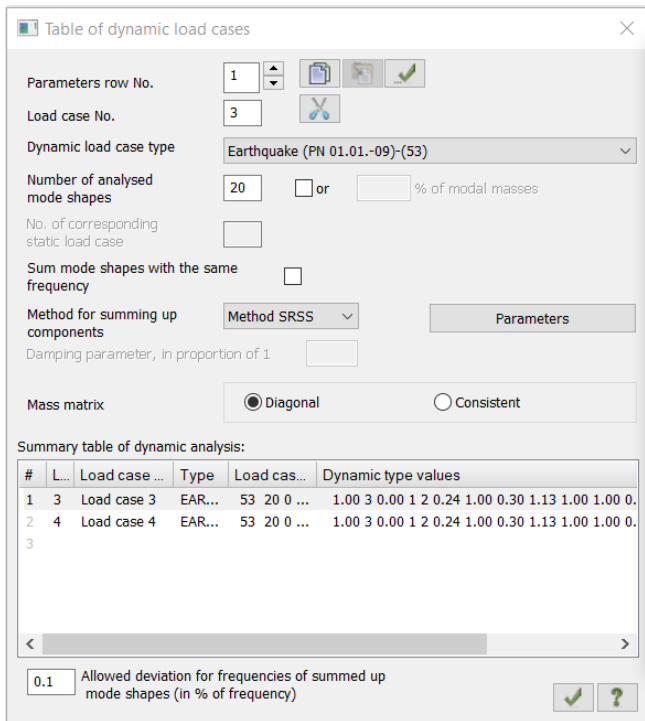
EIGENVALUES, FREQUENCIES, PERIODS OF VIBRATIONS, LOAD CASES 4 (mod. 53)

:No.:	EIGEN	FREQUENCIES		PERIODS	DISTRIBUTION	MODAL	
:	VALUES	-----		-----	COEFFICIENT	MASS	:
:	:	rad/s	Hz	s	:	%	:
1	143.892792	12.00	1.91	0.5235	1.449772	68.8	68.8
2	224.120754	14.97	2.38	0.4195	-0.000423	0.0	68.8
3	282.251894	16.80	2.68	0.3738	0.002875	0.0	68.8
4	699.297786	26.44	4.21	0.2375	0.003136	0.0	68.8
5	799.349290	28.27	4.50	0.2221	0.001462	0.0	68.8
6	833.476229	28.87	4.60	0.2175	0.015687	0.0	68.8
7	1214.341448	34.85	5.55	0.1802	0.005154	0.0	68.8
8	1238.215758	35.19	5.60	0.1785	-0.025498	0.0	68.8
9	1346.290684	36.69	5.84	0.1712	0.004983	0.0	68.8
10	1534.239382	39.17	6.24	0.1603	0.004328	0.0	68.8
11	1638.400204	40.48	6.45	0.1551	-0.038981	0.0	68.8
12	1680.295349	40.99	6.53	0.1532	-0.036892	0.0	68.8
13	1775.887672	42.14	6.71	0.1490	0.024306	0.0	68.8
14	1920.652807	43.83	6.98	0.1433	-0.017801	0.0	68.8
15	2339.161404	48.36	7.70	0.1298	0.019729	0.0	68.8
16	2490.845723	49.91	7.95	0.1258	1.177947	1.0	69.9
17	2505.908956	50.06	7.97	0.1255	0.090602	0.0	69.9
18	2801.038774	52.92	8.43	0.1187	-0.010599	0.0	69.9
19	3064.910300	55.36	8.82	0.1134	-0.272436	0.2	70.0
20	3343.393706	57.82	9.21	0.1086	-0.382992	0.2	70.2
21	3540.276222	59.50	9.47	0.1055	-0.020093	0.0	70.2

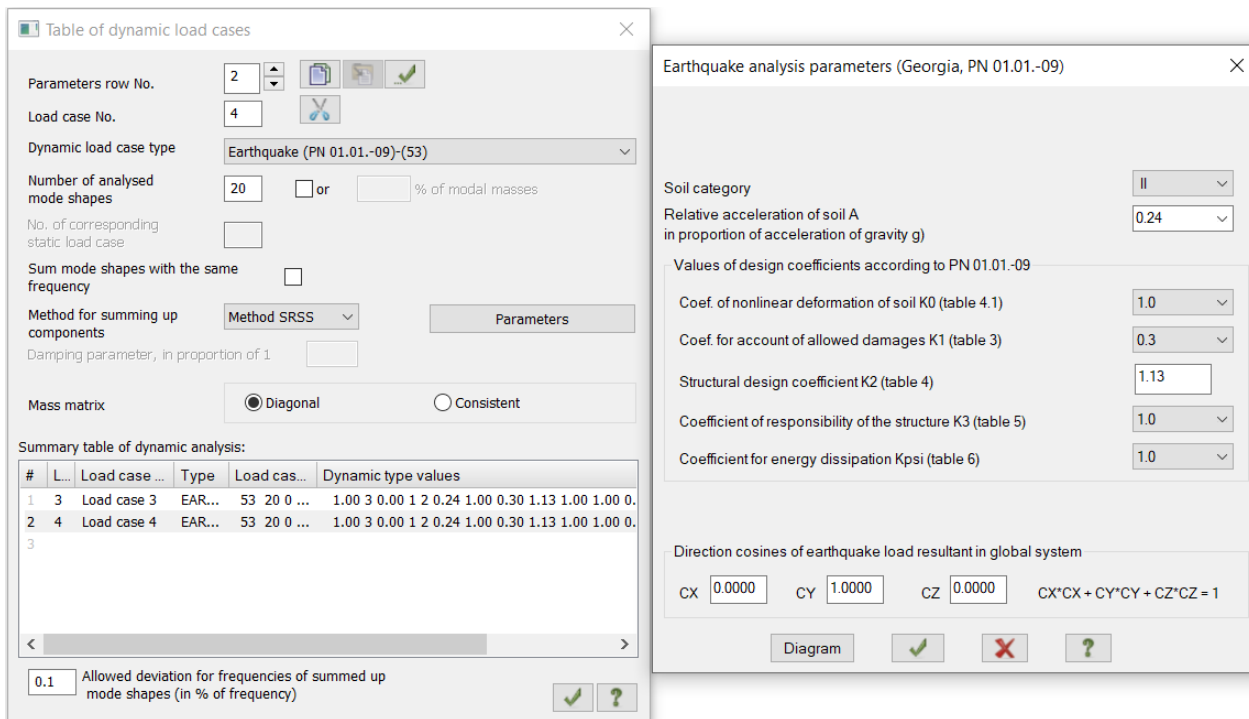
მეორე შემთხვევაში შენობა გადავიანგარიშე გაზრდილი სეისმური დატვირთვით და გავითვალისწინე ის ფაქტი, რომ შენობას ჰქონდა დაზიანებები და შესაბამისად შევამცირე კონსტრუქციების დეფორმაციის მოდული. მივიღე შედეგები რომლებიც ქვემოთაა ნაჩვენები:



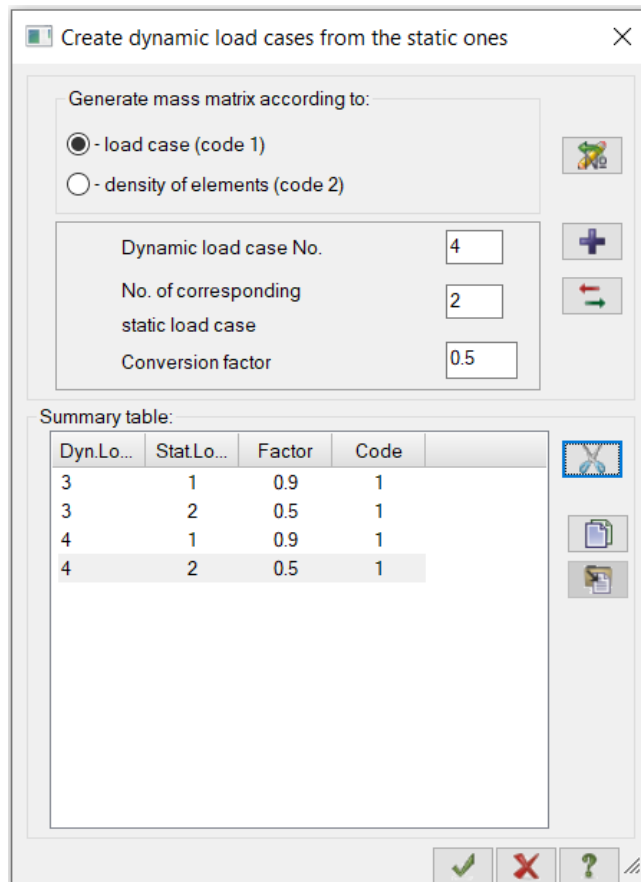
ცხრ.7 (კონსტრუქციების სიხისტეები)



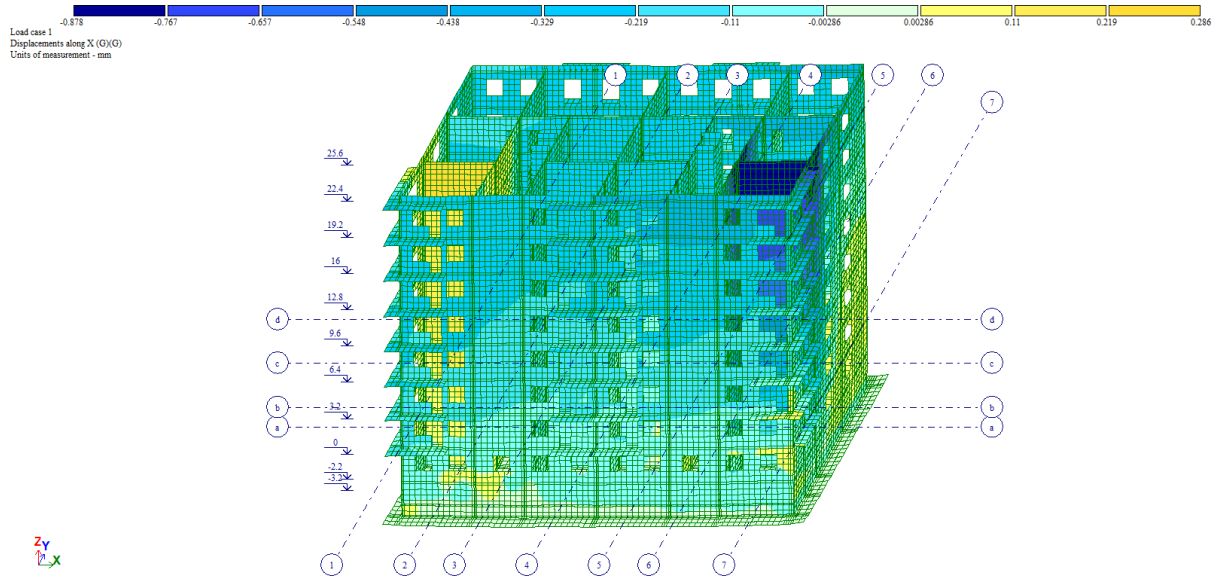
ცხრ.8 (სეისმური დატვირთვა 1)



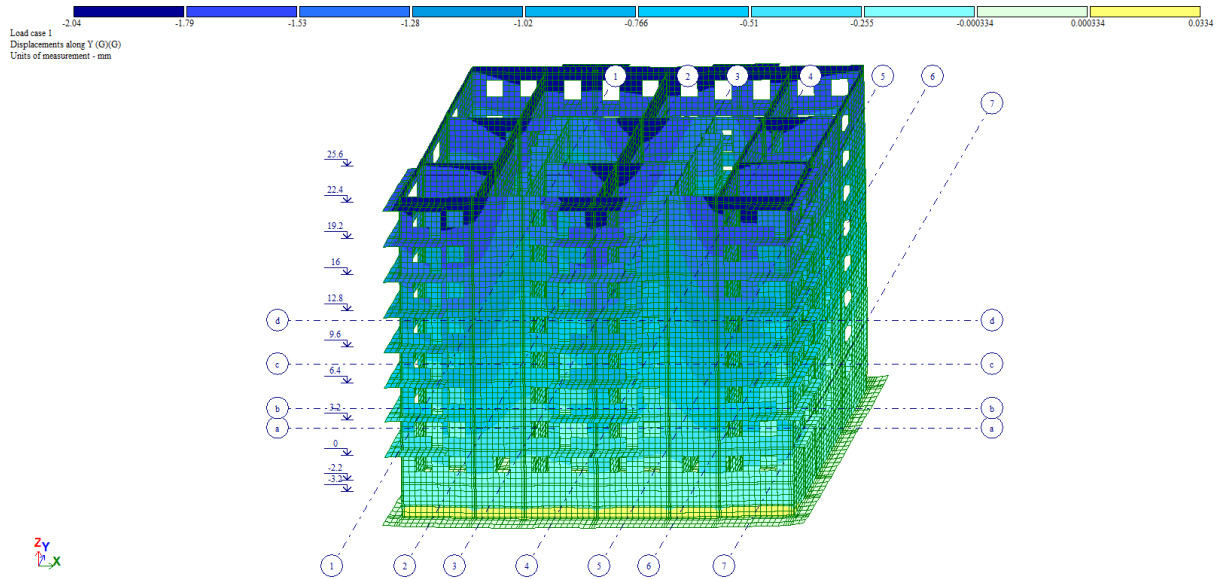
ცხრ.9 (სეისმური დატვირთვა 2)



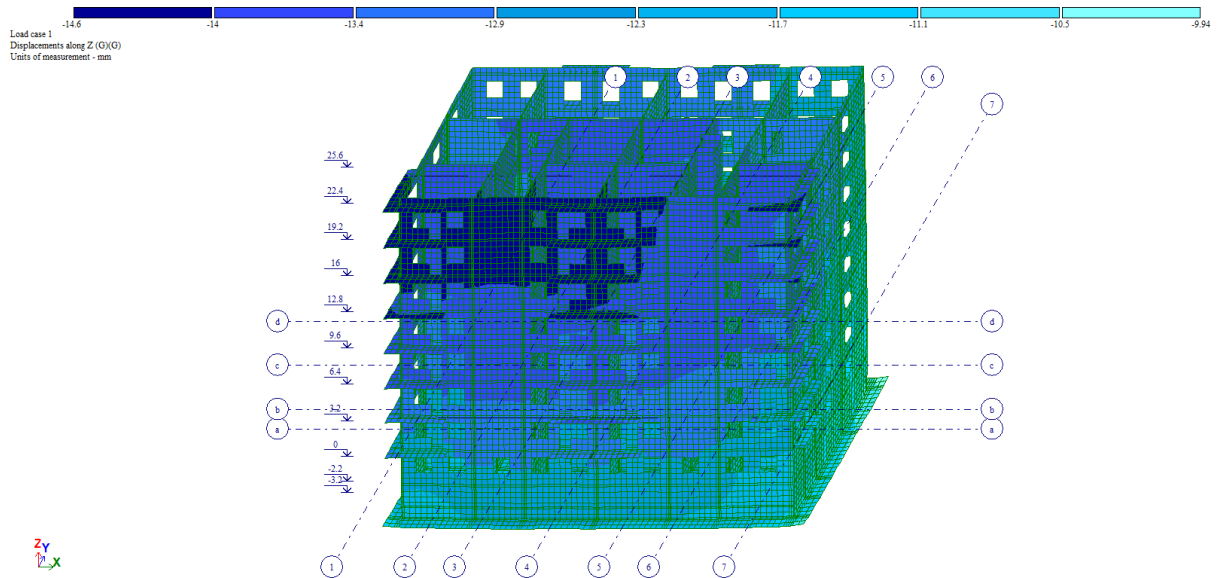
ცხრ.10 (დატვირთვების შეხამებები)



