

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ლაშა სამხარაძე

დაზიანებული კარკასული რკინაბეტონის შენობების
აღდგენა რეკონსტრუქცია ქ. თბილისში

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა: მშენებლობა
შიფრი 0732

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0175, საქართველო

2022 წელი

© საავტორო უფლება, © 2022 წელი, ლაშა სამხარაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით ლაშა სამხარაძის მიერ შესრულებულ ნაშრომს დასახელებით: „დაზიანებული კარკასული რკინაბეტონის შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქცია ქ. თბილისში“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი:

| | |
|--|--------------------|
| ხელმძღვანელები: | |
| პროფესორი | ლია კახიანი |
| პროფესორი | გელა ყიფიანი |
| რეცენზენტი: | |
| პროფესორი | მალხაზ წიქარიშვილი |
| რეცენზენტი: | |
| პროფესორი | დავით რამიშვილი |
| ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის უფროსი, პროფესორი | მარინა ჯავახიშვილი |

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2022 წელი

ლაშა სამხარაძე

„დაზიანებული კარკასული რკინაბეტონის შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქცია ქ. თბილისში“

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო
ფაკულტეტი

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

28 თებერვალი 2022 წელი

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემომოყვანილი 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 დაცული 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

ნაშრომის შექმნას საფუძვლად უდევს ავტორის დიდი სურვილი, რომ პროფესიონალთა ერთობლივი ძალისხმევით, შესაძლებლობის ფარგლებში შემსუბუქდეს მძიმე სოციალურ-ფსიქოლოგიური მდგომარეობა, რომელშიდაც საქართველოს მოსახლეობის უდიდესი ნაწილი აღმოჩნდა გასულ, მინიმუმ ოცწლიანი გარდაქმნების რთულ პერიოდში. ნაშრომში გადმოცემულია ზოგადი მონახაზი პრობლემებისა, რომლებიც ჩვეულებრივ წამოიჭრება ხოლმე (მათ შორის, ევროპის წარმატებული ქვეყნების დიდ ქალაქებშიც), სამოქალაქო შენობათა არსებული ფონდების შენარჩუნება-მოდერნიზაციის საკითხებთან შეხებისას. მითუმეტეს, ეს საგრძნობია საქართველოს დღევანდელი მოსახლეობის შემთხვევაში, რომელიც ძლიერ დააზარალა (ეკონომიკური სიდუხჭირის პირობებში, ჯერ კიდევ მხოლოდ მორალური ან/და სანიტარულ-ჰიგიენური კუთხით): – ერთის მხრივ, ტერიტორიის სეისმურობის ფაქტიურად ერთი ბალით გაზრდამ; – ხოლო მეორეს მხრივ, საცხოვრებელი შენობების არსებული საექსპლუატაციო სამსახურის გაუქმებამ ისე, რომ საკანონმდებლო დონეზე წინასწარ არ იყო კარგად მოფიქრებული და ორგანიზებული, ადრე არსებულის შემცვლელი, ადეკვატური ან პროფესიონალი მუშაკების უფრო ქმედითი სამსახურის შექმნა ძველის გაუქმებისთანავე.

აღნიშნული თვალსაზრისით, მოკლედ არის განხილული არსებულ შენობათა ძირითადი ტიპობრივი ჯგუფები, მათი საკედლე მასალებისა და მზიდი კონსტრუქციული სისტემების სახეობათა მიხედვით. მოცემულია ზოგადი მიდგომები ცალკეული ჯგუფის შენობების მოდერნიზაციის საკითხისადმი. ტერიტორიის გაზრდილი სეისმურობის პირობებისათვის, არსებულ შენობათა სეისმომდებლობის ასამაღლებელ ერთ-ერთ ძირითად მიდგომად შემოთავაზებულია ნაგებობის მზიდი კონსტრუქციული სისტემის რეკონსტრუქცია-გამლიერება მიშენება-დაშენების ან/და შენობის შიგა სივრცეებში სეისმოიზოლატორებიანი ლითონის ჩარჩოების ჩამონტაჟება-ჩაშენების გზით. ამასთან, პირველი მათგანი უმჯობესია მიშენებებით მთელ პერიმეტრზე, თუკი ამის შესაძლებლობას იძლევა კონკრეტული ტერიტორია და არქიტექტურულ-გეგმარებითი სიტუაცია-გარემოებანი.

დაზიანებულ შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციისას, გადამწვეტი მნიშვნელობა ენიჭება ახალი და ძველი მზიდი სისტემების ისეთ ურთიერთდაკავშირებას, რომელიც უზრუნველყოფს მათ საიმედო ერთობლივ მუშაობას ახალი საანგარიშო სეისმური დატვირთვების ნებისმიერი მიმართულებისათვის. ახალი და ძველი მზიდი კონსტრუქციული სისტემებისაგან ასეთი ერთობლივი სივრცითი სისტემების შექმნას, ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში, წინ უნდა უსწრებდეს სათანადო სიზუსტის სივრცით და არაწრფივ გაანგარიშებათა მეთოდების (სასურველია სხვადასხვა ავტორთა ან/და საკუთარი კომპიუტერული პროგრამების) გამოყენებით დამუშავებულ, სხვადასხვა ვარიანტთა შედარებითი ანალიზი.

პრაქტიკულ გამოცდილებასა და ნაგებობათა მზიდი კონსტრუქციული სისტემების სივრცითი (როგორც წრფივი, ასევე არაწრფივი) გაანგარიშების პროგრამულ-კომპლექსური მეთოდიკით შესრულებულ, რიცხვით-ექსპერიმენტთა შედეგებზე დაყრდნობით, კეთდება დასკვნა, რომ ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში, შენობის რეკონსტრუქციისა და მოდერნიზაციის საჭიროება უნდა დადგინდეს მზიდი კონსტრუქციული სისტემის (მისი ელემენტების) მდგომარეობის დეტალური შესწავლითა და სეისმომედეგობის ღრმა ანალიზით. რეკონსტრუქციის განხორციელების კონკრეტულ გადაწყვეტათა განსაზღვრა-შერჩევაც, ასევე ყოველმხრივ საინჟინრო-გაანგარიშებით და ტექნიკურ-ეკონომიკურ ანალიზს უნდა ეფუძნებოდეს.

ბოლო რამდენიმე წლის განმავლობაში ა(ა)იპ „თბილისის მუნიციპალურმა ლაბორატორიამ“ შეასრულა ქ. თბილისში არსებული, ასეულობით ავარიული შენობის ვიზუალური გამოკვლევა და მათი აღდგენა-გამაგრების საპროექტო დოკუმენტაციათა სათანადო ანალიზი.

ნაშრომში არის მცდელობა აღნიშნულ სამუშაოთა შესრულების პროცესში გამოვლენილი, არაერთი საყურადღებო თუ პრობლემური საკითხის განსახილველად შემოტანისა და მათი შემდგომი განხილვა-განსაზღვრა-დაზუსტება-გადაწყვეტისა შენობა-ნაგებობების ექსპლუატაციაში შესვლის შემდეგ, მათი საანგარიშო სეისმურობის საპროექტოსთან შედარებით გაზრდის სრულიად არაორდინალური დღევანდელი პირობებისათვის. კერძოდ, მოცემულია გამოვლენილი მდგომარეობა, ავარიულ საცხოვრებელ შენობათა ერთი კონკრეტული ჯგუფისათვის – მიშენებათათვის (ძირითადი და მიშენებული ნაწილების მქონე შენობებისათვის), შემოთავაზებულია ამ ჯგუფის შენობათა ავარიულობის სალიკვიდაციო მიმართულება საკითხის დასმის თვალსაზრისით და დისერტაციაში ამ მიმართულების შემდგომი განვითარებით.

კერძოდ, თუკი ავარიული მიშენების დემონტაჟის აუცილებლობა არ დგას, მიშენებათათვის ავარიულობის სალიკვიდაციო საკმაოდ ეფექტურ გადაწყვეტა-ღონისძიებათა მიმართულება შეიძლება გულისხმობდეს მიშენებასა და ძირითად შენობას შორის სეისმოიზოლატორთა განთავსებას. ცხადია ამ შემთხვევაშიც, ავარიულობის სალიკვიდაციო ღონისძიების ეფექტურობისათვის გადამწვეტი მნიშვნელობა ენიჭება ახალი და ძველი მზიდი სისტემების ისეთ ურთიერთდაკავშირებას, რომელიც უზრუნველყოფს მათ საიმედო ერთობლივ მუშაობას ახალი საანგარიშო სეისმური დატვირთვების ცვლილებათა ნებისმიერი მიმართულებისათვის. ახალი და ძველი მზიდი კონსტრუქციული სისტემებისაგან ასეთი ერთობლივი სივრცითი სისტემების შექმნას, ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში, წინ უნდა უსწრებდეს სათანადო სიზუსტის სივრცით და არაწრფივ გაანგარიშებათა გამოყენებით დამუშავებული პროექტების, სხვადასხვა ვარიანტთა შედარებითი ანალიზი.

Abstract

1. Scientific value of project

a) Value and importance of the project, actuality of the research/project topic, novelty of the research. Value of the project is determined by the implementation of these scientific innovations in practice and the optimization of the proposed solutions of the proposed seismic insulation system for the implementation of design solutions for the restoration of damaged residential buildings, because in practice the use of seismic insulation According to the type of building.

Importance of the project is confirmed by the technical-organizational efficiency of the project, the most painful and costly but critically resolved process of reconstruction and reconstruction of damaged residential buildings in Georgia, in a planned, gradual, most accelerated-reliable G5 To provide a solution.

Project provides an overview of the problems that often arise (including in large cities in successful European countries) when dealing with issues related to the maintenance and modernization of existing civil funds. Moreover, this is noticeable in the case of the current population of Georgia, which has suffered greatly on the one hand, the increase in seismicity of the territory by virtually one point; And on the other hand, the abolition of the existing service of residential buildings in a way that was not well thought out and organized at the legislative level, the creation of a more effective service of substitute, adequate or professional workers, as soon as the old one is abolished. In this regard, the project will consider the main typical groups of existing buildings, according to their types of wall materials and load-bearing construction systems. General approaches to the issue of modernization of individual buildings will be given. For the increased seismicity conditions of the area, one of the main approaches to increase the seismic resistance of existing buildings will be proposed reconstruction-strengthening of the load-bearing structural system of the building through construction-installation and installation of seismic-insulated metal frames inside the building. Based on practical experience and program-complex method of calculation of spatial (both linear and non-linear) calculation of load-bearing structural systems of buildings, it will be concluded that in each case, the need for reconstruction and modernization of the building must be determined. With a detailed study of the condition and in-depth 2 analysis of seismic resistance. Determination-selection of specific solutions for reconstruction, as well as comprehensive engineering-calculation and technical-economic analysis should be based.

The project will be an attempt to raise a number of important or problematic issues identified in the process of implementation of the mentioned works for consideration and their further discussion-definition-clarification-solution to increase the buildings seismic resistance.

Novelty of the research

Damage criteria for damaged buildings will be introduced according to the speed of opening cracks in the bearing-load structures, which should be an integral part of the existing city housing fund-damaged building reconstruction-reconstruction methodology. With an approach, but definitely in order to resolve; The concept of emergency relief reconstruction-reinforcement-reinforcement for construction for one specific group of damaged residential buildings (for "buildings" built at different times and with "built-in parts") will be developed; A concept of restoration-reconstruction and reinforcement-reconstruction for mass-serial groups (types) of capital buildings will be developed for a relatively reinforced group, for large-block multi-storey buildings; Three methods of reconstruction of damaged large-block multi-storey

buildings will be proposed: arranging additional metal frames in the interior of the building with seismic and system-variable, seismic insulators in the current terminology; With reinforced concrete pylons on the whole height and perimeter of the building and arrangement of loggias in their space; With the addition of pylons to the longitudinal facades of the building and the construction of the floor / floors from the top of the building, with the arrangement of additional frames with seismic insulators, if necessary.

b) Project goals and objectives. The goal of the project is to use effective restoration-reconstruction methods, consistent efforts of professionals and joint maximum mobilization of the country's capabilities to significantly reduce the expected catastrophic consequences of earthquakes, to contribute to the In the still difficult conditions of increased seismicity and transformations. To achieve the set goal, the following main tasks are envisaged: to clearly and distinctly define the crash criteria for buildings; Develop a concept for dismantling reconstruction-reinforcement-reinforcement of emergency status for constructions (for "buildings" built at different times, with main and built-up parts) for one specific group of damaged residential buildings; Develop a concept of restoration-reconstruction and reinforcement-reconstruction for the group to be strengthened among the mass-serial groups (types) of capital buildings, for large-block multi-storey buildings; Methods of restoration-reconstruction-strengthening of damaged large-block multi-storey buildings were selected; Consideration of methods of restoration-reconstruction-strengthening of multi-storey large-block buildings, elaboration of methods of restoration-reconstruction and reinforcement-reconstruction of the existing municipal housing fund, with appropriate-conclusions and recommendations. A practical idea for increasing the seismic resistance of large buildings without evicting the occupants is presented. In our view, such an approach would avoid the capital costs associated with liquidating large-scale non-hazardous buildings and the cost of constructing new earthquake-resistant buildings instead. The proposed method of increasing seismic resistance is simple, easy to implement and does not require large costs. Large block constructions mean the part of the building that protects it from external influences. They are required to have sufficient strength and durability under the impact of vertical and horizontal loads and must meet the requirements of durability, fire resistance according to the building class, as well as the requirements of high quality of heat and sound insulation properties. Be reliable and seismic resistant.

c) Research methodology. Methodology used for reinforcement-reconstruction of buildings in the project: method of strengthening joints with metal structures; method of inserting stiffness diaphragms; Method of strengthening the foundations; Method of protection against deformation of ridges and spools; Wall reinforcement method of arranging reinforcement mesh;

As well as the methodology of strengthening-reconstruction of monolithic buildings, namely: the method of strengthening the foundation; Diaphragm reinforcement method; Deformation reduction method; Roofing reinforcement method;

To strengthen a brick building: a method of double-sided reinforcement of walls with reinforcement; Method of strengthening joints and openings with metal construction; Filling cracks with different methods; The method of Alexandrian brick formations 3.

d) Local and international scientific collaboration, compliance of the PhD student's visit abroad with the research topic.

შინაარსი

| | |
|--|----|
| შესავალი | 12 |
| 1. ლიტერატურული მიმოხილვა | |
| პრობლემის თანამედროვე მდგომარეობა | 17 |
| 1.1. არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის შენობათა ძირითადი ტიპების მოკლე მიმოხილვა | 19 |
| 1.2. სხვადასხვა ტიპის კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილპანელოვან შენობათა სეისმომედეგობის შეფასება ძლიერი მიწისძვრის შედეგების ინჟინრული ანალიზის მონაცემებით და მსხვილპანელოვანი სეისმომედეგი შენობების ძირითადი თავისებურებები | 34 |
| 1.2.1. კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილპანელოვანი სახლთმშენებლობის განვითარების ძირითადი ეტაპები და ტიპები | 36 |
| 1.2.2. კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილპანელოვანი შენობების სეისმომედეგი სისტემები და მათი მზიდი ელემენტების პირაპირული შეერთებები | 39 |
| 1.2.3. კარკასულ რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილპანელოვან შენობათა სეისმომედეგობის შეფასება ძლიერ მიწისძვრათა შედეგების ინჟინრულ ანალიზთა საფუძველზე | 44 |
| 1.2.4. სხვადასხვა სახის პირაპირულ შეერთებათა მზიდი უნარისა და დამყოლობის შემსწავლელი ექსპერიმენტულ-კვლევითი სამუშაოების მოკლე მიმოხილვა | 47 |
| 1.3. შენობათა სეისმოიზოლაცია და სეისმოიზოლატორები | 52 |
| 1.4. პირველი თავის დასკვნები | 60 |
| 2. კვლევა, შედეგები და მათი განსჯა | 63 |
| 2.1. შენობის სეისმომედეგობის დონის ამაღლება მისი ხისტ ნაგებობასთან მიერთები | 63 |
| შენობის დინამიური ურთიერთმოქმედების გამოკვლევა ხისტად შეერთებულ კონსოლურ ნაგებობასთან | 74 |
| 2.2. არსებული შენობების დაზიანება-ავარიულობის ურთიერთ-კავშირი, ტექნიკური მდგომარეობის კვლევა-განსაზღვრის მეთოდები და შესრულებულ კვლევათა პრაქტიკული შედეგები . | 88 |
| 2.3. შენობათა დაზიანებები და ავარიულობის ხარისხი სეისმოაქტიური ტერიტორიებისათვის | 89 |
| 2.4. სხვადასხვა ტიპის დაზიანებულ შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდები და შემოთავაზებული მეთოდიკა | 97 |

| | |
|--|-----|
| ძირითადი დასკვნები..... | 104 |
| გამოყენებული ლიტერატურა..... | 106 |
| დანართი..... | 114 |
| | |
| ვაზისუბნის დას. კორპ. 17 16 სართულიანი კარკასულ-პანელური ავარიული საცხოვრებელი სახლის გამაგრება-გაძლიერება | 115 |
| ვაზისუბნის მე-2 მ/რაიონი, კორპ. №14-ში ავარიული საცხოვრებელი სახლისაღდგენა-გამაგრება-გაძლიერება | 126 |
| ნაძალადევის რაიონში, ზესტაფონის ქ. 19ა-ში ავარიული სახლის გამაგრება | 140 |

ცხრილების ნუსხა

| | |
|---|----|
| ცხრილი 1. საცხოვრებელი სახლების განაწილება გარე საკედლე მასალების და აშენების წლების მიხედვით (პროცენტებით) | 24 |
| ცხრილი 2. (36) განტოლების μ ფესვთა მნიშვნელობები | 72 |
| ცხრილი 3. (47) სიხშირეთა განტოლების ფესვთა და C_{ik} კოეფიციენტთა მნიშვნელობები | 80 |
| ცხრილი 4. კოეფიციენტების მნიშვნელობა $F_{1i}^a, F_{1i}^b, F_{1i}^c$ | 86 |
| ცხრილი 5. სეისმური დატვირთვის (გამლიერების) შემცირების კოეფიციენტები Q_{11}^a/Q_{11}^c | 87 |

სურათების და ნახაზების ნუსხა

| | |
|---|----|
| სურ. 1. საიათნოვას ქ. №3 რეკონსტრუქციამდე | 28 |
| სურ. 2. რეკონსტრუქციის შემდეგ | 28 |
| სურ. 3. სულიაშვილის ქ. № 8 რეკონსტრუქციამდე | 29 |
| სურ. 4. რეკონსტრუქციის შემდეგ | 29 |
| სურ. 5. ვარკეთილი ჰკორპ. №1 რეკონსტრუქციამდე | 30 |
| სურ. 6. რეკონსტრუქციის შემდეგ | 30 |
| სურ. 7. ვარკეთილის IV მ/რ III კვ. კორპ. №13 რეკონსტრუქციამდე | 31 |
| სურ. 8. რეკონსტრუქციის შემდეგ | 31 |
| სურ. 9. ქ. თბილისში გია აბესაძის ქ. № 13-ში აღდგენა-გამაგრების პროექტი | 32 |
| სურ. 10. არსებული მდგომარეობის ამსახველი ფოტომასალა | 32 |
| სურ. 11. 16 სართულიანი კარკასულ-პანელოვანი საცხოვრებელი სახლის გამაგრება გაძლიერების ღონისძიებები | 33 |

ნახაზები

| | |
|---|----|
| ნახ. 2.1. საანგარიშო სქემები ჩვეულებრივი (ა) და დაკავშირებული ზედა ხისტი შეერთებით დამატებით (ბ) ნაგებობასთან $q = mg$ ძვრადი კოჭის გრძივად განაწილებული ეკვივალენტური წონა, $r=k'FG/l$ კოჭის ეკვივალენტური გრძივად განაწილებული ძვრადი სიხისტე | 65 |
| ნახ. 2.2. რეაქციის ნორმატიული სპექტრი | 69 |
| ნახ. 2.3. სეისმური და განივი ძალების მოძრაობის ეპიურები | 71 |
| ნახ. 2.4. შენობის საანგარიშო სქემა დამყოლი მიმაგრებით | 72 |
| ნახ. 2.5. კომბინირებული სისტემის პირობითი საანგარიშო სქემა | 75 |
| ნახ. 2.6. კომბინირებული სისტემის T_{ki} პერიოდის დამოკიდებულება $T_{ივ}/T_{ცდ}$ თანაფარდობაზე | 81 |
| ნახ. 2.7. კომბინირებული სისტემის თავისუფალ რხევათა ფორმები $T_{ივ}/T_{ცდ}$ სხვადასხვა თანაფარდობაზე | 81 |
| ნახ. 2.8. კომბინირებული სისტემის თავისუფალ რხევათა ფორმები როცა $T_{ივ}/T_{ცდ}$ | 82 |
| ნახ. 2.9. გაძლიერების კოეფიციენტის დამოკიდებულება ძირითადი შენობის $T_{ცდ}$ და დამატებითი ნაგებობის $T_{ივ}$ თავისუფალი რხევის პერიოდების თანაფარდობაზე | 87 |
| ნახ. 2.10. შესაძლო ვარიანტები დამატებითი ნაგებობის მოწყობისა ბრტყელი ჩარჩოს სახით: 1 – ძირითადი შენობა, 2 – დამატებითი ნაგებობა რ/ბ ან ლითონის ჩარჩო, 3 – შენობის ჩარჩოთი შენობის გამაგრების ვარიანტი, ა – ხისტი შეერთება ლითონის ღეროებით, ბ – დამყოლი შეერთება რეზინა-ლითონის ბალიშებით | 88 |

შესავალი

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-მოზინადრის 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, სეისმომედეგი მშენებლობის სფეროში მომუშავე სპეციალისტებისათვის, ეს მეტად არაორდინალური მოვლენა იყო და მათ წინაშე საკმაოდ რთული პრობლემების არცთუ მოკლე ჯაჭვს ჰქმნიდა. უპირველეს ყოვლისა დღის წესრიგში დადგა საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობათა არსებული საქალაქო 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-გაანგარიშებითი 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.

აღნიშნულის საფუძველზე მოცემული თემა დაზიანებული კარკასული რკინაბეტონის შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქცია ქ.თბილისში უდაოდ აქტუალურია.

კვლევის მიზანია: შენობის სეისმომდეგობის დონის ამაღლება მისი ხისტ ნაგებობასთან მიერთებით; ეფექტური აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდების გამოყენებით, პროფესიონალთა ძალისხმევითა და ქვეყნის შესაძლებლობათა ერთობლივი მაქსიმალური მობილიზების თანმიმდევრულად განხორციელებისას, მოსალოდნელ მიწისძვრათა კატასტროფული შედეგების მნიშვნელოვნად შემცირების უზრუნველსაყოფად, ხელი შეუწყოს იმ მძიმე საბინაო-სოციალურ-ფსიქოლოგიური მდგომარეობის შემსუბუქებას, რომელშიდაც საქართველოს მოსახლეობის დიდი ნაწილი აღმოჩნდა, ჩვენი ქვეყნის ტერიტორიის გაზრდილი სეისმურობისა და გარდაქმნათა ჯერ კიდევ მიმდინარე რთულ პირობებში.

დასახული მიზნის მისაღწევად გათვალისწინებულია შემდეგი ძირითადი ამოცანების შესრულება:

- ნათლად და მკაფიოდ განისაზღვროს შენობათა ავარიულობის კრიტერიუმები;
- დამუშავდეს ავარიულ საცხოვრებელ შენობათა ერთი კონკრეტული

ჯგუფისათვის – მიშენებათათვის (სხვადასხვა დროს აშენებული, ძირითადი და მიშენებული ნაწილების მქონე „შენობებისათვის“) ავარიულობის სტატუსის მომხსნელ რეკონსტრუქცია-გამაგრება-გადლიერებათა კონცეფცია;

– კაპიტალურ შენობათა მასობრივ-სერიულ ჯგუფებს (ტიპებს) შორის შედარებით გასაძლიერებელი ჯგუფისათვის, – კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილბლოკური მრავალსართულიანი შენობებისათვის, შემუშავდეს აღდგენა-რეკონსტრუქციის ან/და გაძლიერება-რეკონსტრუქციის კონცეფცია;

– შეირჩეს დაზიანებულ კარკასულ რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილბლოკურ მრავალსართულიან შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის ან/და გაძლიერება-რეკონსტრუქციის მეთოდები;

– დამუშავდეს არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის აღდგენა-რეკონსტრუქციის ან/და გაძლიერება-რეკონსტრუქციის მეთოდიკა, სათანადო დასკვნებითა და რეკომენდაციებით.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე:

– შენობის სეისმომედეგობის დონის ამაღლება მისი ხისტ ნაგებობასთან მიერთებით.

– შემოტანილია დაზიანებულ შენობათა ავარიულობის დაზუსტებული კრიტერიუმები მზიდ კონსტრუქციებში ბზარების გახსნის სიჩქარის მიხედვით, რომელიც სასურველია გახდეს არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის დაზიანებულ შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდიკის შემადგენელი ნაწილი. (ქვეყნის წინაშე მდგომი ამ მეტად მტკივნეული, მაგრამ კრიტიკულად მოსაგვარებელი პროცესის ეტაპობრივად, გეგმაზომიერად, თანდათანობით, საჯაროდ და ყველასათვის გასაგები მიდგომით, მაგრამ აუცილებლად გადაწყვეტის მიზნით.)

– დამუშავდა ავარიულ საცხოვრებელ შენობათა ერთი კონკრეტული ჯგუფისათვის – მიშენებათათვის (სხვადასხვა დროს აშენებული ძირითადი და მიშენებული ნაწილების მქონე „შენობებისათვის“) ავარიულობის სტატუსის მომხსნელ რეკონსტრუქცია-გამაგრება-გადლიერებათა კონცეფცია.

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

– შემოთავაზებულია დაზიანებულ კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილბლოკურ მრავალსართულიან შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის (ან/და გაძლიერება-რეკონსტრუქციის) სამი მეთოდი: შენობის შიგა სივრცეში ლითონის ირიბნებიანი და სისტემურ-ცვლადსიხისტიანი, დღევანდელი ტერმინოლოგიით – სეისმოიზოლატორებიანი, დამატებითი ჩარჩოების მოწყობით; შენობის მთელ სიმაღლესა და პერიმეტრზე რკინაბეტონის მიშენებული პილონებით და მათ სივრცეში ლოჯების მოწყობით; შენობის გრძივ ფასადებთან პილონების მიშენებითა და შენობის ზემოდან სართულის/სართულების დაშენებით, საჭიროების შემთხვევაში სეისმოიზოლატორებიანი დამატებითი ჩარჩოების მოწყობასთან ერთად.

კვლევის პრაქტიკული ღირებულება განისაზღვრება აღნიშნულ მეცნიერულ სიახლეთა პრაქტიკაში დანერგვითა და დაზიანებული საცხოვრებელი შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის საპროექტო გადაწყვეტების ოპტიმიზაციისათვის, შემოთავაზებული სეისმოიზოლატორებიანი 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 (იხ. დანართი) და ნაშრომის სხვა მეცნიერულ-პრაქტიკულ სიახლეთა თვალსაჩინოდ უდაო ტექნიკურ-ორგანიზაციული ეფექტურობით, საქართველოში არსებული დაზიანებული საცხოვრებელი შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეტად მტკივნეული და ხარჯტევადი, მაგრამ კრიტიკულად მოსაგვარებელი

პროცესის ეტაპობრივად, გეგმაზომიერად, თანდათანობით, მაქსიმალურად დაჩქარებულ-საიმედო G5 ელექტრონულ-საინფორმაციო სივრცეში, საჯაროდ და ყველასათვის გასაგები მიდგომით, მაგრამ აუცილებლად გადაწყვეტის უზრუნველსაყოფად.

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.

ნაშრომის აპრობაცია: ნაშრომის ძირითადი შედეგები მოხსენებული იქნა სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებულ სამ კოლოქვიუმზე და 2 საერთაშორისო კონფერენციაზე.

პუბლიკაციები: დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებულია 6 (ექვსი) სამეცნიერო სტატია, მათ შორის 2 (ორი) საერთაშორისო კონფერენციაზე.

ნაშრომის მოცულობა: დისერტაცია შედგება შესავლის, ორი თავის, დასკვნებისა და რეკომენდაციების, გამოყენებული ლიტერატურის სიისა და დანართისაგან. იგი მოიცავს 145 გვერდს, მათ შორის, 5 ცხრილს, 10 ნახაზს და 11 სურათს. დანართი მოიცავს 62 გვერდს.

1. ლიტერატურის მიმოხილვა - პრობლემის თანამედროვე მდგომარეობა

ჩვენი ქვეყნის ტერიტორიის ერთი ბალით გაზრდის, – ან/და საცხოვრებელი შენობების არსებული საექსპლუატაციო (ე.წ. კომუნალური) სამსახურის გაუქმების, – გამო გამოწვეულ დისკომფორტზე, საერთო სახელმწიფოებრივ მიდგომა-დონისძიებათა არარსებობის პირობებში, დღესდღეობით შენობების გამოკვლევათა საფუძველი, უმთავრესად მხოლოდ ფაქტიურ სტატიკურ დატვირთვებზე შენობის მზიდ კონსტრუქციებში მობინადრეთა მიერ შემჩნეული, დაზიანება-დეფორმაციათა წარმოშობა-პროგრესირებაა.

ბოლო რამოდენიმე წლის განმავლობაში ა(ა)იპ „თბილისის მუნიციპალურმა ლაბორატორიამ“ შეასრულა ქ. თბილისში არსებული, ასეულობით ავარიული შენობის ვიზუალური გამოკვლევა და მათი აღდგენა-გამაგრების საპროექტო დოკუმენტაციათა სათანადო ანალიზი.

ნაშრომში არის მცდელობა აღნიშნულ სამუშაოთა შესრულების პროცესში გამოვლენილი, არაერთი საყურადღებო თუ პრობლემური საკითხის განსახილველად შემოტანისა და მათი შემდგომი განხილვა-განსაზღვრა-დაზუსტება-გადაწყვეტისა. ისინი კონკრეტულად იქნება გაანალიზებული სათანადო თავებსა და პარაგრაფებში. მათზე მიღებული გადაწყვეტა-განსაზღვრებები კი ამ ნაშრომის ბოლოს, მის სიახლეთა ჩამონათვალშიც შევეცდებით მოვიტანოთ, მაგრამ მაინც მის შესავალშივე გამოვეყოფთ, 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 ამათუიმ 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 სალი აზრისა და ლოგიკური მიდგომების მოშველიებისა, ჩვენ არა გვაქვს პრეტენზია უკანასკნელ ჭეშმარიტებაზე, ქვემოთ მოცემული ამათუიმ საკითხის, ჩვენი თვალსაზრისის შესაბამისად ინტერპრეტირება-ფორმულირებისას.