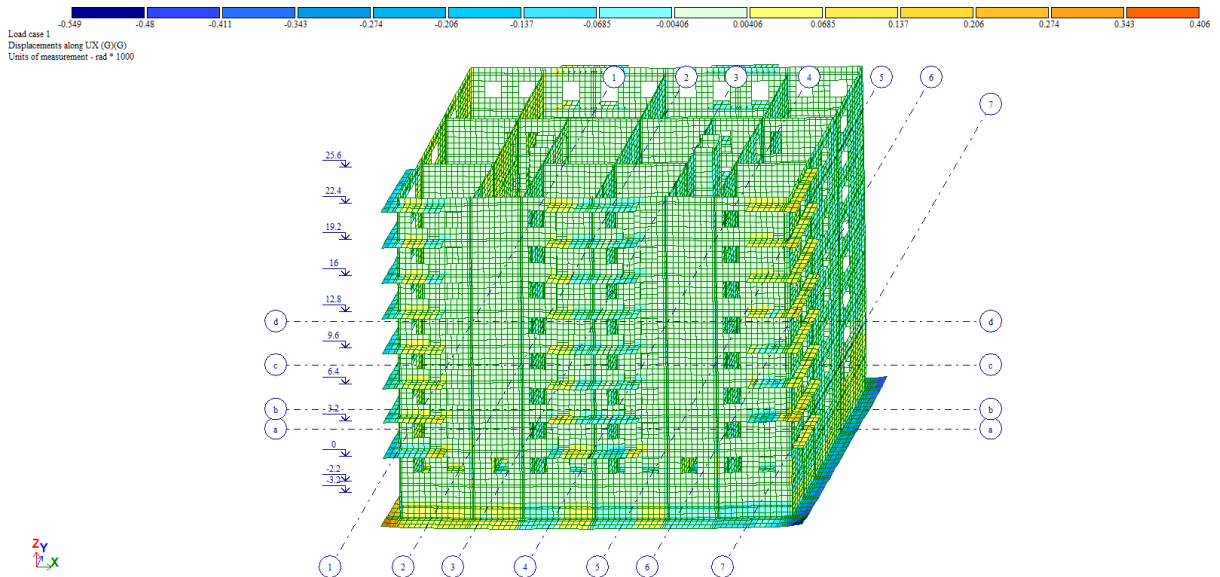
სურ.30 (გადაადგილება X მიმართულებით)



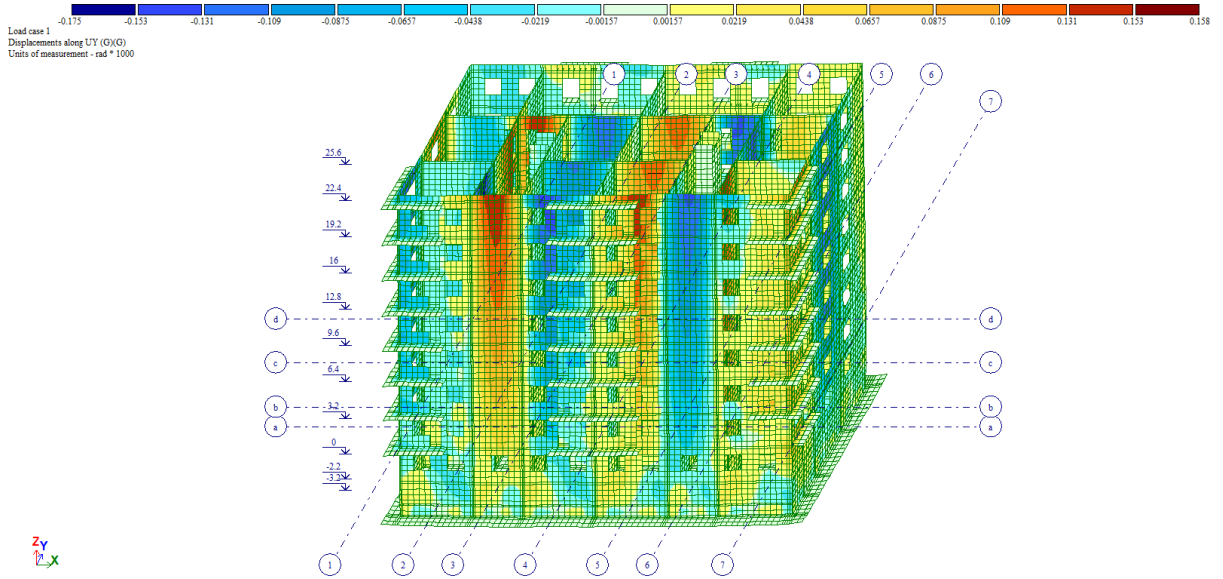
სურ.31 (გადაადგილება Y მიმართულებით)



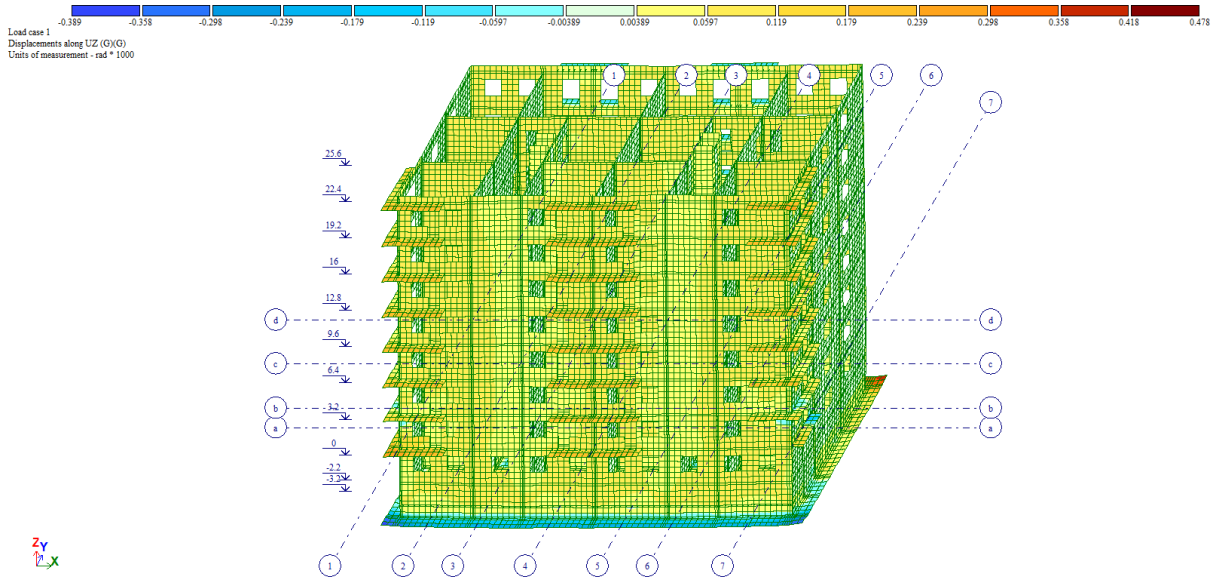
სურ.32 (გადაადგილება Z მიმართულებით)



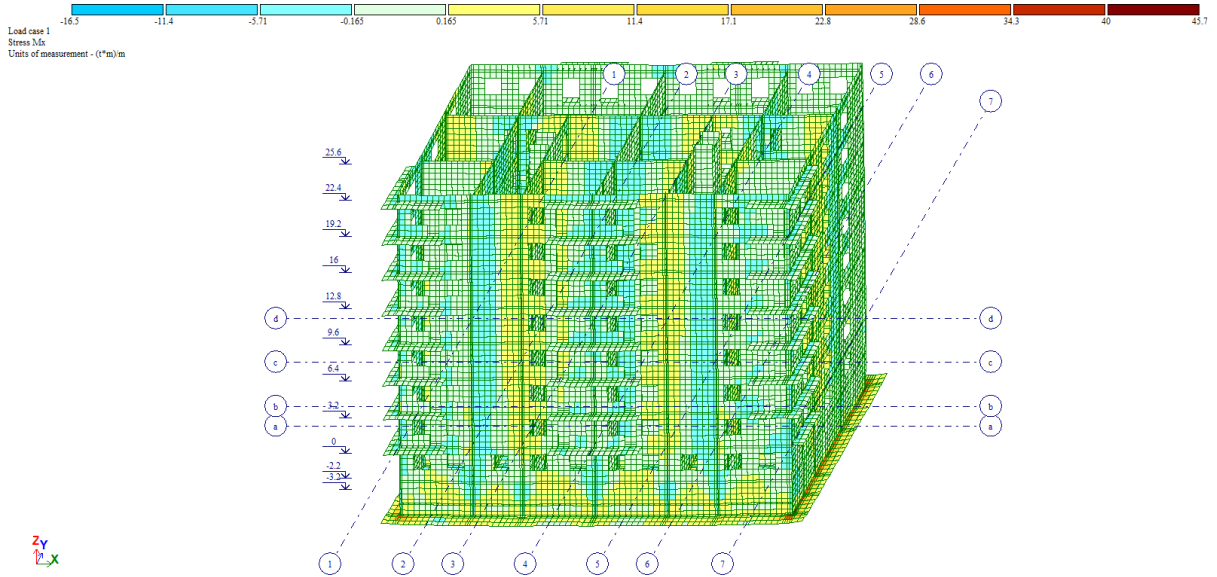
სურ.33 (გადაადგილება UX მიმართულებით)



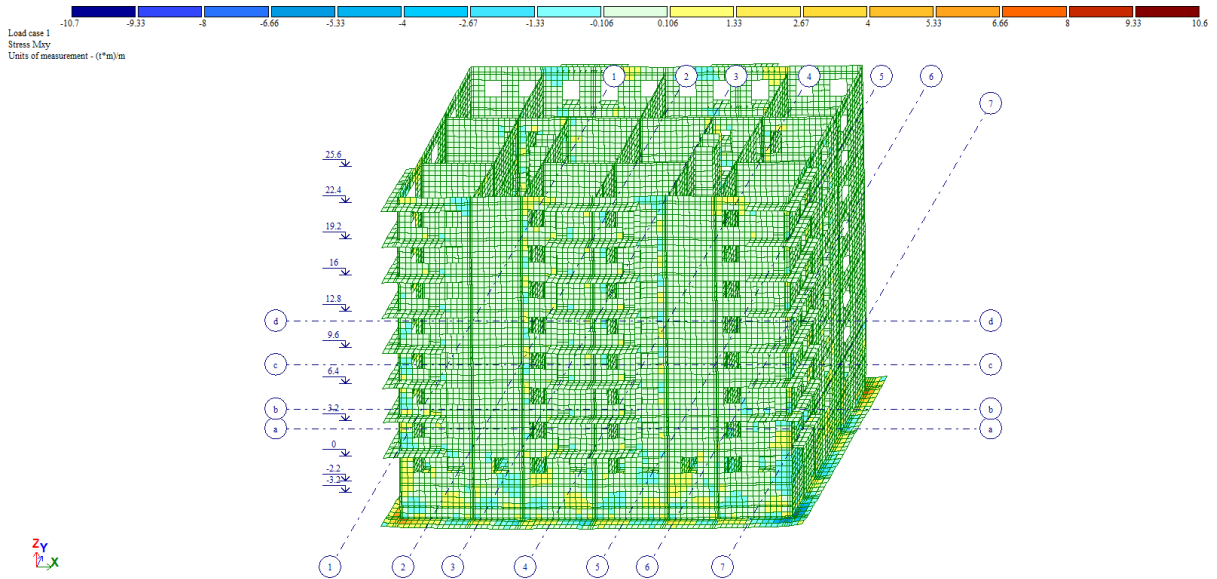
სურ.34 (გადაადგილება UY მიმართულებით)



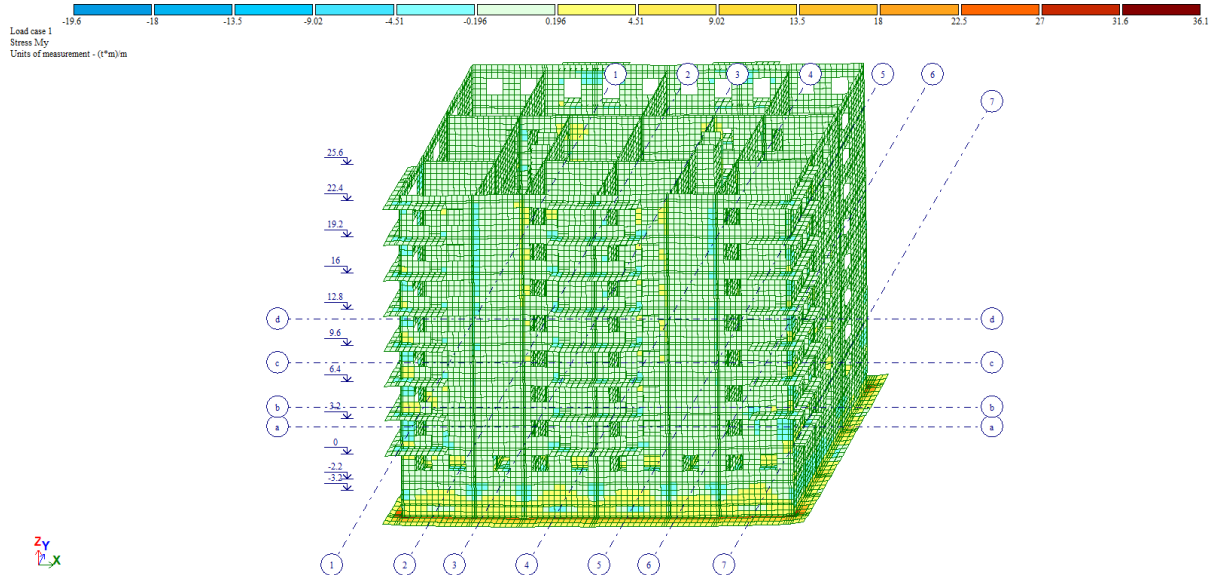
სურ.35 (გადაადგილება UZ მიმართულებით)



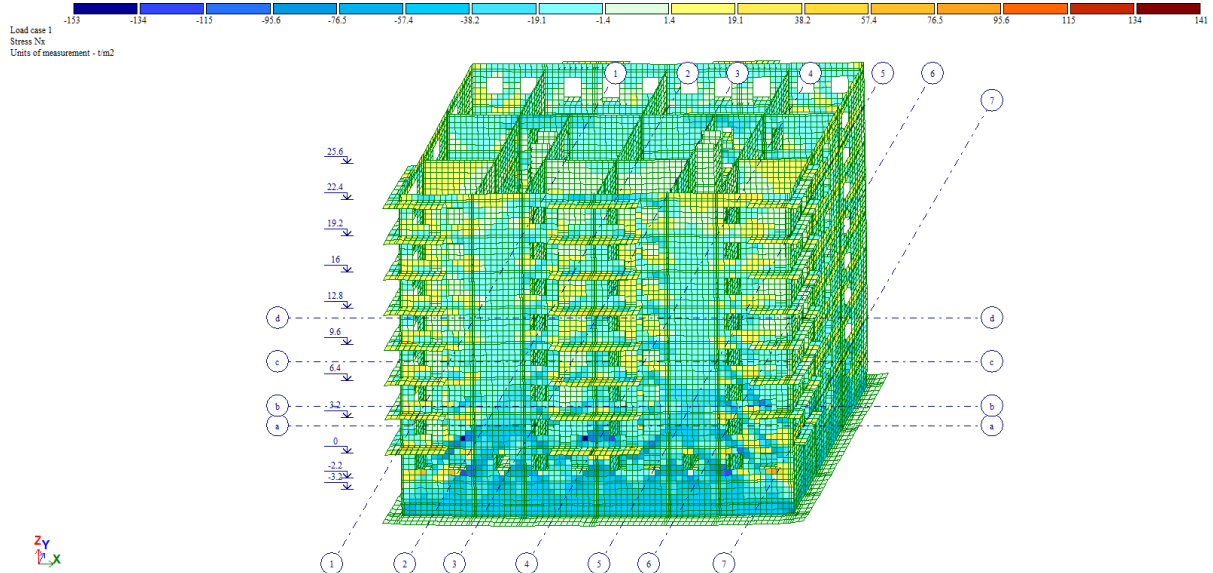
სურ.36 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა M_x)