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 დამლუპველ ხაფანგთა როლში მოგვევლინებიან, დროულად აღდგენა-გამაგრების გარეშე. [1,2,3,4]

1. აგურისა და რკინაბეტონის შენობა-ნაგებობებისათვის უფრო ხშირად მიმართავენ აღდგენა-რეკონსტრუქციის ქვემოთ ჩამოთვლილ მარტივ მეთოდებს.

კარკასული შენობა-ნაგებობების გაძლიერება-რეკონსტრუქციისათვის გამოყენებული მეთოდები:

1. ლითონის კონსტრუქციებით კვანძების გაძლიერების მეთოდი;
2. სიხისტის დიაფრაგმების შეყვანის მეთოდი;
3. საძირკვლების გამაგრების მეთოდი;
4. რიგელებისა და კოჭების დეფორმაციისაგან დაცვის მეთოდი;
5. კედლების გაძლიერება არმატურის ბადის მოწყობის მეთოდი.

მონოლითური შენობა-ნაგებობების გაძლიერება-რეკონსტრუქციის მეთოდები:

1. საძირკველის გამაგრების მეთოდი;
2. დიაფრაგმების გამაგრების მეთოდი;
3. დეფორმაციის შემცირების მეთოდი;
4. გადახურვის გაძლიერების მეთოდი.

აგურის შენობა-ნაგებობის გაძლიერება:

1. კედლების ორმხრივი გამაგრების მეთოდი არმატურით;
2. კვანძების და ღიობების გამაგრების მეთოდი ლითონის კონსტრუქციით;
3. ბზარების შევსება სხვადასხვა მეთოდით;
4. ალექსანდრიანის აგურის წყობათა მეთოდი.

1.1 არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის შენობათა ძირითადი ტიპების მოკლე მიმოხილვა

შენობის ნებისმიერ გამოკვლევას წინ უსწრებს მის საიმედო ექსპლუატაციაზე დამოკიდებული, პასუხისმგებელი ან/და აღნიშნულით დაინტერესებული პიროვნების მხრიდან, უწყებაში რაიმე სახით მიმართვა, ბინის, სახლის ან კორპუსის ტექნიკური მდგომარეობის შესწავლის შესახებ. შენობათა ტექნიკური მდგომარეობის კვლევის არსებული მეთოდის ეს საწყისი მეთოდი, ჩვეულებრივ შენობის ვიზუალურად დათვალიერება-შესწავლა-გამოკვლევიან და სათანადო დასკვნის ფორმულირებით

შემოიფარგლება. აღნიშნული მეთოდით შესწავლილი შენობების ტექნიკური მდგომარეობის ან/და მათი სეისმომდეგობის აღდგენა-გაძლიერების თაობაზე ინფორმაცია მოწოდებულია ბევრი მეცნიერისა თუ საკითხით დაინტერესებულ ინჟინერ-სპეციალისტთა მიერ შესრულებულ პუბლიკაციებში [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

ვიზუალური გამოკვლევის დასკვნის მიხედვით, შენობაში გარკვეული დონის ან/და ხარისხის დაზიანებების ფიქსირებისას, დამკვეთის მიერ მიღებული გადაწყვეტილების შესაბამისად, შენობათა სეისმომდეგობის შეფასების თეორიულ და პრაქტიკულ მეთოდით ხდება არსებულ შენობათა ყველა შესაძლო ნარჩენი რესურსის დადგენა.

დღევანდელ სიტუაციაში, როცა ფაქტიურად ქვეყნის მთელი ტერიტორიის საანგარიშო სეისმურობის დონე 1990-იანი წლების დასაწყისიდან ერთი ბალით არის გაზრდილი, შენობის სეისმომდეგობის კუთხით ეს რეზერვები, 1990-იან წლებამდე აგებული შენობებისათვის ამოწურულად ითვლება და ისინი არასაკმარისად სეისმომდეგ შენობათა სიმრავლეს მიეკუთვნებიან.

აქედან გამომდინარე, დაზიანების რაიმე ხარისხის მქონე აღნიშნული სიმრავლის კუთვნილი შენობისათვის, ავარიულობის დონე აღემატება რა სიმრავლის დაუზიანებელ შენობათა ავარიულობის დონეს, აუცილებელია დამუშავდეს შესაბამისი რაციონალური საპროექტო გადაწყვეტები დასახული მიზნის მისაღწევად. ამ ეტაპზე, არსებულ შენობათა როგორც შესაძლო რეზერვების გამოვლენა, ისე მათი შენარჩუნება-მოდერნიზაციის რაციონალურ საპროექტო გადაწყვეტათა არჩევა, ყოველთვის დაკავშირებულია მიწისძვრის დროს შენობათა მზიდი კონსტრუქციული სისტემების რეალური მუშაობის რაც შეიძლება ზუსტი და ხელსაყრელი სქემის არჩევასთან. ამასთან, უფრო ეფექტური გადაწყვეტების მიღება პრაქტიკულად უზრუნველყოფილია, თუ კონსტრუქციულ სისტემათა ანგარიში ჩატარებულია სეისმურ ზემოქმედებებზე მათი სივრცითი და არაწრფივი მუშაობის ღრმა ანალიზის გზით [17].

საქართველოს ტერიტორიაზე, არსებულ შენობათა მზიდი კონსტრუქციული სისტემების მეტად ფართო სპექტრია წარმოდგენილი. მხოლოდ საკედლე მასალების მიხედვით შეიძლება გამოვყოთ ალიზის, ხის, აგურის, ქვის, წვრილბლოკური, მსხვილბლოკური, მსხვილპანელოვანი შენობები. ეს უკანსკნელნი კი შეიძლება, თავის მხრივ, დავყოთ უკარკასო, კარკასულ-პანელოვანი (ჩარჩოვან-კავშიროვანი) და კარკასული (ჩარჩოვანი) მზიდი კონსტრუქციული სისტემის მქონე შენობებად. თითოეული აღნიშნული ტიპის შენობათა სივრცითი და არაწრფივი გაანგარიშებების ამოცანა, ცხადია, ერთმანეთისაგან განსხვავებულია. ამასთან ყოველი კონკრეტული შენობა, დამატებით, მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელ თავისებურებათა და (აქედან გამომდინარე) შესაბამის წმინდა ინჟინრულ-კონსტრუქციულ პრობლემათა მატარებელიცაა.

აქ ჩვენს მიერ დასმულ საკითხთა პრობლემების რიგს, დღევანდელი პირობების გათვალისწინებით, შეიძლება მივაკუთვნოთ აგრეთვე იმის გარკვევა, თუ რომელ ქალაქში როგორია სახელმწიფოს სპეციალური, კონკრეტული პოლიტიკა საცხოვრებელ და სამოქალაქო სახლთმშენებლობაში; როგორია დემოგრაფიული სურათი და ურბანიზაციის პრობლემები; როგორია ქალაქგეგმარებითი პოლიტიკა დედაქალაქსა და სამრეწველო-სატრანსპორტო კვანძებში (როგორი შენობები ჭირდებათ მენაშენებსა და ქალაქთა არქიტექტურულ სამსახურებს – მრავალსართულიანი, გეგმაში და სიმაღლეზე არასწორი ფორმების მქონე, თუ ე.წ. „ასანთის კოლოფის“ მსგავსი სწორი ფორმის, ან მცირე სიმაღლის სახლები და სხვ.). ეს და არქიტექტურულ-გეგმარებითი ხასიათის სხვა საკითხები, რაღა თქმა უნდა, შორს სცილდება ნაშრომის ძირითად თემატიკას, თუმცა ცხადია, რომ სწორედ ქვეყნის ხელისუფლებისა და ფინანსურ-ეკონომიკური სისტემის სტრატეგია აღნიშნულ სფეროებში, ძირითადი განმსაზღვრელია იმისა, თუ როგორი იქნება სპეციალისტთა მიერ შემუშავებულ, შენობა-ნაგებობათა სეისმომდეგობის ამამაღლებელ მეთოდთა გამოყენების სფერო.

ამ კუთხით გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს, საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული საცხოვრებელი ფონდის რაოდენობრივ-ხარისხობრივი მდგომარეობის ამსახველი ზოგადი ხასიათის

სტატისტიკური მასალის გაცნობა და მცირე ანალიზი, რომელიც, ამასთან, კონცეფტუალურ წარმოდგენას გვიქმნის შენობების შენარჩუნება-მოდერნიზაციის ღონისძიებათა მოსალოდენლ მასშტაბებზე, მზიდ კონსტრუქციულ სისტემათა ტიპების მიხედვით.

ქვემოთ, ცხრილი 1-ში მოცემულია პროცენტული თანაფარდობა არსებული საცხოვრებელი შენობებისა, მათი გარე საკედლე მასალებისა და აშენების წლების მიხედვით, რომელიც აღებულია საქართველოს რესპუბლიკის სოციალურ-ეკონომიკური ინფორმაციის კომიტეტის სტატისტიკური კრებულიდან [6]. რესპუბლიკაში არსებული შენობების ვიზუალური დაკვირება-ანალიზისა და რესპუბლიკის სოციალურ-ეკონომიკური ინფორმაციის კომიტეტის ზემოაღნიშნული და სხვა სტატისტიკური მასალის ანალიზის (ძირითადად შენობათა ხანმედეგობის (კაპიტალურობის) თვალსაზრისით) შედეგად, შეიძლება გაკეთდეს ზოგიერთი კონცეფტუალური ხასიათის დასკვნა ჩვენს მიერ აქ დასმულ პრობლემებთან დაკავშირებით.

საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული საცხოვრებელი შენობები მათი ექსპლუატაციის ვადის, პროექტით ან სათანადო ნორმატიული დოკუმენტით განსაზღვრული მნიშვნელობის მიხედვით, შეიძლება ორ დიდ ჯგუფად დაიყოს – კაპიტალურ და არაკაპიტალურ შენობებად. კაპიტალურ ნაგებობებს შეიძლება მივაკუთვნოთ შენობები, რომელთა ექსპლუატაციის ვადა ორმოცდაათ წელს უდრის ან აღემატება და რომელთა კომპლექსური კაპიტალური პერიოდულობის ვადა ოთხ-ხუთჯერ აღემატება იმავე რემონტის ვადას არაკაპიტალური შენობებისათვის. ასეთი შენობები საკედლე მასალებისა და მზიდი კონსტრუქციული სისტემების სახეობათა მიხედვით შეიძლება ოთხ ტიპობრივ ჯგუფში გაერთიანდეს:

- აგურის, ქვის, ბეტონისა (მათ შორის მონოლითური რკინაბეტონის) და წვრილბლოკური შენობები;
- მსხვილბლოკური შენობები;
- მსხვილპანელოვანი შენობები;

- კარკასული და კარკასულ-პანელოვანი შენობები.
ყველა დანარჩენი შენობა, რომელთა კედლები აგებულია ხისაგან,

საცხოვრებელი სახლების განაწილება გარე საკედლე მასალების და
აშენების წლების მიხედვით (პროცენტებით)

| | ყველა სახლი | აშენების წლები | | | | | | |
|---|-------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1918წ.-მდე | 1918-1940 | 1941-1950 | 1951-1960 | 1961-1970 | 1971-1980 | 1981-1988 |
| ყველა სახლი | 100 | 3.6 | 6.0 | 6.3 | 17.2 | 28.3 | 22.3 | 15.6 |
| მათ შორის აგებული: | | | | | | | | |
| აგურისგან, ქვისგან, ბეტონისგან, რკინაბეტონისგან, ბლოკისგან | 100 | 5.9 | 7.2 | 6.9 | 20.5 | 30.3 | 19.0 | 10.2 |
| პანელებისგან | 100 | 0.3 | 1.0 | 2.0 | 10.0 | 25.6 | 33.0 | 28.1 |
| ხისგან | 100 | 4.2 | 15.0 | 15.7 | 22.0 | 23.5 | 12.3 | 7.3 |
| შერეული მასალისგან | 100 | 3.2 | 9.2 | 9.6 | 22.8 | 30.9 | 16.8 | 7.5 |
| ბუნებრივი ალიზისგან | 100 | 6.7 | 29.8 | 21.0 | 24.6 | 12.2 | 4.0 | 1.7 |
| სხვა მასალებისგან | 100 | 5.2 | 8.2 | 12.0 | 29.0 | 24.7 | 16.2 | 7.7 |
| ყველა სახლი | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| მათ შორის აგებული: | | | | | | | | |
| აგურისგან, ქვისგან, ბეტონისგან, რკინაბეტონისგან, ბლოკისგან | 47.1 | 77.2 | 56.2 | 51.5 | 55.7 | 50.6 | 39.3 | 30.6 |
| პანელებისგან | 33.6 | 3.1 | 5.9 | 11.1 | 19.3 | 30.6 | 48.3 | 60.4 |
| ხისგან | 7.5 | 8.8 | 18.5 | 18.6 | 9.5 | 6.2 | 4.0 | 3.5 |
| შერეული მასალისგან | 11.2 | 10.0 | 17.1 | 17.1 | 14.7 | 12.3 | 8.3 | 5.4 |
| ბუნებრივი ალიზისგან | 0.4 | 0.7 | 2.1 | 1.4 | 0.6 | 0.2 | - | - |
| სხვა მასალებისგან | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |

შერეული მასალების, ბუნებრივი ალიზისა და სხვა მასალისაგან შეიძლება მივაკუთნოთ არაკაპიტალურ შენობებს.

არსებული როგორც სერიული, ასევე სხვა ტიპის კაპიტალური შენობების დახასიათება მათი მზიდი კონსტრუქციული სისტემებისა და ელემენტების მოდერნიზაცია-რეკონსტრუქციის თვალსაზრისით კონცეფტუალურ დონეზე, ფაქტიურად გულისხმობს ამ შენობათა ტიპობრივი ჯგუფების შეფასებას მოქმედი ნორმატიული აქტების მიხედვით. რაც შეეხება არაკაპიტალურ შენობებს, კონსტრუქციული თვალსაზრისით ისინი რეკონსტრუქციას არ უნდა დაექვემდებარონ და საექსპლუატაციო ხანმედგობის ვადის გასვლის შემდეგ მთლიანად უნდა იქნენ დაშლილნი. სტატისტიკური მასალების ანალიზზე დაყრდნობით შეიძლება ითქვას, რომ ამ უკანასკნელთა ხვედრითი წილი რესპუბლიკის საერთო საცხოვრებელი ფონდის 12-20%-ს შეადგენს.

პირველი ტიპის კაპიტალურ შენობათა კონსტრუქციული მოდერნიზაცია აუცილებელია, როცა მათი (უმრავლეს შემთხვევაში ხის კოჭებზე მოწყობილი) გადახურვები ძლიერ დეფორმირებულია და ვერ ასრულებენ მზიდი კედლების სივრცით სეისმომედეგ სისტემად გამაერთიანებელ ფუნქციას, ან როცა შენობათა მზიდი ვერტიკალური კონსტრუქციული სისტემები თვითონვე ვეღარ აკმაყოფილებენ სეისმური ნორმების მოთხოვნებს (შენობას არა აქვს სეისმური სარტყლები, აქვს არახელსაყრელი კონფიგურაცია (სეისმომედეგობის თვალსაზრისით) გეგმაში და სიმაღლეზე), არასაიმედოდაა დაკავშირებული კედლები და გადახურვები, ფუძე-სამძირკვლების არათანაბარი ჯდენებისა ან სხვა მიზეზით მზიდ კედლებს მიღებული აქვთ ძლიერი დაზიანებები და სხვ. რესპუბლიკაში არსებული საცხოვრებელი ფონდის სტატისტიკური ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ასეთ შენობათა ხვედრითი წონა მთელი საცხოვრებელი ფონდის 10-15%-ს უნდა შეადგენდეს. მათი სიმაღლე ჩვეულებრივ 5-6 სართულს არ აღემატება და საჭიროების შემთხვევაში, ჩვენი აზრით შესაძლებლად უნდა ჩაითვალოს მათი გამაგრება-გამლიერება კომპლექსური კაპიტალური შეკეთების ფარგლებში [5, 11], სახელმწიფოებრივ მიდგომა-დონისძიებათა დასახვა-გადაწყვეტის შემთხვევაში, აღნიშნული შენობების

რეკონსტრუქციით სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოთა შესასრულებლად.

მეორე ჯგუფის კაპიტალურ შენობათა – მსხვილბლოკური სახლების მოდერნიზაცია-რეკონსტრუქციის კონსტრუქციული აუცილებლობა ძირითადად განპირობებულია რესპუბლიკის ტერიტორიის სეისმურობის გაზრდით, რადგან დაბალ სეისმურობაზე დაპროექტებულ-გაანგარიშებული რეკონსტრუქციის და უფრო მაღალი მსხვილბლოკური სახლები ვეღარ აკმაყოფილებენ მოქმედი სეისმური ნორმების მოთხოვნებს გაზრდილი სეისმურობის პირობებში. აქედან გამომდინარე, ასეთი შენობები აუცილებლად საჭიროებენ სეისმომდეგობის ამამაღლებელ სარეკონსტრუქციო ღონისძიებებს. საკითხი მსხვილბლოკურ შენობათა აღდგენისა უფრო მწვავედება, თუ მათ ექსპლუატაციისას მიღებული აქვთ დაზიანებები ფუძე-სამძირკვლების არათანაბარი ჯდენებისაგან ან/და სხვა, თავდაპირველ პროექტში გაუთვალისწინებელი მიზეზებით.

ამ ტიპის შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის საკითხი განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს, რადგან სხვადასხვა სპეციალისტთა სტატისტიკური მონაცემებით ასეთ შენობათა ხვედრითი წილი რესპუბლიკის მთლიანი საცხოვრებელი ფონდის დაახლოებით 10-35%-ს შორის უნდა მერყეობდეს [7].

რაც შეეხება მსხვილპანელოვან (კაპიტალურ შენობათა მესამე ჯგუფი), კარკასულ და კარკასულ-პანელოვან (კაპიტალურ შენობათა მეოთხე ჯგუფი) შენობებს, ისინი აკმაყოფილებენ მოქმედი ნორმატიული აქტების კონსტრუქციულ მოთხოვნებს რესპუბლიკის ტერიტორიის გაზრდილი სეისმურობის პირობებშიც, თუ მათი ანაკრები კონსტრუქციები და ელემენტთა შეერთებები შესრულებულია საპროექტო გადაწყვეტებთან სრული შესაბამისობით. ამასთან, აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, რომ ასეთი ტიპის (ან ნებისმიერი სხვა ტიპის) შენობის რეკონსტრუქცია მოდერნიზაციაზე უარის თქმას (გაზრდილი სეისმურობის პირობებში) ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში წინ უნდა უსწრებდეს ნაგებობის კონფიგურაციისა და სეისმომდეგობის თვალსაზრისით რაიმე არახელსაყრელ ფაქტორთა შესწავლა-ანალიზი, გაზრდილ სეისმურ ზემოქმედებაზე სივრცითი და არაწრფივი გაანგარიშების ჩათვლით. ასეთი ანალიზი და გაანგარიშება აუცილებლად უნდა შესრულდეს სეისმომდეგობის

თვალსაზრისით არახელსაყრელი კონფიგურაციის კარკასული (სუფთა ჩარჩოვანი) შენობებისათვის, რომელთა სეისმომდეგობის ალბათური შეფასება, როგორც ცნობილია, საიმედოობის შედარებით დაბალ მაჩვენებლებს იძლევა მსხვილპანელოვან და კარკასულ-პანელოვან შენობებთან შედარებით. საკითხის სერიოზულობა უფრო მეტად იზრდება მრავალსართულიანი და განსაკუთრებულად საპასუხისმგებლო კარკასული შენობებისათვის.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის შენობათა ზემოაღნიშნულ ძირითად ტიპებს (ასევე, საერთოდ ყველა ტიპის შენობისათვის) უნდა მიენიჭოს, რეალური მიწისძვრების, განსაკუთრებით კი ძლიერი მიწისძვრების შედეგთა ინჟინრული ანალიზისას, ცალკეული ტიპის შენობათა თვალსაჩინო შეფასებებს, რომლებიც სხვადასხვა ავტორების მიერ არის შესრულებული. მსგავსი ინჟინრული ანალიზი უდავოდ უნდა ჩაითვალოს ამათუიმ ტიპის კონსტრუქციული სისტემისათვის უმთავრეს დასაბუთებულ მტკიცებულებად მათი სეისმომდეგობის შეფასებისათვის. ამასთან, ესათვის კონსტრუქციული გადაწყვეტა, როგორც კონსტრუქციული ელემენტების, ისე კვანძებისა, მსგავსი ინჟინრული ანალიზით ყველა სპეციალისტისათვის საყურადღებო, ზოგჯერ კი მეტად მნიშვნელოვან ინფორმაციას იძლევა ნაშრომის ერთერთი უმთავრესი ამოცანის, შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მიდგომათა შერჩევისათვის. ამ მხრივ განსაკუთრებულად ფართო ინფორმაციას დაზიანებათა კვლევის შედეგების დაზუსტებისა და მათი აღდგენის საკითხების გადაწყვეტათა კუთხით, იძლევა მსხვილპანელოვან სეისმომდეგ შენობათა თავისებურებების უფრო დაწვრილებითი განხილვა-გაანალიზება. დაზიანებათა კვლევის შედეგების დაზუსტებისათვის იმიტომ, რომ მსხვილბლოკური შენობების მსგავსად, მსხვილპანელოვანი შენობები დღევანდელი საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის უდიდესი ნაწილია, მთლიანი მოცულობის დაახლოებით მესამედს შეადგენს. და ესეც უნდა განაპირობებდეს ამ შენობათა დაზიანებების საერთო დიდ სიმრავლეს, გამოწვეულს თუნდაც მათი განთავსების ტერიტორიათა ფუძე-გრუნტების სისუსტით.

საიათნოვას ქ. №13 რეკონსტრუქციამდე



სურ. 1

რეკონსტრუქციის შემდეგ



სურ. 2

სულიაშვილის ქ. № 8 რეკონსტრუქციამდე



სურ. 3

რეკონსტრუქციის შემდეგ



სურ. 4

ვარკეთილი 3კორპ. №1 რეკონსტრუქციამდე



სურ. 5

რეკონსტრუქციის შემდეგ



სურ. 6

ვარკეთილის IV მ/რ III კვ. კორპ. №13 რეკონსტრუქციამდე



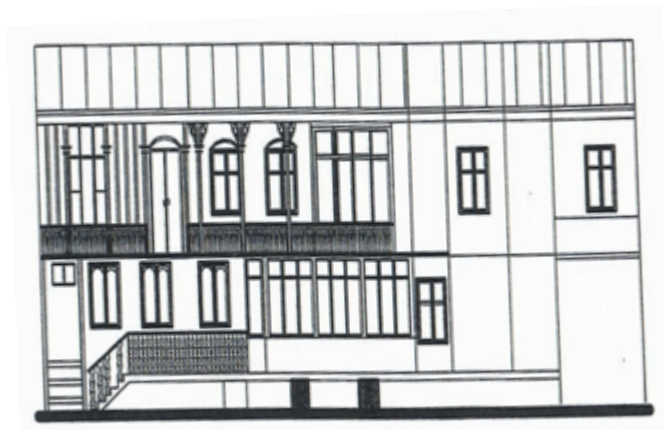
სურ. 7

რეკონსტრუქციის შემდეგ



სურ. 8

ქ. თბილისში გია აბესაძის ქ. № 13-ში აღდგენა-გამაგრების
პროექტი



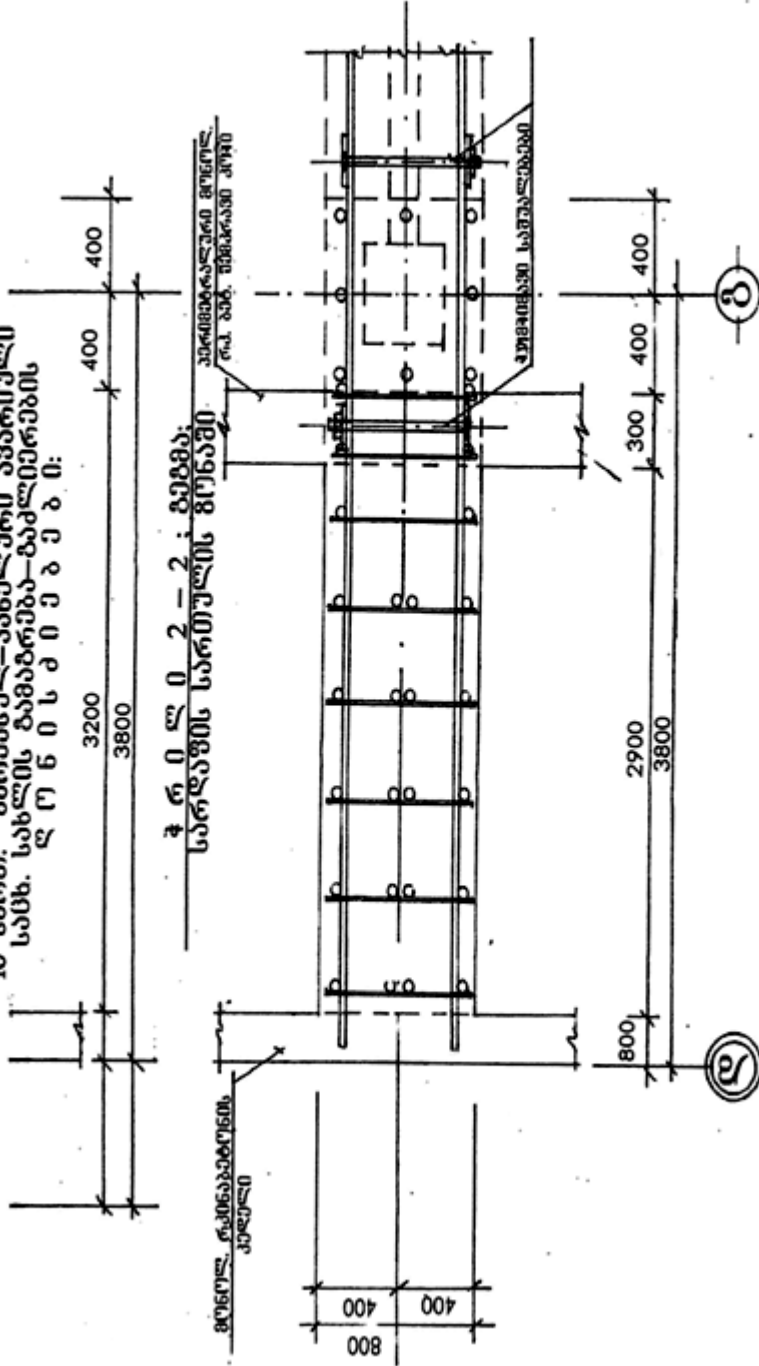
სურ. 9

არსებული მდგომარეობის ამსახველი ფოტომასალა



სურ. 10

16 სართ. პარკასკულ-პანელური აგბარიული
სახს. სახლის გამგზრეა-გამლიერების
ღ რ ნ ი ს კ ი ე ბ ე ბ ი:



ღ რ ნ ი ს კ ი ე ბ ე ბ ი: რკინი-ბეტონის ბაზრით გაღებულნი (ბანკონორმის) კედელ-კოევის
ღ რ ნ ი ს კ ი ე ბ ე ბ ი: რკინი-ბეტონის ბაზრით გაღებულნი (ბანკონორმის) კედელ-კოევის
ღ რ ნ ი ს კ ი ე ბ ე ბ ი: რკინი-ბეტონის ბაზრით გაღებულნი (ბანკონორმის) კედელ-კოევის

ნახაზი

1.2. სხვადასხვა ტიპის კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილპანელოვან შენობათა სეისმომდეგობის შეფასება ძლიერი მიწისძვრის შედეგების ინჟინრული ანალიზის მონაცემებით და მსხვილპანელოვანი სეისმომდეგი შენობების ძირითადი თავისებურებები

მსხვილპანელოვანი სახლთმშენებლობის მოცულობა 1980-იანი წლების საქართველოში, ყოველწლიური ბინათმშენებლობის 60-70%-ს შეადგენდა, საქართველოს ცალკეულ დიდ ქალაქებში მათი ხვედრითი წილი დღევანდელი საცხოვრებელი ფონდის 15-30%-ის ფარგლებში მერყეობს. ეს განპირობებული იყო სხვა ტიპის შენობებთან შედარებით, იმ მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ეფექტით, რაც მსხვილპანელოვან კონსტრუქციულ სისტემათა გამოყენებით მიიღწეოდა. მსხვილპანელოვანი სახლთმშენებლობის მასობრივი ხასიათის გამო, მათი კონსტრუქციული ელემენტების მცირეოდენ რაციონალიზაციასაც კი საგრძნობი ეკონომიკური ეფექტის მოტანა შეეძლო. ამით აიხსნებოდა სახლთმშენებლობის ამ ტიპისადმი სახელმწიფოსა და მეცნიერთა დიდი ინტერესი. თუმცა არსებობდა საკითხის აქტუალურობის მეორე მხარეც.

როგორც უკანასკნელი ათწლეულების დამანგრეველ მიწისძვრათა შედეგების ინჟინრული ანალიზი გვიჩვენებს, მსხვილპანელოვანი მზიდი სისტემა ხასიათდება უფრო მაღალი სეისმომდეგობით, ვიდრე ნებისმიერი სხვა ტიპის ანაკრები რკინაბეტონის მზიდი სისტემები. მიუხედავად ამისა, საქართველოში მშენებარე მსხვილპანელოვანი სეისმომდეგი სახლები საკმაოდ შორს იყვნენ სრულყოფისაგან. ეს ეხება როგორც მათ მონტაჟს, შრომატევადობას, ისე არქიტექტურულ-გეგმარებით გადაწყვეტათა მრავალფეროვნებას, ფასადების გამომსახველობას, რკინაბეტონის ნაკეთობათა ქარხნული წარმოების ტექნოლოგიის მოქნილობასა და მიღებულ კონსტრუქციულ გადაწყვეტათა მასალატევადობას; რომ აღარაფერი ვთქვათ იმ დაზიანებებსა და დეფორმაციებზე, რასაც ამ ტიპის შენობებში აქვს ადგილი, თუნდაც თბილისის მაგალითზე, ძირითადად მათი ფუძე-საძირკვლების არათანაბარი ჯდენითი დეფორმაციების გამო.

ხაზგასმით უნდა შევნიშნოთ, რომ სეისმომედეგი მსხვილპანელოვანი სახლთმშენებლობის ყველა აღნიშნული არასრულყოფილება შეუძლებელია გამოსწორებული ყოფილიყო სეისმურ ზემოქმედებებზე ამ ტიპის შენობათა დაზუსტებული სივრცითი ანგარიშის მეთოდის გარეშე. ეს მტკიცება სამართლიანია იმდენად, რამდენადაც ცხადია, რომ ნებისმიერი კონსტრუქციული გადაწყვეტა იმდენადაა სრულყოფილი, რამდენადაც ამის შესაძლებლობას იძლევა მოსალოდნელ დატვირთვაზე მისი გაანგარიშების არსებული მეთოდები, პრაქტიკაში მისი გამოყენების ხელმისაწვდომობის გათვალისწინებით. მსხვილპანელოვანი კონსტრუქციული სისტემების სეისმურ ზემოქმედებებზე ანგარიშის არსებული მეთოდები კი გულისხმობდნენ მათი საანგარიშო სქემის ისეთ გამარტივებას (დაყვანა ჩარჩოვან საანგარიშო სქემაზე, სხვადასხვა სახის ბრტყელი საანგარიშო სქემების გამოყენება და სხვ.), რომლებიც შეუძლებელს ხდიდნენ რაოდენობრივად ზუსტად შეფასებულიყო ზემოთაღნიშნულ არასრულყოფილებების გამოსწორების მცდელობათა დადებითი და უარყოფითი შედეგები, მთელი შენობის სეისმომედეგობის თვალსაზრისით. მაგრამ სეისმურ ზემოქმედებებზე ანგარიშის არსებული მეთოდით ფაქტიურად შეუძლებელი იყო ამ ცვლილების რაოდენობრივი გავლენის შეფასება შენობის სეისმომედეგობაზე.

აღნიშნული საკითხების აქტუალურობა, ცხადია, დღევანდელ პირობებში ძალზედ შემცირებულია, სახეზე გვაქვს ფუძე-სამირკვლების არათანაბარი ჯდენა სეისმური ზემოქმედების გარეშე.

მსხვილპანელოვან სეისმომედეგ მშენებლობაში არსებული ტიპის შენობათა საიმედოობის ერთ-ერთ ძირითად განმსაზღვრელ ფაქტორად პანელოვან ელემენტთა პირაპირული შეერთებებია აღიარებული. საქართველოს ქალაქთა საცხოვრებელ ფონდში ამ ტიპის საკმაო რაოდენობით დაზიანებული შენობებია, მათი გამაგრება-აღდგენის აუცილებლობიდან და საქართველოს ტერიტორიის სეისმურობის გაზრდილ პირობებში, ამ შენობათა ექსპლუატაციიდან გამომდინარე ძალზედ ბევრი სამუშაოა შესასრულებელი.

ამ სახეობის შენობათა გამაგრება-აღდგენისა და გამაგრება-გაძლიერების საკითხების სწორი, წარმატებული გადაწყვეტა, მათი აღდგენა-რეკონსტრუქციის ამოცანათა შესრულება დამოკიდებულია საქართველოს ქალაქთა საცხოვრებელ ფონდში არსებული მსხვილპანელოვანი შენობების თითოელი ტიპის მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების, მათი შეერთებებისა და საანგარიშო მეთოდების საფუძვლიან ცოდნაზე. ეს ცოდნა მნიშვნელოვანია დაზიანებულ შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციისათვის სეისმოიზოლაციის სისტემათა არსებული გადაწყვეტების, მეთოდებისა და გაანგარიშებითი მიდგომების წარმატებული გამოყენებისათვის, და ასევე, თვითონ არსებულ მსხვილპანელოვან სეისმომდეგ შენობათა რაიმე სახის რეზერვების გამოვლენა-შეფასების თვალსაზრისითაც.

1.2.1. კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილპანელოვანი სახლთმშენებლობის განვითარების ძირითადი ეტაპები და ტიპები

საქართველოში აპრობირებული, რამდენიმე განსხვავებული კონსტრუქციული სქემისა და სახლთმშენებლობითი სისტემის არსებობის ფონზე, მსხვილპანელოვანი სახლთმშენებლობის განვითარების გზა შეიძლება სამ ძირითად ეტაპად დაიყოს [18, 19].

პირველი ეტაპი (1958-1962 წ.წ.) ხასიათდება ინჟინრულ-ტექნიკურ გადაწყვეტათა ფართო მასშტაბური ძიებებითა და ბინათმშენებლობის არქიტექტურულ-მხატვრული საკითხებისადმი არასაკმარისი ყურადღებით. ამ პერიოდში ფაქტიურად გაბატონებული იყო აზრი მთელი ქვეყნის ტერიტორიაზე ერთი ტიპის სახლის შექმნის აუცილებლობისა [19]. ამ ეტაპზე მსხვილპანელოვანი სახლთმშენებლობა, ჩვენი ქვეყნის ბინათმშენებლობის მთავარი ტექნიკური მიმართულება გახდა [18].

მეორე ეტაპი (1963-1971 წ.წ.) მსხვილპანელოვანი საცხოვრებელი სახლების დაპროექტებაში, არქიტექტორთა უფრო აქტიური ჩაბმით აღინიშნა. შეიქმნა ე.წ. ა-ინდექსიანი სერიები, გაუმჯობესებული არქიტექტურულ

გეგმარებითი გადაწყვეტებით. გაიზარდა ბინათა ტიპების რაოდენობა. სერიათა შემადგენლობაში შეტანილი იქნენ საერთო საცხოვრებელთა, სასტუმროს ტიპის შენობათა და წერტილოვანი ტიპის სახლების პროექტები. გამოიყო კლიმატური ზონები, რომელთათვისაც რეკომენდებული იქნა ცალკე თავისი სერიის ტიპური პროექტების დამუშავება [20]. ადრე დამუშავებულ კონსტრუქციულ-ტექნოლოგიური სისტემებიდან ამ ეტაპზე დროის გამოცდას არსებითად მხოლოდ ერთმა – „გიპროსტროინდუსტრიის სისტემამ“ გაუძლო [18].

მესამე ეტაპი (1972-1980 წ.წ.), ესაა მსხვილპანელოვანი შენობათა მხატვრულ-ესთეტიკურ და საექსპლუატაციო მხარეთა ამაღლების, განაშენიანებათა უსახურობისა და ერთფეროვნობის ლიკვიდაციის პერიოდი [19]. წინა ეტაპებთან შედარებით ამ ეტაპის შენობათა კონსტრუქციული უპირატესობანი შემდეგი მაჩვენებლებით შეიძლება დავახასიათოთ:

- ყველაზე მეტად შრომატევად ელემენტთა (გარე საკედლე პანელების, კიბის მარშების, ლიფტისა და სავენტილაციო შახტების და სხვ.) სიმაღლის უნიფიკაცია;
- პირაპირთა კონსტრუქციების შემდგომი სრულყოფა;
- ბინათშორისი საკედლე და გადახურვის ბრტყელი, მთლიანკვეთიანი პანელების ბგერაჩამშობ თვისებათა გაუმჯობესება მათი სისქის 14 სმ-დან 16 სმ-მდე გაზრდის გზით;
- შენობის წონის ნაწილობრივ შემცირება ცალკეული ელემენტების (ძირითადად დამცავ-შემომზღუდავი ელემენტების) დასამზადებლად მსუბუქი ბეტონის გამოყენებით (ნაცვლად მათთვის მძიმე ბეტონის გამოყენებისა ადრეულ ეტაპებზე);
- უფრო სრულყოფილი სანიტარულ-ტექნიკური მოწყობილობების გამოყენება;
- ელემენტების ზომების გადიდება („გამსხვილება“) და ამწე მექანიზმების ტვირთამწეობის გაზრდა;
- ნაკეთობათა ქარხნული მზადყოფნის ამაღლების გზით, სამშენებლო პროცესთა შრომატევადობის შემცირება უშუალოდ სამშენებლო მოედანზე

[18].

კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილპანელოვან შენობათა სხვადასხვა სერიების არქიტექტურულ-გეგმარებით, კონსტრუქციულ, ტექნოლოგიურ და სხვა მაჩვენებელთა ანალიზის საფუძველზე გაკეთებულ დასკვნათა შორის შეიძლება გამოვყოთ შემდეგი დებულება: „სამონტაჟო ერთეულთა რაოდენობის, შენობის წონის, მონტაჟისას კონსტრუქციათა ტექნოლოგიურობის და ძირითად სამშენებლო მასალათა ხარჯის მიხედვით, უკეთესი მაჩვენებლები გააჩნიათ განიერი ბიჯის მქონე საცხოვრებელი სახლების სერიებს“.

1980-იან წლებში სახლთმშენებლობა თავისი განვითარების მეოთხე ეტაპზე იმყოფებოდა. ამ ეტაპზე მისი განვითარების ძირითადი კონცეფცია ტიპის შერჩევის ღია სისტემისა და ინდუსტრიულობის დონის ამაღლების პრინციპთა ერთობლიობაში იყო. ამ ეტაპის პირობა ე.წ. არქიტექტურულ-კონსტრუქციულ-ტექნოლოგიური სისტემა – აკტს-ი [18, 19]. ამ სისტემის ფარგლებში დაპროექტება მიმდინარეობდა საწყის სტანდარტულ ელემენტთა თანწყობების თანმიმდევრული ზრდის პრინციპით.

ბიჯებისა და მალეების მოდულურ ზომათა სხვადასხვა თანწყობანი ჰქმნიდნენ კონსტრუქციულ უჯრედებს. კერძოდ: კონსტრუქციულ უჯრედთა თანწყობანი მათში ჩახაზული გეგმარებითი ვარიანტებით კონსტრუქციულ-გეგმარებით უჯრედებს ჰქმნიან; კონსტრუქციულ-გეგმარებითი უჯრედების თანწყობანი ქმნიან ბინებს; ბინების თანწყობანი – ბლოკ-სექციებს; ბლოკ-სექციებისა კი – საცხოვრებელ სახლებსა და ქალაქმშენებლობის კომპლექსებს.

ტიპის შერჩევის ღია სისტემის პირობებში ინდუსტრიულობის დონის შემდგომი ამაღლება მოითხოვს მსხვილპანელოვან შენობათა ნაკეთობების ქარხნული დამზადების მოქნილ ტექნოლოგიას, რაც შესაძლებელია მხოლოდ ტრანსფორმირებადი საყალიბო ფორმების უნივერსალურობის შემთხვევაში. ამასთან, „გავრცელებულია თითქოსდა მრავალი წლის გამოცდილებაზე დაფუძნებული აზრი, რომ ეკონომიკურად ხელსაყრელი მსხვილპანელოვანი მშენებლობა შეიძლება განხორციელდეს მხოლოდ

ტიპის შერჩევის დახურული სისტემის პირობებში“ [19].

ეს პრობლემა საკმაოდ მწვავედ იდგა სეისმომედეგი სახლთმშენებლობის განვითარების ბოლო ეტაპზე. თუმცა ამ ნაშრომს შეუძლებელია ჰქონდეს აღნიშნული სადაო საკითხის სრული გადაწყვეტის რაიმე პრეტენზია, მაინც გვინდა გამოვთქვათ სურვილი, რომ მსხვილპანელოვანი ტექნოლოგიური სისტემის განვითარების გზები ღია და დახურულ სისტემათა დადებითი მხარეების ეფექტურ გაერთიანება-შერწყმაში უნდა ვეძებოთ, რაც აღიარებულ იყო სხვადასხვა სპეციალისტის მიერ და შეიძლება მიღწეული ყოფილიყო საკედლე ელემენტების სიმაღლეთა და პირაპირულ შეერთებათა შემდგომი უნიფიკაციის შედეგად. ეს უკანასკნელი გულისხმობს პირაპირულ შეერთებათა თანმიმდევრულ გამარტივება-სრულყოფას სეისმომედეგ შენობათა საიმედოობის შეუმცირებლად.

1.2.2. კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილპანელოვანი შენობების სეისმომედეგი სისტემები და მათი მზიდი ელემენტების პირაპირული შეერთებები

ამჟამად არსებული სეისმური ნორმების მიხედვით [21], მსხვილპანელოვანი შენობები უნდა დაპროექტდეს გრძივი და განივი კედლებით, რომლებიც ერთმანეთთან და გადახურვებთან გაერთიანებულნი არიან სეისმური დატვირთვების მზიდ, ერთიან სივრცით სისტემად.

მსხვილპანელოვან შენობათა დაპროექტებისას აუცილებელია:

- გარე კედლებიდან გამონაშვერები არ უდა აღემატებოდეს 3 მ-ს;
- საკედლე და გადახურვის პანელები გათვალისწინებულია როგორც წესი, ოთახის ზომებიდან;
- გათვალისწინებულია საკედლე და გადახურვის პანელების შეერთებები არმატურის ნაშვერთა, ანკერული ღეროებისა და ჩასატანებელი დეტალების შედუღების, ვერტიკალური ჭაურებისა და ჰორიზონტალურ ნაკერთა პირაპირული მონაკვეთების, დაბალი შეკლებადობის (ჯდენადობის) წვრილმარცვლოვანი ბეტონით დამონოლითების გზით;

– გადახურვის პანელების შენობათა გარე კედლებზე ან ტემპერატურულ ნაკერებთან მიმდებარე კედლებზე დაყრდნობისას, გათვალისწინებულია გადახურვის პანელებიდან არმატურის ნაშვერთა, საკედლე პანელების ვერტიკალურ არმატურასთან შედუღებით შეერთება [21] და სხვ.

სეისმომდეგი მსხვილპანელოვანი ერთიანი კონსტრუქციული სივრცითი სისტემის ფორმირებასა და უზრუნველყოფაში, ძალიან დიდია პირაპირულ შეერთებათა როლი. ამასთან, პრაქტიკულად არავითარი მნიშვნელობა არა აქვს ვერტიკალურ დატვირთვებს გადახურვებისაგან გადაეცემა განივ თუ გრძივ კედლებს, თუ ყველა კედლებს ერთდროულად. მთავარია, რომ პირაპირული შეერთებები უნდა უზრუნველყოფდნენ ყველა მზიდი კონსტრუქციული ელემენტის – ორივე მიმართულების კედლებისა და გადახურვების, ერთიან სივრცით სისტემაში სრულფასოვან მუშაობას. აქედან კი ის დასკვნა გამომდინარეობს, რომ სეისმომდეგი მსხვილპანელოვანი შენობების კონსტრუქციულ სისტემათა საიმედოობა, მნიშვნელოვანწილად დამოკიდებულია პირაპირულ შეერთებათა მიღებული კონსტრუქციული გადაწყვეტებისაგან.

პირაპირთა კონსტრუქციების მიღებულ გადაწყვეტათა მნიშვნელობა და პასუხისმგებლობა იზრდება, აგრეთვე, ნაკეთობათა წარმოების ტექნოლოგიურობისა და გარე საკედლე პანელების პირაპირთა საექსპლუატაციო თვისებების, წყალი, ჰაერი, თბოსაიზოლაციო თვისებები, გაუმჯობესების პრობლემათა გათვალისწინებისას.

[19]-ში აღნიშნულია, რომ სახლთმშენებლობის უფრო პერსპექტიული ტექნოლოგიური სისტემისათვის, – ღია სისტემისათვის, რომელიც სამშენებლო ელემენტთა ტიპების შერჩევის კონცეფციაზეა დაფუძნებული, განსაკუთრებით დიდ მნიშვნელობას იძენენ ანაკრებ ელემენტთა შეერთებები: „ღია სისტემის წარმატებით რეალიზაცია დამოკიდებულია შეერთებათა ოპტიმალური კონსტრუქციული გადაწყვეტებისაგან“.

სახლთმშენებლობის გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ საცხოვრებელ

შენობათა საექსპლუატაციო თვისებები პირდაპირ დამოკიდებულია გარე საკედლე პანელების პირაპირთა კონსტრუქციული გადაწყვეტების შემდგომ გაუმჯობესებაზე”. სხვადასხვა ნაშრომებში [18] საკმაოდ სრულადაა აღწერილი ჩვენს ქვეყანაში და საზღვარგარეთ მიღებული გარე საკედლე პანელების, პირაპირების კონსტრუქციული გადაწყვეტები. დახასიათებულია ასევე, მათი განვითარების ეტაპებიც მათი საექსპლუატაციო (დამცავ-შემომზღუდავი) თვისებების ამალგების თვალსაზრისითაც. მოცემულია ამ ხასიათის ცალკეული წინადადებებიც.

განვიხილოთ პირაპირულ შეერთებათა თავისებურებანი სეისმომედეგ მსხვილპანელოვან სისტემაში სხვადასხვა ძალურ ზემოქმედებებზე მათი მუშაობის თვალსაზრისით.

შენობის აგებისას მათი განხორციელების წესისა და ძალურ ზემოქმედებებზე მუშაობის შესაფერისი თავისებურებების მიხედვით, მსხვილპანელოვან სეისმომედეგ შენობათა მზიდ კონსტრუქციულ ელემენტთა პირაპირული შეერთებები, ძირითადად, შეიძლება ორ ჯგუფად დავყოთ. ესაა, – შედუღებით (ან შედუღებული) და შეუდუღებელი შეერთებები. ასეთი დაჯგუფებისას აქცენტი გადატანილია იმ ლითონის ელემენტებზე, რომლებიც პირაპირულ შეერთებებში მონაწილეობენ.

მეორეს მხრივ, სეისმომედეგ მსხვილპანელოვან სახლთმშენებლობაში გამოყენებული პირაპირული შეერთებები შეიძლება დავყოთ მონტაჟისას ბეტონის ხსნარით დამონოლითებად და მშრალ პირაპირებად. ამ შემთხვევაში აქცენტი გადაიტანება პირაპირში ბეტონის ან რკინაბეტონის შემაერთებელ ელემენტთა არსებობაზე.

შენობის სისტემაში ადგილმდებარეობის მიხედვით, ასხვავებენ ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ პირაპირებს. ჰორიზონტალური პირაპირები ამავე დროს იყოფიან პლატფორმულ, კონტაქტურ, მონოლითურ, პლატფორმულ-მონოლითურ და კონტაქტურ-პლატფორმულ პირაპირებად [19, 22].

პირაპირში შემაერთებელ პანელთა ტორსის ფორმის მიხედვითა და ძვრის ძალვათა მიღება-გადაცემის წესის (ხერხის, სახის) შესაბამისად, მონტაჟისას

დამონოლითებადი ვერტიკალური პირაპირები იყოფა სოგმანურ (სოგმანებით) და უსოგმანო პირაპირებად. უსოგმანო შეერთებებისას საკედლე პანელების ვერტიკალური ტორსები ბრტყელი ან გეგმაში პროფილირებული ფორმისაა. ამასთან, ეს ფორმა შენარჩუნებულია კედლის მთელ სიმაღლეზე უცვლელად. სოგმანური პირაპირების შემთხვევაში საკედლე პანელების ვერტიკალურ ბრტყელ ან პროფილირებულ ტორსებზე განლაგებულია ადგილობრივი ჩაღრმავებები ან ნაშვერები, რომელთა საშუალებითაც, პირაპირის ბეტონის ან ქვიშა-ცემენტის ხსნარით დამონოლითების შემდეგ, წარმოიქმნება სოგმანური შეერთება [18].

უსოგმანო პირაპირებში ძვრის ძალების მიღება-გადაცემა ხდება ანაკრები ელემენტების შედუღებული ან მარყუჟოვანი (შეუდუღებელი), პირაპირში დამონოლითებული არმატურის ნაშვერებით. ე.ი. ვერტიკალურად დამონოლითებადი უსოგმანო პირაპირები, პრაქტიკულად ყოველთვის რკინაბეტონისანი არიან. სოგმანური დამონოლითებადი პირაპირები კი შეიძლება იყვნენ როგორც ბეტონისა (თუ მათში არა გვაქვს ლითონის კავშირები), ისე რკინაბეტონისა (თუ მათში ძვრის ძალების მიღება-გადაცემა ხდება ბეტონის სოგმანებითა და მარყუჟების ან/და შედუღებული ნაშვერების არმატურის კავშირებით).

გარდა რკინაბეტონის პირაპირში მითითებული სახისა, შედუღებული პირაპირული შეერთებები შეიძლება განხორციელდეს აგრეთვე ჩასატანებელი დეტალების საშუალებით. ამ შემთხვევაში ძვრის ძალების მიღება-გადაცემა ხდება ანაკრებ ელემენტებში ჩაანკერებული ჩასატანებელი დეტალებისა და მათთან მიდუღებული ლითონის ზედების საშუალებით.

ვერტიკალურ პირაპირებში საკედლე პანელთა შეერთების აღწერილი ტიპები მოცემულია [22, 23]-ში. შენობის სისტემაში კედლებს შორის ვერტიკალური პირაპირების ზონაში ძვრის ძალების მიღება-გადაცემაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს გადახურვის ფილა, რომელიც საკედლე პანელის გაბარიტების შიგნითაა შეტანილი. ვერტიკალურ პირაპირებში კედლების ერთობლივი მუშაობა მაშინაც შეიმჩნევა, როცა უსოგმანო პირაპირში არმატურის კავშირები არა გვაქვს. ასეთი შემთხვევები

გამოკვლეულია სხვადასხვა ნაშრომებში მათ შორის [18]-შიც.

სეისმომედეგი მსხვილპანელოვანი სახლების დაპროექტებისადმი (კონსტრუირებისა და ანგარიშისადმი) წაყენებული მოთხოვნები და რეკომენდაციები, რომლებიც ემყარებიან [21]-ის დებულებებს, მოცემულია [13, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 და სხვ.]-ში. ამასთან [23, 24]-ში, შედუღებულ პირაპირთა გარდა, რეკომენდებულია არმატურის კავშირები განხორციელდეს მარყუჟების ურთიერთზე გადადებით და გრძივი (ვერტიკალური) მანკერებელი ღეროების დაყენებით.

მონტაჟისას შრომატევადობისა და მსხვილპანელოვან სეისმომედეგ შენობათა აგების დროის შესამცირებლად ჩვენი ქვეყნისა და უცხოელ სპეციალისტთა შრომებში შემოთავაზებულია დამაბულ გრძივ ღეროებიანი, სოგმანური, მონტაჟისას დამონოლითებადი პირაპირული შეერთებები [18, 19].

მსხვილპანელოვანი შენობის მზიდი ელემენტების მონტაჟისას, დამონოლითების სველი პროცესებისა და საშემდუღებლო სამუშაოების მოცულობათა შესამცირებლად შემოთავაზებულია, რომ სეისმომედეგი მსხვილპანელოვანი შენობები ჩრდილოეთის ქვეყნების (სკანდინავია, რუსეთი) პირობებში, აგებულნი იქნენ ე.წ. „მშრალი“ პირაპირებით, რაც საქართველოსთვის ნაკლებად ეკონომიური ჩანს.

შეუდუღებელ პირაპირულ შეერთებათა სხვადასხვა კონსტრუქციული გადაწყვეტები, – არმატურის მარყუჟების, ჩანგლებისა და სპირალების სახით (რომლებიც გამოყენებულია იაპონიის, საფრანგეთის, რუმინეთის, ბულგარეთის, იუგოსლავიის და მსოფლიოს სხვა ქვეყნების სეისმურ რაიონებში მსხვილპანელოვანი სახლების მშენებლობისას), აღწერილია სხვადასხვა ნაშრომში [18].

ზემოთ აღნიშნულ და სხვა ნაშრომებში აღწერილ, ცალკეულ პირაპირულ შეერთებათა მზიდი უნარისა და დამყოლობის შემსწავლელი კვლევითი სამუშაოების ზოგიერთი შედეგი მოცემულია ქვემოთ.

1.2.3. კარკასულ რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილპანელოვან შენობათა სეისმომდეგობის შეფასება ძლიერ მიწისძვრათა შედეგების ინჟინრულ ანალიზთა საფუძველზე

ამათუიმ ნაგებობის სეისმომდეგობის შეფასებისას, ყველაზე მეტად უტყუარ ინფორმაციად უნდა ჩაითვალოს ძლიერ მიწისძვრათა შედეგების ინჟინრული ანალიზით მიღებული მონაცემები. მიმოვიხილოთ მოკლედ ის ინფორმაცია, სადაც მოცემულია თუ როგორ გადაიტანეს მსხვილპანელოვანმა შენობებმა სხვადასხვა რეგიონის დამანგრეველ მიწისძვრათა ზემოქმედება.

პანელურ შენობათა სეისმომდეგობის მასობრივი შემოწმების საშუალებას გვაძლევენ ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე მომხდარი რამდენიმე დიდი მიწისძვრის შედეგები.

მსხვილპანელოვანმა, ოთხიდან თორმეტ სართულამდე სიმაღლის შენობებმა კარგად გადაიტანეს ჯამბულის 1971 წლის ძლიერი მიწისძვრა.

პეტროპავლოვსკ-კამჩატკის მსხვილპანელოვანი სახლებით განაშენიანებულ რაიონში, 1971 წლის მიწისძვრის ინტენსიურობა 8 ბალს შეადგენდა, ანუ დაახლოებით შეესაბამებოდა შენობათა საანგარიშო სეისმურობას. მთლიანად ამ მიწისძვრისას მსხვილპანელოვანმა სახლებმა საკმარისი სეისმომდეგობა გამოამჟღავნეს. ამავე დროს ბზარების წარმოშობის ხასიათის ანალიზი გვიჩვენებს პანელების სიბრტყიდან მოქმედი ჰორიზონტალური ძალების შესამჩნევ გავლენას [18].

კარპატების 1977 წლის 4 მარტის მიწისძვრის შემდეგ, რომლის ინტენსიობა დაახლოებით 8 ბალით შეფასდა, თვითონ ბუქარესტის საანგარიშო სეისმურობა გაიზარდა 8,5 ბალამდე, ნაცვლად მანამდე მიღებული 7 ბალისა (ამ ქალაქში სამოციანი წლებიდან მოყოლებული შენდებოდნენ შეუდუღებელი, მარყუჟოვანი პირაპირული შეერთებების მქონე მსხვილპანელოვანი შენობები), – ბუქარესტში ჩამოიქცა 33 სახლი, 700-ზე მეტი შენობა-ნაგებობა სერიოზულად დაზიანდა, მათგან 200 დაექვემდებარა შემდგომ დემონტაჟს (აღებას). თანამედროვე შენობებმა საერთოდ, წარმატებით გაუძლეს მიწისძვრას. განსაკუთრებით ეს ითქმის

მსხვილპანელოვან შენობებზე, რომლებსაც პრაქტიკულად არ ჰქონდათ სერიოზული დაზიანებანი [18]. რუმინელ სპეციალისტთა აზრით მსხვილპანელოვანმა სახლებმა უკეთესად გადაიტანეს მიწისძვრა, ვიდრე მონოლითური რკინაბეტონის შენობებმა.

საინტერესოა გაზლის 1976 წლის მიწისძვრის შედეგებიც. ეს რაიონი მანამდე არასეისმურად ითვლებოდა და ნებისმიერი ნაგებობა ანტისეისმური ღონისძიებების გარეშე შენდებოდა. 1976 წელს აქ ორი ძლიერი მიწისძვრა მოხდა. 8 აპრილს ეპიცენტრალურ ზონაში 8 ბალის ინტენსიობით და 17 მაისს 9 ბალის ინტენსიობით.

გაზლის მიწისძვრის შედეგების შესწავლისას პირველად იქნა მიღებული მონაცემები, რომლებიც სეისმურ ზემოქმედებათა დროს მსხვილპანელოვან შენობათა ზღვრულ მდგომარეობებზე მსჯელობის საშუალებას იძლევიან. თუ სხვა რეგიონებში მომხდარი მიწისძვრების გადამტანი მსხვილპანელოვანი სახლები ანტისეისმურ ღონისძიებათა გათვალისწინებით იყვნენ აგებულნი, გაზლში მსხვილპანელოვან შენობებს არავითარი ანტისეისმური გაძლიერება არ გააჩნდათ. აქ მსხვილპანელოვანმა სახლებმა მიიღეს ძლიერი დაზიანებანი, თუმცა გაუძლეს მიწისძვრას გაცილებით უკეთ, ვიდრე სხვა კონსტრუქციული სქემის შენობებმა (ქვის, კარკასულმა და სხვ.). მსხვილპანელოვანი შენობები კარგად იყვნენ შენარჩუნებულნი (შენახულნი) მაშინაც კი, როცა მისი ცალკეული მზიდი ელემენტები მწყობრიდან იყვნენ გამოსულნი [18].

მსხვილპანელოვან შენობათა მაღალი საიმედოობისა და სეისმომდეგობის განსაკუთრებით მკაფიო დადასტურებას იძლევა 1988 წლის 7 დეკემბრის ჩრდილო სომხეთის (ე.წ. სპიტაკის) მიწისძვრის შედეგები.

A1-451KII სერიის მსხვილპანელოვანმა 9-სართულიანმა სახლებმა ქ. ლენინაკანში მიიღეს 0-1 ხარისხის დაზიანებანი (ბეწვის ზომის ბზარები პანელების კონტურზე და ზღუდარებზე), ხოლო მათ გვერდით მდგარი 9-სართულიანი, კარკასული 111 სერიისა და 5-სართულიანი, 450 სერიის ქვის შენობები ან ჩამოინგრნენ, ან დაზიანდნენ, მათ შორის კარკასული 111 სერიის – IV ხარისხით [18].

მსხვილპანელოვან შენობათა ქცევის ინჟინრული ანალიზი, აგრეთვე მათი დეფორმირებული მდგომარეობის გაანგარიშებითი ანალიზი, შესრულებული სპიტაკის მიწისძვრისათვის, გვიჩვენებს, რომ ამ შენობათა ზღვრული მდგომარეობა მიიღწევა ნორმატულზე გაცილებით მაღალი ინტენსიობის ზემოქმედების დროს. ნორმატიული ზემოქმედებების დროს შენობათა არადრეკადი დეფორმაციები მცირეა და დასაშვებისაგან ძალიან დაშორებული. ფუძე-ყამირის რხევის ვერტიკალური მდგენელი სუსტ გავლენას ახდენს 5-9-სართულიანი მსხვილპანელოვანი შენობების დამაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობაზე [18].

ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე მომხდარი მიწისძვრების, მათ შორის სპიტაკის მიწისძვრის შედეგების მიხედვით შეიძლება თამამად ვამტკიცოთ, – მსხვილპანელოვანი შენობები სეისმომედეგია.

ჩრდილოეთ სომხეთის ქალაქებში (ლენინაკანი, კიროვაკანი, ალავერდი და სხვ.) 7-ბალიანი სეისმურობისათვის დაპროექტებულმა ცხრა-სართულიანმა მსხვილპანელოვანმა შენობებმა მინიმალური დაზიანებებით გადაიტანეს 0,5–1 ბალით მეტი ინტენსიურობის მიწისძვრის ზემოქმედება. იმავე დროს ქვისა და კარკასის შენობებმა მიიღეს მეტად ძლიერი დაზიანებანი, მრავალი მათგანი კი ჩამოიქცა (თანმდევი დიდი მსხვერპლით).