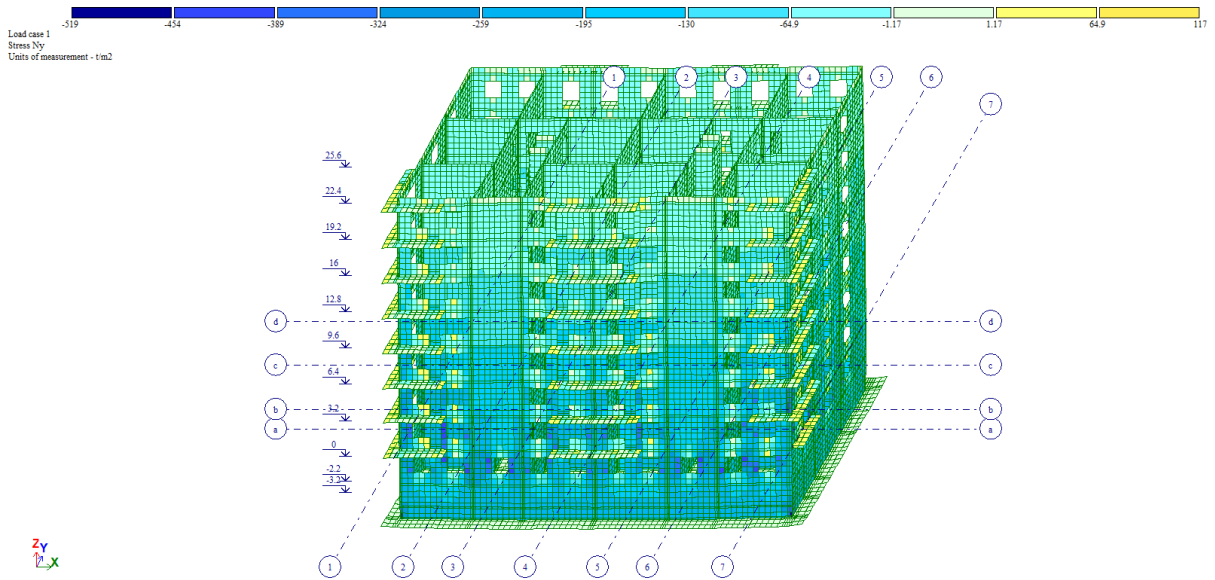
სურ.37 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა M_{xy})



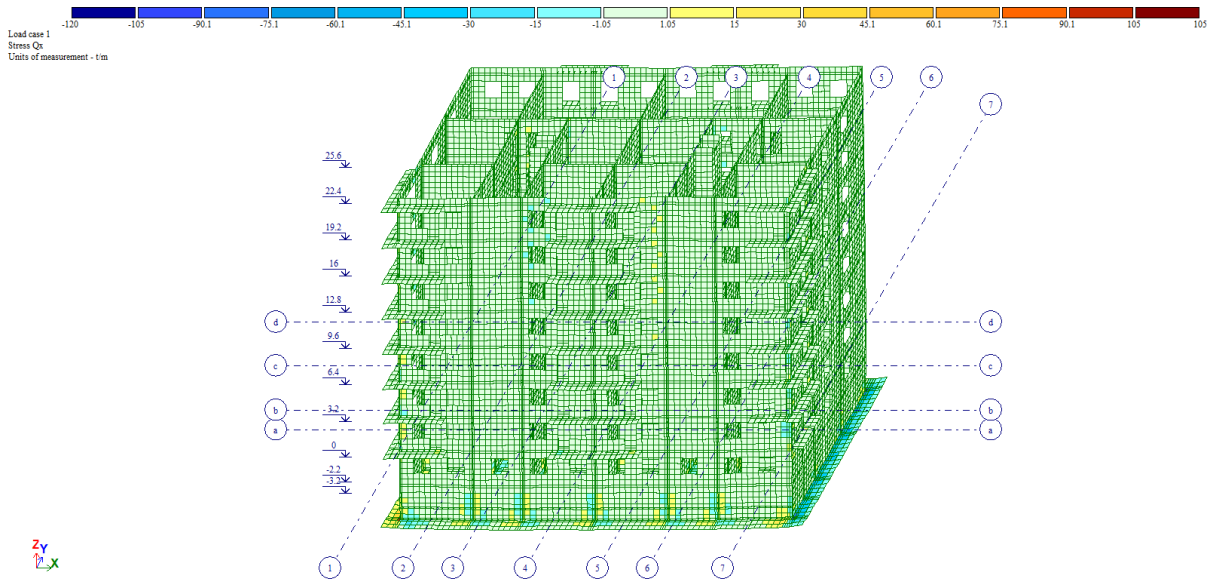
სურ.38 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა M_y)



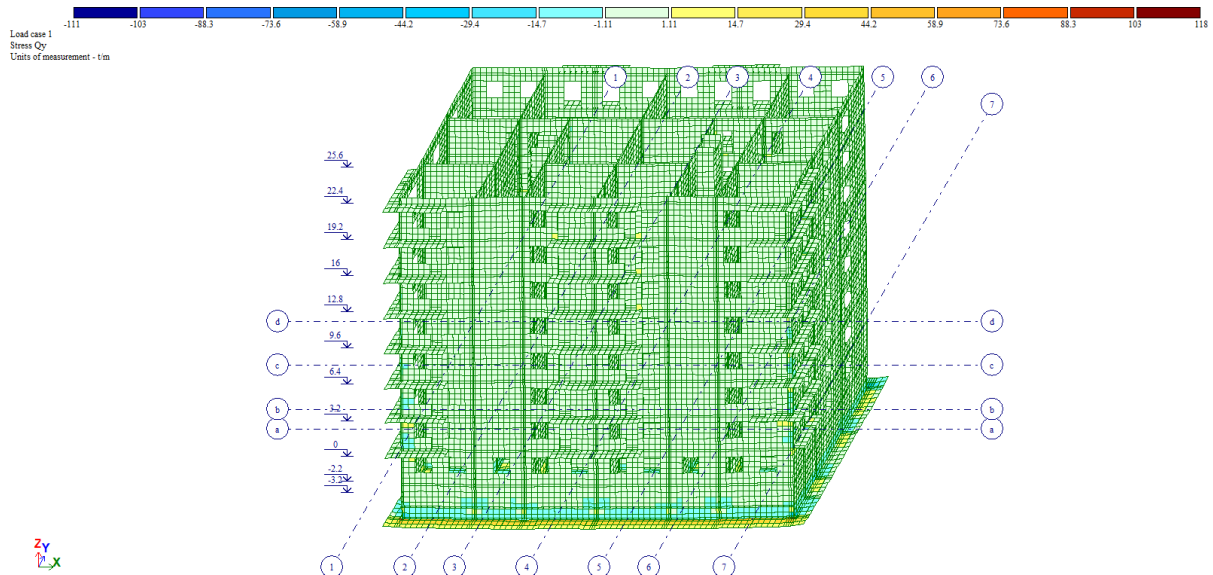
სურ.39 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა N_x)



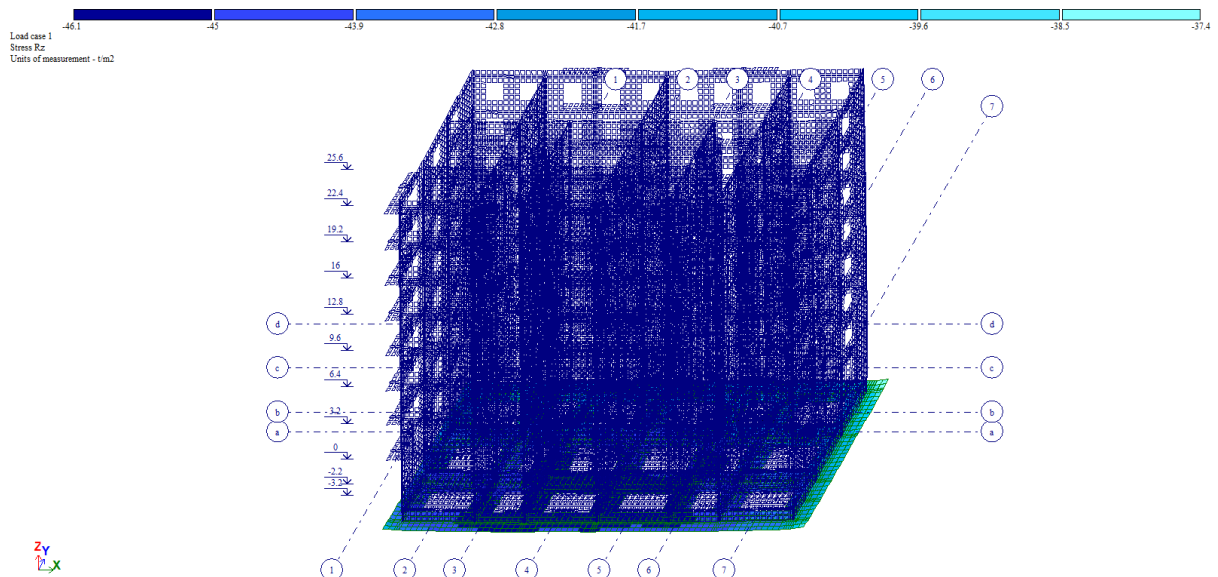
სურ.40 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა N_y)



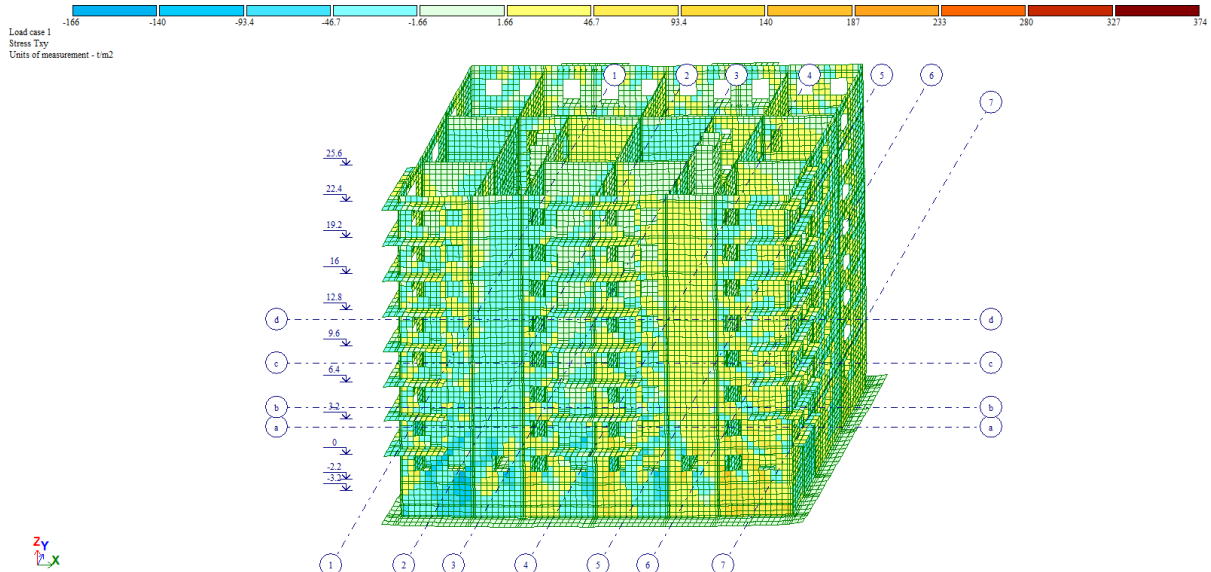
სურ.41 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა Q_x)



სურ.42 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა Qy)



სურ.43 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა Rz)



სურ.44 (დაძაბულ- დეფორმირებული მდგომარეობა Txy)

შენობის რხევის პერიოდები

EIGENVALUES, FREQUENCIES, PERIODS OF VIBRATIONS, LOAD CASES 3 (mod. 53)

:No.:	EIGEN VALUES	FREQUENCIES rad/s	FREQUENCIES Hz	PERIODS s	DISTRIBUTION COEFFICIENT	MODAL MASS	
:	:	:	:	:	:	%	:
1	130.757860	11.43	1.82	0.5492	0.003039	0.0	0.0
2	198.258993	14.08	2.24	0.4460	0.254155	1.1	1.1
3	262.963161	16.22	2.58	0.3873	1.262440	59.6	60.7
4	599.987231	24.49	3.90	0.2564	-0.000219	0.0	60.7
5	685.504444	26.18	4.17	0.2399	-0.063364	0.1	60.8
6	821.808324	28.67	4.56	0.2191	-0.006672	0.0	60.8
7	1038.556946	32.23	5.13	0.1949	-0.108127	0.0	60.8
8	1061.121971	32.57	5.19	0.1928	0.007543	0.0	60.8
9	1152.362552	33.95	5.41	0.1850	-0.078159	0.0	60.8
10	1311.442205	36.21	5.77	0.1734	-0.003270	0.0	60.8
11	1401.401904	37.44	5.96	0.1678	0.047696	0.0	60.8
12	1436.388687	37.90	6.03	0.1657	0.139788	0.0	60.8
13	1517.777175	38.96	6.20	0.1612	0.089647	0.0	60.8
14	1642.067104	40.52	6.45	0.1550	-0.012073	0.0	60.8
15	2000.326780	44.73	7.12	0.1404	0.147000	0.1	60.9
16	2128.708958	46.14	7.35	0.1361	0.006331	0.0	60.9
17	2141.442147	46.28	7.37	0.1357	-0.009389	0.0	60.9
18	2400.688681	49.00	7.80	0.1282	-0.181356	0.7	61.6
19	2620.478269	51.19	8.15	0.1227	0.018785	0.0	61.6
20	2857.220374	53.45	8.51	0.1175	0.001604	0.0	61.6
21	3026.761163	55.02	8.76	0.1141	-0.242671	0.1	61.7

EIGENVALUES, FREQUENCIES, PERIODS OF VIBRATIONS, LOAD CASES 4 (mod. 53)

:No.:	EIGEN	FREQUENCIES		PERIODS	DISTRIBUTION	MODAL	
:	VALUES	rad/s	Hz	s	COEFFICIENT	MASS	
:	:	:	:	:	:	%	:
1	130.757860	11.43	1.82	0.5492	1.457540	68.8	68.8
2	198.258993	14.08	2.24	0.4460	-0.001793	0.0	68.8
3	262.963161	16.22	2.58	0.3873	-0.002936	0.0	68.8
4	599.987231	24.49	3.90	0.2564	0.001225	0.0	68.8
5	685.504444	26.18	4.17	0.2399	0.000862	0.0	68.8
6	821.808324	28.67	4.56	0.2191	-0.015485	0.0	68.8
7	1038.556946	32.23	5.13	0.1949	-0.005386	0.0	68.8
8	1061.121971	32.57	5.19	0.1928	0.029077	0.0	68.8
9	1152.362552	33.95	5.41	0.1850	0.004965	0.0	68.8
10	1311.442205	36.21	5.77	0.1734	0.004647	0.0	68.8
11	1401.401904	37.44	5.96	0.1678	-0.032474	0.0	68.9
12	1436.388687	37.90	6.03	0.1657	0.034897	0.0	68.9
13	1517.777175	38.96	6.20	0.1612	0.024276	0.0	68.9
14	1642.067104	40.52	6.45	0.1550	0.015195	0.0	68.9
15	2000.326780	44.73	7.12	0.1404	-0.020071	0.0	68.9
16	2128.708958	46.14	7.35	0.1361	1.181156	1.0	69.9
17	2141.442147	46.28	7.37	0.1357	0.091771	0.0	69.9
18	2400.688681	49.00	7.80	0.1282	-0.010566	0.0	69.9
19	2620.478269	51.19	8.15	0.1227	-0.267606	0.2	70.0
20	2857.220374	53.45	8.51	0.1175	-0.384895	0.2	70.2
21	3026.761163	55.02	8.76	0.1141	0.020016	0.0	70.2

ძირითადი დასკვნები

სადისერტაციო ნაშრომში ჩატარებული გამოკვლევათა შედეგები საშუალებას იძლევა გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. რკინაბეტონის კონსტრუქციების გამოსათვლელად ბეტონისა და არმატურის სიმტკიცის მახასიათებლების დადგენისას დგინდება ფაქტორები, რომლებიც ამჟამად არ არის გათვალისწინებული გაანგარიშებისას, რომელთაგან ზოგი მატულობს, ზოგი ამცირებს რკინაბეტონის კონსტრუქციების მზიდუნარიანობას. ერთ-ერთი ასეთი ფაქტორი არის ფაქტორი, რომელიც ითვალისწინებს შეზღუდული ბეტონის არსებობას, რაც ზრდის ბეტონის სიმტკიცეს რკინაბეტონის ბლოკებში.