სპიტაკშიც კი, რომელიც თითქმის მთლიანად დაინგრა 9-10-ბალიანი მიწისძვრისაგან, ორ ხუთსართულიან მსხვილპანელოვან სახლს, რომლებიც გათვლილნი იყვნენ 8-ბალიან სეისმურობაზე, არ განუცდიათ მზიდ კონსტრუქციათა ჩამონგრევები. ე.ი. მსხვილპანელოვანმა სახლებმა ეპიცენტრალურ ზონაშიც უზრუნველყვეს ადამიანთა უსაფრთხოება [22].

სწორად დაპროექტებულმა მსხვილპანელოვანმა სახლებმა წარმატებით გადაიტანეს მოლდავეთის 1987 წლის მიწისძვრა. ქ. კიშინოვში ასობით 9-სართულიანი სიმაღლის სხვადასხვა კონსტრუქციული სისტემის მსხვილპანელოვანი სახლია. მათმა უმრავლესობამ 7-8-ბალიანი ზემოქმედების შედეგად მიიღეს უმნიშვნელო დაზიანებანი, უფრო მცირე, ვიდრე ბევრმა მონოლითურმა სახლმა [18, 22, 26, 27, 28 და სხვ.].

ძლიერ მიწისძვრათა შედეგების, დიდი მოცულობის ინფორმაციის სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე, რისკების შეფასებისას მსხვილპანელოვან შენობათა სეისმომდეგობის თვალსაზრისით. არაერთი (ავტორი [18, 26, 27, 28 და სხვ.]) დაასკვნის:

1. მსხვილპანელოვან სახლებს გააჩნიათ მაღალი საიმედოობა სეისმური ზემოქმედების დროს. მათთვის სეისმური რისკი ხშირ შემთხვევებში უფრო დაბალია, ვიდრე რისკი ადამიანთა საქმიანობის სხვა სფეროში.

2. მსხვილპანელოვანი სეისმომდეგი შენობების ოპტიმალური საიმედოობის უზრუნველყოფა, საშუალებას იძლევა ადამიანთა სიცოცხლისათვის ყოველგვარი ზიანის გარეშე, შემცირდეს სეისმურ რისკთან დაკავშირებული ხარჯები“.

ამრიგად, როგორც დამანგრეველ მიწისძვრათა შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, ნორმატულ დოკუმენტთა მოთხოვნების შესაბამისად აგებულ მსხვილპანელოვან 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 [18]).

1.2.4. სხვადასხვა სახის პირაპირულ შეერთებათა მზიდი უნარისა და დამყოლობის შემსწავლელი ექსპერიმენტულ-კვლევითი სამუშაოების მოკლე მიმოხილვა

დიდი ზომის პანელებისაგან აგებულ, მზიდკედლებიანი კონსტრუქციული სისტემების დაპროექტებისას, გაზრდილი ყურადღება უნდა მიექცეს პირაპირთა განლაგებასა და კონსტრუქციულ გადაწყვეტას. ბევრი ავტორი თამამად აღნიშნავს, რომ სივრცითი მსხვილპანელოვანი სისტემის სიხისტე უპირველეს ყოვლისა განპირობებულია ვერტიკალურ პირაპირთა სწორი

გადაწყვეტითა და ხარისხიანი შესრულებით.

ცხადია, მსხვილპანელოვან შენობათა სეისმომდეგობის უზრუნველსაყოფად გადამწყვეტ ფაქტორს პირაპირულ შეერთებათა სიმტკიცე წარმოადგენს. მაგრამ სეისმურ ზემოქმედებათა დროს მსხვილპანელოვან შენობათა ქცევის თვალსაზრისით, პირაპირთა არანაკლებ მნიშვნელოვანი მახასიათებელი მათი დეფორმაციულობაცაა. არაერთ ნაშრომში მოცემულია იმ კვლევათა შედეგები, რომლებიც მსხვილპანელოვანი შენობების თავისუფალი რხევის პერიოდებსა და ფორმებზე პირაპირულ შეერთებათა დამყოლობის გავლენას შეისწავლიან. კიდევ უფრო მეტ მნიშვნელობას იძენს დამყოლობის ცვლილების რეალური სურათის ცოდნა, პირაპირთა მზიდი უნარის ამოწურვამდე შენობათა არაწრფივი სეისმური ანგარიშებისათვის. ეს უკანასკნელნი სულ უფრო და უფრო აუცილებელნი ხდებიან სეისმომდეგი მსხვილპანელოვანი შენობების (და არა მარტო მათი) ოპტიმალური დაპროექტების გზათა ძიების პროცესში. ამ ტიპის შენობათა ოპტიმალური დაპროექტება კი, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, საშუალებას იძლევა ადამიანთა სიცოცხლისათვის ყოველგვარი ზიანის გარეშე შემცირდეს ანტისეისმურ ღონისძიებებთან დაკავშირებული ხარჯები.

აღბათ, სწორედ ამით აიხსნება ის ფაქტი, რომ მრავალი ავტორი პირაპირულ შეერთებათა ექსპერიმენტული კვლევისას უმთავრეს ამოცანად მიიჩნევს როგორც მათი სიმტკიცის, ისე დამყოლობის შესწავლის საკითხს. მსხვილპანელოვან შენობათა პირველი წარმომადგენლების ექსპლუატაციაში შესვლისთანავე, ეს საკითხები ინტენსიურად შეისწავლება მრავალი ქვეყნის სპეციალისტების მიერ. ამასთან, ყოფილ საბჭოთა კავშირში აშკარად უფრო სჭარბობდნენ შედუღებულ პირაპირულ შეერთებათა საკვლევი სამუშაოები, რომელთა კვლევის შედეგები აისახა მსხვილპანელოვან შენობათა პროექტების საკითხებზე არსებულ ნორმატულ ლიტერატურაშიც. არმატურის ნაშვერების შედუღებითა და პირაპირის სივრცის შემდგომი დამონოლითებით მიღებულ შეერთებებს ახასიათებთ მაღალი სიხისტე და მსხვილპანელოვან კონსტრუქციულ სისტემათა სხვადასხვა ძალურ ზემოქმედებებზე მუშაობის უზრუნველყოფის თვალსაზრისით, საკმაოდ

დიდი რეზერვებიც გააჩნიათ. ეს უბიძგებდა სპეციალისტებს ნაკლებ დანახარჯების მქონე შეერთებათა დამუშავებისა და გამოკვლევისაკენ.

ცალკეულ სამუშაოებში შესწავლილი იქნა პირაპირულ შეერთებათა არატრადიციული გადაწყვეტები და ასეთ პირაპირებიან მსხვილპანელოვან შენობათა ფრაგმენტები.

წინასწარდაძაბულ არმატურიანი მსხვილპანელოვანი შენობების სეისმომდეგობის გამოკვლევათა შედეგებმა, ასევე, „დადასტურეს წინასწარდაძაბული არმატურით ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ პირაპირთა მოკუმშვის გზით მსხვილპანელოვან შენობათა აგების პრინციპული შესაძლებლობა ჩასატანებელ ელემენტთა გამოყენების გარეშე“ [18].

მსხვილპანელოვანი შენობის სამსართულიანი ფრაგმენტის ექსპერიმენტულ კვლევათა შედეგად განსაზღვრულია „მშრალ“ პირაპირებიანი კონსტრუქციების ფაქტიური დინამიური მახასიათებლები. დადასტურებული იქნა სისტემის ადაპტაციურ თვისებათა პრაქტიკული რეალიზებადობა. გამოვლენილი იქნა ძირითადი დაზიანებანი და შესასწავლი სისტემის სუსტი მხარეები, რომლებიც შემდგომ კონსტრუქციულ დამუშავებას მოითხოვენ. შემუშავებულ იქნა სათანადო რეკომენდაციები პირაპირებისა და კვანძების გადაწყვეტათა გასაუმჯობესებლად.

ავტორები, რომლებიც ითვალისწინებენ შეუდუღებელი სპირალური შემაერთებელი არმატურის მქონე პირაპირების სტატიკურ და დინამიკურ დატვირთვებზე გამოცდების შედეგებს, თავიანთ ნაშრომებში ასკვნიან, რომ სპირალურ არმატურიანი შეერთებები შეიძლება გამოყენებულნი იქნენ, მხოლოდ ვერტიკალურ პირაპირებში 7-ბალიანი სეისმურობის რაიონების 5 სართულამდე სიმაღლის სახლებისათვის.

პირაპირულ შეერთებათა გამოცდის დიდი მოცულობის სამუშაოთა აღმწერ ნაშრომებში კი მითითებულია, რომ არმატურის მარყუჟოვან ნაშვერთა უბრალოდ თავგადადებული პირაპირების უნარი და სიხისტე 1,5-2-ჯერ აღემატება არმატურის ჩანგლებიანი კავშირების მქონე პირაპირების შესაბამის მახასიათებლებს. ნიშანცვლადი ძვრის დატვირთვებისათვის შეუდუღებელ პირაპირთა მზიდი უნარი თითქმის არ იცვლება, ხოლო

გადაადგილებები იზრდებიან ორჯერ, შედუღებულ პირაპირებთან შედარებით. აგრეთვე აღნიშნულია, რომ სოგმანური არმირებული პირაპირების რღვევას მყიფე ხასიათი არა აქვს. ძვრისა და ღუნვის სტატიკურ დატვირთვებზე ჩატარებულ ექსპერიმენტთა შედეგების ანალიზი, ნატურალური სიდიდის გადახურვის ფილების არმატურის კავშირებიანი, – შედუღებით, სპირალური და ჩანგლოვანი პირაპირული შეერთებებისათვის, – გვიჩვენებენ, რომ სპირალურ არმატურის კავშირებიანი გადახურვის პანელთა შეერთების კვანძს თითქმის ისეთივე „სტატიკური და დინამიკური სიხისტეები აქვს, რაც არსებულ შედუღებულ კვანძს. ისინი ახლოს არიან ერთმანეთთან ლითონის ხარჯების მიხედვითაც“.

შედუღებული და ჩანგლოვანი არმატურის კავშირებიანი, ნატურალური ზომის ვერტიკალურ პირაპირული შეერთებების ძვრაზე გამოცდების შედეგად აღმოჩნდა, რომ ჩანგლოვან კავშირებიანი პირაპირების მზიდი უნარი და სიხისტე მნიშვნელოვნად განისაზღვრება იმის მიხედვით, პირაპირის ზონაში ერთი ვერტიკალური არმატურის ღეროა თუ ვერტიკალური სივრცითი არმატურის კარკასი. სივრცით კარკასიანი პირაპირის მზიდი უნარი 4,5-5-ჯერ, ხოლო სიხისტე დაახლოებით 30-ჯერ აღემატება ერთი ვერტიკალური ღეროს მქონე პირაპირის მზიდ უნარსა და სიხისტეს. ამასთან, სივრცით კარკასიანი პირაპირის მზიდი უნარი შედუღებულ არმატურიანი პირაპირის მზიდი უნარის ტოლია, ხოლო სიხისტე თითქმის 1,5-ჯერ ნაკლებია ვიდრე ამ უკანასკნელისა.

არაერთი გამოცდის შედეგების გაცნობისას ვლინდება, რომ მარყუჟოვანი კავშირები, მათი სწორი კონსტრუირებისას, დამაკმაყოფილებლად იტანენ ინტენსიურ (მათ შორის ნიშანცვლად) დატვირთვებს. ასეთი პირაპირები მიჩნეულია პერსპექტიულ და რაციონალურ შეერთების სახედ, სეისმურ რაიონებში მშენებარე მსხვილპანელოვანი სახლებისათვის. ამასთან, შეუდუღებელ მარყუჟოვან არმატურის კავშირების პირაპირში ჩაანკერების საიმედოდ უზრუნველყოფის შემთხვევაში, ასეთი პირაპირის მზიდი უნარი შედუღებულ არმატურიანი პირაპირის მზიდი უნარის ტოლია, ხოლო დამყოლობა ამ უკანასკნელზე რამდენადმე მაღალი. აღსანიშნავია აგრეთვე,

რომ შეუდუღებელ მარყუჟოვან პირაპირში ვერტიკალური მანკერებელი ღეროების რაოდენობა ტოლი უნდა იყოს არანაკლებ ორისა (როცა მარყუჟების დიამეტრები 10-20 მმ-ია) ან ოთხისა (როცა მარყუჟების დიამეტრები 20მმ-ზე მეტია).

საქართველოსა და სხვადასხვა ქვეყნების მსხვილპანელოვან სეისმომედეგ მშენებლობაში არსებული მდგომარეობის, ძლიერ მიწისძვრათა შედეგების ინჟინრულ ანალიზთა საფუძველზე მსხვილპანელოვან შენობათა სეისმომედეგობის შეფასების, ამ ტიპის შენობების პირაპირულ შეერთებათა სიმტკიცე-დამყოლობის შემსწავლელი ექსპერიმენტულ-კვლევითი სამუშაოებისა და სეისმურ ზემოქმედებებზე შენობათა არაერთი გაანგარიშების შედეგთა ზემოაღნიშნული მიმოხილვა-ანალიზის საფუძველზე, გვინდა მკაფიოდ განვაცხადოთ განხილულ [18,19,20,22,23,24,25,26,27,28,29] და სხვა ლიტერატურულ წყაროებში მიღებული საერთო, შემდეგი ძირითადი დასკვნების შინაარსი:

– მსხვილპანელოვან შენობათა სეისმომედეგობა მნიშვნელოვანწილად განპირობებულია მზიდ კონსტრუქციათა პირაპირული შეერთებების სიმტკიცითა და სიხისტით. მშენებლობის პრაქტიკაში გამოყენებული პირაპირები უზრუნველყოფენ შეერთებათა კარგ სიმტკიცეს [20, 25, 28 და სხვ.].

– მსხვილპანელოვან სახლებს ახასიათებთ მაღალი საიმედოობა სეისმური ზემოქმედების დროს. სეისმურ რაიონებში არსებულ თანამედროვე მსხვილპანელოვან შენობათა სეისმომედეგობა ოპტიმალურზე მაღალია. მათი ოპტიმალური საიმედოობის უზრუნველყოფა, საშუალებას იძლევა ადამიანთა სიცოცხლისათვის ყოველგვარი ზიანის გარეშე, შემცირდეს სეისმურ რისკთან დაკავშირებული ხარჯები [18, 26, 27, 28 და სხვ.].

ამრიგად შეიძლება ითქვას, თუკი დაზიანებული მსხვილპანელოვანი სეისმომედეგი შენობის დეტალური გამოკვლევით დგინდება, რომ: – ის აკმაყოფილებს მოქმედი ნორმატიული აქტების მოთხოვნებს, – მისი ანაკრები კონსტრუქციები და ელემენტთა შეერთებები შესრულებულია საპროექტო

გადაწყვეტებთან სრული შესაბამისობით, – ფუძე-გრუნტების სისუსტის გამო შენობის მხოლოდ სტატიკური ან/და ქარის დატვირთვებზე მასში წარმოქმნილი დეფორმაციები, აგრეთვე, ბზარები რკინაბეტონის მზიდ კონსტრუქციულ ელემენტებში არ პროგრესირებენ (მათ შორის, მხოლოდ ფუძე-საძირკვლების გამაგრების შემდეგ ან მათ გაუმაგრებლად), – მაშინ სრულიად უსაფრთხოა ასეთი შენობის მზიდ კონსტრუქციებში არსებული, თუნდაც გამჭოლი ბზარები გამაგრების გარეშე, მხოლოდ ისეთი სარემონტო სამუშაოებით იქნეს ლიკვიდირებულ-მოპირკეთებული, რომლებითაც აღიკვეთება ბზარების სივრციდან არმატურების შესაძლო კოროზირება.

1.3. შენობათა სეისმოიზოლაცია და სეისმოიზოლატორები

„სეისმოიზოლაცია“ ტერმინის მასობრივი გამოყენება ყოფილი საბჭოთა ქვეყნების სეისმომედეგ მშენებლობაში იწყება მეოცე საუკუნის 90-იანი წლებიდან, თუმცა მგავსი ტიპის შენობები 1959 წლიდან იშვიათად, მაგრამ მაინც შენდებოდა ექსპერიმენტულად. ამ მდგომარეობას მანამდეც და დღესაც აქვს თავისი საფუძველი, რაც უპირველეს ყოვლისა გამოწვეულია ტერმინის აღქმა-ასოცირებით სანტექნიკურ და სხვა სამოქალაქო-საინჟინრო სამუშაოებში არსებულ, მეტად მნიშვნელოვან „იზოლაცია“ ტერმინთან. სანტექნიკური (და ბევრი სხვა საინჟინრო საქმიანობის) სფეროსათვის ტერმინი იზოლაცია ძირითადად გულისხმობს ორი გარემოს ისეთ გამოყოფა-განმხილვას, როცა იზოლაციის დარღვევა ნიშნავს მეტნაკლებად, მაგრამ ცალსახად ავარიულ მდგომარეობას (მაგ.: ჰიდრო-, ზოგადად სითხის ან გაზის სადინარ-სათავსთა იზოლაცია და სხვ.). სხვაგვარად რომ ვთქვათ, სანტექნიკურ სფეროში მიღებული იზოლაცია ტერმინი, აბსოლუტური სისრულე-სიზუსტის მნიშვნელობას ასახავს. ასევე, სახურავის ჰიდროიზოლაციით წყალი აბსოლუტურად იზოლირებული უნდა იყოს შენობის შიგა სივრცისაგან ან/და შიგა სივრცე წვიმის წყლისაგან.

სეისმოზოლოგიის შემთხვევაში ასეთი აბსოლუტურობის მოთხოვნა პრაქტიკულად არ არსებობს და უმრავლეს შემთხვევაში უბრალოდ მიუღწეველიც შეიძლება იყოს. მიწისძვრისას სეისმოზოლოგიური შენობა შეიძლება ირხეოდეს, მაგრამ ცხადია შენობაზე მცირე სიდიდის სეისმური ძალების ზემოქმედების პირობებში, რასაც უზრუნველყოფს სპეციალური კონსტრუქციის მოწყობილობა-ელემენტები, ე.წ. სეისმოზოლატორები. ამ ტერმინის საყოველთაოდ შემოღებამდე მის ნაცვლად მეოცე საუკუნის სამოცდაათიანი წლებიდან, სეისმომედეგი მსგავსი შენობების სეისმოსაიმედოობის მეთოდისათვის მასიურად გამოიყენებოდა ტერმინი „აქტიური სეისმოდაცვა“, საპირისპიროდ იმ შენობებისა, რომლებითაც არის განაშენიანებული დღეს საქართველოს ტერიტორია და რომელთა სეისმომედეგობის უზრუნველმყოფი მეთოდისთვისაც, ასევე მასიურად გამოიყენებოდა ტერმინი „პასიური სეისმოდაცვა“. აქტიური სეისმოდაცვის სეისმომედეგი შენობების დაპროექტება-მშენებლობა, ყოფილ საბჭოთა კავშირში მხოლოდ ე.წ. ექსპერიმენტული ხასიათისა იყო და საქართველოში დღეს ასეთი შენობები ფაქტიურად არც არის (ტერმინოლოგიასთან დაკავშირები, ჩვენ ქვემოთ გამოვიყენებთ ამ პარაგრაფის დასახელებაში მოცემულ ტერმინებს, მიუხედავად იმისა, რა პერიოდის მოვლენა-სიტუაციათა აღწერას მოვახდენთ – 1990-იან წლებამდე თუ მის შემდეგ). მიუხედავად ამისა, წინა პარაგრაფებში ჩვენს მიერ დასახელებული პრობლემური, – მრავალი დაზიანებული შენობისა ან/და ერთი ბალით გაზრდილი მათი დაფუძნების ტერიტორიათა არსებობის პირობებში მყოფი (დაზიანებულებზე გაცილებით უფრო მეტი), – შენობების ე.წ. სეისმოზოლოგიურულ შენობებად გარდაქმნისათვის გამოყენებული სეისმოზოლატორები, სავსებით მისაღები კონსტრუქციული ელემენტები შეიძლება გახდნენ, საერთო სახელმწიფოებრივ მიდგომა-დონისძიებათა შემუშავების პროცესში, აღნიშნულ შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის ან გაძლიერება-რეკონსტრუქციის სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების განსახორციელებლად. ასეთი მიდგომა, მთელი ქვეყნისათვის სავსებით გასაგები მიდგომა უნდა გახდეს, ყველა დანარჩენთან შედარებით: –

დაწყებული ერთი ბალით გაზრდილი მიწისძვრის მოხდენის ლოდინიდან – არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის კაპიტალურ შენობათა დემონტაჟ-ხელახლა აშენებამდე, – ხოლო რამდენადაც დაზიანებულ შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის საკითხი ნაშრომის ერთ-ერთ უმთავრეს ამოცანას მიეკუთვნება, ჩვენი ვალდებულებაა რაც შეიძლება ფართოდ მიმოვიხილოთ შენობათა სეისმოიზოლაციასა და სეისმოიზოლატორების შესახებ, ჩვენი ხელმისაწვდომი და სპეციალისტ-მშენებლისათვის თეორიულად ან პრაქტიკულად საინტერესო ნებისმიერი ინფორმაცია.

შენობა-ნაგებობათა სეისმოიზოლიაციის იდეათა ფესვები შორეული წარსულიდან იღებენ სათავეს. ძველი რომაელი ხუროთმოძღვრის ვიტრუვიუსის წიგნში არის ბურთულეზე/სფეროვზე/გორგოლაჭებზე დადგმული/დაყრდნობილი სახლის გამოსახულება. პირველი სეისმოიზოლირებული სახლი, რომლის სეისმოიზოლაციის ელემენტებად (სეისმოიზოლატორებად) გამოყენებული იყო ფოლადის ზამბარები და ქანქარისებრი საკიდი, ყოფილი სსრკ-ს ფარგლებში აშენდა ქ. აშხაბადში 1959 წელს. სეისმოიზოლაციის ეს მცდელობა არ აღმოჩნდა სასურველად შედეგიანი, რადგან ეფუძნებოდა იმავე გამარტივებულ წარმოდგენებს სეისმოიზოლაციაზე, რასაც მხოლოდ სიხისტის დამაქვეითებელი მისი მრავალი წინამორბედი შემოთავაზებდა [30, 31].

სეისმოიზოლაციის კონცეფცია მშენებლებს იზიდავდა გასაგები მიზეზით. ტრადიციულად, კედლების, კოლონების და შენობის სხვა მზიდი ელემენტების სიმტკიცის გაზრდის, – ამ ელემენტთა ზომების, შესაბამისად კი ანტისეისმური ღონიძიებების ღირებულებათა მომატების (ამასთან, ზოგჯერ არაეფექტურის, რადგან წონისა და სიხისტის მომატებას ხშირად მიყვავართ სეისმური დატვირთვის ზრდასთან) – ნაცვლად სეისმოიზოლაციას უნდა შეემცირებინა სეისმური დატვირთვები. ამგვარად, სეისმოსაიმედოობა მიიღწევა შენობა-ნაგებობის ფასის გაუდიდებლად. უმეტეს შემთხვევებში ელემენტთა ზომები მცირდება, ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები შეიძლება არსებითად გაუმჯობესდეს [31, 32, 33, 34, 35, 36, 37].

მიუხედავად უცხადესი მიმზიდველობისა, სეისმოიზოლაციის იდეა

პრაქტიკულად ვერ პოულობდა მასობრივ გამოყენებას სეისმომედეგ მშენებლობაში მეოცე საუკუნის ბოლო მეოთხედამდე. მხოლოდ მეოცე საუკუნეში მეცნიერების განვითარებით, განსაკუთრებით ისეთ სფეროებში, როგორცაა – გაზომვითი სეისმოლოგია, ნაგებობათა დინამიკა, არაწრფივი და არასტაციონალური მექანიკა, მართვის თეორია, – შესაძლებელი გახდა თანამედროვე, მეცნიერულად დასაბუთებული, მასობრივ მშენებლობაში გამოსაყენებლად ვარგისი სეისმოიზოლაციის სისტემური დამუშავება [30, 35]. გაჩნდა გაგება იმისა, რომ სეისმურ ძალთა შემცირება არასაკმარისია შენობის/ნაგებობის სეისმოსაიმედობის/სეისმომედეგობის უზრუნველსაყოფად. რამდენადაც სეისმოიზოლაცია, როგორც წესი, მიიღწევა ნაგებობის სიხისტის შემცირების, საკუთარი რხევების ძირითად ფორმათა პერიოდების ზრდის ხარჯზე, შედეგად მკვეთრად იზრდება ჰორიზონტალური სეისმური გადაადგილებები, რომელთა შეზღუდვა ხდება მნიშვნელოვანი ამოცანა სეისმოიზოლირებული ნაგებობის საიმედოობის უზრუნველსაყოფად. დამუშავდა თეორია და შეიქმნა რეალისტურ-ეფექტური გადაწყვეტები სეისმოიზოლაციისა [30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40].

თეორიულ და ექსპერიმენტულ კვლევათა ვრცელი პროგრამის შესრულება დაიწყო მოსკოვში, სამშენებლო კონსტრუქციათა ცენტრალური სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის („ცნიისკ“) ნაგებობათა სეისმომედეგობის ლაბორატორიაში 1970-იანი წლების დასაწყისიდან [30, 31], რომლის ფარგლებშიც შესრულდა სტატისტიკური ანალიზი მსოფლიოში მომხდარი ძირითადი უძლიერესი მიწისძვრების ინსტრუმენტული ჩანაწერებისა და დამუშავდა სეისმოლოგიური ინფორმაციის გაურკვევლობის გამთვალისწინებელი, გრუნტის სეისმური მოძრაობის მათემატიკური მოდელი. მოდელი წარმოადგენდა სიმრავლეს არასტაციონარული შემთხვევითი პროცესებისა, რომელთა მზიდი სიხშირეები ავსებენ ინსტრუმენტული სეისმოლოგიის მონაცემებიდან ცნობილ, დომინანტურ სიხშირეთა გარკვეულ არეს. სხვა სამი პარამეტრი სიმრავლის თითოეული ელემენტიდან, კერძოდ პარამეტრები, რომლებიც ახასიათებენ: 1. სეისმური

ზემოქმედების ინტენსიურობას, 2. მის ხანგრძლივობას და 3. სპექტრულ შემადგენლობას, – წარმოადგენენ ერთადერთი პარამეტრის – მზიდი სიხშირის – მარტივ ფუნქციებს. ამ მოდელის საფუძველზე გენერირდნენ ხელოვნური საანგარიშო აქსელეროგრამები, აგრეთვე გამოკვლეული იქნა სეისმოიზოლაციის სისტემათა ოპტიმალური დაპროექტების ამოცანა.

განხილული იქნა ამოცანები დარეზერვებისა, როგორც სეისმოიზოლირების სისტემათა საიმედოობის ასამაღლებელი საშუალებისა. „ცნიისკის“ სპეციალისტთა ხელმძღვანელობით შესრულდა სეისმოიზოლირებული სისტემების ფართო, მრავალმხრივი ექსპერიმენტული კვლევები, მოდელებზე სეისმოპლათფორმების გამოყენებით და რეალურ შენობებზე მძლავრი ინერციული მოქმედების ვიბრაციულ მანქანათა გამოყენებით, ქალაქებში: სევერობაიკალსკი, პეტროპავლოვსკ-კამჩატსკი, თბილისი (კერძოდ, „თბილზნიეპში“ – „სახსამოქალაქმშენი“ საკავშირო კომიტეტის ფარგლებში, სეისმომედეგ დაპროექტება-მშენებლობათა მეთაურ ზონალურ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში), ნერიუნგრი, ფრუნზე. სეისმოიზოლაციის პეტერბურგის სკოლის სპეციალისტებმა შეასრულეს სეისმოიზოლაციის რიგი მნიშვნელოვანი სამუშაოებისა ხიდების, შენობებისა და სხვა ობიექტებისათვის, მათ შორის, სეისმურ რხევათა ჩახშობის სპეციფიკური სისტემებისათვის. სულ ზემოაღნიშნული, Q_g . აშხაბადში გამოყენებული სისტემის გარდა, ძირითადად შესწავლილი იქნა სეისმოიზოლაციის ხუთი განსხვავებული გადაწყვეტა (რომლებიც ექსპერიმენტულად განხორციელდა ზემოთ დასახელებულ ხუთ ქალაქში და რამდენიმე სხვა ქალაქშიც): ერთი რეზინო-მეტალის საყრდენებით (მინსკსა და ტაშკენტში); მეორე მილში მოწყობილი ხიმინჯითა და გისტერეზისული დემპფერით (ტინდაში „ბამ“-ზე); დანარჩენი სამი კი სხვადასხვა ქალაქებში, მათ შორის პეტროპავლოვსკ-კამჩატსკიში ჩატარებული ფართომასშტაბიანი ექსპერიმენტული გამოცდებით [30, 31, 32, 33, 34].

პეტროპავლოვსკ-კამჩატსკაში ჩატარდა უნიკალური ექსპერიმენტი. ერთსა და იმავე სამშენებლო მოედანზე აშენდა ოთხ-ოთხი, 5- და 9-სართულიანი

სახლები. თითო – მოქმედი ნორმების შესაბამისად სეისმომედეგი (ეტალონური), ხოლო სამ-სამი სახლი, თითოეულის საძირკვლების ზედა დონეზე განლაგებული სამიდან ერთ-ერთი სხვებისაგან განსხვავებული სეისმოიზოლაციის სისტემით:

- მოქნილი დგარებით და არადრეკადი ჩართვად-გამორთვადი სარეზერვო ელემენტებით, რომლებიც ასრულებდნენ დემპფერის, ადაპტაციის და საბჯენ-შემზღუდველის (მეტისმეტი/გადაჭარბებული გადაადგილები-სათვის) მოვალეობას/როლს ერთდროულად;
- მოსრიალე „ტეფლონ-ფოლადის“ წყვილებით და დრეკადი შემზღუდველებით (გადაადგილებების შესამცირებლად);
- ე.წ. ი. დ. ჩერეპინსკის კონსტრუქციისა, კინემატიკური (მოქანავე) საყრდენებით.

ამ სამიდან პირველად დასახელებული სისტემა, შეწავლილი იქნა აგრეთვე, თბილისში „თბილზნიიეპის“ სპეციალისტთა მონაწილეობით.

გამოცდებით დადგინდა სამივე სისტემის მუშაობისუნარიანობა და დაგროვდა მდიდარი მასალა შემდგომი ანალიზისთვის, აგრეთვე, რეკომენდაციათა დამუშავებისთვის, სეისმოიზოლაციის ოპტიმალურ გადაწყვეტათა და თითოეული სისტემის გამოსაყენებლად მიზანშეწონილ სფეროთა შერჩევის მიზნით. ქვემოთ მოგვყავს მეოცე საუკუნის ბოლო მეთხედში შესრულებული, ზემოაღნიშნულ ანალიტიკურ-ექსპერიმენტულ გამოკვლევათა ძირითადი პრინციპიალური დასკვნები, რომლებიც ეხება სეისმოიზოლაციის საფუძვლებს, მათ პრაქტიკულ გამოყენებათა ეფექტურობასა და საიმედოობას [41].

1. სეისმოიზოლაცია შეიძლება იყოს სეისმური ზემოქმედების შემცირებისა და ძლიერი მიწისძვრებისას ნაგებობის საიმედოობის გაზრდის ეფექტური/ეკონომიური/ნაკლებხარჯიანი მეთოდი.
2. სეისმოიზოლაციის ეფექტურობა ძალზედ მგრძობიარეა სეისმოიზოლაციის ელემენტებისა და სეისმური ზემოქმედების პარამეტრებისადმი.
3. მხოლოდ შენობა-ნაგებობის საძირკვლებსა და ზემო ნაწილს შორის

არსებული კავშირების, სიხისტის შემცირების (როგორცაა სისტემები ბურთულეებზე, მოქანავე დგარებზე და ა.შ.) ხარჯზე შესრულებული სეისმოიზოლაციური სისტემები, ვერ უზრუნველყოფენ ინტენსიური მიწისძვრების დროს, განსაკუთრებით სეისმომომდრაობის სპექტრში მკვეთრად გამოხატული დაბალსიხშირული მდგენელების არსებობისას, ნაგებობის საკმარის საიმედოობას.

4. სეისმოლოგიური ინფორმაცია მომავალი სეისმომომდრაობის პარამეტრების შესახებ არასაიმედოა და არაა განსაზღვრული, კერძოდ, არაა განსაზღვრული მიწისძვრის ამპლიტუდა-სიხშირული სპექტრის პროგნოზი. ბევრ შემთხვევაში მიწისძვრის ინტენსივობა (სეისმური აჩქარების, სიჩქარის, გადანაცვლების/წანაცვლების სიდიდეები) ფაქტიურად თურმე/ (აღმოჩნდება ხოლმე) გაცილებით მაღალია ვიდრე საანგარიშო ინტენსივობები, სეისმური რაიონირების რუქებით რომაა განსაზღვრული. შესაბამისად, გაუთვალისწინებელი რეზერვები სეისმოიზოლირებულ ნაგებობაში შეიძლება აღმოჩნდეს ნაკლები, ვიდრე ჩვეულებრივ (მოქმედი ნორმების შესაბამისად შესრულებულ) სეისმომედეგში.

ამის გამო, აუცილებელია სეისმოიზოლაციის სისტემათა დამუშავებისას ყურადღება დაეთმოს ისეთ კონსტრუქციულ ელემენტებს, რომლებიც გაზრდიან შენობის სიცოცხლისუნარიანობას, შესაძლო სეისმოლოგიური შეცდომების გათვალისწინებით.

5. სეისმოიზოლაციის სისტემათა ელემენტები, რომლებიც იძლევიან შესაძლებლობას შევამციროთ სეისმური გადაადგილებები, გავზარდოთ ნაგებობათა სიცოცხლისუნარიანობა, არიან დისიპაციური ელემენტები – გისტერეზისული დემპფერები, მშრალი ხახუნის დემპფერები, ჭარბი/ მოჭარბებული რეზერვირების ელემენტები – მიწისძვრისას ჩართვადი და გამორთვადი, რხევების საბჯენ-შემზღუდველები და სხვა ელემენტები [30].

შენობა-ნაგებობათა სეისმოიზოლაციის შესახებ ჩვენთვის ხელმისაწვდომი, საქართველოში, ახლო და შორეული საზღვარგარეთის ქვეყნებში შესრულებულ-გამოქვეყნებული სამეცნიერო-კვლევითი ლიტერატურის [30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 42, 43], მათ შორის 2000-იან წლებში ძლიერი

მიწისძვრების ზემოქმედებისას რეალური ექსპლუატაციის პირობებში მყოფი სხვადასხვა სართულიანობისა და კონფიგურაციის სეისმოიზოლირებული შენობების, ფაქტიური ქცევის ამსახველ ხელსაწყოთა ჩანაწერების საფუძველზე გაკეთებულ, ანალიტიკურ დასკვნა-რეკომენდაციათა განხილვა-შეჯერებით, დღეისათვის შეიძლება დადასტურებულად ითქვას შემდეგი:

1. არავითარ ეჭვს არ იწვევს, სწორად გაანგარიშებულ-დაპროექტებული სეისმოიზოლაციის, როგორც შენობათა ძალზედ საიმედო და ნაკლებად ძვირი სეისმოდაცვის სისტემის მაღალი ეფექტურობა.

2. სეისმოიზოლაციის გამოყენება საშუალებას იძლევა შემცირდეს ჰორიზონტალური სეისმური დატვირთვა 2-5-ჯერ, სეისმოლოგიური პირობებისა და შენობის ტიპის შესაბამისად.

ასეთი შემცირება საანგარიშო დატვირთვებისა იძლევა საკმაოდ მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს მაღალი საიმედოობით. მაგალითად, 7-ბალიან სეისმურ რაიონში ზედა სართულები (რაოდენობა დაზუსტდება შესრულებული ანგარიშების მიხედვით), შეიძლება განხორციელდეს მინიმალური ანტისეისმური კონსტრუქციული მოთხოვნებით ან მათ გარეშე; შეიძლება ასევე, რომ გაიზარდოს ნორმებით შეზღუდული სათულიანობის მქონე შენობის სიმაღლე და სხვ.

3. ჩვენი ქვეყნის სამშენებლო წარმოებაში სეისმოიზოლაციის გამოყენება გაუმართლებლად იზღუდება, არაერთი ობიექტური თუ სუბიექტური მიზეზებით. ერთ-ერთი მათგანია არქონა სეისმოიზოლაციის დაპროექტების მოთხოვნათა რეგლამენტირების ნორმატული დოკუმენტისა. რის შექმნასაც წინ უნდა უსწრებდეს სეისმომედეგი მშენებლობის საკითხებისადმი სახელმწიფოებრივი მიდგომის შესაბამისად გადაწყვეტის სურვილით, ამ სფეროში წამოჭრილ პრობლემურ საკითხთა სამეცნიერო-კვლევითი, თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოების მიზანმიმართული პროგრამის განმახორციელებელი ლაბორატორიის სათანადოდ უზრუნველყოფა-აღჭურვა, გამოცდილი პროფესიონალებითა და უახლესი ხელსაწყო-

დანადგარებით, ლიცენზირებული საანგარიშო პროგრამებით და თუნდაც საარსებო მინიმუმის დაფინანსებით, მაგრამ თანმიმდევრულად და უწყვეტად.

4. გასათვალისწინებელია ისიც, რომ ეფექტურობა სეისმოიზოლაციის და საიმედოობა სეისმოიზოლირებული, როგორც ახალი, ასევე აღსადგენ-სარეკონსტრუქციო (ან გასაძლიერებელ-სარეკონსტრუქციო) შენობებისა, უფრო მეტი ხარისხით ვიდრე ტრადიციული გასული საუკუნის სერიული სეისმომდეგი შენობებისათვის იყო მიღებული, განისაზღვრება უფრო მძლავრი, შეიძლება ითქვას, ზესწრაფი თანამედროვე გამოთვლითი საშუალებების გამოყენების პირობებში შექმნილი, უფრო დაზუსტებულ-დახვეწილი, შენობა-ნაგებობის სეისმურ დატვირთვებზე სივრცით-არაწრფივი ქცევების აღწერის უზრუნველმყოფი საანგარიშო პროგრამების საფუძველზე, უკეთეს შემთხვევაში 2-3 ასეთი პროგრამის შედეგთა ურთიერთშეჯერებით. ასეთ შენობათა დაპროექტებისას ძალზედ მნიშვნელოვანია გამოვიყენოთ, რაც შეიძლება ზუსტი მათემატიკური მოდელი სეისმური ზემოქმედებისა (სპექტრული შემადგენლობა, ხანგრძლივობა და სხვ.), სწორად ავირჩიოთ საანგარიშო მოდელები იზოლირებული შენობის და საანგარიშო ანალიზის მეთოდოლოგიისა და ა.შ. ხოლო აქედან გამომდინარე, აუცილებელია სავალდებულო მეცნიერული თანხლება დაპროექტების პროცესისადმი, შემდგომში კი მშენებლობისადმიც, საავტორო ზედამხედველობის უმკაცრესი მონიტორინგის კანონმდებლობით განსაზღვრული პირობებით [31].

1.4. პირველი თავის დასკვნები

როგორც პირველ სამ პარაგრაფში განხილულ ლიტერატურულ წყაროთა მონაცემები, მოსაზრებები და მათი ანალიზი გვიჩვენებს, საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული საცხოვრებელი სახლების დიდი უმრავლესობა ვერ აკმაყოფილებს 1990-იანი წლების დასაწყისში შეცვლილ, ტერიტორიის სეისმურობის ერთი ბალით გაზრდილ პირობებს. მაგრამ მათგან პირველ

რიგში, მოსახლეობისა და სახელმწიფოს განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებენ განვლილი მიწისძვრების თუ სხვა არასასურველ ზემოქმედებათაგან დაზიანებული შენობები.

არსებული როგორც სერიული, ასევე სხვა ტიპის კაპიტალური, თუ არაკაპიტალური (ხანმედეგობის ვადის ამოწურვამდე) შენობების დახასიათება-იდენტიფიცირება, მათი მზიდი კონსტრუქციული სისტემებისა და ელემენტების მოდერნიზაცია-რეკონსტრუქციის თვალსაზრისით კონცეფტუალურ დონეზე, უპირველეს ყოვლისა გულისხმობს ამ შენობათა ტიპობრივი ჯგუფების შეფასება-გამოკვლევას, მოქმედ სამშენებლო ნორმებთან ან/და სხვა ნორმატულ აქტებთან მათი შესაბამისობის მიხედვით. რაც შეეხება არაკაპიტალურ შენობებს, ჩვენი აზრით, კონსტრუქციული თვალსაზრისით ისინი რეკონსტრუქციას არ უნდა დაექვემდებარონ და საექსპლუატაციო ხანმედეგობის ვადის გასვლის შემდეგ მთლიანად უნდა იქნენ დემონტირებულნი (რათქმუნდა, თუკი ისინი არ მიეკუთვნებიან კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლებს. თუმცა აქვე დავაფიქსირებთ ჩვენს პოზიციას, რომ ძეგლის სტატუსის მქონე შენობა, ამავე დროს, საცხოვრებლადაც გამოყენებული არ უნდა იყოს). სტატისტიკური მასალების ანალიზზე დაყრდნობით შეიძლება ითქვას, რომ ამ უკანასკნელთა ხვედრითი წილი რესპუბლიკის საერთო საცხოვრებელი ფონდის 12-20%-ს შეიძლება შეადგენდეს [6].

დასახული მიზნის მისაღწევად, გათვალისწინებულია შემდეგი ძირითადი ამოცანების გადაწყვეტა-შესრულება:

1. ნათლად და მკაფიოდ განისაზღვროს შენობათა ავარიულობის კრიტერიუმები (მაგ., ყველასათვის გასაგები უნდა გახდეს ყოველგვარი კატეგორიების ან/და ყოველგვარი გაურკვეველი, ფაქტიურად სპეციალისტების მიერ მუდმივად განუსაზღვრელი (ან მუდმივად შეცდომით განსაზღვრული), არასპეციალისტთა დამაბნეველი, სხვადასხვა ხარისხის დაზიანებათა პროცენტული რაოდენობების შემოტანის, ავარიულობის კატეგორიების განსასაზღვრელად ამ პროცენტებით

აპელირების, არაცალსახად განსაზღვრულ გაუგებარ ალგორითმთა გამოყენების, ყოველგვარი მსგავსი გაკოტრებული პრაქტიკის გარეშე), თუ რატომ დგას გაუმაგრებლად წლების განმავლობაში, ვიზუალური კვლევით განსაზღვრული მესამე ხარისხის ავარიულობის მქონე შენობა, მაშინ როცა ამ ხარისხის მიმნიჭებელი პირველივე დასკვნით მოთხოვნილი იყო შენობის გამაგრება-აღდგენა).

2. დამუშავდეს ავარიულ საცხოვრებელ შენობათა ერთი კონკრეტული ჯგუფისათვის – მიშენებათათვის (სხვადასხვა დროს აშენებული, ძირითადი და მიშენებული ნაწილების მქონე „შენობებისათვის“) ავარიულობის სტატუსის მომხსნელ რეკონსტრუქცია-გამაგრება-გამლიერებათა კონცეფცია.

3. კაპიტალურ შენობათა მასობრივ-სერიულ ჯგუფებს (ტიპებს) შორის შედარებით მოწყვლადი ჯგუფისათვის, – მსხვილბლოკური მრავალ-სართულიანი შენობებისათვის, შემუშავდეს აღდგენა-რეკონსტრუქციის კონცეფცია.

4. შეიჩქეს დაზიანებული კარკასული რკინაბეტონის შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდები.

5. შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდების გათვალისწინება-განვრცობის გზით, დამუშავდეს არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდიკა, სათანადო-დასკვნებითა და რეკომენდაციებით.

2. კვლევა, შედეგები და მათი განსჯა

2.1 შენობის სეისმომდეგობის დონის ამაღლება მისი ხისტ ნაგებობასთან მიერთებით

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

არსებული შენობების გაძლიერებისას პრობლემის მთავარ ასპექტებს წარმოადგენს მოზინადრეთა დროებითი ევაკუაცია და შენობათა არსებული არქიტექტურული იერსახის შენარჩუნება. მაცხოვრებელთა დროებითი ევაკუაცია მთავარი პრობლემაა გაძლიერების დროს. ის ძალიან მტკივნეულია, რადგან დაკავშირებულია დიდ მატერიალურ დანახარჯებთან, ადამიანთა ფსიქოლოგიურ მოუმზადებლობასთან, განსაკუთრებით მრავალსართულიან შენობებში, რომელშიც ცხოვრობს ოჯახების დიდი რაოდენობა. როგორც ამას მრავალი ქვეყნის გამოცდილება გვიჩვენებს ძველი შენობების რეკონსტრუქციისა და გაძლიერებისას ქალაქის ხელმძღვანელობას უწევს დიდი ძალისხმევისა და დროის დახარჯვა, ყველა მაცხოვრებლის თანხმობის მისაღებად დროებითი ევაკუაციის და სხვა სახლებში განთავსებისათვის.

მთავარ უპირატესობას ამ ნაწილში მოცემული მეთოდისა, როგორც ზემოთგანხილული მოქნილი ზედა სართულით, მდგომარეობს იმაში, რომ

ის ხორციელდება მოზინადრეთა ევაკუაციის გარეშე და დამატებითი მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების გაძლიერების გარეშე.

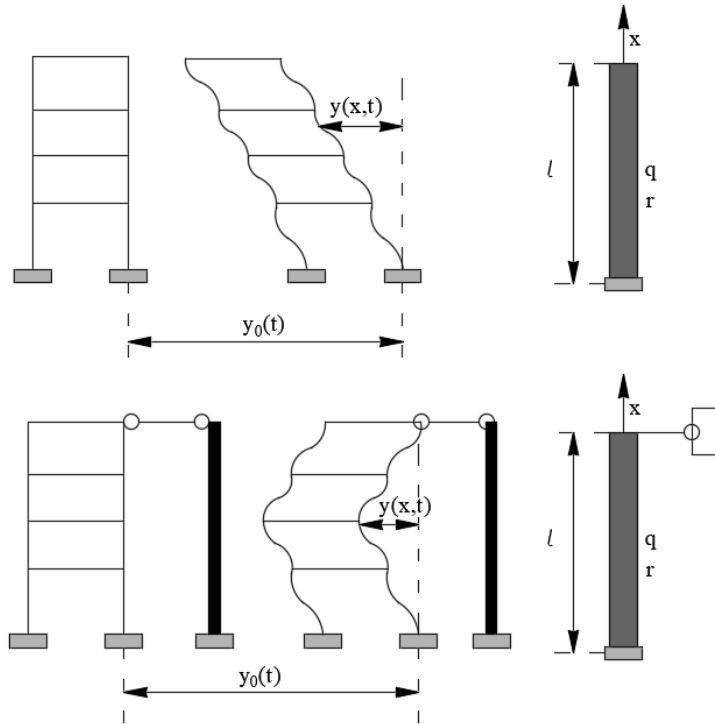
არსი შემოთავაზებული მეთოდისა მდგომარეობს იმაში, რომ არსებული შენობის სეისმური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა ხორციელდება არა მისი დამატებითი სიმტკიცის გაზრდით, როგორც ეს ტრადიციული გაძლიერების მეთოდებით ხდება, არამედ მისი კონსტრუქციული გადაწყვეტით. ამავე დროს, მიიღწევა შემდგომში მოსალოდნელი, თავდაპირველ საპროექტოზე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

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.

განვიხილოთ ორი ერთნაირი ტიპის საშუალო სიმაღლის შენობის მუშაობა. ვთქვათ ერთი მათგანი წარმოადგენს ჩვეულებრივ შენობას დამატებითი კავშირების გარეშე (ნახ. 2.1, ა), მეორე ისეთივე სახლი, მაგრამ ზემოთ დაკავშირებული (ხისტად ან დრეკად-დამყოლად) ცალკემდგომ ძლიერ ხისტ შენობასთან (ნახ. 2.1, ბ). ცნობილია, რომ დეფორმაციების ხასიათი უმეტესობა დაბალსართულიანი ქვის, აგურის და მსხვილპანელური სახლებისათვის, მიწისძვრის დროს ანალოგიურია უბრალო კონსოლური კოჭის დეფორმირებისა, რომელსაც გააჩნია ხისტი ჩამაგრება ფუძეში და ფაქტიურად ავლენს მხოლოდ ძვრის დეფორმაციებს.

სეისმური რხევების დიფერენციალური განტოლება ასეთი კოჭის ჩახშობის გათვალისწინებით

$$kFG = \frac{\partial^2 y}{\partial^2 x} - \frac{q}{g} \frac{\partial^2 y}{\partial^2 t} + \frac{\alpha}{\omega} kFG \frac{\partial^2 y}{\partial^2 x \partial t} \quad (2.1)$$



ნახ. 2.1. საანგარიშო სქემები ჩვეულებრივი (ა) და დაკავშირებული ზედა ხისტი შეერთებით დამატებით (ბ) ნაგებობასთან $q = mg$ ძვრადი კოჭის გრძივად განაწილებული ეკვივალენტური წონა, $r = k'FG/l$ კოჭის ეკვივალენტური გრძივად განაწილებული ძვრადი სიხისტე.

სადაც F კოჭის კვეთის ფართობი, G ძვრის დაყვანილი მოდული, k კოეფიციენტი განივი ჭრილის ფორმაზე დამოკიდებული, შიდა ხახუნის კოეფიციენტი, ω თავისუფალი რხევების წრიული სიხშირე, q კოჭის გრძივი ერთეულის წონა, $Y_0''(t)$ გრუნტის ძვრის აქსელეროგრამა.

გადაწყვეტა (2.1) შედგება 2 ნაწილისაგან

$$Y(x, t) = y_1(x, t) + y_2(x, t), \quad (2.2)$$

სადაც $y_1(x, t)$ საერთო გადაწყვეტაა მარჯვენა ნაწილის გარეშე, $y_2(x, t)$ კერძო გადაწყვეტაა მარჯვენა ნაწილით.

საერთო გადაწყვეტას $y_1(x, t)$ ვეძებთ ამ სახით:

$$Y_1(x, t) = y_1(x)\varphi(t), \quad (2.3)$$

სადაც $Y_1(x)$ თავისუფალი რხევის ორდინატებია შიდა ხახუნის გათვალისწინების გარეშე, ანუ ამოხსნაა შემდეგი განტოლების:

$$\begin{aligned}
Y_i''(x) + \psi_i^2 y_i(x) &= 0, \quad \psi_i^2 = \frac{q\omega^2}{gk'FG} \\
\Phi_i''(t) + \omega_i^2 \varphi(t) &= 0, \\
Y_i(x) &= A_i \sin \psi_i x + B_i \cos \psi_i x.
\end{aligned}
\tag{2.4}$$

განვიხილოთ (2.4) განტოლება შემდეგი ორი სასაზღვრო პირობებით, იხ.

ნახ. 1.

ა. $X=0 \quad y_i(0)=0$

$$X=l \quad y_i'(l)=0 \tag{2.5}$$

ბ. $X=0 \quad y_i(0)=0$

$$X=l \quad y_i(l) = 0.$$

სასაზღვრო პირობების (2.5) დაკმაყოფილებით $Y_i(x)$ -სათვის და – სიხშირისათვის შესაბამისად მივიღებთ:

– ჩვეულებრივი შენობისათვის თავისუფალი ზედათი (ა-შემთხვევა)

$$Y_i^a(x) = A^a \sin \frac{2i-1}{2} \frac{\pi x^2}{l}, \quad \omega_i^a = \frac{2i-1}{2l} \pi \sqrt{\frac{k'GFg}{q}}, \quad i = 1, 2, 3. \tag{2.6}$$

შენობისათვის დაყრდნობილი ზედათი (ბ-შემთხვევა)

$$Y_i^b(x) = A^b \sin \frac{i\pi x}{l}, \quad \omega_i^b = \frac{2\pi i}{2l} \sqrt{\frac{k'GFg}{q}}, \quad i = 1, 2, 3. \tag{2.7}$$

ჩვეულებრივ დაბალსართულიანი ხისტი შენობებისათვის სეისმური ზემოქმედების დროს მთავარ როლს ასრულებს რხევის პირველი ფორმა, ამიტომ ნახ. 2.1 ნაჩვენებია შენობის რხევის მხოლოდ პირველი ფორმა:

$$Y_i^a(x) = A^a \sin \frac{\pi x^2}{l}, \quad \omega_i^a = \frac{\pi}{2l} \sqrt{\frac{k'GFg}{q}}. \tag{2.8}$$

$$Y_i^b(x) = A^b \sin \frac{\pi x}{l}, \quad \omega_i^b = \frac{\pi}{l} \sqrt{\frac{k'GFg}{q}}. \tag{2.9}$$

კერძო ამონახსნს $y^2(x, t)$ ვეძებთ შემდეგი სახით:

$$Y_2(x, t) = (x + a)^n = \sum_{i=1}^{\infty} Y_i(x) \phi_i(t). \tag{2.10}$$

(2.10) გამოსახულების ჩასმით ძირითად (2.1) განტოლებაში (2.4)

გათვალისწინებით მივიღებთ;

$$\sum_{i=1}^{\infty} \left[\psi_i^2 Y_i(c) k'FG \phi_i(t) - \frac{q}{g} Y_i(x) \Phi_i''(t) - \frac{\alpha}{\omega_i} k'FG \psi_i w Y_i(x) \Phi_i'(t) \right] = \frac{q}{g} y O''(t), \tag{2.11}$$

$$\sum_{i=1}^{\infty} Y_i(x) [\Phi_i''(t) + \alpha\omega_i' + \omega_{i2}\Phi_i(t)] = y_0''(t). \quad (2.12)$$

ამ განტოლების ორივე ნაწილის გამრავლებით $Y_k(x)dx$ -ზე და ინტეგრებით 0-დან l -მდე, ფუნქციათა ორთოგონალურობიდან გამომდინარე $Y_i(x)$ მივიღებთ:

$$\Phi_i''(t) + \alpha\omega_i\Phi_i + \omega_{i2}\Phi_i(t) = H_i(t) \quad (2.13)$$

სადაც

$$H_i(t) = y_0''(t) \frac{\int Y_i(c)dx}{\int Y_{i2}(x)dx}. \quad (2.14)$$

ამონახსნი (2.13) იქნება

$$\Phi_i' = \frac{1}{\omega_i} \int_0^l H_i(u) e^{-2(\alpha/2)\omega_i(t-u)} \sin \omega_i(t-u) du. \quad (2.15)$$

ამგვარად ამოცანის საერთო გადაწყვეტა ნულოვანი საწყისი პირობებით ($t=0$, $y_i=0$, $y_i'=0$) იქნება:

$$y(x, t) = \sum_{i=1}^{\infty} Y_i(x) \int_0^l H_i(u) e^{-2(\alpha/2)\omega_i(t-u)} \sin \omega_i(t-u) du. \quad (2.16)$$

სეისმური ინერციის გადანაწილებული ძალა $S(x, t)$ იქნება:

$$S(x, t) = \frac{q}{g} \left[y_0'' - \frac{\partial_2 y}{dt_2} \right]. \quad (2.17)$$

შევიტანთ (2.17)-ში $\frac{\partial_2 y}{\partial t_2}$ მნიშვნელობას (2.16) განტოლებიდან მივიღებთ

$$S(x, t) = \frac{q}{g} \sum_{i=1}^{\infty} \eta_i(x) \frac{2\pi}{T_i} \int_0^l y_0''(u) e^{-\pi(t-u)T} \sin \frac{2\pi}{T} (t-u) du, \quad (2.18)$$

სადაც მიიღება აღნიშვნა

$$\eta_i(x) = Y_i(x) \frac{\int_0^l Y_i(c)dx}{\int_0^l Y_i^2(x)dx}. \quad (2.19)$$

(2.6) და (2.7) გათვალისწინებით $\eta_i(x)$ კოეფიციენტებისათვის შესაბამისად მივიღებთ (A_i^a და A_i^b 1-ის ტოლია):

$$\eta_i^a(x) = \frac{4}{\pi(2i-1)} \sin \frac{2i-1}{2l} \pi x, \quad \text{ს} \quad (2.20)$$

$$\eta_i^b(x) = \frac{4}{\pi i} \sin \frac{\pi_i - 1}{l} x, \quad i = 1, 2, \dots \quad \text{ბ} \quad (2.21)$$

განივი ინერციული ძალა $Q^a(x, t)$ ა შემთხვევისათვის იქნება

$$Q^a(x, t) = \int_0^x S(x, t) dx = \frac{ql}{g} \sum_{i=1}^{\infty} f_i^a(x) \frac{2\pi}{T_i^a} \int_0^l y_0''(u) e^{\alpha\pi(l-u)/T_i^a} \sin \frac{2\pi}{T_i^a} (t-u) du, \quad (2.22)$$

სადაც

$$f_i^a(x) = \frac{8}{\pi^2 (2i-1)^2} \cos \frac{2i-1}{2l} \pi x.$$

განივი ინერციული ძალა $Q^b(x, t)$ ბ შემთხვევაში იქნება

$$Q^b(x, t) = -N_b + \int_x^l S(x, t) dx = -\frac{1}{2} \int_x^l S(x, t) dx + \int_x^l S(x, t) dx, \quad (2.23)$$

ან

$$Q^b(x, t) = \frac{ql}{g} \sum_{i=1}^{\infty} f_i^b(x) \frac{2\pi}{T_i^b} \int_0^l y_0''(u) e^{\alpha\pi(l-u)/T_i^b} \sin \frac{2\pi}{T_i^b} (t-u) du, \quad (2.24)$$

სადაც

$$f_i^b(x) = \frac{4}{\pi^2 i^2} \cos \frac{\pi_i x}{l}. \quad (2.25)$$

მივიღებთ რა აღნიშვნას

$$\tau(T, \alpha, t) = \frac{2\pi}{T} \int_0^l y_0''(u) e^{\alpha\pi(l-u)/T} \sin \frac{2\pi}{T} (t-u) du, \quad (2.26)$$

რომელიც წარმოადგენს მიწისძვრის რეაქციის სპექტრს აქსელეროგრამით $y_0''(t)$, განივი ძალის პირველი ფორმის რხევისას მივიღებთ:

ჩვეულებრივი შენობისათვის (გამლიერების გარეშე):

$$Q^a(x) = \frac{ql}{g} \frac{8}{\pi^2} \cos \frac{\pi x}{2l} \tau_{\max}(T_1^a, \alpha_1). \quad (2.27)$$

შენობისათვის დაყრდნობილი ბოლოთი (გამლიერებული):

$$Q^b(x) = \frac{ql}{g} \frac{4}{\pi^2} \cos \frac{\pi x}{l} \tau_{\max}(T_1^b, \alpha_6). \quad (2.28)$$

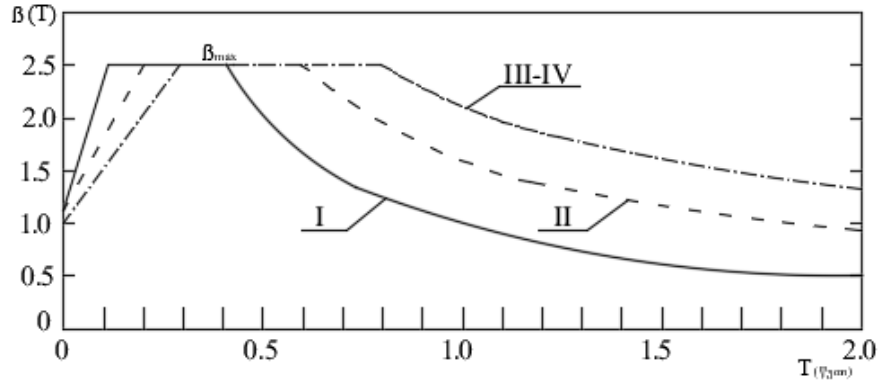
რეაქციის ნორმატიული სპექტრი უმეტესობა ქვეყნებს გააჩნია (ნახ. 2.2) წარმოდგენილი სახით.

$$\tau_{\max}(T, \alpha) = y_{0\max}'' \beta(T)$$

$$\beta(T) = 1 + \frac{T}{T_c} (\beta_{\max} - 1) \quad 0 < T < T_c,$$

$$\beta(T) = \beta_{\max} \quad T_c < T < T_d$$

$$\beta(T) = \left(\frac{T_d}{T}\right)^v \beta_{\max} \quad T > T_d. \quad (2.29)$$