2. რკინაბეტონის ღუნვად და ექსცენტრიულად შეკუმშული ელემენტების მონაკვეთების სიმტკიცეზე ინერციის შემცირებული მომენტის განსაზღვრისას, ბზარების გარეშე, შემოთავაზებულია ბეტონის დრეკადობის მოდულის შეცვლა-შემცირების კოეფიციენტში დეფორმაციის მოდულით, რაც გამოიწვევს ინერციის მომენტისა და განივკვეთის სიხისტის გაზრდას. გამაგრების პროცენტიდან და დატვირთვის ხანგრძლივობიდან გამომდინარე, ეს განსხვავება შეიძლება იყოს 50%-მდე, ვიდრე სომხეთის რესპუბლიკაში მოქმედი რკინაბეტონის კონსტრუქციების სამშენებლო კოდექსებში მიღებული სიხისტე.
3. ევროპის ქვეყნების სამშენებლო კოდექსებში გამოყენებული სხვადასხვა მეთოდების ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ ბზარების მქონე რკინაბეტონის კონსტრუქციების განივკვეთების სიმტკიცე ოდნავ განსხვავდება. ნაპრალების მქონე განივკვეთებზე, გამაგრების მინიმალური პროცენტით, ეს სიხისტე არის დაახლოებით 5...15%, ხოლო გამაგრების მაქსიმალურ პროცენტში არის EbI-ის 55...65% და ხანგრძლივი დატვირთვით, სიმტკიცე 15...25%-ით ნაკლებია ხანმოკლესთან შედარებით. ზოგადად, ყველა მეთოდისთვის, მიღებული სიხისტის მნიშვნელობები საკმაოდ ახლოს არის და საშუალოდ განსხვავება არ არის 20% -ზე მეტი ხანმოკლე დატვირთვისთვის და 30% ხანგრძლივი დატვირთვისთვის. გამაგრების მთლიანი პროცენტის ზრდით, მონაკვეთის სიხისტის მნიშვნელობები უახლოვდება, ხოლო ხანმოკლე დატვირთვის პირობებში, განსხვავება დაახლოებით 10% -ს შეადგენს. ბზარების გარეშე მონაკვეთების სიმტკიცე მნიშვნელოვნად განსხვავდება, ხოლო განსხვავება შეიძლება იყოს 3-ჯერ ხანმოკლე და 1,5-ჯერ ხანგრძლივი დატვირთვისთვის.
4. სეისმომედეგი მშენებლობის სხვადასხვა ქვეყნების ნორმების შედარებითმა ანალიზმა აჩვენა დატვირთვების კოეფიციენტების შემცირების საკმარისი სიახლოვე, რაც იძლევა კონსტრუქციების დასაშვებ დაზიანებას, ხოლო შემცირების კოეფიციენტის მაქსიმალური მნიშვნელობები იდენტური კონსტრუქციული სისტემებისთვის მიღებულია პნ 03.01-09 მიხედვით.

5. უცხოურ რეგულაციებთან შედარებით, ყველაზე მკაცრი დებულებები იატაკის არასწორი განლაგების შეზღუდვის შესახებ არსებობს პნ 03.01-09-ში. ამ შემთხვევაში, განსხვავება შეიძლება იყოს რამდენჯერმე. საქართველოში მოქმედი სამშენებლო კოდექსის მიხედვით, დასაშვებია მხოლოდ მსუბუქი და ზომიერი დაზიანება, რომელიც უნდა გამოსწორდეს მიწისძვრის შემდეგ და, შესაბამისად, შენობის რხევის პერიოდის ზრდა დრეკადთან შედარებით არ უნდა იყოს 10 ... 15%, მიუხედავად შენობის ტიპის, სართულების რაოდენობის, შენობის ან სტრუქტურის დანიშნულებისა. გამოთვლილი ინტენსივობის მიწისძვრის განმეორების პერიოდი, მიღებული პნ 03.01-09, არის 500 წელი, 90% ალბათობით, რომ არ გადააჭარბოს მას 50 წლის განმავლობაში. დაბალსართულიანი შენობებისთვის (სამ სართულამდე), ასევე შენობებსა და ნაგებობებზე, რომლებიც განკუთვნილია არაუმეტეს 100 წლის ვადით, არ არის საჭირო ასეთი მკაცრი შეზღუდვები. გათვლილი სეისმური ზემოქმედებით, საკმარისია სტრუქტურის ნგრევის თავიდან აცილება, ადამიანების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა, როგორც უცხოური სტანდარტებით. ასეთი შენობებისთვის შემოთავაზებულია იატაკის გადაადგილების მაქსიმალური მნიშვნელობების შეცვლა და მათი მიახლოება უცხო შენობის კოდექსთან (ტიპიური მაგალითია 2009 წელს აშენებული 2009 წელს აშენებული ქარხნის "ნაირიტის" ფოლადის მრავალსართულიანი ჩარჩო. გარკვეული პერიოდი).
6. მრავალსართულიანი რკინაბეტონის მსხვილბლოკური შენობების თეორიულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ სტანდარტული დატვირთვის პირობებში სისტემების რხევის პერიოდის მნიშვნელობა შეიძლება იყოს 50%-მდე დრეკადი რხევების პერიოდზე მეტი. ამავდროულად, რხევის პროცესში, კედლების განივკვეთების სიმტკიცე შეიძლება მნიშვნელოვნად შემცირდეს - დაახლოებით 10-ჯერ. რკინაბეტონის კედლების ბზარებით განივკვეთის მთლიანი სიგრძე არის მათი მთლიანი სიგრძის დაახლოებით 75 ... 85% (ქვედა ზღვარი - მრავალსართულიანი, ზედა - ერთსართულიანი ჩარჩო შენობებისთვის).

7. დადგენილია K კოეფიციენტის მნიშვნელობა, სადაც მისი მნიშვნელობა პნ 03.01-09-ში მიღებულია მუდმივი და 0.8-ის ტოლი. კვლევები აჩვენებს ამ კოეფიციენტის დამოკიდებულებას სისტემის რხევის საწყისი პერიოდის სიდიდეზე, რხევის პროცესის დროს პერიოდის ცვლილებაზე და დასაშვები დაზიანების დონეზე. სისტემის რხევის პერიოდის 15%-ით გაზრდით და დასაშვები დაზიანების კოეფიციენტის ტოლი 0,4, სისტემის რხევის საწყისი პერიოდიდან გამომდინარე, კოეფიციენტის მნიშვნელობებია: 0,574, თუ საწყისი პერიოდი არის აღმავალ მონაკვეთში. დიაგრამა β; 0,529 - ჰორიზონტალურზე და 0,460, 0,473 და 0,482 - დაღმავალ მონაკვეთებზე, გრუნტის კატეგორიის მიხედვით. სისტემის რხევის პერიოდის 30%-ით გაზრდით და დასაშვები დაზიანების კოეფიციენტის ტოლი 0,4, სისტემის რხევის საწყისი პერიოდიდან გამომდინარე, კოეფიციენტების მნიშვნელობები უდრის 0,8-ს, თუ საწყისი პერიოდი ზრდად მონაკვეთშია; 0,676 - ჰორიზონტალურ მონაკვეთში და 0,520, 0,548 და 0,568 - დაღმავალ მონაკვეთებში, გრუნტის კატეგორიის მიხედვით. შემოთავაზებულია მიღებული კოეფიციენტის $\beta/k1$ გამოყენება შენობებისა და ნაგებობების კონსტრუქციულ ანგარიშში დეფორმაციების მიხედვით.
8. რკინაბეტონის კონსტრუქციების არაწრფივი გაანგარიშების სხვადასხვა მეთოდების შესწავლამ შესაძლებელი გახადა მათი ნაკლოვანებების დადგენა, რაც არსებობს ყველაზე მოწინავე პროგრამულ სისტემებშიც კი. რკინაბეტონის კონსტრუქციების დეფორმაციის ანალიზი, ACI 318M-11-ის მიხედვით, სტატიკური დატვირთვების ზემოქმედებით ტარდება გასაშუალებული სიხისტის გამოყენებით. შემოთავაზებულია დეფორმაციების გაანგარიშება მრავალმოდულური სისტემის გამოყენებით, სადაც სხვადასხვა სტრუქტურული სისტემებისთვის გამოიყენება შემცირებული საშუალო დრეკადობის მოდულები, შემცირების კოეფიციენტის გათვალისწინებით. რკინაბეტონის კონსტრუქციების გადახრის შეზღუდვა სრულად ვერ აკონტროლებს სისტემის რხევის პერიოდის ზრდას. გაანგარიშება საშუალო

- სიმტკიცით საშუალებას იძლევა შეფასდეს სისტემის რხევის პერიოდის ცვლილება დეფორმაციებით რკინაბეტონის კონსტრუქციების გაანგარიშებისას.
9. კვლევების მიხედვით, რკინაბეტონის კონსტრუქციების დეფორმაციების დადგენისას მონაკვეთების საშუალო სიხისტის გამოყენებით, სვეტების სიმტკიცე შეიძლება მივიღოთ $0,55 E_b I$ -ის ტოლი, ხოლო რკინაბეტონის კედლებისა და დიაგრამების სიმტკიცე - $0,5 E_b I$.
10. რკინაბეტონის შენობებისთვის და ნაგებობებისთვის, დეფორმაციების გაანგარიშებისას და სტრუქტურების ანალიზისას მეორე ზღვრული მდგომარეობის მიხედვით, როდესაც სისტემის რხევის პერიოდში პერიოდის ცვლილება არ აღემატება 30%-ს, შემოთავაზებულია მეთოდის გამოყენება საშუალო სიხისტეებით. თუ დეფორმაციების გაანგარიშებისას საწყისი პერიოდი 30%-ზე მეტს აღემატება, სტატიკურად განუსაზღვრელ სისტემებში პლასტიკური სახსრების განვითარების დონე არ იძლევა საშუალო სიხისტის გამოყენებას, ამიტომ „პუშოვერის“ მეთოდი უფრო მისაღებია ცვლილების გათვალისწინებით. საშუალო სიხისტეში ელემენტის სიგრძეზე.
11. ზოგადად, დიაფრაგმის სიგრძის 50%-ზე მეტი სიგანის ხვრეტების შემთხვევაში, დატვირთვის მნიშვნელოვანი ზრდა ხდება, როგორც დიაფრაგმებში, ასევე სვეტებში, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს კონსტრუქციის დაზიანება, ასევე დიდი გადაადგილება. რომლებიც არ აკმაყოფილებენ დასაშვები გადახრის პირობებს. რკინაბეტონის ზღუდარების არსებობის გათვალისწინებით, შემოთავაზებულია შეზღუდოს როგორც დიაფრაგმის მაქსიმალური დასაშვები სიგანე, ასევე მისი ფარდობითი მნიშვნელობა (დიაფრაგმაში ღიობების ფართობის თანაფარდობა დიაფრაგმის ფართობთან).
12. დეფორმაციებისთვის რკინაბეტონის კონსტრუქციების გაანგარიშებისას გამოვლინდა განმსაზღვრელი პარამეტრები, რომლებიც ახასიათებს ურთიერთდამოკიდებულებას რკინაბეტონის კონსტრუქციების სამშენებლო ნორმებსა და სეისმომედეგ მშენებლობას შორის.

13. წარმოდგენილია კომპლექსური სისტემებისთვის შემცირების ფაქტორის მნიშვნელობის განსაზღვრის მიდგომა, ხოლო ორ განყოფილებიანი სისტემის მუშაობის ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ ჩარჩოკავშირებიანი და კარკასულ კონსტრუქციების კომბინირებული გამოყენება მოითხოვს გამოყენებას. შემცირების კოეფიციენტი, მიღებულია როგორც ჩარჩო-კავშირებიანი სისტემისთვის.
14. შემოთავაზებულია რკინაბეტონის კონსტრუქციების გაანგარიშების გაუმჯობესებული მეთოდი, რომელიც საშუალებას გაძლევთ ერთდროულად განსაზღვროთ როგორც ძალები, ასევე გადაადგილებები სხვადასხვა დატვირთვის მოქმედების ქვეშ.
15. შემოთავაზებულია შუა ჰორიზონტალური წიბოების დაყენება ბლოკების საშუალო სიმაღლის დონეზე 1 მ, ხოლო ჰორიზონტალური და ვერტიკალური წიბოების რაოდენობა განისაზღვრება გაანგარიშებით. ბლოკების წიბოებსა და მათ პოზიციას შორის მანძილი უნდა შეირჩეს ისე, რომ ისინი მაქსიმალურად ახლოს იყვნენ კედლის შუა ნაწილებთან და ასევე რაც შეიძლება შორს ზღუდარების კუთხეებიდან.
16. შემოთავაზებულ პანელებში კავშირების მდებარეობა შემოთავაზებულია შეირჩეს სიხისტის წიბოების ბოლოებში, რაც უზრუნველყოფს მათ პოზიციას შუა ნაწილებში კედლების სიმაღლის გასწვრივ, ხოლო ზღუდარებისთვის - ჩარჩოს კვანძებიდან რაც შეიძლება შორს. მოქნილი კავშირების გარდა, მსხვილბლოკებში შემოთავაზებულია გამოიყენოს მილაკოვანი ფურცლის ჩამოკიდებული კავშირები.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. D.R. Gurgenidze, G.O. Kipiani, G. O. Badzgaradze & E. R Suramelashvili. Analysis of thin- walled spatial systems of complex structure with discontinuous parameters by method of large blocks. // Contemporary Problems of Architecture and Construction / Editors: Evgeny Rybnov, Pavel Akimov, Merab Khalvashi, Eghiazar Vardanyan, © 2021 Taylor & Francis Group, London, UK, p.p. 172-178, <https://doi.org/10.1201/9781003176428>
2. Gurgenidze David, Kipiani Gela. DETERMINATION OF LARGE DISPLACEMENTS OF CURVILINEAR SHAPE PLATES WITH CONSIDERATION OF JUMP CHANGES OF CERTAIN FACTORS. Selected, peer reviewed papers from the 11th International Conference on Contemporary Problems of Architecture and Construction, 14-16 October 2019, Yerevan, Edited by Narine Pirumyan Republic of Armenia p.281-287 <https://nuaca.am/wp-content/themes/nuaca/images/Proceedings.pdf>
3. D.R. Gurgenidze Beijing University of Civil Engineering and Architecture CALL FOR PAPERS 10-th INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONTEMPORARY PROBLEMS OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION Beijing, China. (September 22-26, 2018)
4. Хачиян Э.Е. Спитакское землетрясение. 07.12.1988. Ереван, Издательство “НААПЕТ” 2018. – 159с.
5. Хачиян Эдуард. Сеismicческие воздействия и прогноз поведения сооружений. – Издательство “Гитутюн” НАН РА.2015. – 555с.
6. რეკვავა პაატა. შენობის სეისმომდეგობის მრავალფაქტორული შეფასება და რეაბილიტაცია. გამომცემლობა ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, თბილისი - 167გვ.
7. <https://www.bbc.com/news/64568826>
8. <https://www.cbc.ca/news/world/turkey-death-toll-building-structures-1.6741119>
9. <https://www.washingtonpost.com/science/2023/02/06/turkey-earthquake-magnitude/>

10. <https://www.dailymail.co.uk/news/article-11718017/Stark-pictures-highlight-scale-devastation-7-8-magnitude-tremor-Turkey.html>
11. <https://www.npr.org/2023/02/12/1156387820/turkey-has-issued-over-100-building-arrest-warrants-after-the-deadly-earthquake>
12. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance.
13. Eurocode 3: Design of steel structures.
14. Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1:General rules.
15. Eurocode 6 - Design of masonry structures - Part 1-1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures
16. Микаилов Б.К., Кипиани Г.О. “Деформированность и устойчивость пространственных пластинчатых систем с разрывными параметрами”. Стройиздат СПб, Санкт-Петербург.,1996-442с.
17. I.Elishakoff, D. Pentaras, C. gentilini. “Mechanics of functionally graded material sturctures”. World scientific, Singapore 2015. 323 p.
18. I.Elishakoff, “Resolution of Twentieth Century Condorum in Elastic Stability” World Scientific, Singapore 2014. 333pp.
19. Kipiani G. Jankarashvili D. Tabatadze A. “Analysis of rotating circular ring disk having constant thickness rigidly fixed by inner contour”. Proceedings of mechanics 2016. p.p93-100.The International scientific Conferecne on Mechanics 2016. Tbilisi, GTU. 2016.
20. Kipiani Gela, “Deformability and Stability of rectangular sandwich with cuts under in-plane loading”. Architecture and Engineering. Volume 1. Issue 1 March, 2016. SPSUACE. p.p26-30
21. Kipiani Gela, Rejezyk Marlana, Lausova Lenka. “Influence of rectangular holes on stability of three-layer plate”. Applied Mechanics and Materials. Vol.711 (2015), p.p 397-401. © (2015) Trans Publications, Switzerland.
22. Kipiani Gela. “Definition of critical loading on three-layered plate with cuts by transition from static problem to stability problem”. Contemporary Problems in