ნახ. 2.2. რეაქციის ნორმატიული სპექტრი

1-ლი კატეგორიის გრუნტისთვის:

$$T_c = 0,2c \quad T_d = 0,4c$$

მე-2 კატეგორიის გრუნტისთვის

$$T_c = 0,3c \quad T_d = 0,55c,$$

მე-3 და მე-4 კატეგორიის გრუნტისთვის

$$T_c = 0,4c \quad T_d = 0,7c.$$

დაბალსართულიანი ქვის და მონოლითური რკინაბეტონის შენობებისათვის რხევის პერიოდი პირველი ფორმით სართულებთან დაკავშირებით განისაზღვრება [97] ფორმულით

$$T_1 = (0.045 \div 0.055)n, \quad (2.30)$$

სადაც n სართულების რაოდენობაა, 5-სართულიანი შენობისათვის

$$T_1 = (0.225 \div 0.275)n,$$

ამიტომ, თანახმად (2.8) და (2.9)

$$T_1^a = 2T_1^b.$$

5-სართულამდე შენობებისათვის ყოველთვის ადგილი ექნება უტოლობას:

$$\tau_{\max}(T_1^6, \alpha_6) < \tau_{\max}(T_1^a, \alpha_a). \quad (2.31)$$

მაგალითისათვის, თუ საჭიროა მოცემული მეთოდით 4-სართულიანი ქვის შენობის გაძლიერება, რომელიც აიგო მეორე კატეგორიის გრუნტებზე, მაშინ სპექტრის რეაქციის ორდინატისათვის (2.29) და (2.30) თანახმად:

$$T_1^a = 4 \cdot 0,055 = 0,220 \text{ წმ};$$

$$\tau_{\max}(T_1^a) = y_{0\max}'' \left[1 + \frac{0,22}{0,3} (2,5 - 1) \right] = 2,1 y_{0\max}'';$$

$$T_1^b = \frac{4}{2} 0,055 = 0,110 \text{ წმ};$$

$$\tau_{\max}(T_1^b) = y_{0\max}'' \left[1 + \frac{0,11}{0,3} (2,5 - 1) \right] = 1,55 y_{0\max}'' \quad (2.32)$$

განივი ძალების მნიშვნელობათა შედარებისას ფორმულებით (2.27) და (2.28) და სპექტრალური ორდინატების გამოსახულებით (2.32), ადვილია იმის შემჩნევა, რომ ზემოთ დაყრდნობილ შენობაში სეისმური ზემოქმედება აღმოჩნდება 2.7-ით

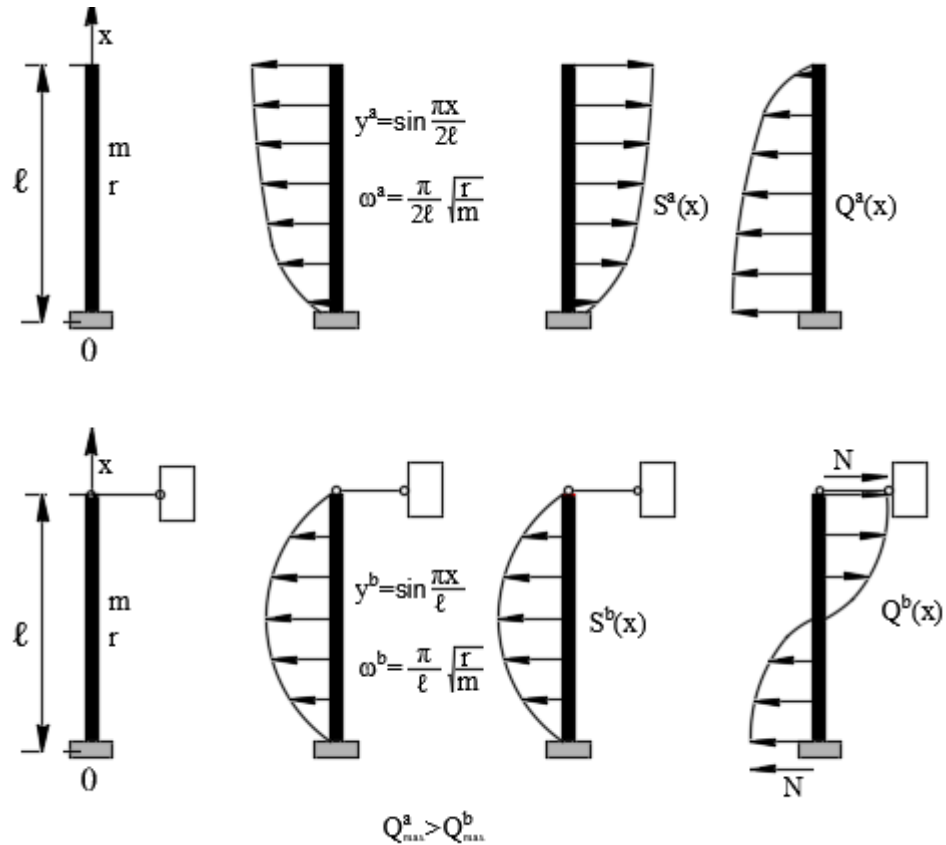
$$\frac{Q^a(0)}{Q^b(0)} = \frac{8 \cdot 2,1}{4 \cdot 1,55} = 2,7$$

ნაკლები, ვიდრე ჩვეულებრივ შენობაში თავისუფალი ბოლოთი. ასეთივე შეფასებები მიიღება სამ და ოთხსართულიანი შენობებისთვის. განაწილების ეპიურა $S(x)$ და $Q(x)$ ნაჩვენებია ნახაზზე 2.3. როგორც სურათიდან ჩანს, შემოთავაზებული მეთოდით გაძლიერებისას, შედარებით უკეთეს პირობებში აღმოჩნდება შენობის შუა სართულები. დამატებით კოლონებზე იმოქმედებს ჯამური შეყურსული ჰორიზონტალური დატვირთვა, რომელიც უტოლდება:

$$Q^b(l) = \frac{ql}{g} \frac{4}{\pi^2} \tau_{\max}(T_1^b, \alpha_b) \quad (2.33)$$

ჰორიზონტალური დატვირთვის სიდიდის შემცირების მიზნით (2.33), რომელიც მოქმედებს დამატებით ნაგებობაზე და ჩაქრობის კოეფიციენტის გადიდებაზე a მთელი კომბინირებული სისტემისათვის შემოთავაზებულია ზედა სართულის მიერთება დამატებით ნაგებობაზე არა ხისტად, არამედ რეზინა-ლითონის ბალიშით, რომლითაც ჩაქრობის კოეფიციენტის

მნიშვნელობა an გაცილებით მეტია, ვიდრე ჩვეულებრივ შენობებში. მაგალითად თუ ასეთი შეერთების საერთო ჩაქრობის კოეფიციენტი შეადგენს 10% კრიტიკული ადგილიდან 5%, მაშინ სეისმური დატვირთვა სისტემაზე მცირდება საშუალოდ 1.33-ჯერ [44, 45].



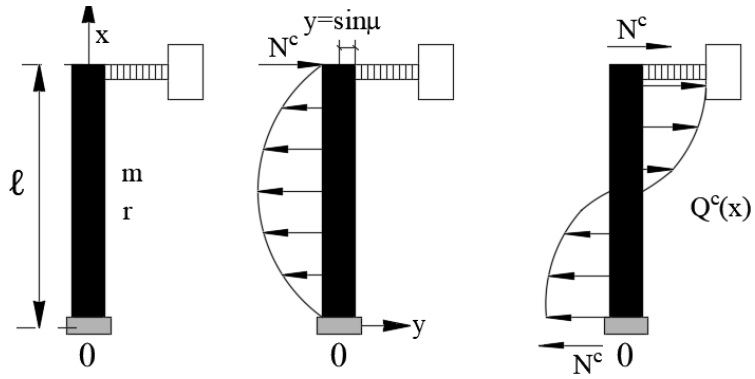
ნახ. 2.3. სეისმური და განივი ძალების მოძრაობის ეპიურები

ძირითად შენობასა და კონსოლურ ნაგებობას შორის ბალიშების დაყენება ხელს შეუწყობს სეისმური ზემოქმედების შემცირებას შენობის ორი მიმართულებით. გრძივი მიმართულებით ბალიშები დაექვემდებარება ძვრის დეფორმაციებს, ხოლო განივი მიმართულებით გაჭიმვა-კუმშვის დეფორმაციას.

თუ ძირითად შენობასა და დამატებით ნაგებობას შორის მოეწყობა რეზინალითონის ბალიშები საერთო სიხისტით kc (ნახ. 2.4) ამოცანის სასაზღვრო პირობები იქნება:

$$\begin{aligned} X=0 \quad Y(0)=0, \\ X=l \quad k'FGY(l)=k_c y(l). \end{aligned} \tag{2.34}$$

შენობის რხევის ფორმებისათვის მივიღებთ



ნახ. 2.4. შენობის საანგარიშო სქემა დამყოლი მიმაგრებით

$$Y(x) = A \sin \frac{\mu}{l} x. \quad (2.35)$$

სადაც $\mu = \omega^c l \sqrt{\frac{q}{gk'FG}}$ მნიშვნელობა განისაზღვრება შემდეგი

ტრანსცენდენტული განტოლებიდან (ω^c არის წრიული სიხშირე დამყოლი ჩამაგრების შემთხვევაში)

$$tg = -\frac{k'FG/l}{k_c} = \mu. \quad (2.36)$$

როცა $k_c=0$ მივიღებთ ამოხსნას კონსოლური შენობისათვის (შემთხვევა ა), ხოლო როცა $k_c = \infty$, $k_3 = k'FG/l$. მივიღებთ ამოხსნას ზემოთ ხისტად დაყრდნობილი შენობისათვის (შემთხვევა ბ). უმცირესი k_c ფესვები (2.36) განტოლებისა შენობისა და ბალიშების სიხისტეთა სხვადასხვა ფარდობებისათვის მოცემულია ცხრ. 2-ში.

ცხრილი 2

(2.36) განტოლების μ ფესვთა მნიშვნელობები

| K_3/k_c | l | 10 | 5 | 1 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.01 | 0 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| μ_1 | 1.570 | 1.632 | 1.688 | 2.029 | 2.288 | 2.498 | 2.665 | 2.863 | 2.665 | 2.994 | 3.111 | 3.14 |

რხევის სიხისტე კომბინირებული სისტემისა და ω_1^c კოეფიციენტისა $\eta_1^c(x)$ იქნება:

$$\omega_1^c = \frac{\mu}{l} \sqrt{\frac{k_3}{m}}, \quad k_3 = \frac{k'FG}{l}, \quad m = \frac{ql}{g}, \quad (2.37)$$

$$\eta_1^c(x) = \frac{l/\mu_1^2 (\cos \mu_1 - 1)}{l/2 - (l/4\pi) \sin 2\mu} \sin \frac{\mu_1 x}{l}.$$

შესაბამისად განივი ძალა იქნება:

$$Q^c(x, t) = -N_c + \int_x^l S(x, t) dx,$$

რომელიც ინტეგრირების შემდეგ მიიღებს სახეს

$$Q^c(x, t) = \frac{ql}{g} \sum_{i=1}^{\infty} f_i^c(x) \frac{2\pi}{T_i^c} \int_0^l y_0''(u) e^{-\alpha, \pi(t-u)/T_i^c} \sin \frac{2\pi}{T_i^c} (t-u) du, \quad (2.38)$$

სადაც

$$f_i^c(x) = \frac{l(\cos \mu_i - 1)}{\mu_i^2 (l/2 - l/4 \pi \sin 2\mu_i)} \left[\cos \frac{\mu_i x}{l} - \frac{1}{2} (\cos \mu_i + 1) \right]. \quad (2.39)$$

ადვილი შესამჩნევია, რომ ამ ზოგადი გამოსახულებებიდან მიიღება კერძო ფორმულები (2.27), (2.28) ა და ბ შემთხვევებისათვის.

ამრიგად, განხილული სამი ვარიანტის თავისუფალ რხევათა პირველი ფორმებისათვის გვექნება:

$$T_1^a = 4l \sqrt{\frac{m}{r}} \quad \text{თავისუფალი ბოლოს შემთხვევაში}$$

$$T_1^b = \frac{T_1^a}{2} \quad \text{უძრავად დამაგრებული ბოლოს შემთხვევაში}$$

$$T_1^c = \frac{\pi}{\mu} T_1^b \quad \text{მომრავად დამაგრებული ბოლოს შემთხვევაში}$$

$$M = \frac{q}{gl}, \quad r = k'FG.$$

1 ცხრილიდან თუ გამოვიყენებთ μ მნიშვნელობას ფორმულით (2.38) (შემოვისაზღვრებით რა მხოლოდ რხევის პირველი ფორმით), შეიძლება მოიძებნოს ბალიშების k_c სიხისტის ოპტიმალური მნიშვნელობა, რომლის დროსაც სეისმური ზემოქმედების დაკლების ხარისხი და შეყურსული ჰორიზონტალური დატვირთვის სიდიდე დამატებით ნაგებობაზე, დააკმაყოფილებს დასახულ მიზანს დამატებითი მოწყობილობების ხარჯების თვალსაზრისით.

მაგალითად, $k_3/k_c = 0,5$ (2.39) ფორმულით მივიღებთ $f_{\max}^c = 0,45$ და ოთხსართულიანი სახლისთვის იქნება:

$$\frac{f_{\max}^a}{f_{\max}^c} = \frac{8}{\pi^2 0,45} = 1,8, \quad T_1^c = T_1^b \frac{\pi}{\mu_1} = 0,11 \frac{3,14}{2,28} = 0,25c;$$

$$\tau_{\max}(T_1^a) = 2,1y_{0\max}''; \quad \tau_{\max}(T_1^c) = 1,75y_{0\max}'' ,$$

$$\frac{Q^a(0)}{Q^b(0)} = 1,18 \frac{1,1}{1,75} = 2,16 .$$

შენობის დინამიური ურთიერთმოქმედების გამოკვლევა ხისტად შეერთებულ კონსოლურ ნაგებობასთან

როგორც ეს იყო მითითებული 1 თავში, ხისტმა მიერთებამ შენობის ზედა ნაწილში კონსოლურ ნაგებობასთან, მათი მნიშვნელოვანი სიხისტის გამო, შეიძლება გამოიწვიოს შენობაზე სეისმური ზემოქმედების მნიშვნელოვანი დაკლება. ქვემოთ დინამიურ ურთიერთმოქმედების შესწავლის საფუძველზე შენობასა და კონსოლურ ნაგებობას შორის გამოვლინდა სიხისტეთა რეალური თანაფარდობები, რომლის დროსაც ადგილი აქვს ასეთ დაკლებას.

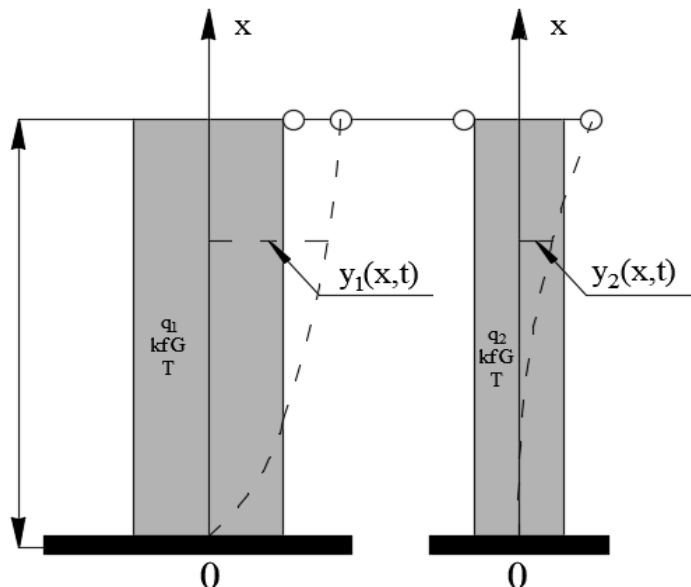
მთელი სისტემის საანგარიშო სქემა ნაჩვენებია ნახ. 2.5, სადაც მიღებულია რომ ძირითადი მრავალსართულიანი შენობა 1 გადახურვის დონეზე ხისტად არის მიერთებული ცალკემდგომ ნაგებობასთან, ანუ იმავე სიმაღლის კონსოლურ დგართან 2. მიგვაჩნია, რომ შენობა დინამიური ზემოქმედების დროს ექვემდებარება შეყურსულ ძვრის დეფორმაციებს მოყვანილი სიხისტისა და სიმკვრივის მახასიათებლებით $k'GF$ და q_1 , ხოლო კონსოლური ნაგებობა ღუნვის დეფორმაციებს ჩვეულებრივი სიხისტისა და სიმკვრივის მახასიათებლებით EI და q_2 .

1. კომბინირებული სისტემის თავისუფალი რხევები:

კომბინირებული სისტემის დიფერენციალური განტოლებები თავისუფალი რხევების დროს იქნებიან:

$$k'FG \frac{\partial^2 y_1(x,t)}{\partial x^2} - \frac{q_1}{g} \frac{\partial^2 y_1(x,t)}{\partial t^2} = 0$$

$$EI \frac{\partial^4 y_2(x,t)}{\partial x^4} + \frac{q_2}{g} \frac{\partial^2 y_2(x,t)}{\partial t^2} = 0.$$
(2.40)



ნახ. 2.5. კომბინირებული სისტემის პირობითი საანგარიშო სქემა

განტოლებათა ამ სისტემის ამონახსნს ვეძებთ შემდეგი სახით:

$$y_1(x, t) = Y_1(x)\phi(t),$$

$$y_2(x, t) = Y_2(x)\phi(t).$$
(2.41)

ცვლადთა განცალკევებით მივიღებთ

$$Y_1'' + \lambda_1^2 Y_1 = 0$$

$$Y_2'' + \lambda_2^2 Y_2 = 0$$

$$\Phi'' + \omega^2 \Phi = 0$$
(2.42)

სადაც გვაქვს აღნიშვნები

$$\frac{q_1 \omega}{gk'FG} = \lambda_1^2, \quad \frac{q_2 \omega^2}{gEI} = \lambda_2^4, \quad \frac{EI}{k'FG} = \theta,$$
(2.43)

ხოლო ω – არის საძიებელი წრიული სიხშირე კომბინირებული სისტემის თავისუფალი რხევებისა.

(2.42)-ის პირველი ორი განტოლების ამოხსნას ვეძებთ შემდეგი სახით:

$$Y_1(x) = A \sin \lambda_1 x + B \cos \lambda_1 x,$$

$$Y_2(x) = C_1 \sin \lambda_2 x + C_2 \cos \lambda_2 x + C_3 \operatorname{sh} \lambda_2 x + C_4 \operatorname{ch} \lambda_2 x.$$
(2.44)

ექვსი უცნობი კოეფიციენტისა და საძიებელი სიხშირისათვის გვაქვს

შემდეგი სასაზღვრო პირობები:

$$x = 0, Y_1 = 0, B = 0,$$

$$x = 0, Y_2 = 0, C_2 + C_4 = 0, C_4 = -C_2,$$

$$x = l, Y_2' = 0, C_1 + C_3 = 0, C_3 = -C_1,$$

$$x = l, Y_1 = Y_2, A \sin \lambda_1 l = C_1 \sin \lambda_2 l + C_2 \cos \lambda_2 l + C_3 \operatorname{sh} \lambda_2 l + C_4 \operatorname{ch} \lambda_2 l,$$

$$x = l, k'FGY_1' = EIY_2'',$$

$$k_1'FGA \lambda_1 \cos \lambda_1 l = EI \lambda_2^3 (-C_1 \sin \lambda_1 l + C_2 \cos \lambda_2 l + C_3 \operatorname{sh} \lambda_2 l + C_4 \operatorname{ch} \lambda_2 l),$$

$$x = l, Y_2'' = 0, -C_1 \sin \lambda_2 l + C_2 \cos \lambda_2 l + C_3 \operatorname{sh} \lambda_2 l + C_4 \operatorname{ch} \lambda_2 l). \quad (2.45)$$

საიდანაც

$$A \sin \lambda_1 l - C_1 (\sin \lambda_2 l - \operatorname{sh} \lambda_2 l) + C_2 (\cos \lambda_2 l - \operatorname{ch} \lambda_2 l) = 0,$$

$$C_1 [\lambda_1 \operatorname{ctg} \lambda_1 (\sin \lambda_2 l - \operatorname{sh} \lambda_2 l) + \theta \lambda_2^3 (\cos \lambda_2 l + \operatorname{ch} \lambda_2 l)] +$$

$$C_2 [\lambda_1 \operatorname{ctg} \lambda_1 (\cos \lambda_2 l - \operatorname{ch} \lambda_2 l) + \theta \lambda_2^3 (\sin \lambda_2 l - \operatorname{sh} \lambda_2 l)] = 0.$$

$$C_1 (\sin \lambda_2 l - \operatorname{sh} \lambda_2 l) - C_2 (\cos \lambda_2 l - \operatorname{ch} \lambda_2 l) = 0, \quad (2.46)$$

რომლის არატრივიალური ამონახსნია:

$$\lambda_1 \cos \lambda_1 l (\sin \lambda_2 l - \operatorname{ch} \lambda_2 l - \cos \lambda_2 l \operatorname{sh} \lambda_2 l) + \theta \lambda_2^3 \sin \lambda_2 l (1 + \cos \lambda_2 l \operatorname{ch} \lambda_2 l) = 0. \quad (2.47)$$

ამ ზოგადი განტოლებიდან მივიღებთ კერძო შემთვევათა სიხშირეების განტოლებებს

$$\cos \lambda_1 l = 0, \quad \lambda_{12} l = \frac{\pi}{2}, \quad \lambda_{12} l = \frac{2\pi}{2}, \quad \lambda_{13} l = \frac{3\pi}{2}. \quad (2.48)$$

სუფთა ღუნვითი რხევებისათვის კი

$$1 + \cos \lambda_2 l \operatorname{ch} \lambda_2 l = 0, \quad \lambda_{12} = 1,875, \quad \lambda_{22} l = 4,694, \quad \lambda_{23} l = 7,855. \quad (2.49)$$

კოეფიციენტებისათვის $A, C_1, C_2 A$

$$C_2 = \frac{(\sin \lambda_2 l + \operatorname{sh} \lambda_2 l) l \sin \lambda_2 l}{2(\cos \lambda_2 l \operatorname{sh} \lambda_2 l - \sin \lambda_2 l \cos \lambda_2 l)} A \quad (2.50)$$

$$C_1 = \frac{\cos \lambda_2 l + \operatorname{ch} \lambda_2 l}{\sin \lambda_2 l + \operatorname{sh} \lambda_2 l} C_2.$$

(2.47) განტოლების ფესვებისათვის მიღებულია

$$\frac{\lambda_1^2 g k'FG}{q_1} = \frac{\lambda_2^4 EI}{q_2},$$

$$\lambda_1 = \lambda_2^2 \sqrt{\frac{q_1 EI}{q_2 k' FG}} = \lambda_2^2 \sqrt{\frac{q_1}{q_2}} \theta. \quad (2.51)$$

აღნიშნავთ რა T_{cd} შენობის, ხოლო T_{Hz} დგარის თავისუფალი რხევის პერიოდებს, რხევის პირველი ფორმისათვის გვექნება:

$$\begin{aligned} T_{cd} &= 4l \sqrt{\frac{q_1}{q_2 k' FG}} \\ T_{Hz} &= \frac{2\pi l^2}{(1.875)^2} \sqrt{\frac{q_2}{gEI}}. \end{aligned} \quad (2.52)$$

ბოლო ორი და (43) დამოკიდებულობებიდან კი:

$$\begin{aligned} \lambda_{11} &= \frac{6,28l}{14} \frac{T_{cd}}{T_{Hz}} \lambda_{21}^2 \\ \theta_1 &= 0,2 \frac{q_2}{q_1} l^2 \left(\frac{T_{cd}}{T_{Hz}} \right). \end{aligned} \quad (2.53)$$

ქვის, მსხვილპანელური და კარკასული შენობებისთვის პერიოდების ექსპერიმენტალურ მნიშვნელობათა პირდაპირი შესაბამისობის გზით, 10 სართულამდე მომუშავე ეკვივალენტური ძვრის სქემით, დადგინდა, რომ დაყვანილი გრძივი წონა q_1 , ასეთი შენობების 4-7-ჯერ ნაკლებია გრძივ წონაზე q_2 მთლიანი რკინაბეტონის დგარისა (მოცულობითი წონა რკინაბეტონის 2.2 ტ/მ³). ამიტომ სიხშირეთა განტოლების ფესვების გამოთვლისას (2.47) მიღებული იქნა (ქვის სახლებისა და რკინაბეტონის დგარისთვის)

$$q_2 = 6q_1. \quad (2.54)$$

(2.51-2.54) თანაფარდობათა გათვალისწინებით გამოთვლილი იქნა სიხშირეთა განტოლების ფესვები (2.47) და C_1 და C_2 კოეფიციენტთა მნიშვნელობა (როცა $A=1$), შეფარდებათა სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის კონსოლური ნაგებობის პერიოდისა T_{Hz} შენობის პერიოდთან T_{cd} . მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში 2. კომბინირებული სისტემის რხევის პერიოდი T_{ki} კი განისაზღვრება ფორმულით:

$$T_{ki} = \frac{2\pi}{\lambda_{1i}} \sqrt{\frac{q_1}{gk'FG}}$$

ან

$$T_{ki} = \frac{2\pi}{\lambda_{2i}^2} \sqrt{\frac{q_2}{gEI}} \quad (2.55)$$

მე-2 ცხრილის მონაცემებით ნახ 2.6 აგებულია შესაბამისობები λ_{1i} და $\lambda_{2i} \frac{T_{ი3}}{T_{ცი}}$ -

დან. როგორც ჩანს ცხრ. 2 და ნახატებიდან შეფარდებიდან $\frac{T_{ი3}}{T_{ცი}} \leq 0,3$

კომბინირებული სისტემის სიხშირის პერიოდი უახლოვდება შენობის ძვრის სიხშირეს, ოღონდ დაყრდნობილი ზედა ბოლოთი, განხილულია ზემოთ. რეალურად ძვრადი შენობისათვის დაბლა ჩატანებული და ზედა დაყრდნობილი ბოლოებით ზღვრული პირობები როგორც არის მითითებული 1 იქნება:

$$X=0, Y_1=0, B=0$$

$$X = l, Y_2 = 0, A = \sin \lambda_1 l = 0 \quad (2.56)$$

რომელთაც მივყავართ სიხშირეთა განტოლებასთან

$$\sin \lambda_1 l = 0 \quad (2.57)$$

შესაბამისად, ფესვებით ... $\lambda_{11}=\pi, \lambda_{12}=2\pi, \lambda_{13}=3\pi$ რხევის პერიოდი ასეთი შენობის იქნება:

$$T_{ცი}^{on} = \frac{2\pi}{i\lambda_i} \sqrt{\frac{q_1}{gk'FG}}, i=1,2,3... \quad (2.58)$$

ცხრ. 1 და ნახ. 2.6 მონაცემებით, ჩანს რომ გადახრა პერიოდების მონაცემთა შორის T_{ki} პირველი ფორმულით (2.55) და (2.58) ფორმულით, როდესაც $T_{ი3}/T_{ცი} \leq 0,2$, შეადგენს შესაბამისად პირველ, მეორე და მესამე ფორმის თავისუფალი რხევის 1.2, 2.5 და 16.5%-ს. პირველი ფორმის რხევის ეს გადახრა $T_{ი3}/T_{ცი} \leq 0,3$ არ აღემატება 3,5%.

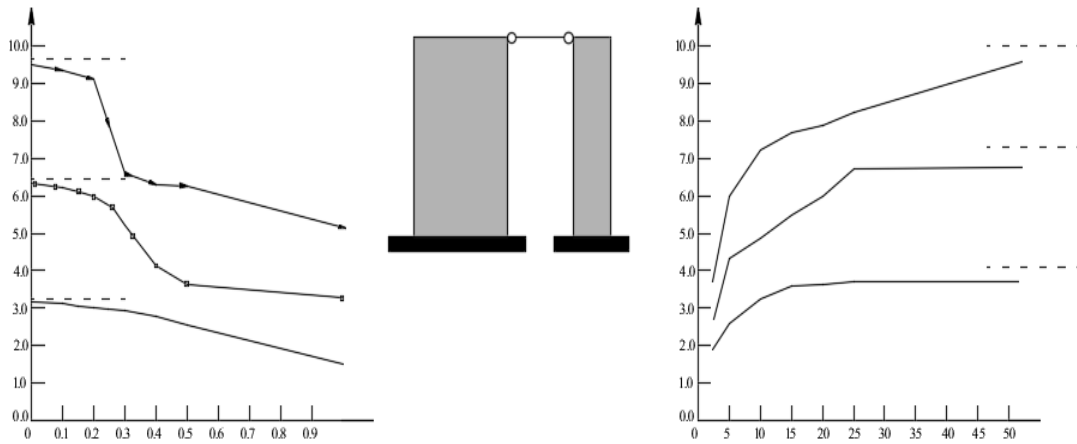
ამგვარად, თუ კონსოლური თავისუფალი რხევის პერიოდი 4-5-ჯერ ნაკლებია შენობის თავისუფალი რხევის პერიოდზე, მაშინ კონსოლური ნაგებობა ხისტად დაკავშირებული შენობასთან, ასრულებს საყრდენის როლს მისთვის. ეს გარემოება ნათლად ჩანს ასევე ნახ. 2.7-დან, სადაც

ნაჩვენებია შენობის რხევის ფორმები კონსოლური ნაგებობის გარეშე და მასთან ერთად.

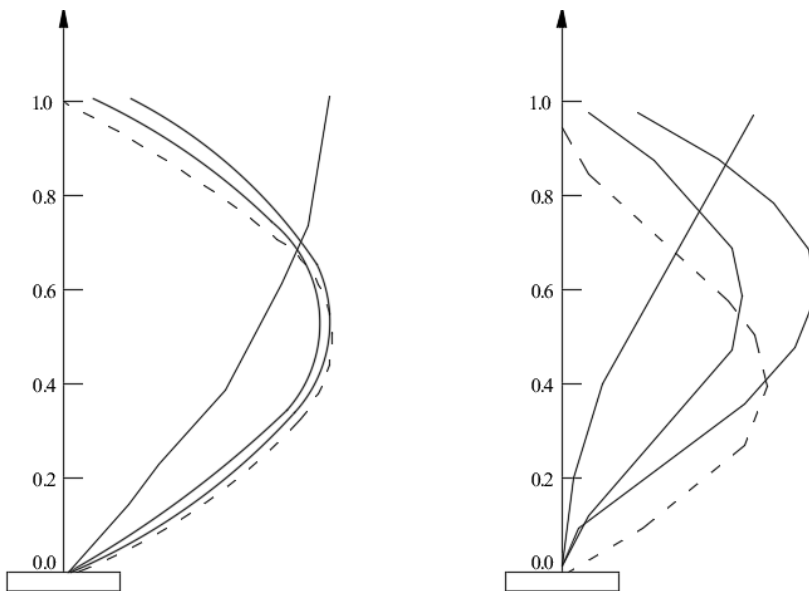
ანალოგიურად 3 ცხრილის მონაცემები გვიჩვენებს, რომ თუ $T_{\text{იზ}}/T_{\text{ცი}} \leq 1,5$ $T_{\text{იზ}}/T_{\text{ცი}} \geq 1,5$ საერთო სისტემის რხევის პერიოდი პირიქით უახლოვდება, მაგრამ ნაკლებ ინტენსიურად, ღუნვადი დგარის რხევის პერიოდს, მაგრამ დაყრდნობილი ზედა ბოლოთი.