- Architecture and Construction. Selected, peer reviewed papers the 6th International Conference on Contemporary Problems of Architecture and Construction, June 24-27 2014 Ostrava, Czech Republic. Edited by Darja Kubeckova, Trans Tech. publications LTD, Switzerland 2014, p.p. 143-150.
23. მაჩაიძე ე., ყიფიანი გ., „შედგენილი თხელკედლიანი სივრცითი სისტემების გაანგარიშების თეორია“. პროფ. გ. ყიფიანის საერთო რედაქციით. თბილისი. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ 2006,-369 გვ.
24. ბედიამვილი მალხაზ, ყიფიანი გელა,“ მიწისძვრისაგან დაცვის სეისმოსაიზოლაციო საშუალებები და სანერგვის პერსპექტივები საქართველოში“. გამომცემლობა „უნივერსალი“. თბილისი. 2018 -118 გვ.
25. ზლიაძე სეით, ყიფიანი გელა, გოგოლიძე აკაკი, გომაძე რუსუდან. „კონსტრუქციის დაღლილობაზე ანალიზი კომპლექსური პროგრამა ANSYS-ის მეშვეობით“. პროფესორი გელა ყიფიანის საერთო რედაქციით. გამომცემლობა „საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2017 – 232 გვ.
26. არსებული შენობის გაძლიერების ხერხი. პატენტის № U.2003989 U. E04 H 9/02. AU 2003001122.
27. რკინაბეტონის მონოლითური გუმბათის აგების ხერხი. პატენტის №AU 2003 1036 U. E04 B1/35. GEL 20041036 U.
28. დიდმალიანი გადახურვების აგების ტექნოლოგია. პატენტის № AU 2005. 008756.
29. RAS-24 Exploration Seismograph (User Manuals).
30. «Методические рекомендации по определению состава, состояния и свойств грунтов сейсмоакустическими методами», М-1985г.
31. Горяинов Н.Н. Применение Сейсмоакустических Методов в Гидрогеологии и Инженерной Геологии. М-1992г.
32. შ.პ.ს. „ახალი საქქალაქმშენპროექტი“-ს ტექნიკური ანგარიში: „ქ. თბილისში, გურამიშვილის გამზირ 64-ში, მრავალსართულიანი საცხოვრებელი კომპლექსის მშენებლობისთვის გამოყოფილ ტერიტორიაზე (ს/კ

- 01.12.01.005.040) ჩატარებული საინჟინრო გეოლოგიური კვლევის შედეგები“, თბილისი 2021.
33. კირიაკ ზავრიევის სამშენებლო მექანიკის და სეისმომედეგობის ინსტიტუტის 1974 წლის სამეცნიერო-ტექნიკური ანგარიში თემაზე: „ქ.თბილისის ტერიტორიის სეისმური მიკროდარაიონება“.
34. РСМ-73. Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию. ИФЗ АН СССР, 1974.
35. РСН 60-86. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ. 1986.
36. РСН 65-86. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования к производству работ. 1987.
37. სამშენებლო პროექტირების ნორმა სნ 01.01-09 „სეისმომედეგი მშენებლობა“.
38. EN 1998-5. 2004. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects.
39. РБ - 006 – 98. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА ДЛЯ ПРОЕКТНЫХ ОСНОВ.
40. Руководство по сбору, обработке и использованию инженерно-сейсмометрической информации. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – 1980.
41. ДБН В.2.2-24:2009. ПРОЕКТУВАННЯ ВИСОТНИХ ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДИНКІВ. Київ, Мінрегіонбуд України, 2009.
42. МГСН 4.19-05. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ И КОМПЛЕКСЫ (приложения) ТОМ II. Москва, 2005.
43. ხმელიძე თ., ყიფიანი გ. (2022). *კომპოზიტური კონსტრუქციები*. თბილისი: ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი.
44. ყიფიანი გ., აბესაძე ბ., ჩაჩხიანი ნ. (2016). ორგანოზომილებიანი ქრილიანი ფირფიტის დეფორმაცია განზოგადებული ფუნქციების გამოყენებით. *მექანიკის პრობლემები*.

45. Kipiani, G., Aptsiauri, G., Zambakhidze, L., Churchelauri, Z., Paresishvili, A., & Okropiridze, G. (2016). Stability of thin-walled spatial systems with discontinuous parameters. *Contemporary problems of architecture and construction*, 171-173.
46. Kipiani, G. (2016). Deformability and stability of rectangular sandwich panels with cuts under in-plane loading. *Architecture and Engineering*, 26-30.
47. Kipiani, G. (2017). The new system of modelling. *International conference on differential and difference equations and applications* (p. 68). Lisbon: Military Academy.
48. Gurgenidze, D., Kipiani, G., & Badzgaradze, G. (2020). Analysis on stability of having holes thin-walled spatial structures. *Problems of Mechanics*, 94-96.
49. Gurgenidze, D., Kipiani, G., Badzgaradze, G., & Suramelashvili, E. (2020). on analysis of thin-walled spatial systems of complex structure with discontinuous paramters by method of large blocks. *Architecture and engineering*, 232-237.
50. Gerofi, B., Ishikawa, Y., Reisen, R., & Wisniewski, R. (2019). *High-Performance Computing Series*. Singapore: Springer.
51. Huang G., Chen X., Brisbois J. Z..Earthquake-Resisting System Optimization and Pushover Analysis in Seismic Design of Approach Spans of New South Park Bridge. American Society of Civil Engineers 2013 year. pp. 238-246, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)SC.1943-5576.0000161](https://doi.org/10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000161)
52. Kim J. K., Wee S. H., Yoo S. H. and Kim K. H. Characteristics of the Vertical and Horizontal Response Spectra of Earthquakes in the Jeju Island Region. *Appl. Sci.* 2021, 11, 10690. <https://doi.org/10.3390/app112210690>; Published: 12 November 2021 year.
53. ALMahdi F., Fahjan Y., Dogangun A.. Scaling of Vertical Component of Seismic Ground Motion. *Alexandria Engineering Journal* (2020) 59, pp. 3827-3845.
54. García-Soto; A. D., Jaimes M. A. Ground-Motion Prediction Model for Vertical Response Spectra from Mexican Interplate Earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America* (2017) 107 (2): pp. 887–900.

დანართი 1

შ.პ.ს. "არქიმენსერვისი"

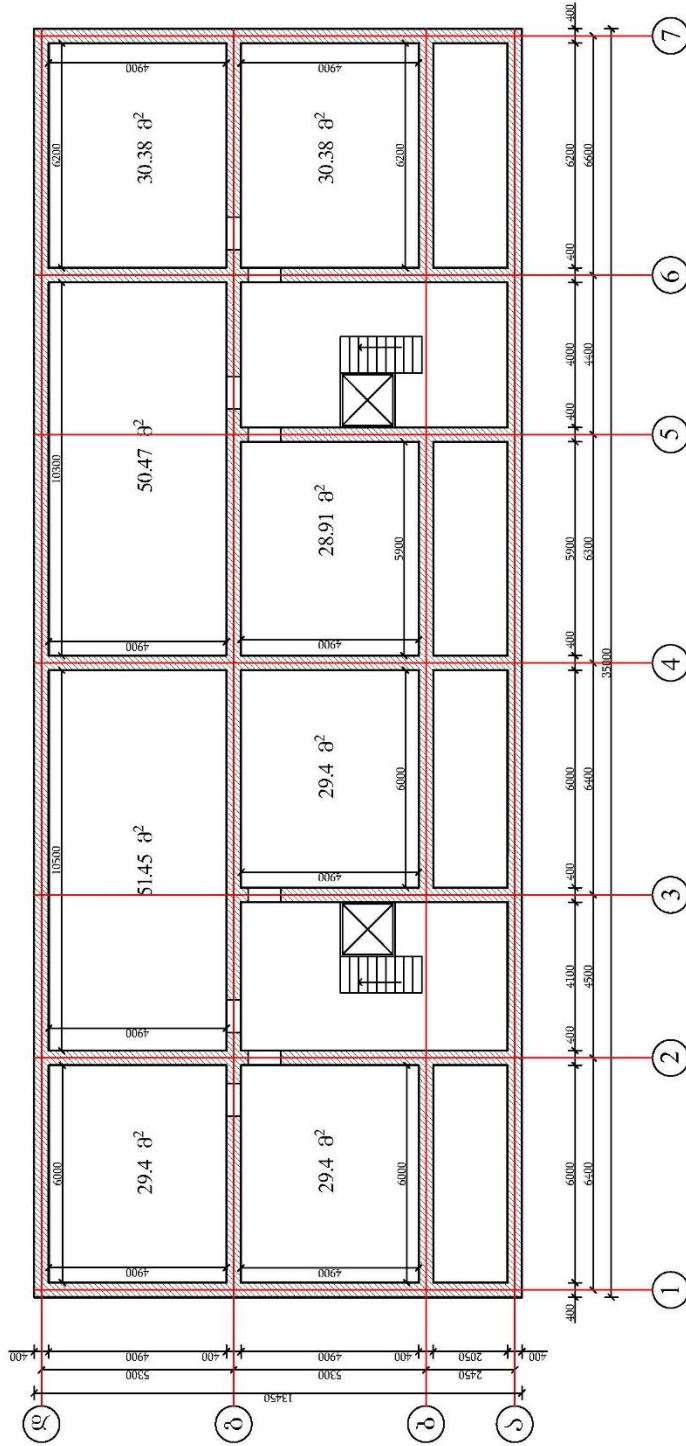
ქ. თბილისი, ქინძეშვილის შს, №15-ის გამაგრება-
გაძლიერების პროექტი

კონსტრუქციული ნაწილი

კორექტირებული, დაზუსტებული კვანძები

თბილისი 2021

ԽՈՒՐԱԿԱՅԵՐՈՒ ԽՈՒՐԱԿԱՅԵՐՈՒ ԸՆԴՈՒՆՈՒՄ
Ց. 1:100



ՇՈՒՐԱԿԱՅԵՐՈՒ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹԱՆՈՒՅԵՐԻ ԿՐԹԱՆՈՒՅԵՐԻ ԿԵՆՏՐԱԼ ԿՈՄԻՏԵ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹԱՆՈՒՅԵՐԻ ԿԵՆՏՐԱԼ ԿՈՄԻՏԵ

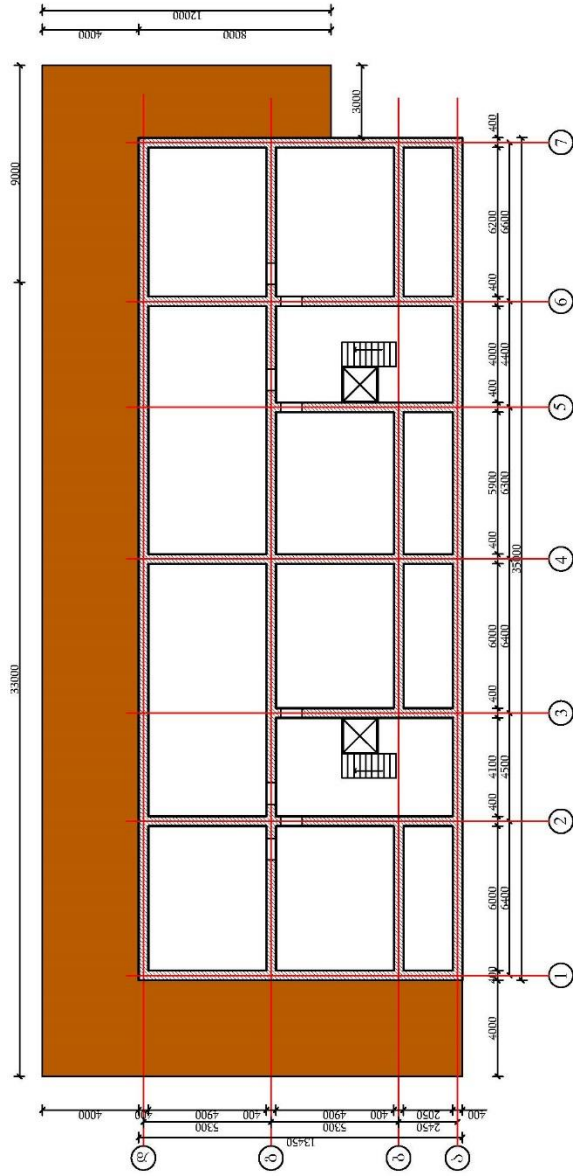
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹԱՆՈՒՅԵՐԻ ԿԵՆՏՐԱԼ ԿՈՄԻՏԵ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹԱՆՈՒՅԵՐԻ ԿԵՆՏՐԱԼ ԿՈՄԻՏԵ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹԱՆՈՒՅԵՐԻ ԿԵՆՏՐԱԼ ԿՈՄԻՏԵ

ՇՈՒՐԱԿԱՅԵՐՈՒ
ԿՐԹԱՆՈՒՅԵՐԻ ԿԵՆՏՐԱԼ ԿՈՄԻՏԵ
ԿՐԹԱՆՈՒՅԵՐԻ ԿԵՆՏՐԱԼ ԿՈՄԻՏԵ
ԿՐԹԱՆՈՒՅԵՐԻ ԿԵՆՏՐԱԼ ԿՈՄԻՏԵ
ԿՐԹԱՆՈՒՅԵՐԻ ԿԵՆՏՐԱԼ ԿՈՄԻՏԵ
ԿՐԹԱՆՈՒՅԵՐԻ ԿԵՆՏՐԱԼ ԿՈՄԻՏԵ