სიხშირეთა განტოლების ფესვთა და C_{ik} კოეფიციენტთა მნიშვნელობები

| $T_{из}/T_{сд}$ | რხევის I ფორმა | | | | რხევის II ფორმა | | | | რხევის III ფორმა | | | |
|-----------------|------------------|------------------|----------|----------|------------------|------------------|----------|----------|------------------|------------------|----------|----------|
| | $\lambda_{11}l$ | $\lambda_{21}l$ | C_{11} | C_{21} | $\lambda_{12}l$ | $\lambda_{22}l$ | C_{12} | C_{22} | $\lambda_{13}l$ | $\lambda_{23}l$ | C_{13} | C_{23} |
| 0 (EI=l) | 3.141 | | | | 6.282 | | | | 9.423 | | | |
| 0.05 | 3.14 | 0.592 | 0.015 | -0.009 | 6.277 | 0.837 | -0.011 | 0.009 | 9.432 | 1.026 | 0.011 | -0.001 |
| 0.10 | 3.131 | 0.836 | 0.023 | -0.019 | 6.269 | 1.183 | -0.020 | 0.022 | 9.393 | 1.448 | 0.023 | -0.030 |
| 0.15 | 3.125 | 1.023 | 0.031 | -0.031 | 6.227 | 1.444 | -0.035 | 0.045 | 9.199 | 1.755 | 0.095 | -0.129 |
| 0.20 | 3.103 | 1.177 | 0.04 | -0.045 | 6.120 | 1.653 | -0.075 | 0.100 | 7.866 | 1.874 | 0.367 | -0.129 |
| 0.25 | 3.075 | 1.310 | 0.052 | -0.062 | 5.754 | 1.742 | -0.199 | 0.271 | 6.849 | 1.955 | 0.184 | -0.500 |
| 0.30 | 3.032 | 1.425 | 0.069 | -0.087 | 5.111 | 1.850 | -0.345 | 0.470 | 6.560 | 2.096 | 0.086 | -0.250 |
| 0.40 | 2.881 | 1.604 | 0.125 | -0.166 | 4.150 | 1.925 | -0.299 | 0.407 | 6.445 | 2.399 | 0.047 | -0.116 |
| 1.00 | 1.575 (1.575) | 1.875 (1.875) | 0.367 | -0.500 | 3.366 (4.725) | 2.741 (4.694) | -0.073 | 0.087 | 6.323 (7.875) | 3.757 (7.855) | 0.061 | -0.060 |
| 5.00 | 0.745 | 2.883 | 0.248 | -0.284 | 1.883 | 4.580 | -0.552 | 0.542 | 3.456 | 6.211 | 0.143 | -0.062 |
| 10.0 | 0.565 | 3.550 | 0.488 | -0.503 | 1.172 | 5.115 | -0.352 | 0.346 | 2.502 | 7.474 | 0.537 | -0.147 |
| 15.0 | 0.422 | 3.761 | 0.850 | -0.858 | 0.990 | 5.759 | -0.307 | 0.304 | 1.781 | 7.723 | 0.568 | -0.537 |
| 20.0 | 0.329 | 3.836 | 1.225 | -1.231 | 0.879 | 6.266 | -0.379 | 0.372 | 1.435 | 8.003 | 0.435 | -0.568 |
| 50.0 | 0.137 | 3.912 | 3.383 | -3.383 | 0.435 | 6.973 | -1.569 | 1.569 | 0.859 | 9.797 | 0.667 | -0.435 |
| | | 3.927 | | | | 7.068 | | | | 10.212 | | |



ნახ. 2.6. კომბინირებული სისტემის T_{ki} პერიოდის დამოკიდებულება T_{H3}/T_{CD} თანაფარდობაზე



ნახ. 2.7. კომბინირებული სისტემის თავისუფალ რხევათა ფორმები T_{H3}/T_{CD} სხვადასხვა თანაფარდობაზე

მართლაც, ასეთი დგარისათვის სასაზღვრო პირობები იქნება:

$$x = 0, Y_2 = 0, Y_2' = 0,$$

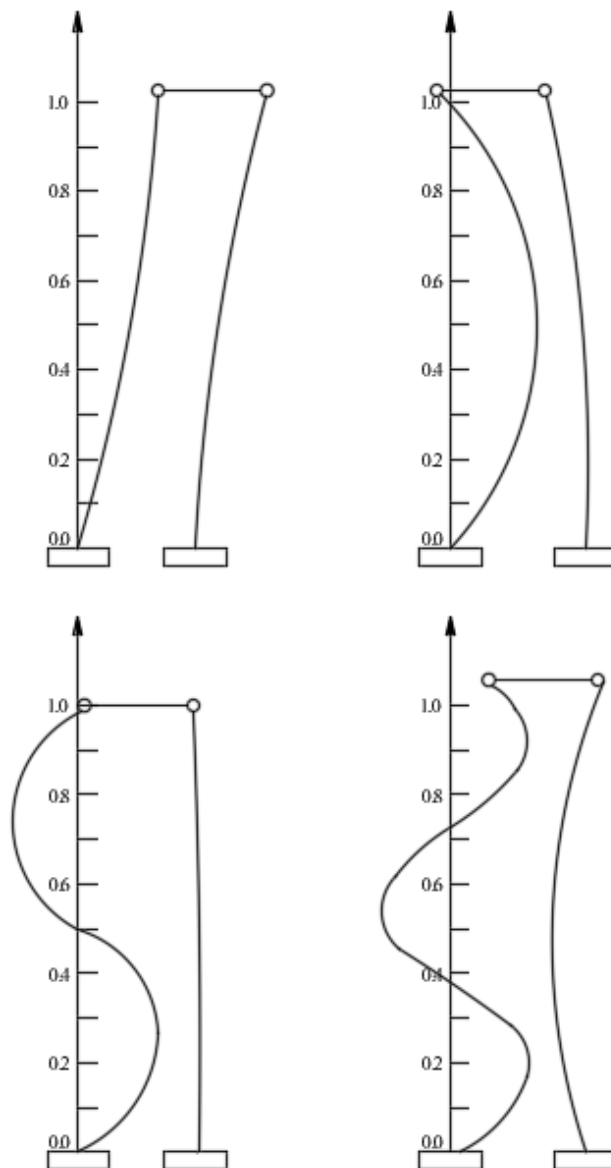
$$x = l, Y_2 = 0, Y_2'' = 0 \quad (2.59)$$

რომლებსაც მიყვავართ სიხშირეთა ცნობილ განტოლებასთან

$$\operatorname{tg} \lambda_2 l - \operatorname{th} \lambda_2 l = 0$$

$$\lambda_{21} l = 3.926, \lambda_{22} l = 7.068, \lambda_{23} l = 10.210. \quad (2.60)$$

აღსანიშნავია ერთი ძალიან მნიშვნელოვანი პრაქტიკული თვალსაზრისით გარემოება; იმისათვის, რომ ღუნვადმა დგარმა შეასრულოს უძრავი საყრდენის როლი ძვრადი შენობისათვის, მისი პერიოდის მნიშვნელობა უნდა იყოს 4-ჯერ ნაკლები, ვიდრე მნიშვნელობა თვით შენობის პერიოდისა და მათი როლების შეცვლის შემთხვევაში, ე.ი. რომ ძვრადი შენობა ემსახუროს უძრავ საყრდენად ღუნვად დგარს, მისი პერიოდის მნიშვნელობა უნდა იყოს 20 და უფრო მეტჯერ ნაკლები, ვიდრე თვით დგარის პერიოდის მნიშვნელობა.



ნახ. 2.8. კომბინირებული სისტემის თავისუფალ რხევათა ფორმები როცა $T_{H3}=T_{CH}$

ნახ. 2.8-ზე ნაჩვენებია პირველი 4 ფორმა კომბინირებული სისტემის რხევისა როცა $T_{H3}=T_{CD}$, როგორც ჩანს კომბინირებული სისტემის პერიოდების მნიშვნელობები

უახლოვდებიან ერთმანეთს. თუ ცალკემდგომი ძვრადი შენობისათვის მათი შეფარდება რხევათა პირველი სამი ფორმისათვის შეადგენს 1, 1/3, 1/5, ხოლო ცალკემდგომი ღუნვადი დგარისათვის 1, 1/6, 1/17, მაშინ კომბინირებული სისტემისათვის, როცა $T_{H3}=T_{CD}$ ისინი შესაბამისად შეადგენენ 1, 1/2, 1/4.

2. კომბინირებული სისტემის იძულებითი რხევები.

სეისმური დატვირთვების ზემოქმედებისას კომბინირებული სისტემის იძულებითი რხევების განტოლებები იქნებიან:

$$\begin{aligned} k'FG \frac{\partial y_1}{\partial x^2} - \frac{q_1}{g} \frac{\partial^2 y_1}{\partial t^2} &= \frac{q_1}{g} \frac{\partial^2 y_0}{\partial t^2} \\ EI \frac{\partial^4 y_2}{\partial x^4} + \frac{q_2}{g} \frac{\partial^2 y_2}{\partial t^2} &= \frac{q_2}{g} \frac{\partial^2 y_0}{\partial t^2}, \end{aligned} \quad (2.61)$$

სადაც, $y_0''(t)$ გრუნტის რხევის აჩქარებაა (მიწისძვრის აქსელეროგრამა). განტოლებათა ამოხსნას (2.61) ვეძებთ [46]-ის სახით

$$\begin{aligned} y_1(x, t) &= \sum_{i=1}^{\infty} Y_{1i}(x) \Phi_i(t) \\ y_2(x, t) &= \sum_{i=1}^{\infty} Y_{2i}(x) \Phi_i(t), \end{aligned} \quad (2.62)$$

სადაც $Y_{1i}(x)$ და $Y_{2i}(x)$ აკმაყოფილებს განტოლებებს (2.42). ჩავსვამთ რა (2.62)-ს (2.61)-ში, (2.42) და (2.43) გათვალისწინებით მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{\infty} \frac{q_1}{g} Y_{1i} (\Phi_i'' + \omega_i^2 \Phi_i) &= y_0''(t) \frac{q_1}{g} \\ \sum_{i=1}^{\infty} \frac{q_2}{g} Y_{2i} (\Phi_i'' + \omega_i^2 \Phi_i) &= y_0''(t) \frac{q_2}{g}. \end{aligned} \quad (2.63)$$

(2.63) განტოლების პირველი სისტემის გამრავლებით Y_{1k} -ზე ხოლო მეორესი Y_{2k} -ზე, მათი შეკრებით და მიღებული ჯამის ორივე მხარის 0-დან l -მდე ინტეგრებით მივიღებთ:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^{\infty} (\Phi_i'' + \omega_i^2 \Phi_i) \int_0^l \left[\frac{q_1}{g} Y_{1i} Y_{1k} + \frac{q_2}{g} Y_{2i} Y_{2k} \right] dx = \\ & = y_0''(t) \left[\int_0^l \frac{q_1}{g} Y_{1i} Y_{1k} + \int_0^l \frac{q_2}{g} Y_{2i} Y_{2k} dx \right]. \end{aligned} \quad (2.64)$$

ვირტუალურ მუშაობათა ურთიერთდამოუკიდებლობის პირობიდან გამომდინარე (ბეტის თეორემა) ადვილად მტკიცდება, რომ

$$\int_0^l \frac{q_1}{g} y_{1k} y_{1k} dx + \int_0^l \frac{q_2}{g} y_{2k} y_{2k} dx = 0, \quad i \neq k = 1, 2, \dots \quad (2.65)$$

(2.65) ტოლობა, რომელიც ფაქტიურად არის პირობა ორთოგონალობის საკუთარ ფუნქციათა კომბინირებული სისტემისათვის, ადვილად მტკიცდება (2.45) სასაზღვრო პირობების საფუძველზე. (2.65)-ის თანახმად (2.64)-დან მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \Phi_k''(t) + \omega_k^2 \Phi_k(t) &= y_0''(t) W_k \\ W_k &= \frac{\int_0^l q_1 Y_{1k} dx + \int_0^l q_2 Y_{2k} dx}{\int_0^l q_1 Y_{1k}^2 dx + \int_0^l q_2 Y_{2k}^2 dx}. \end{aligned} \quad (2.66)$$

ამ განტოლების ამონახსნია

$$\Phi_k(t) = -\frac{W_k}{\omega_k} \int_0^t y_0''(\xi) \sin \omega_k(t - \xi) d\xi. \quad (2.67)$$

ამგვარად, გადაადგილებანი ძვრადი შენობისა და მლუნავი დგარის $y_0''(t)$ აქსელეროგრამის მქონე მიწისძვრისათვის იქნება:

$$\begin{aligned} y_1(x, t) &= \sum_{i=1}^{\infty} \eta_{1i}(x) \frac{1}{\omega_i} \int_0^t y_0''(\xi) \sin \omega_i(t - \xi) d\xi \\ y_2(x, t) &= \sum_{i=1}^{\infty} \eta_{2i}(x) \frac{1}{\omega_i} \int_0^t y_0''(\xi) \sin \omega_i(t - \xi) d\xi \end{aligned} \quad (2.68)$$

სადაც
$$\eta_{1i}(x) = W_k Y_{1i}(x), \quad \eta_{2i}(x) = W_k Y_{2i}(x). \quad (2.69)$$

რხევათა ჩახშობისათვის ჰიპოთეზის ეკვივალენტური ჰიპოთეზის გათვალისწინებით, მთელი სისტემისათვის δ ჩახშობის დეკრემენტით, (2.16) განტოლებათა სისტემა მიიღებს სახეს

$$y_1(x, t) = \sum_i \eta_{1i}(x) \frac{1}{\omega_i} \int_0^l e^{\frac{\delta}{T_1}(t-\xi)} y_0''(\xi) \sin \omega_i(t - \xi) d\xi, \quad (2.68a)$$

$$y_2(x, t) = \sum_i \eta_{2i}(x) \frac{1}{\omega_i} \int_0^l e^{\frac{\delta}{T_2}(t-\xi)} y_0''(\xi) \sin \omega_i(t - \xi) d\xi.$$

განივი ძალა ძირითადი შენობისათვის იქნება

$$Q_1(x, y) = k'FG \frac{\partial y_1(x, t)}{\partial x}, \quad (2.70)$$

რომელიც რიგ გარდაქმნათა შემდეგ მიიღებს შემდეგ დასრულებულ სახეს

$$Q_1(x, t) = \frac{q_1 l}{g} \sum_{i=1}^{\infty} f_{1i}^c(x) \tau(T_i, t) \quad (2.71)$$

სადაც

$$f_{1i}^c(x) = \frac{W_i}{\lambda_{1i} l} \cos \lambda_{1i} \frac{x}{l},$$

$$\tau(T_i, t) = \frac{2\pi}{T_i} \int_0^l e^{-\frac{\delta}{T_i}(t-\xi)} y''(\xi) \sin \frac{2\pi}{T_i}(t - \xi) d\xi_0, \quad (2.72)$$

ხოლო $f_{1i}(x)$ -ით აღნიშნულია მიწისძვრის რეაქციის (აჩქარების) სპექტრი

$$\tau(T_i, t) = \frac{2\pi}{T_i} \int_0^l e^{-\frac{\delta}{T_i}(t-\xi)} y''(\xi) \sin \frac{2\pi}{T_i}(t - \xi) d\xi_0. \quad (2.73)$$

შედარებისათვის მოვიყვანოთ $f_{1i}(x)$ ფუნქციის მნიშვნელობას სამი შემთხვევისათვის:

ჩვეულებრივი კონსოლური ძვრადი $f_{1i}^a(x)$ შენობისთვის, ძვრადი f_{1i}^b შენობისათვის მაგრამ დაყრდნობილი ზედა ბოლოთი (2.25) და კონსოლურ ნაგებობასთან ზემოთ შეერთებული $T_{\text{нз}}$ პერიოდით $f_{1i}(x)$ (2.72) ფორმულის მიხედვით:

$$f_{1i}^a(x) = \frac{8}{\pi^2(2i-1)} \cos \frac{2i-1}{2l} \pi x,$$

$$f_{1i}^b(x) = \frac{4}{\pi_i^2} \cos \frac{i}{l} \pi x \quad i=1, 2, 3, \dots$$

$$f_{1i}^c(x) = \frac{W_i}{\lambda_{12} l} \cos \lambda_{1i} \frac{x}{l}. \quad (2.74)$$

ცხრ. 4-ში შესადარებლად მოყვანილია მნიშვნელობები, $f_{1i}^a(x)$, $f_{1i}^b(x)$, $f_{1i}^c(x)$ რხევის პირველი ფორმისა როცა $T_{\text{нз}}/T_{\text{сд}}=0.2; 0.15$.

მე-4 ცხრილის მონაცემებით დასტურდება, რომ დაკავშირება 4-5

სართულამდე ძირითად ქვის სახლთან დამატებითი ნაგებობის კომბინირებული სისტემის

$T_{нз}/T_{сд} \leq 0.2$, ან $EI/k'FG \geq 30|2$, პარამეტრებით, ამუშავებს შენობას როგორც ძელს ზედა დაყრდნობილი ბოლოთი. რაც გამოიწვევს სეისმური ინერციული ძალების შემცირებას (როგორც $\tau_{ma}(T_1)$ -ის, ისე f_{11}^c -ის შემცირების გამო) დაახლოებით 2,5-ჯერ თავდაპირველ სისტემასთან შედარებით.

ცხრილი 4

კოეფიციენტების მნიშვნელობა $F_{li}^a, F_{li}^b, F_{li}^c$

| x/l | F_{li}^a | F_{li}^b | F_{li}^c | |
|-----|------------|------------|---------------------|----------------------|
| | | | $T_{нз}/T_{сд}=0.2$ | $T_{нз}/T_{сд}=0.15$ |
| 0 | 0.8106 | 0.4053 | 0.4660 | 0.4367 |
| 0.1 | 0.8006 | 0.3854 | 0.4436 | 0.4155 |
| 0.2 | 0.7709 | 0.3279 | 0.3788 | 0.3539 |
| 0.3 | 0.7222 | 0.2382 | 0.2777 | 0.2580 |
| 0.4 | 0.6557 | 0.1253 | 0.1501 | 0.1369 |
| 0.5 | 0.5732 | 0 | 0.0080 | 0.002 |
| 0.6 | 0.4764 | -0.1253 | -0.1348 | -0.1319 |
| 0.7 | 0.3680 | -0.2382 | -0.2647 | -0.2537 |
| 0.8 | 0.2505 | -0.3279 | -0.3693 | -0.3509 |
| 0.9 | 0.1268 | -0.385 | -0.4385 | -0.4139 |
| 1.0 | 0 | -0.4053 | -0.4657 | -0.4367 |

მე-10 თავში განხილული 5-სართულიანი ქვის კონკრეტული 1-450-2 სერიის სახლისთვის (ნახ. 15) ძირითადი ტონის პერიოდით $T_1^A = 0.342$ წმ, ზემოთმოყვანილი (2.70)-(2.74) ფორმულების საფუძველზე და სეისმური ძალების განსაზღვრის PA ნორმების გამოსახულებათა გამოყენებით რხევის პირველი ფორმისათვის:

$$Q_{11}^c(x, t) = \frac{q_1 l}{g} f_{li}^c(x) A k_0 \beta_{li}^c(T_1). \quad (2.71a)$$

II კატეგორიის გრუნტებისათვის, $T_{нз}/T_{сд}$ სხვადასხვა შეფარდებისას მიღებული განივი ძალების შემცირების კოეფიციენტების მნიშვნელობები I სართულის დონეზე მოცემულია ცხრილი #5-ში.

ნახ. 2.9-ზე ნაჩვენებია გრაფიკული დამოკიდებულება გაძლიერების კოეფიციენტისა ძირითადი შენობის $T_{сд}$ და დამატებითი ნაგებობის $T_{нз}$ თავისუფალი რხევის პერიოდთა თანაფარდობაზე, PA [47] ნორმებით

ანგარიშისათვის.

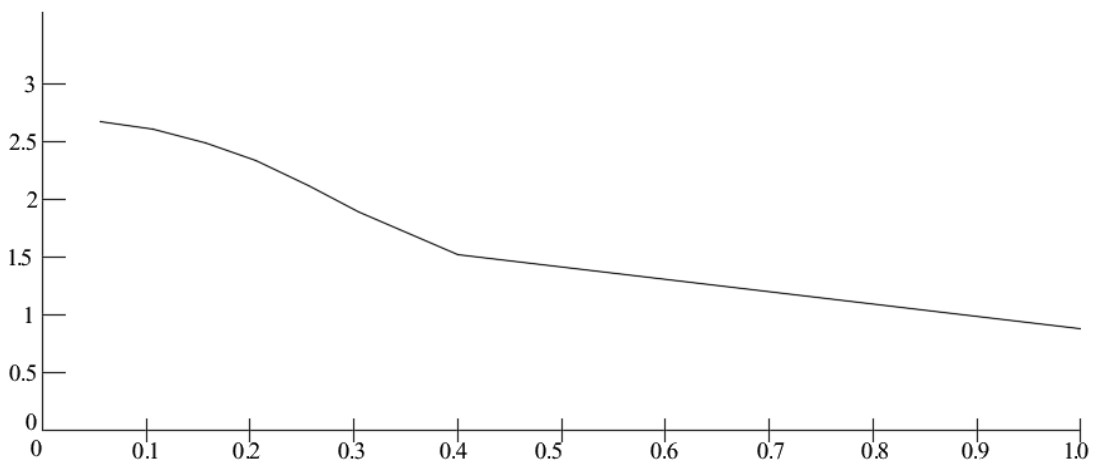
დაახლოებითი სქემა ხუთსართულიანი კონსოლური ნაგებობისა, ბრტყელი ხუთსართულიანი ჩარჩოს სახით, ხუთსართულიანი 1-450-2 სერიის ქვის სახლების გაძლიერებისათვის (სართ. სიმაღლე 2.8 მ, სიგრძე 42მ) ნაჩვენებია ნახ. 2.10-ზე. ჩარჩოს სიხისტის ასამაღლებლად განხილულ იქნა, აგრეთვე, ვარიანტი კვანძების გახისტებისა სპეციალური ვუტებით, რომლებსაც (როგორც ანგარიშებმა აჩვენა) შეუძლიათ მნიშვნელოვნად გაზარდონ ჩარჩოს სიხისტე და შეამციროს კონსოლური ჩარჩოს თავისუფალი რხევის პერიოდი 2-ჯერ.

ცხრილი 5

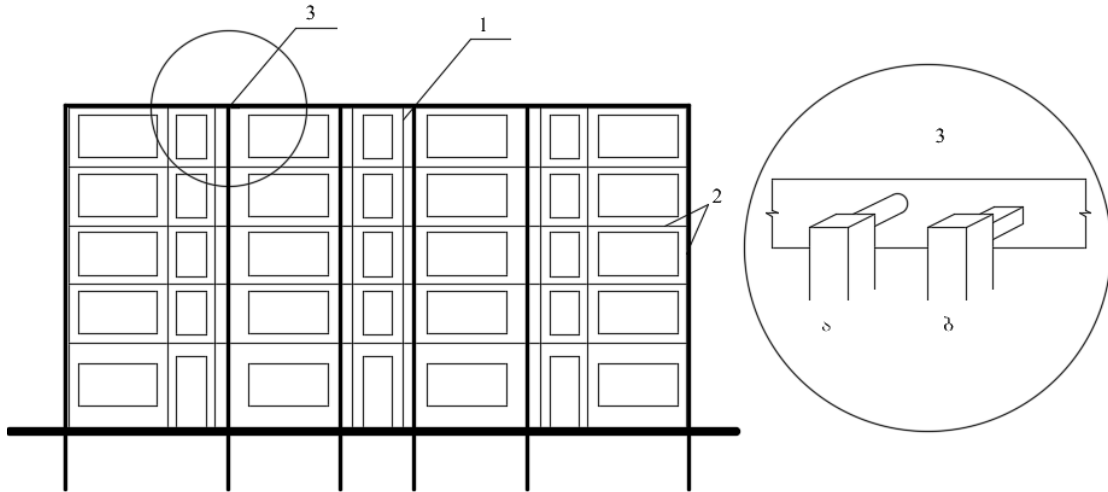
სეისმური დატვირთვის (გაძლიერების) შემცირების კოეფიციენტები

$$Q_{11}^a / Q_{11}^c$$

| $T_{из}/T_{сд}$ | $T_{1из}^a$ | $\beta_{1из}^a$ | T_{11}^c | β_{11}^c | $\beta_{11}^a / \beta_{11}^c$ | Q_{11}^a / Q_{11}^c |
|-----------------|-------------|-----------------|------------|----------------|-------------------------------|-----------------------|
| 0.05 | 0.342 | 2.5 | 0.171 | 1.855 | 1.347 | 2.68 |
| 0.1 | 0.342 | 2.5 | 0.171 | 1.855 | 1.347 | 2.61 |
| 0.15 | 0.342 | 2.5 | 0.171 | 1.855 | 1.347 | 2.49 |
| 0.2 | 0.342 | 2.5 | 0.173 | 1.865 | 1.34 | 2.33 |
| 0.25 | 0.342 | 2.5 | 0.174 | 1.87 | 1.336 | 2.14 |
| 0.3 | 0.342 | 2.5 | 0.177 | 1.885 | 1.326 | 1.91 |
| 0.4 | 0.342 | 2.5 | 0.186 | 1.93 | 1.295 | 1.52 |
| 1 | 0.342 | 2.5 | 0.34 | 2.5 | 1 | 0.856 |



ნახ. 2.9. გაძლიერების კოეფიციენტის დამოკიდებულება ძირითადი შენობის $T_{сн}$ და დამატებითი ნაგებობის $T_{нб}$ თავისუფალი რხევის პერიოდების თანაფარდობაზე



ნახ. 2.10. შესაძლო ვარიანტები დამატებითი ნაგებობის მოწყობისა ბრტყელი ჩარჩოს სახით. 1 – ძირითადი შენობა, 2 – დამატებითი ნაგებობა რ/ბ ან ლითონის ჩარჩო, 3 – შენობის ჩარჩოთი შენობის გამაგრების ვარიანტი, ა – ხისტი შეერთება ლითონის დეროებით, ბ – დამყოლი შეერთება რეზინა-ლითონის ბალიშებით.

2.2. არსებული შენობების დაზიანება-ავარიულობის ურთიერთკავშირი, ტექნიკური მდგომარეობის კვლევა-განსაზღვრის მეთოდები და შესრულებულ კვლევათა პრაქტიკული შედეგები

გადმოცემულია არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის შენობათა ტექნიკური მდგომარეობის გამოკვლევის ძირითადი ეტაპების მოკლე მიმოხილვა; ა(ა)იპ თბილისის მუნიციპალური ლაბორატორიის მიერ შესრულებული მსგავსი გამოკვლევების შედეგებისა და სხვა სპეციალისტთა პუბლიკაციებში მოცემულ ანალოგიურ მდგომარეობა-სიტუაციათა ამსახველი სტატისტიკურ-ილუსტრაციული ინფორმაცია, ზოგ შემთხვევაში ამათუიშ დაზიანებათა ინჟინრული ანალიზითა და ლაბორატორიის სპეციალისტთა მიერ ავარიულ შენობა-ნაგებობათა გამაგრება-აღდგენის სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოთა ტექნიკური ზედამხედველობის განხორციელების ზოგიერთი მონაცემით; ასევე, ავარიულ შენობათა დაზუსტებული

კლასიფიკაცია ბზარების გახსნის სიჩქარის კრიტერიუმის მიხედვით. მეორე ქვეთავი კი მთლიანად ეძღვნება მრავალსართულიან კაპიტალურ საცხოვრებელ შენობებზე მოწყობილ ზოგიერთ მიშენებათა ავარიულობას და მიშენებათათვის ავარიულობის სალიკვიდაციო ღონისძიება-მიმართულებებს, რეკონსტრუქცია-გამაგრება-გაძლიერებათა კონცეფციის ფორმულირებით.

2.3. შენობათა დაზიანებები და ავარიულობის ხარისხი სეისმოაქტიური ტერიტორიებისათვის

მიუხედავად უკანასკნელ ათწლეულებში მიღწეული დიდი წინსვლისა, სეისმომედეგი მშენებლობის თეორიული და პრაქტიკული პრობლემების წარმატებული გადაწყვეტის საქმეში, ჯერ კიდევ ძალზედ მნიშვნელოვანია, ამათუიმ ტიპის მზიდი კონსტრუქციული სისტემის მქონე არსებული შენობების ტექნიკური მდგომარეობის დადგენა, ყველასათვის გასაგები, ყველა პროფესიონალი სპეციალისტისათვის ერთნაირი შედეგის მომცემი

მიდგომებით, ხერხებით, მეთოდებით, შეფასებების მიღებულ-აპრობირებული ან/და ზუსტად ფორმულირებული ტერმინების, ცნებებისა და კრიტერიუმების გამოყენებით, მათი დაზიანებების დონის განსაზღვრისათვის შესრულებული, საინჟინრო-ტექნიკური გამოკვლევების საფუძველზე.

სწორად შესრულებული ასეთი კვლევების შედეგები კარგ წინაპირობას ჰქმნიან სწორი მიმართულებით განხორციელდეს ძლიერ დაზიანებულ შენობათა გამაგრება-აღდგენის, ხოლო საჭიროების, მათ შორის რეკონსტრუქციის შემთხვევაში, მათი გამაგრება-გაძლიერების წინასაპროექტო, საპროექტო და სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოები. ექსპლუატაციაში მყოფი შენობებისა და სხვა ნაგებობების აღდგენა ან გაძლიერება ისეთნაირად უნდა მოხდეს, რომ მიღწეული იქნეს სამშენებლო ნორმებითა და წესებით განსაზღვრული შენობის სეისმომედეგობის ძირითადი მიზანი – შენობის ექსპლუატაციის მთელი ვადის განმავლობაში უზრუნველყოფილი იქნეს საიმედოობის დანიშნული დონე.

საინჟინრო-ტექნიკური გამოკვლევა ითვალისწინებს ტერიტორიის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების, შენობის არქიტექტურულ-დაგეგმარებითი, სივრცული და კონსტრუქციული გადაწყვეტების, კონსტრუქციებისა და საინჟინრო მოწყობილობების დაწვრილებით/დეტალურ შესწავლას. კვლევები ტარდება ორი ძირითადი ხერხით:

- ვიზუალურად მარტივი ხელსაწყოების გამოყენებით;
- კომპლექსურად/დეტალურად ხელსაწყოებისა და ლაბორატორიული გამოკვლევების გამოყენებით.