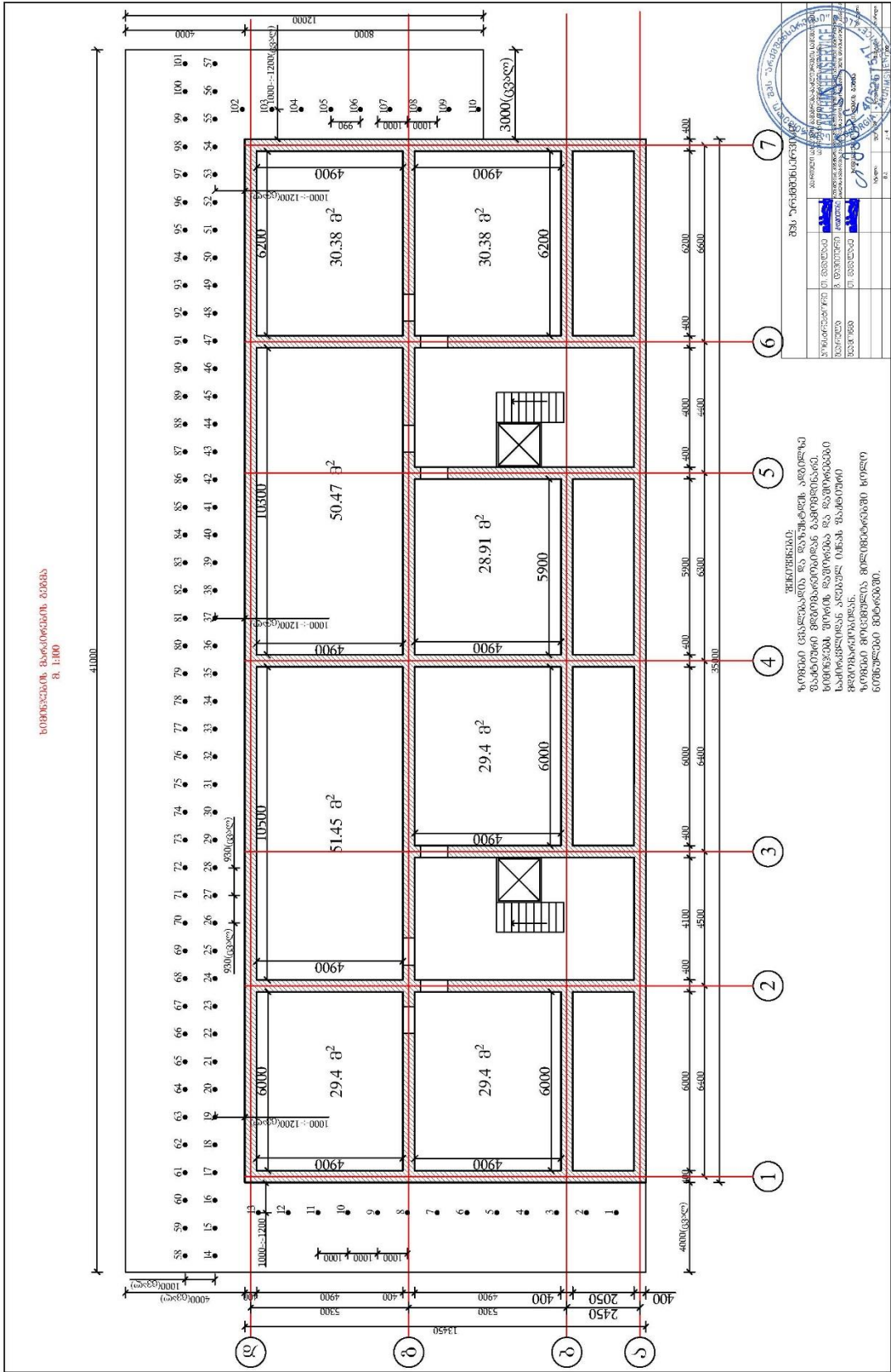
ՃԵՂՃԱԿՆԻ ՈՍՈՒՅ
Ց. Է.1.18



1. ՃԵՂՃԱԿՆԻ ՈՍՈՒՅԻ ՆԱԽԱԳՐԱՅԻՆ ԿՐԹԵՐԻ ՎԱՐՈՒՄ ԿԱՆԱԿՈՒՄ
2. ՆՈՒՅԻ ՏՈՒՐՈՒՄԵՆ ԶՈՐՈՒՄԵՆԻՄ ՔՐԹԵՐԻ ՎԱՐՈՒՄ
3. ԿՐԹԵՐԻ ԳՆԱՀԱՆՈՒՄԻ ՎՅԱԿՆԵՐԻՆ ԱՐԿԻՏԵՐԻ ՎՅԱԿԻՆ
4. ԿՐԹԵՐԻ ԳՆԱՀԱՆՈՒՄԻ ՆԱԽԱԳՐԱՅԻՆ ԿՐԹԵՐԻ ՎԱՐՈՒՄ

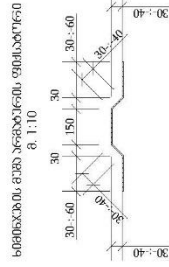
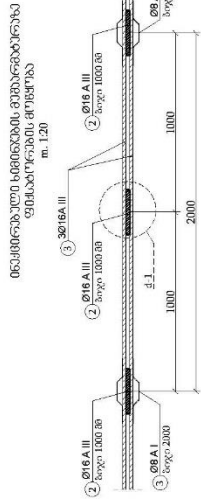
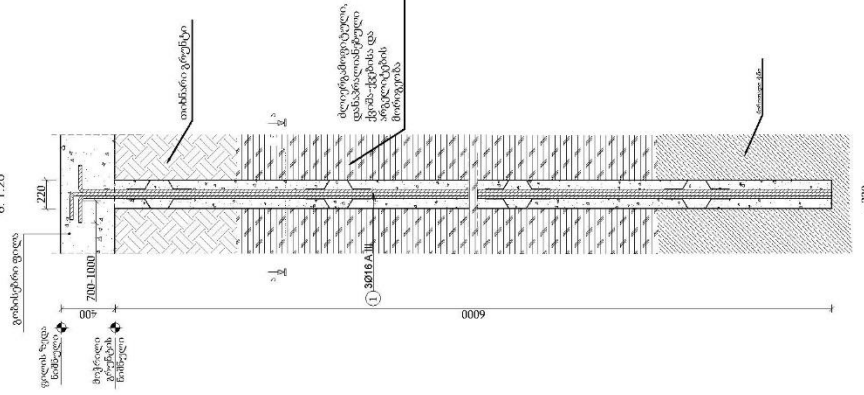


ՄԱՐԿԱԿԱՆՈՒՄԻ ՈՒ ՆՈՒՅԻ ԱՐԿԻՏԵՐԻ ՎԱՐՈՒՄ	ԱՐԿԻՏԵՐԻ ՎԱՐՈՒՄ	ՍՏՄԱՐԿ	Վ.Է.
ՆԱԽԱԳՐԱՅԻՆ ԿՐԹԵՐԻ ՎԱՐՈՒՄ	ՆԱԽԱԳՐԱՅԻՆ ԿՐԹԵՐԻ ՎԱՐՈՒՄ	ՍՏՄԱՐԿ	Վ.Է.
ՆԱԽԱԳՐԱՅԻՆ ԿՐԹԵՐԻ ՎԱՐՈՒՄ	ՆԱԽԱԳՐԱՅԻՆ ԿՐԹԵՐԻ ՎԱՐՈՒՄ	ՍՏՄԱՐԿ	Վ.Է.
ՆԱԽԱԳՐԱՅԻՆ ԿՐԹԵՐԻ ՎԱՐՈՒՄ	ՆԱԽԱԳՐԱՅԻՆ ԿՐԹԵՐԻ ՎԱՐՈՒՄ	ՍՏՄԱՐԿ	Վ.Է.

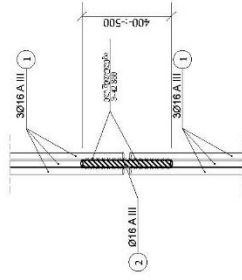


**№1 მინერალური რკინაბეტონის
ხიმინჯის აღმოსაშენი**

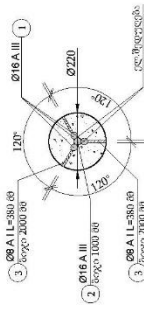
ხიმინჯი №1 (მინერალური რკინაბეტონის)
აგრივების სპიტი
შ. 1:20



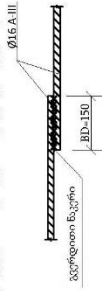
დაბალი ტ-1
შ. 1:10



ხიმინჯის მონაცემი
33000 I-I
შ. 1:20

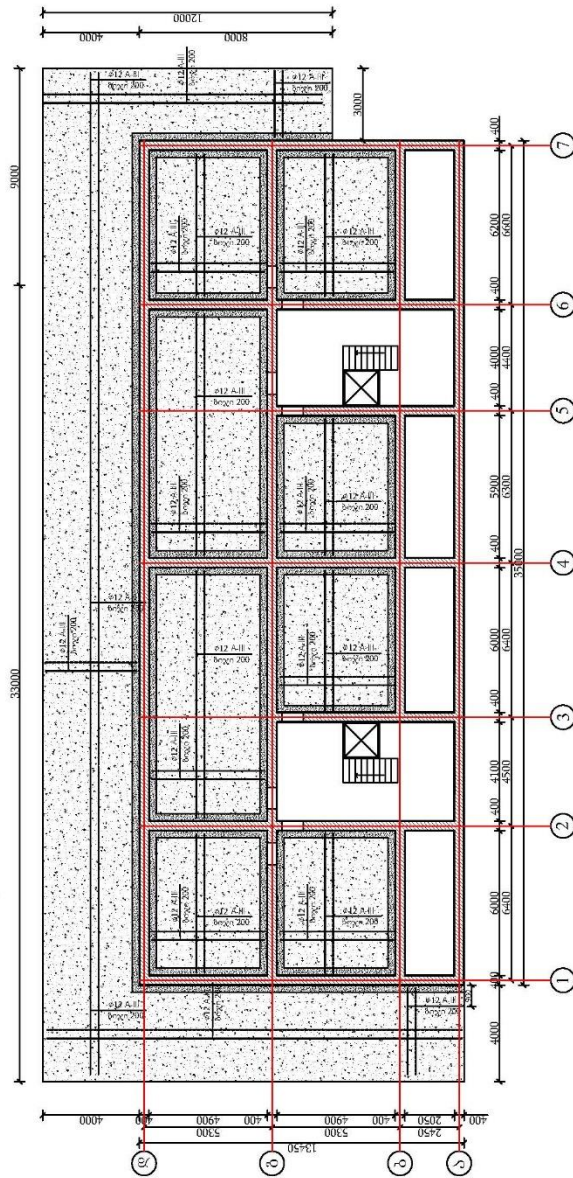


ნახურდ-იექტეცული ხიმინჯის ტუნკ ანბეტონის პირდაპირით
ქარქტივი რკალიერო ბედულები გვერდითი ნაკერი



სტრუქტურული ნაკერი	ინჟინერი	გ. ბ.
სტრუქტურული ნაკერი	ინჟინერი	გ. ბ.
სტრუქტურული ნაკერი	ინჟინერი	გ. ბ.
სტრუქტურული ნაკერი	ინჟინერი	გ. ბ.
სტრუქტურული ნაკერი	ინჟინერი	გ. ბ.
სტრუქტურული ნაკერი	ინჟინერი	გ. ბ.
სტრუქტურული ნაკერი	ინჟინერი	გ. ბ.
სტრუქტურული ნაკერი	ინჟინერი	გ. ბ.
სტრუქტურული ნაკერი	ინჟინერი	გ. ბ.
სტრუქტურული ნაკერი	ინჟინერი	გ. ბ.

კვანთაშვილი, ლევონის ძე, პროექტის მთავარი არქიტექტი, შპს "სტრუქტურა და სტილი" გ. ბიძია



შენიშვნები:
 ყოველი კვანძისთვის და საკუთარს, აგრეთვე
 შპს-ის მიერ შედგენილი ნაწილის მიხედვით,
 გამოიყენება მხოლოდ კვანძი B-20.
 ყოველი მოცემული მონაცემი უნდა იქნას
 შემოწმებული.

შპს "სტრუქტურა და სტილი"

სტრუქტურული პროექტი

პროექტის სახელი: ...

პროექტის მთავარი არქიტექტი: ...

პროექტის თარიღი: ...

პროექტის მასშტაბი: ...

პროექტის სახელი: ...

პროექტის მთავარი არქიტექტი: ...

პროექტის თარიღი: ...

პროექტის მასშტაბი: ...

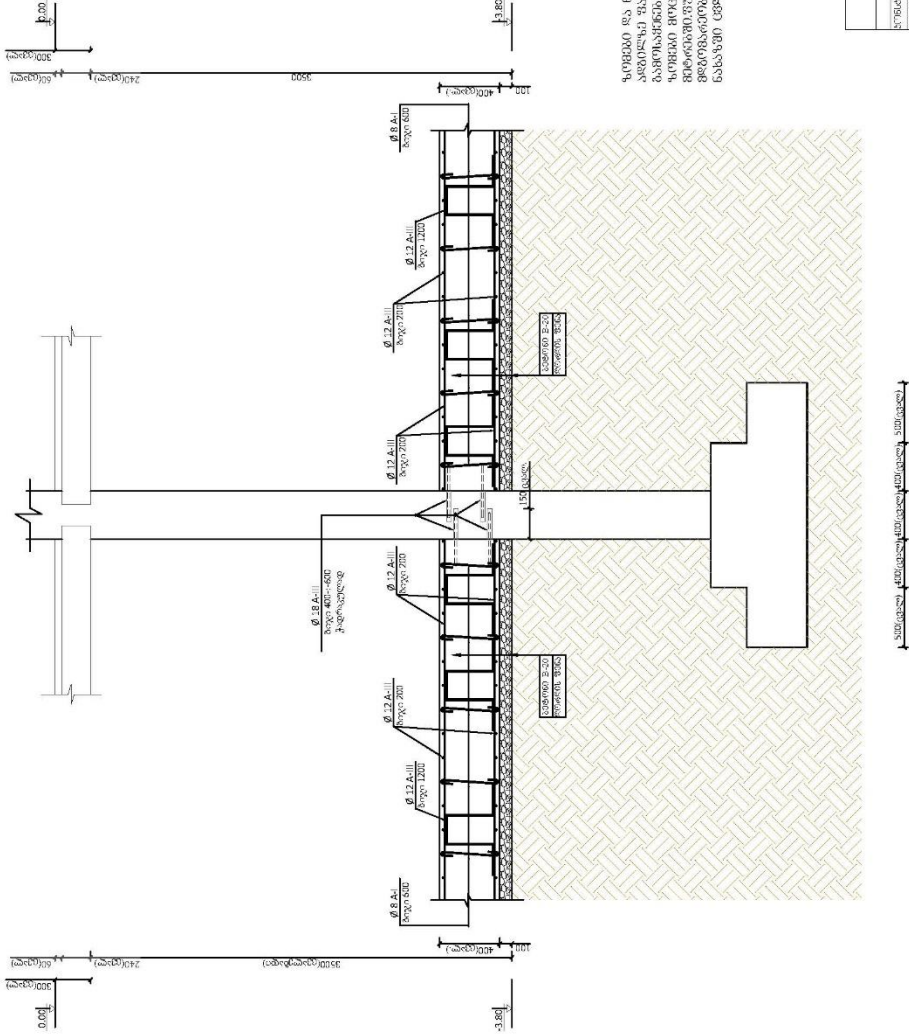
პროექტის სახელი: ...

პროექტის მთავარი არქიტექტი: ...

პროექტის თარიღი: ...

პროექტის მასშტაბი: ...

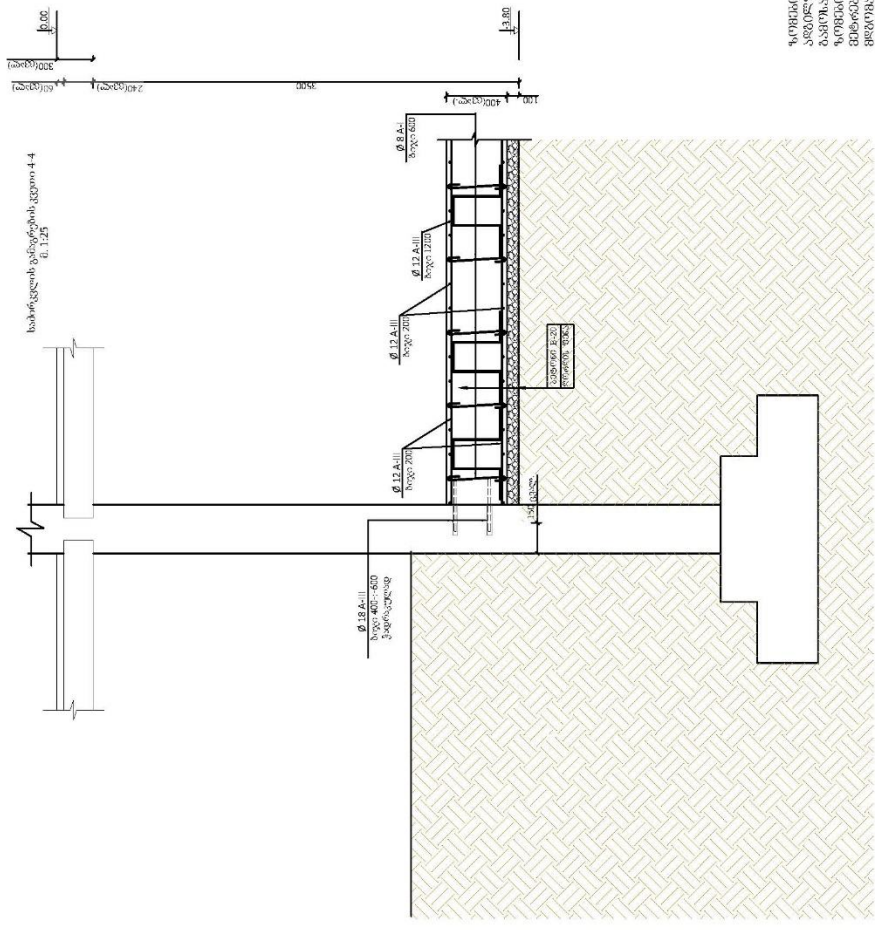
ბანკისგულეტი ახსნისგულეტი, აგგონი 3-3
 01.1.25



პროექტი შედგენილია შემადგენელი ნაწილებისგან: გეგმა, კვეთები, დეტალები, კონსტრუქციული დეტალები, რეკონსტრუქციის დასრულების დროს დასრულებული ნაწილები.

პროექტი შედგენილია შემადგენელი ნაწილებისგან:	გეგმა	კვეთები	დეტალები	კონსტრუქციული დეტალები	რეკონსტრუქციის დასრულების დროს დასრულებული ნაწილები
პროექტი შედგენილია შემადგენელი ნაწილებისგან:	გეგმა	კვეთები	დეტალები	კონსტრუქციული დეტალები	რეკონსტრუქციის დასრულების დროს დასრულებული ნაწილები

პროექტი შედგენილია შემადგენელი ნაწილებისგან: გეგმა, კვეთები, დეტალები, კონსტრუქციული დეტალები, რეკონსტრუქციის დასრულების დროს დასრულებული ნაწილები.

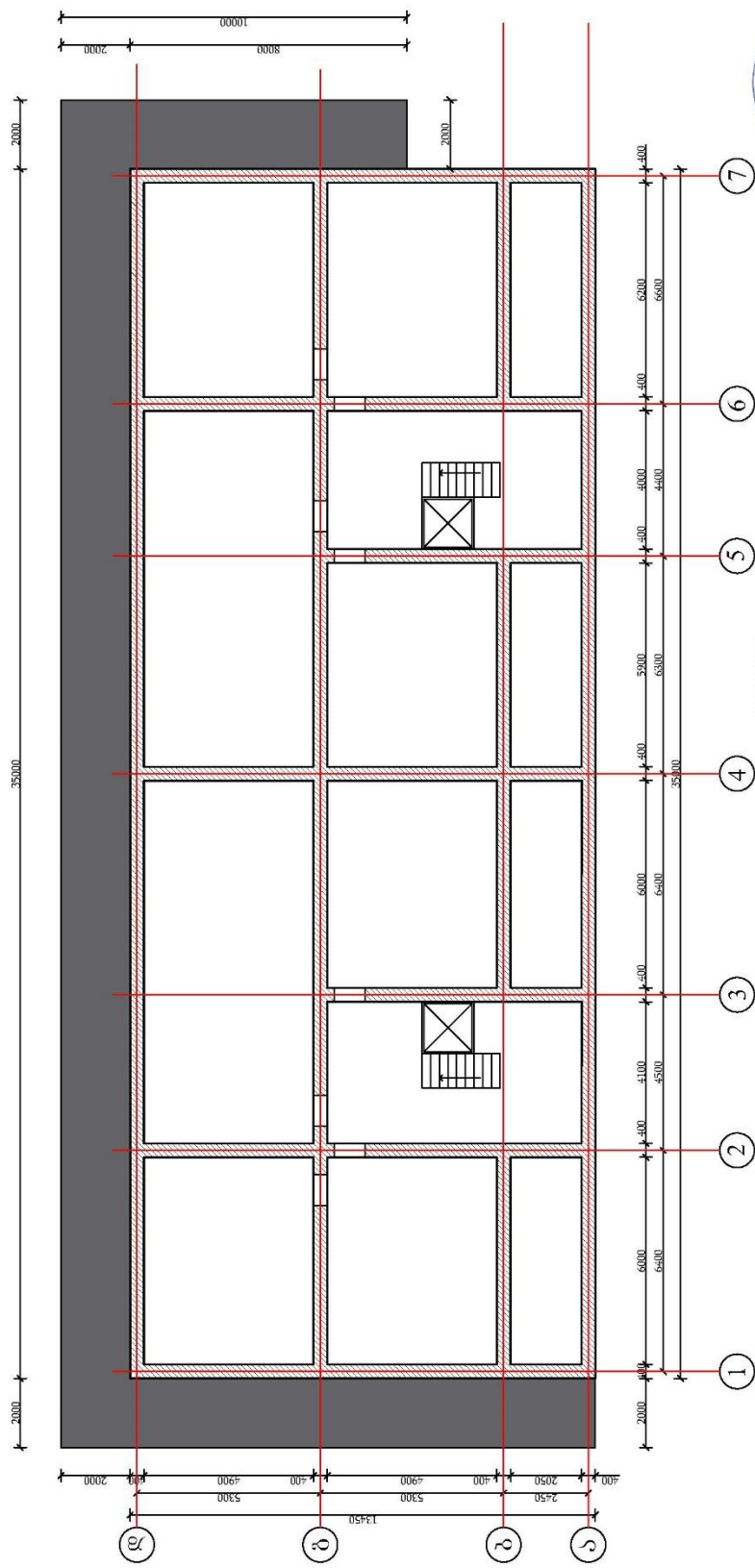


შპს "საქსტრასტ" -ს დასრულებული პროექტის საფუძველზე შედგენილია ეს ტექნიკური დოკუმენტი. მისი მიზანშეწონილობა და სისრულეობა უზრუნველყოფილია საპროექტო დასრულების შემთხვევაში. პროექტის შედგენილობა დასრულებულია.

სტადია	შეამუშავდა	შეამუშავა	შეამუშავა
პროექტი	შეამუშავდა	შეამუშავა	შეამუშავა
შეამუშავდა	შეამუშავა	შეამუშავა	შეამუშავა
შეამუშავდა	შეამუშავა	შეამუშავა	შეამუშავა
შეამუშავდა	შეამუშავა	შეამუშავა	შეამუშავა



განკვეთის საინჟინრო პროექტი
 2015
 შ. 1:100



1. ახსნა-შენიშვნები და განმარტება;
2. ბაზის პროექტი და მონტაჟის პროექტი (K=1:24);
3. საინჟინრო და საინჟინრო პროექტი (K=1:24);
4. საინჟინრო პროექტი (K=1:24);
5. საინჟინრო პროექტი (K=1:24).

შპს "სანჯივილი"

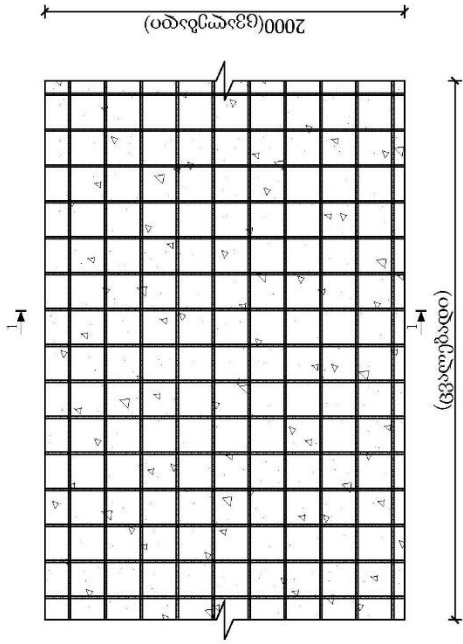
პროექტის ავტორი:	საინჟინრო პროექტი:	სტადია:
[სტამბა]	[სტამბა]	[სტამბა]
პროექტის თარიღი:	პროექტის სახელი:	პროექტის მანძილი:
[სტამბა]	[სტამბა]	[სტამბა]
პროექტის მანძილი:	პროექტის სახელი:	პროექტის მანძილი:
[სტამბა]	[სტამბა]	[სტამბა]

პროექტი შეამოწმა: [სტამბა]

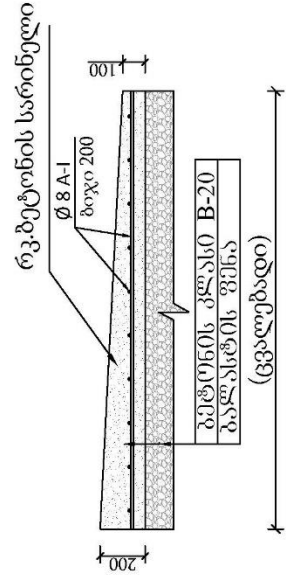
პროექტი დამუშავდა: [სტამბა]

პროექტი შეამოწმა: [სტამბა]

რამდენადაც მოსაშენებელს მოეწყობის ტიპის ტიპის
საკანკი



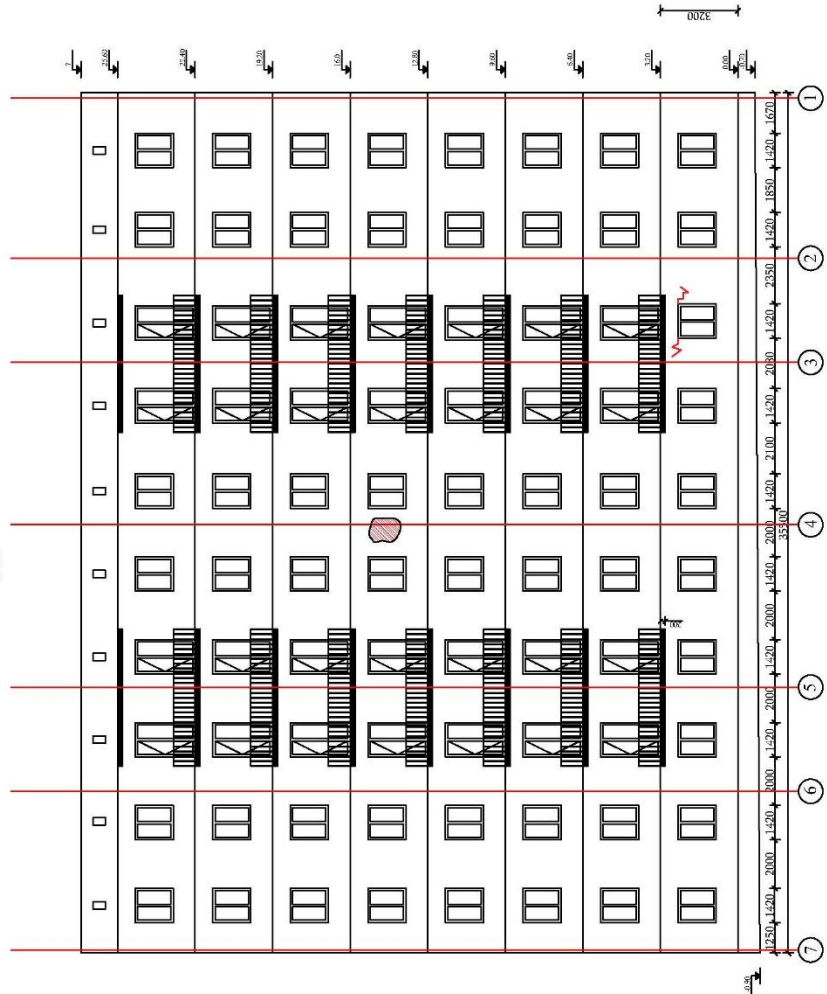
ჰრტილი 1-1



1. კონსტრუქციის სახეობის დასახელება
2. ბაგის კონსტრუქციის სახეობის დასახელება
3. კონსტრუქციის სახეობის დასახელება
4. ბაგის კონსტრუქციის სახეობის დასახელება
5. ბაგის კონსტრუქციის სახეობის დასახელება

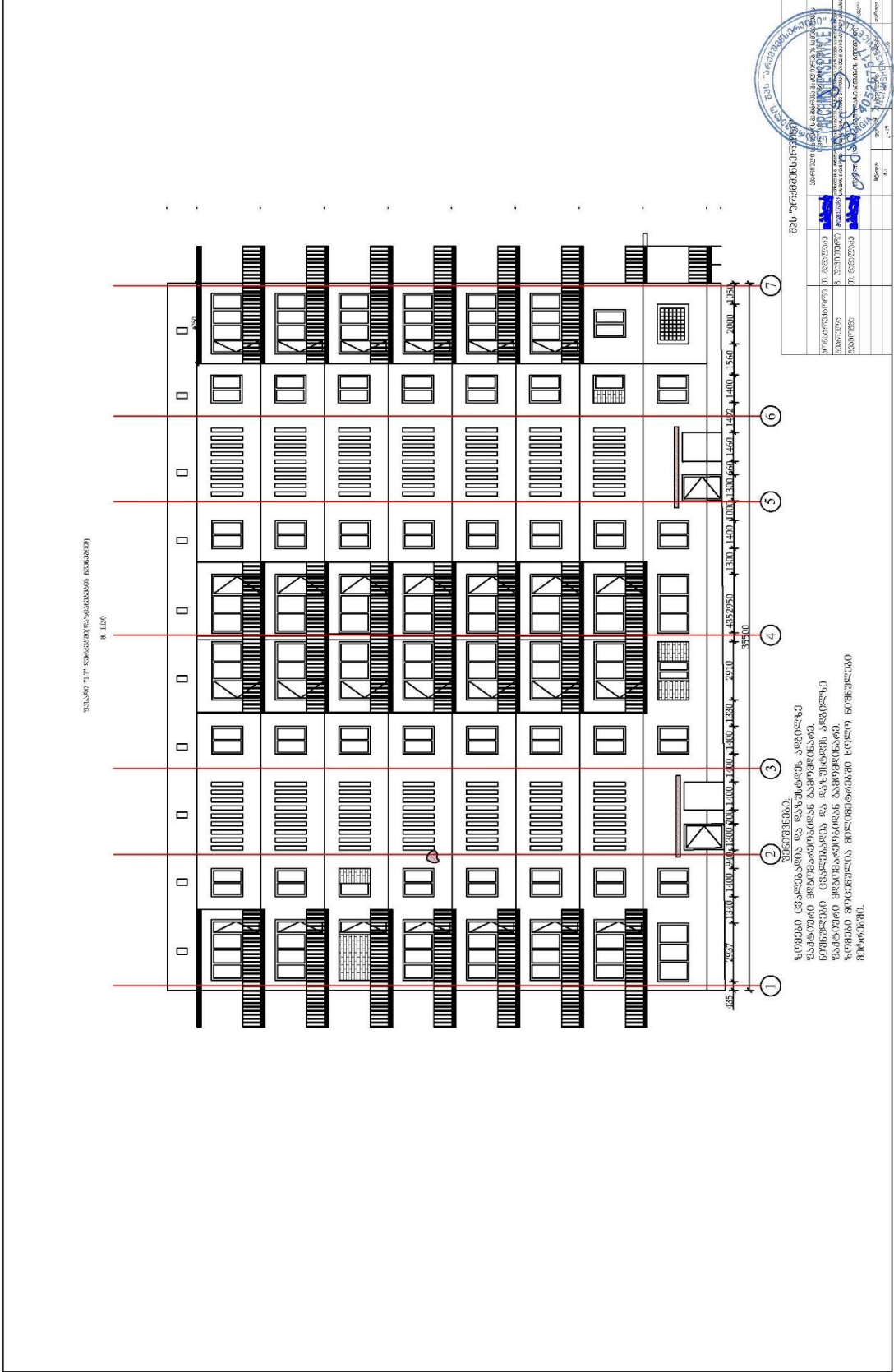
პროექტის სახელი	კატეგორიის სახელი
პროექტის რედაქტორი	პროექტის რედაქტორი
პროექტის თარიღი	პროექტის თარიღი
პროექტის მასშტაბი	პროექტის მასშტაბი
პროექტის ავტორი	პროექტის ავტორი
პროექტის რედაქტორი	პროექტის რედაქტორი
პროექტის მასშტაბი	პროექტის მასშტაბი
პროექტის თარიღი	პროექტის თარიღი
პროექტის მასშტაბი	პროექტის მასშტაბი
პროექტის თარიღი	პროექტის თარიღი

ՄԱՍՈՒ ՊԻՇ ԲՆԱՎԱՆՈՒՄՆԱԿԱՑՄԱՆ ԿՐՈՑՆԱԿ
Ը. 1.28



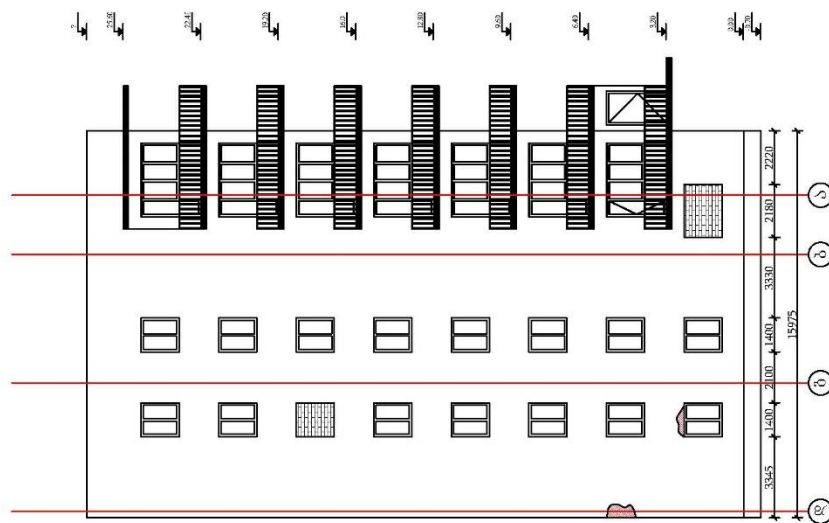
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿՐՈՑՆԱԿՆԵՐՆԵՐԻ ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆ	
ՄԱՍՈՒ ՊԻՇ ԲՆԱՎԱՆՈՒՄՆԱԿԱՑՄԱՆ ԿՐՈՑՆԱԿ	ՄԱՍՈՒ ՊԻՇ ԲՆԱՎԱՆՈՒՄՆԱԿԱՑՄԱՆ ԿՐՈՑՆԱԿ
ԿՐՈՑՆԱԿԱՐԵՍՏՈՒՄ	ԿՐՈՑՆԱԿԱՐԵՍՏՈՒՄ
ՍԵՆՏԱԿՆԵՐ	ՍԵՆՏԱԿՆԵՐ
ՆՊԱՅԱՆՈՒՄ	ՆՊԱՅԱՆՈՒՄ
ՏՈՒՆԻՆԻՆԵՐ	ՏՈՒՆԻՆԻՆԵՐ
ՄԱՍՈՒ ՊԻՇ ԲՆԱՎԱՆՈՒՄՆԱԿԱՑՄԱՆ ԿՐՈՑՆԱԿ	ՄԱՍՈՒ ՊԻՇ ԲՆԱՎԱՆՈՒՄՆԱԿԱՑՄԱՆ ԿՐՈՑՆԱԿ

ՄԱՍՈՒ ՊԻՇ ԲՆԱՎԱՆՈՒՄՆԱԿԱՑՄԱՆ ԿՐՈՑՆԱԿ
ՍԵՆՏԱԿՆԵՐ
ՆՊԱՅԱՆՈՒՄ
ՏՈՒՆԻՆԻՆԵՐ



ՉԱՆԱԿԻ ՊԱՆԴ ԱՐԿԻՏԵԿՏՆԵՐԻ ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ

թ. 1150



ՉԱՆԱԿԻ ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԱՐԿԻՏԵԿՏՆԵՐԻ ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ

ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ	ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ
ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ	ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ
ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ	ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԱՐԿԻՏԵԿՏՆԵՐԻ ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԱՐԿԻՏԵԿՏՆԵՐԻ ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԱՐԿԻՏԵԿՏՆԵՐԻ ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԱՐԿԻՏԵԿՏՆԵՐԻ ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ

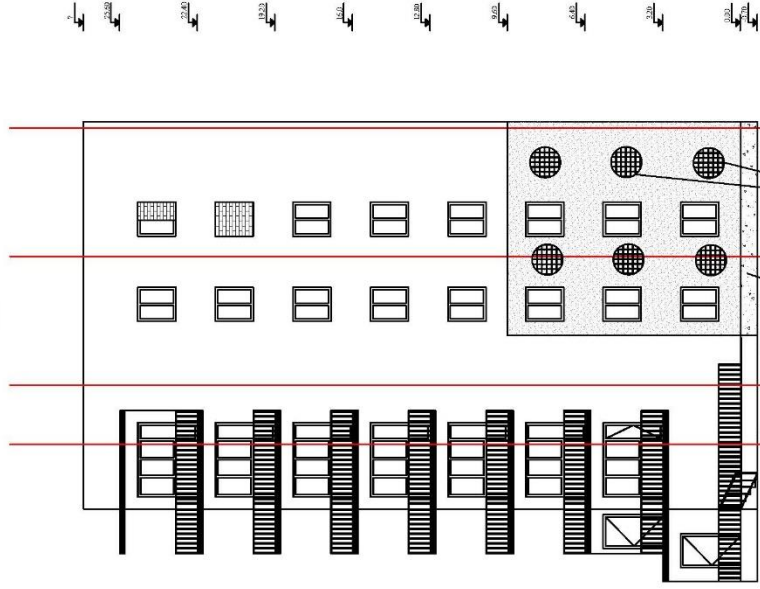
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԱՐԿԻՏԵԿՏՆԵՐԻ ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԱՐԿԻՏԵԿՏՆԵՐԻ ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԱՐԿԻՏԵԿՏՆԵՐԻ ԳՐԱԳՐԱԿԵՆ ԲԱՑԻՆՈՒՄ

შპს "საქართველოს სასაზღვრო სავაჭრო ბანკი"

მ. 115

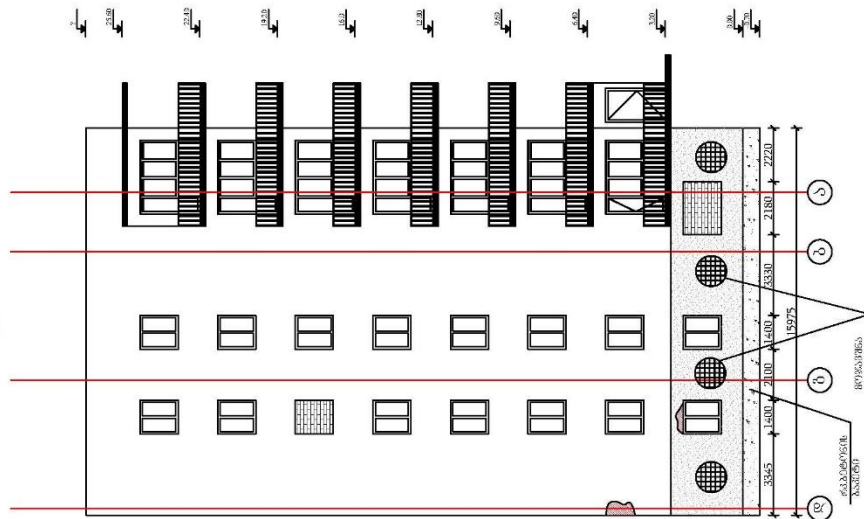


შენიშვნები:
 1. ყველა სიმაღლე დასაზღვრებელია.
 2. ყველა სიმაღლე დასაზღვრებელია.
 3. ყველა სიმაღლე დასაზღვრებელია.
 4. ყველა სიმაღლე დასაზღვრებელია.
 5. ყველა სიმაღლე დასაზღვრებელია.
 6. ყველა სიმაღლე დასაზღვრებელია.
 7. ყველა სიმაღლე დასაზღვრებელია.
 8. ყველა სიმაღლე დასაზღვრებელია.
 9. ყველა სიმაღლე დასაზღვრებელია.
 10. ყველა სიმაღლე დასაზღვრებელია.

შპს "საქართველოს სასაზღვრო სავაჭრო ბანკი"	სტრუქტურული ინჟინერი	მ. 115
სტრუქტურული ინჟინერი	მ. 115	
სტრუქტურული ინჟინერი	მ. 115	
სტრუქტურული ინჟინერი	მ. 115	
სტრუქტურული ინჟინერი	მ. 115	
სტრუქტურული ინჟინერი	მ. 115	
სტრუქტურული ინჟინერი	მ. 115	
სტრუქტურული ინჟინერი	მ. 115	
სტრუქტურული ინჟინერი	მ. 115	
სტრუქტურული ინჟინერი	მ. 115	

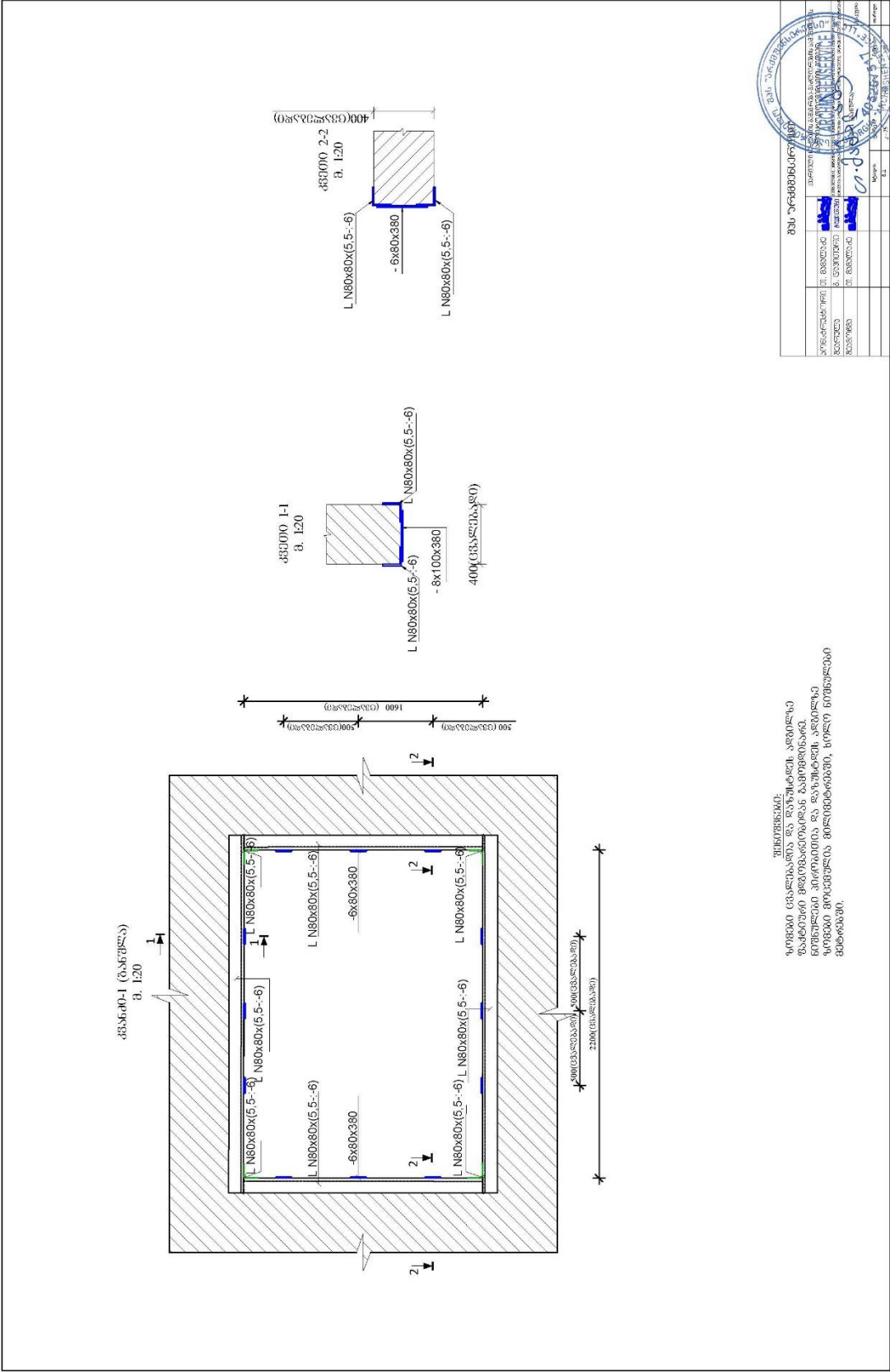
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ

8.11.89



ՄԱՍՏՈՒՆԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ
 ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ
 ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ
 ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ
 ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ
 ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ

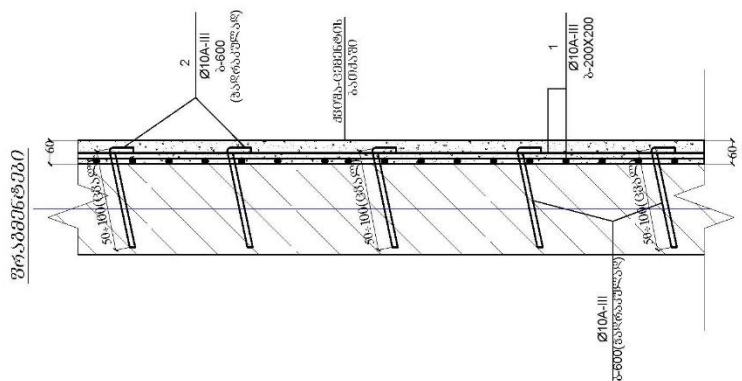
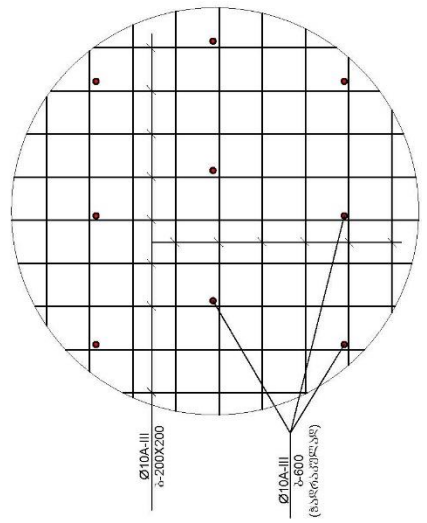
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ	
ՄԱՍՏՈՒՆԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ	ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ
ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ	ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ
ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ	ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ
ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ	ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ
ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ	ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ
ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ	ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ
ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ	ԿՈՒՐՍԱԿԱՆ ԱՐԽԻՎԱԿԱՆՈՒՄԻ ԱՐԽԻՎԻ



ԿՐԵՑԱՌ ԳՆԱԼՆԱԿԱՆ ԵՎ ԼԱՆՄԱՍԿԱՆ ԿՐԵՑՆԵՐ
 ԶԱԿԱՆՈՒՄ ԹՅՈՒՆՔՆԵՐԵԿԱՆ ԿԱԹՈՒՆՔՆԵՐ
 ԵՐԱՆՔԱՆ ԿՐԵՑՆԵՐԵՐԻ ԵՎ ԼԱՆՄԱՍԿԱՆ ԿՐԵՑՆԵՐԻ
 ԿՐԵՑԱՌ ԳՆԱԼՆԱԿԱՆ ԿՐԵՑՆԵՐԵՐԻ ԵՎ ԼԱՆՄԱՍԿԱՆ ԿՐԵՑՆԵՐԻ

ՄԱՍՏՈՒՄ		ԱՐԿԱՆՈՒՄ	ՏՈՒՆՔԱՆ	ՏՈՒՆՔԱՆ	ՏՈՒՆՔԱՆ	ՏՈՒՆՔԱՆ	ՏՈՒՆՔԱՆ	ՏՈՒՆՔԱՆ	ՏՈՒՆՔԱՆ	ՏՈՒՆՔԱՆ	ՏՈՒՆՔԱՆ	ՏՈՒՆՔԱՆ	ՏՈՒՆՔԱՆ
ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ
ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ
ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ
ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ
ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ
ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ
ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ
ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ
ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ	ՄԱՍՏՈՒՄ

კბელის მოწყობის
მაკადაშური შრეების



შეკრებილია
უბრალო ცხელბუნამა და რაფისადამ კრებილა
მაკადაშური შრეების კენტი დაკომბოლოებენ.
ბუნამური კრებისთვის და რაფისადამ კრებისთვის
უბრალო შრეებისთვის მოსაზრებები, ხელის მძღვანები
პროექტი.

შპს "კონსტრუქციების ინჟინერინგი"	
პროექტი	ს. კვინიტაძე
კონსტრუქციის ინჟინერი	ს. კვინიტაძე
შპს "კონსტრუქციების ინჟინერინგი"	ს. კვინიტაძე
ს. კვინიტაძე	ს. კვინიტაძე
ს. კვინიტაძე	ს. კვინიტაძე