კვლევებით დადგენილი უნდა იყოს მზიდი კონსტრუქციების, როგორც შენობის ერთიან სისტემაში შემავალი ელემენტების ფაქტიური მდგომარეობა [5].

სამწუხაროდ, შენობის ელემენტების ვიზუალურად შესამჩნევი დაზიანებების მიზეზი, მხოლოდ მიწისძვრების ზემოქმედება როდია. ნორმალური ექსპლუატაციისა და გულმოდგინე მოვლის შემთხვევაშიც კი, ხშირია შენობა-ნაგებობათა დაზიანებები მათი ფუძე-გრუნტების არათანაბარი ჯდენების გამო. როგორც ექსპერტები ამტკიცებენ მიზეზი ამისა, არის გრუნტის ზიდვის უნარის შემცირება (დაკარგვა), გამოწვეული მასში ფილტრაციული წყლის გავლით [21]. არაიშვიათად, შენობათა დაზიანების მიზეზი არის ის შეცდომები, რომლებიც დაშვებულია მათი დაპროექტების ან/და მშენებლობის პროცესში.

სხვადასხვა ორგანიზაციების მიერ ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევითი სამუშაოები ცხადყოფენ, რომ მარტო თბილისში, ოფიციალური მონაცემებით მეოცე საუკუნის ბოლოს 81 473 სახლი იყო დაზიანებული. აქედან 3000 ფაქტიურად დანგრევის პირას იყო მისული, 800 კი მთლიანად დასანგრევი. თბილისის მერიის მონაცემებით 12809 ინდივიდუალური მიშენება (ლოჯიებზე ან/და ლოჯიების), უმეტესწილად აგებულია ყოველგვარი სამშენებლო ნორმების და წესების გაუთვალისწინებლად [1].

ქალაქ თბილისის მუნიციპალიტეტისა და მერიის წინაშე მდგომი ქალაქმშენებლობითი პრობლემების დაჩქარებულად დაძლევის ბოლო რამდენიმეწლიან პერიოდში, ა(ა)იპ „თბილისის მუნიციპალური ლაბორატორია“ ინტენსიურად ახორციელებს როგორც ავარიულ შენობა-ნაგებობათა ვიზუალურ დათვალისწინება-შესწავლა-გამოკვლევის, ისე ავარიულ შენობა-ნაგებობათა გამაგრება-აღდგენის სამშენებლო-სამონტაჟო

სამუშაოთა ტექნიკურ ზედამხედველობას. ქვემოთ მოცემულია მცირეოდენი სტატისტიკური მონაცემები ამ კუთხით და ვიზუალური გამოკვლევის საყურადღებო საკითხები.

მთლიანად შესრულებულია 2350 სახლის ვიზუალური გამოკვლევის სამუშაოები:

1. 2015 წელს შესრულდა – 298 სახლის გამოკვლევა
2. 2016 წელს შესრულდა – 427 სახლის გამოკვლევა
3. 2017 წელს შესრულდა – 301 სახლის გამოკვლევა
4. 2018 წელს შესრულდა – 430 სახლის გამოკვლევა
5. 2019 წელს შესრულდა – 662 სახლის გამოკვლევა
6. 2020 წელს შესრულდა – 232 სახლის გამოკვლევა

სულ : 2350

აღდგენილ-გამაგრებული ობიექტების რაოდენობა გამაგრების ღონისძიებათა ტიპების მიხედვით 2015–2020წ.წ.

1. სახლები, რომლებიც თითქმის დანგრეული იყო (IV-V ხარისხის) და აშენდა თითქმის თავიდან 2015–2020 წლების განმავლობაში, დაახლოებით – 95.
2. გობისებრი ფილების მოწყობით სარდაფში, დაახლოებით – 109.
3. დაზიანებული საძირკვლების ქვეშ შედგმის მოწყობით – 148.
4. დაზიანებული კედლების და ღიობების მოჩარჩოება, ბადეში ჩასმა ორივე მხრიდან და ბეტონის ორივე მხრიდან ჩასხმით – 135.
5. კედლების ბზარების შევსება დაჭირხვნით პოლიმერ ცემენტით – 75.
6. ხიმინჯებით ფუნდამენტების გამაგრება როსტვერკის მოწყობა – 125.
7. პილონების მოწყობით, როგორც მეტალის ასევე რკინა-ბეტონით – 115.
8. ბანკეტების მოწყობით – 92.

მთლიანად შესრულებულია 920 სახლის აღდგენა-გამაგრების სამუშაოები

1. 2015 წელს შესრულდა – 128 გამაგრება-აღდგენა.
2. 2016 წელს შესრულდა – 145 გამაგრება-აღდგენა.
3. 2017 წელს შესრულდა – 148 გამაგრება-აღდგენა.
4. 2018 წელს შესრულდა – 213 გამაგრება-აღდგენა.
5. 2019 წელს შესრულდა – 237 გამაგრება-აღდგენა.

6. 2020 წელს შესრულდა – 49 გამაგრება-აღდგენა.

სულ : 920.

დამკვეთის მიერ შენობაში დაზიანებათა არსებობის შესახებ ინფორმაციის მიღებისა და სათანადო წერილით დავალების გაცემის შემდეგ, სპეციალისტების მხრიდან შენობის ვიზუალური შესწავლა-გამოკვლევის შედეგთა საფუძველზე, ხდება შენობის ავარიულობის ხარისხის დადგენა.

განმარტებითი ლექსიკონის მიხედვით „ავარია“ (იტალ. ავარია) სიტყვის მნიშვნელობა არის „დაზიანება“; „ავარიული“ სიტყვისა – „ავარიის გამომწვევი“ ან „რასაც ავარია მოელის“; „ავარიულობა“ სიტყვის განმარტება კი – „ავარიულის თვისება, მდგომარეობა“. ამ განმარტებათა შეჯერებით ვღებულობთ, რომ „ავარიულობა“ არის „ავარიის გამომწვევობა“ ან/და „დაზიანების გამომწვევობა“.

ამრიგად, ავარიულობა არის დაზიანებული შენობის ის თვისება, რომელიც მომავალში შეიძლება ახალი დაზიანებების გამომწვევი გახდეს, შენობაზე რომელიმე ნორმატული საანგარიშო დატვირთვის ზემოქმედების დროს. ასეთ ზემოქმედებად ექსპლუატაციაში მყოფი დაზიანებული შენობისათვის უნდა ჩაითვალოს ნებისმიერი არამუდმივი (ანუ ე.წ. დროებითი) დატვირთვა, ხოლო მათ შორის ყველაზე საშიშად – სეისმური დატვირთვა (მისი დროში და სივრცეში წინასწარ ზუსტი განუსაზღვრელობისა და შესაძლო დიდი სიძლიერის გამო).

საჭიროა აღინიშნოს დაზიანებულ, სეისმურ რაიონებში არსებულ შენობათა ავარიულობის დონის განსაზღვრის თავისებურებაც, არასეისმურ რაიონში არსებულ იმავე დაზიანების მქონე იმავე პარამეტრების (ფუძე-გრუნტების ჩათვლით) შენობასთან შედარებით. მაგალითად, მზიდკედლებიანი შენობებისათვის მზიდ კედლებში ისეთი გამჭოლი ბზარების არსებობა, რომლებიც არასეისმურ რაიონში შენობის ავარიულობას შეიძლება არც გულისხმობდეს და მხოლოდ ჩვეულებრივ რემონტს (შეკეთებას, ქვიშა-ცემენტის ხსნარით კარგად ამოვსებას და შელესვას) საჭიროებდეს, – საკმაოდ მაღალი ხარისხის ავარიულობის მაჩვენებელია სეისმურად აქტიურ რაიონში მდებარე (სხვა მხრივ ანალოგიური) შენობისათვის. მსგავსი ვითარებაა (შესაძლო მცირეოდენი განმასხვავებელი ნიუანსებით) ნებისმიერი სხვა ტიპის დაზიანებული შენობების, ან/და მშენებლობის

ნებართვის (ე.ი. სათანადოდ შეთანხმებული პროექტის) არმქონე შენობების ავარიულობის განსაზღვრის შემთხვევაშიც, ამ შენობათა სეისმურ და არასეისმურ რეგიონებში განთავსების მიხედვით. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, თუ გამჭოლი ბზარებით დაზიანებული ან/და სათანადოდ შეთანხმებული პროექტის გარეშე აშენებული შენობა სეისმურ რაიონში მდებარეობს, მაშინ ის ვიზუალური გამოკვლევის შემთხვევაში, ფაქტიურად, ყოველთვის ავარიულად უნდა ჩაითვალოს. რასაც ყოველთვის ვერ ვიტყვით არასეისმურ რაიონში მდებარე შენობაზე.

აქვე აუცილებლად მიგვაჩნია შევნიშნოთ შემდეგი: რადგან ავარიულობა არის, გარკვეული ხარისხით დაზიანებული შენობის ის თვისება, რომელიც მომავალში შეიძლება ახალი დაზიანებების გამომწვევი გახდეს (შენობაზე რომელიმე ნორმატული საანგარიშო დატვირთვის ზემოქმედებისას), და რადგან, ამავე დროს იგივე განმარტება, ცხადია, იმავე გარკვეული ხარისხის დაზიანებისთვისაც სამართლიანია, – სეისმურ სკალებში მოცემული შენობის დაზიანებათა ხარისხების განმარტებები შეიძლება გამოყენებული იქნეს შენობის ავარიულობის ხარისხთა განმარტებების თვალსაზრისითაც, თუმცა ამ შემთხვევაში უმჯობესია აქცენტი გაკეთდეს მხოლოდ მზიდ კონსტრუქციულ ელემენტთა დაზიანებებზე.

ქვემოთ მოგვყავს, შენობის ავარიულობის ხარისხთა განმარტებები (სეისმური ინტენსივობის სკალებში მოცემული დაზიანებათა ხარისხების შესაბამისად):

I ხარისხი – მზიდ კონსტრუქციებში ბზარები არ შეინიშნება;

II ხარისხი – მზიდი კონსტრუქციების მსუბუქი დაზიანებები: მზიდ კედლებში მცირე ბზარები, წვრილი ბზარები მზიდ კონსტრუქციებში;

III ხარისხი – მძიმე დაზიანებები – მზიდი კონსტრუქციების მნიშვნელოვანი დაზიანებები: დიდი, გამჭოლი/ღრმა (ღრმა, მაგ., – სარდაფის მიწით დაფარული გარე პერიმეტრის კედლისათვის) ბზარები კედლებში, კარკასში;

IV ხარისხი – რღვევა/ჩამონგრევა – შენობის ნაწილების ნგრევა: ჩანგრევები/ჩანატეხები მზიდ კედლებში, შენობის ცალკეულ ნაწილებს შორის კავშირების რღვევა ან/და ნაწილების ნგრევა, შიგა კედლის/კედლების

ან/და

კარკასის მზიდი ელემენტის/ელემენტების ჩამოქცევა;

V ხარისხი – ჩამოქცევა/ჩამოზვავება: შენობის მთლიანად რღვევა, მისი სრული ჩამონგრევა.

მოვიტანთ აგრეთვე, შენობის ავარიულობის ხარისხთა განმარტებებში გამოყენებული ზოგიერთი ტერმინის დაზუსტებულ განსაზღვრებებს, რაიმე ორაზროვნებათა გამოსარიცხად:

1. სეისმომედეგი შენობა არის სტატიკური, ფუძე-გრუნტთან მყარად დაკავშირებული, მდგრადი, საკუთარი ძირითადი სივრცითი მზიდი კონსტრუქციული სისტემის (ძსმკს) მქონე ნაგებობა, რომლის ელემენტების, აგრეთვე, მათი ერთმანეთთან შეერთებათა სიმტკიცე-სიხისტის მახასიათებლები, უნდა უზრუნველყოფდნენ შენობის ცალკეული ელემენტებისა და მთლიანად მის საერთო სიმტკიცე-მდგრადობას, სამშენებლო-ნორმების სავალდებულო მოთხოვნათა შესაბამისად, ყველა მოსალოდნელი, მათ შორის სეისმური, დატვირთვებით ან/და მათი თანწყობებით ზემოქმედება-ექსპლუატაციის დროს (ცხადია, მეზობელ შენობა-ნაგებობებთან ურთიერთზემოქმედების გარეშე).

2. კედელი – ძსმკს-ის ელემენტი, სისქით 20-25სმ და მეტი (ტიხარი – სისქით 10-15 სმ და ნაკლები);

3. „მცირე“ ან „წვრილი“ ბზარი არის იგივე „ბეწვისებური“ ბზარი, „დიდი“ ბზარი – იგივე „გამჭოლი“ ბზარი;

4. კარკასის (ან/და გადახურვებისა და დახურვების) დაზიანებული კონსოლური ელემენტები (აივნების, პარაპეტების და სხვა, ამათ მსგავსთა დატვირთვების მზიდნი, რომლებიც ფაქტიურად არ მიეკუთვნებიან ძსმკს-ს), რომელთა დაზიანებები არ იწვევს ფუქციონალურ-კონსტრუქციულად შემოზღუდული, შენობის ძირითადი სივრცითი მზიდი კონსტრუქციული სისტემის (ძსმკს) საერთო სიმტკიცისა და მდგრადობის დაქვეითებას, ექვემდებარებიან დაუყოვნებლივ გამაგრება-აღდგენას უსაფრთხოების ნორმათა დაცვის უზრუნველყოფით (ეს იწერება დასკვნაშიც), მათი დაზიანების გავლენა კი შენობის ავარიულობის ხარისხზე ვიზუალური კვლევის დასკვნაში აღარ გაითვალისწინება.

ავარიული შენობებისათვის უაღრესად მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია

ავარიულობის შეფასების ტექსტობრივი ტერმინების დაზუსტება, არსებულ დაზიანება-დეფორმაციათა პროგრესირების სიჩქარის მიხედვით. ამ კრიტერიუმით კლასიფიკაციისათვის, ქვემოთ შემოთავაზებულია ჩვენი შესაბამისი განმარტებები:

II, III, IV ხარისხის ავარიულ შენობათა კლასიფიკაცია ბზარების გახსნის სიჩქარის მიხედვით (შესაბამისი ჩასატარებელი ღონისძიებების თაობაზე, გადაწყვეტილებას იღებს დამკვეთი ან/და სხვა უფლებამოსილი ორგანოები, დაზიანებებზე დამკვირვებელი მათი წარმომადგენლის მოთხოვნითა და ღონისძიებებზე შემდგომი მეთვალყურეობით):

საკვლევი – 0.1მმ-მდე თვეში (ღონისძიებები იგეგმება ვიზუალურ გამოკვლევათა დასკვნით დოკუმენტში მითითებული დასკვნა-რეკომენდაციების მიხედვით);

ავარიული – (0.1÷1.0)მმ თვეში (სათანადო პროექტის მომზადება, არაუგვიანეს ერთ წელიწადში გამაგრება-აღდგენის სამუშაოების დასაწყებად);

მწვავედ ავარიული – 0.1მმ-მდე დღეში (სათანადო პროექტის მომზადება, არაუგვიანეს 2-3 კვირაში გამაგრება-აღდგენის სამუშაოების დასაწყებად, ხოლო შემდგომში საჭიროების მიხედვით, დაპროექტებისა და სამშენებლო სამუშაოების პარალელურ რეჟიმში წარმოებით);

გადაუდებლად გასამაგრებელი – (0.1÷1.0) მმ დღეში (გამაგრება-აღდგენის სამუშაოთა დაუყოვნებელი დაწყებით, გადამაგრების სამუშაოებზე ინჟინერ-კონსტრუქტორის უშუალო მითითება-ხელმძღვანელობით და დაპროექტება-მშენებლობის სამუშაოთა პარალელურ რეჟიმში წარმოებით);

დაუყოვნებლივ დასაცლელი ადამიანებისაგან – 1.0 მმ-ზე მეტი დღეში შენობის ელემენტთა რღვევა-ტყდომათა თანმდევი ხმების არსებობაზე (თუნდაც გადმოცემითი) ინფორმაციისას.

სეისმურ რაიონებში, რომელთაც მიეკუთვნება ჩვენი ქვეყნის მთელი ტერიტორია, როგორც ნებისმიერი ავარიული შენობისათვის, ასევე განსახილველი ტიპის დაზიანებული შენობებისთვისაც, ავარიულობის ხარისხის ვიზუალური გამოკვლევით დადგენის შემდგომ ეტაპზე, საჭირო ხდება დეტალური წინასაპროექტო საკვლევ-საძიებო სამუშაოების შესრულება და საფუძვლიანი გადაწყვეტილების მიღება შენობის ვარგისიანობის შესაფასებლად. რაც სხვა სიტყვებით გულისხმობს არჩევანის გაკეთებას

შენობის დაშლასა ანუ დემონტაჟსა და მის გამაგრება-აღდგენას ანუ თავდაპირველი პროექტის საანგარიშო სეისმურობამდე გამაგრებას (ან გამაგრება-გაძლიერებას ანუ საანგარიშო სეისმურობის ერთი ბალით გაზრდამდე გამაგრებას) შორის (იხ. [5], ქვემოთ ტექსტში “ინსტრუქცია”). ამ ინსტრუქციის მიხედვით შენობის აღდგენის, გაძლიერების, ფუნქციონალური დანიშნულების შეცვლა-რეკონსტრუქციის ან დანგრევის თაობაზე გადაწყვეტილებას ღებულობს შენობის მფლობელი ან ორგანიზაცია, რომლის მიერ არის დამტკიცებული საპროექტო-სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაცია (იხ. „ინსტრუქცია“, პ.4.7, გვ. 58).

როგორც ზემოთ ითქვა, დაზიანებული (მზიდ ელემენტებში ზზარების მქონე) შენობის ავარიულობის ანუ ავარიის გამომწვევობის ტექნიკური მდგომარეობის შეფასება, მისი ვიზუალური კვლევის საფუძველზე დასადგენი მთავარი ნიშანთვისებაა. ეს შეფასება შეიძლება შესრულდეს სეისმური ინტენსივობის სკალებში მოცემული დაზიანებათა ხარისხების გამოყენებით (იხ. [5], ასევე, ГОСТ 6249-52).

იმ შემთხვევაში, თუ ვიზუალურად გამოსაკვლევი დაზიანებული შენობის შესწავლისას ფიქსირდება, რომ თავდაპირველად აშენებულ ნაწილს (ანუ ძირითად შენობას), შემდგომში მიშენდა, ან დაშენდა (ან ამოშენდა) ერთ- ან რამდენიმესართულიანი ნაწილი (ანუ აქვს მიშენებულ-დაშენებულ-ამოშენებული (ან ცალკე შესაბამისი) ნაწილი), აუცილებელია გამოკვლევის დასკვნითი ნაწილის ფორმულირება ამ გადაკეთების საექსპლუატაციო უსაფრთხოების უზრუნველყოფის თვალსაზრისით (იხ., აგრეთვე, [1, 48, 49]), განსაკუთრებით მიშენებულ-დაშენებულ-ამოშენებულ ნაწილთა მშენებლობის განხორციელების წინ გაცემულ სათანადოდ შეთანხმებულ პროექტთან მათი შესაბამისობის კუთხით (ასეთი შეთანხმებული პროექტის არარსებობის შემთხვევაში მიშენებული ნაწილი ავარიულია მაღალი ხარისხით (არასაიმედოა) და გამაგრება-აღდგენას არ ექვემდებარება, მითუმეტეს, რომ იგი დიდი ალბათობით აზიანებს ძირითად შენობასაც სხვადასხვა დროებითი დატვირთვების ზემოქმედებისას, რომლებიც ძირითადი შენობის თავდაპირველი პროექტით ძირითადი შენობისთვის გათვალისწინებული არ იყო). ასეთი მიშენების შემთხვევაში, ავარიული შენობის დასკვნის ტიპური ვარიანტის მსგავსი შინაარსის იქნება დასკვნა, დაშენებულ-ამოშენებული ნაწილების მქონე შენობებისთვისაც,

დასახელებათა შესაბამისი ცვლილებებით.

დამკვეთის ზემოაღნიშნული დავალება-წერილით ზუსტად უნდა იყოს განსაზღვრული დაზიანებული (ავარიული) შენობის მისამართი და საკონტაქტო პირი (მისი სახელი, გვარი, საკონტაქტო ტელეფონის ნომერი). ამ უკანასკნელთან ერთად, ლაბორატორიის სპეციალისტის მიერ ხდება არსებული დაზიანებული (ავარიული) შენობის დათვალიერება-აღწერა. შემდგომში კი დამოუკიდებლად, მისი ვიზუალური შესწავლა-გამოკვლევა. აგამოკვლევის მონაცემებზე დაყრდნობით განისაზღვრება ავარიულობის თვალსაზრისით შენობის ტექნიკური მდგომარეობა, მისი დაზიანების დადგენილი ხარისხის შესაბამისად (სასურველია ბზარების გახსნის სიჩქარის მიხედვითაც, თუ მობინადრე თავისი ინფორმაციით აფიქსირებს ამ სიჩქარის რაიმე მნიშვნელობას). აღნიშნული კვლევის მასალები/დასკვნა, დაზიანებათა ფოტომასალის ჩათვლით, (სათანადო მიმმართველი წერილით) იგზავნება დამკვეთთან.

2.4. სხვადასხვა ტიპის დაზიანებულ შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდები და შემოთავაზებული მეთოდიკა

მოცემულია ნაშრომით შემოთავაზებული, დაზიანებულ შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდები, არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდიკა, ასევე, ნაშრომის ძირითადი დასკვნები და რეკომენდაციები.

დაზიანებულ შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციისას, გადამწვეტი მნიშვნელობა ენიჭება ახალი და ძველი მზიდი სისტემების ისეთ ურთიერთდაკავშირებას, რომელიც უზრუნველყოფს მათ საიმედო ერთობლივ მუშაობას ახალი საანგარიშო სეისმური დატვირთვების ნებისმიერი მიმართულებისათვის. ახალი და ძველი მზიდი კონსტრუქციული სისტემებისაგან ასეთი ერთობლივი სივრცითი სისტემების შექმნას, ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში, წინ უნდა უსწრებდეს სათანადო სიზუსტის სივრცით და არაწრფივ გაანგარიშებათა მეთოდების (სასურველია სხვადასხვა ავტორთა ან/და საკუთარი კომპიუტერული პროგრამების) გამოყენებით დამუშავებულ, სხვადასხვა ვარიანტთა შედარებითი ანალიზი. როგორც გამაგრება-აღდგენის, ისე დაზიანებული თუ დაუზიანებელი შენობის რეკონსტრუქცია-გამლიერებისას გამოყენებულ სივრცით და არაწრფივ გაანგარიშებათა მეთოდების სიზუსტის დადგენა, მიიჩნევა

აღდგენა-რეკონსტრუქციის ნებისმიერი საპროექტო გადაწყვეტის ერთ-ერთ ძირითად პრობლემად. თავის მხრივ, საპროექტო-გადაწყვეტათა შედარებითი ანალიზის სიღრმეც, დიდადაა დამოკიდებული ანალიზისათვის შერჩეული ყოველი ვარიანტის კონსტრუქციული გადაწყვეტის საკმაო სიმარტივეზე, რათა სულ მცირე მაინც, იყოს შესაძლებლობა თითოეული მათგანისათვის შერჩეული საანგარიშო მოდელების, რეალურად განსახორციელებელ მზიდ კონსტრუქციულ სისტემებთან სიახლოვე-ეკვივალენტურობის სწორი შეფასებისა.

ბევრ შემთხვევაში აღნიშნულ საკითხთა სირთულე იზრდება, არსებული დაზიანებული შენობის კონსტრუქციული ელემენტების და მათი ურთიერთშემაერთებელი კვანძების საპროექტო გადაწყვეტების სიმრავლის გამო, რომ აღარაფერი ვთქვათ რეალურად ადგილზე განხორციელებულ შესრულებათა მათთან (საპროექტოსთან) შესაბამისობაზე. ამ მხრივ განსაკუთრებულ სირთულეებს ვაწყდებით კულტურის ძეგლებად აღიარებულ შენობებთან, სადაც პროექტები ფაქტიურად, სულაც არ არსებობს და რომელთა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდებისათვის შეუძლებელია რაიმე ტიპური გადაწყვეტების შერჩევა, რის გამოც თითქმის ყველა ასეთი შენობა ამ კუთხით მხოლოდ ინდივიდუალურ გადაწყვეტებს თუ დაექვემდებარება.

როგორც თბილისის მუნიციპალიტეტის სისტემაში არსებული საცხოვრებელი ფონდის რამდენიმე წლიანი ვიზუალური შესწავლა-კვლევითაც დადასტურდა, თითქმის ნებისმიერი რეალური შენობა-ნაგებობა შედგება დიდი რაოდენობის სხვადასხვა დანიშნულების და ტიპის, სხვადასხვა ფორმა-ზომა-წონა-მასა-სიხისტის ელემენტებისაგან, რომელთა შორის ჭარბობს მასიურ-მთლიანტანიანი კონსტრუქციები – სამირკვლებში – როგორც ანაკრები, ისე მონოლითური ბეტონის, კედლებში – ბეტონის მსხვილი საკედლე ბლოკები, გადახურვებში – ანაკრები რკინაბეტონის ღრუტანიანი ფილები, სახურავებში – ფილები, გუმბათები, თაღები და ა.შ.. სხვადასხვა შენობებში ასეთი ელემენტების მქონე მზიდი კონსტრუქციული სისტემებისათვის, სივრცით-არაწრფივი სეისმური გაანგარიშებების ზუსტი და ტიპური (ყველა შენობისათვის მისაღები) მათემატიკურ-მექანიკურ-საანგარიშო მოდელების შექმნა ფაქტიურად შეუძლებელი ხდება. ამდენად, ასეთი ამოცანა ვერ გადაწყდება ერთ რაიმე

კონკრეტულ ნაშრომში და საჭიროების შემთხვევაში ექვემდებარება ინდივიდუალურ დამკვეთ-შემსრულებელთა ხელშეკრულებებით განპირობებულ სამუშაო (მუშა) პროცესების ძალისხმევებს.

ჩვენ შემთხვევაში კი დასახული ამოცანების შესასრულებლად, გამოსავალი შეიძლება მოიძებნოს მხოლოდ გამარტივებულ, მაგრამ გარკვეულწილად მიახლოებულ საანგარიშო მოდელზე დაფუძნებული მეთოდის და მეთოდიკების შექმნა-გამოყენებით.

მშენებლობაში ძველთაგანვე ყველაზე ადრინდელი, გავრცელებული, უკეთ შესწავლილი და მარტივია ღეროვანი სწორხაზოვანი კონსტრუქციული ელემენტები. ასეთი ელემენტების საანგარიშო მოდელებზე იქმნებოდა უმთარესად, ყველა ამჟამად მიღებული საანგარიშო მეთოდიც, ნებისმიერ ზემოქმედება-დატვირთვებზე, ნებისმიერი მასალის, ნებისმიერი სახისა თუ სტადიის დეფორმირება-მუშაობისათვის. შესაბამისად, სწორედ ღეროვანი მზიდი კონსტრუქციული სისტემებისათვის დამუშავებული გაანგარიშებათა ალგორითმები და პროგრამები გამოირჩევიან სიმარტივე-სიზუსტე-საიმედოობით დღესაც.

ტერმინი შენობის (ასევე ნებისმიერი ნაგებობის) საანგარიშო მოდელი გულისხმობს, მის გეომეტრიულ სქემას მასზე მოქმედი დატვირთვებითა და სხვა მონაცემებით, რომლებიც განსაზღვრავენ სქემაში შემავალ ელემენტთა მასალების ფიზიკურ-მექანიკურ მახასიათებლებს. ამრიგად, ყოველი ტიპის შენობისათვის, რომლებიც შეადგენენ ჩვენი ქვეყნის საქალაქო საცხოვრებელ ფონდს, საჭიროა დამუშავდეს ჯერ თავდაპირველი, ანუ დაზიანებულ-ავარიულ მდგომარეობაში მყოფი შენობის საანგარიშო მოდელები, – რეალურად არსებული მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების სივრცითი სისტემის მონაცემებით და მისი ეკვივალენტური ღეროვანი ელემენტების სისტემის მონაცემებით, – მათთვის განგარიშებათა შედეგების ურთიერთთავსებადობის და ეკვივალენტურობის ანალიზით. ხოლო შემდეგ შემუშავებული უნდა იქნეს ადდგენილ-რეკონსტრუირებული შენობის რეალური კონსტრუქციული გადაწყვეტები, მათი ეკვივალენტური სივრცითი ღეროვანი სისტემის საანგარიშო მოდელითურთ. ყველა ასეთი მოდელის დამუშავების პროცესებში კი არაერთგზის ჩნდება სხვადასხვა გეომეტრიული ფორმების, ელემენტთა განივკვეთების, სივრძეების,

მასალების თვისებების, საანგარიშო დატვირთვების და სხვა პარამეტრების მნიშვნელობათა შერჩევა-სქემატიზაცია-ეკვივალენტურობის გადასაწყვეტი და საჭიროება-დაზუსტება-დადგენის წინასწარდაუგეგმავი ამოცანებიც, ცხადია მრავალი სხვა დაგეგმილის გვერდით.

გასაგებია, რომ აღნიშნული პროცესების შესრულება, შემდგომში პროგრამირება, პროგრამების გამართვა, გაანგარიშებათა შესრულება, მათი შედეგების ანალიზი, არსასურველ შედეგთა მომცემი გადაწყვეტების შეცვლა და ა.შ. (შესაძლოა იყოს რამოდენიმე მსგავსი ციკლის განმეორების საჭიროებაც), – არსებული საცხოვრებელი შენობების ყველა ტიპისათვის, – შორს სცილდება ჩვენი ნაშრომის ამოცანებს. სწორედ ამის გამო, დაზიანებული შენობებისათვის აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდის, ხოლო მთლიანად საცხოვრებელი ფონდისათვის შესაბამისი მეთოდიკის ეტაპების განსაზღვრა, ნაშრომში ხდება საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის ყველაზე მოწყვლადი და გავრცელებით ერთ-ერთი ყველაზე მასობრივი ტიპის შენობებისათვის (კონკრეტულად გაანგარიშებები შესრულებულია ანაკრები რკინაბეტონის მსხვილბლოკური რვასართულიანი, ე.წ.

„ვეპისის“ ტიპის შენობისათვის). აღნიშნულის მიზანი არის, შესაძლებლობის ფარგლებში თვალსაჩინოდ (ან/და სანიმუშოდ) წარმოჩინდეს იმ ძირითადი ეტაპების აღწერა-ფორმულირება, რაც დამახასიათებელ-სამაგალითო ჩანს მსგავსი გამაგრება-აღდგენა-გამლიერების მეთოდ-მეთოდიკების აღწერა-გადმოცემისას. ქვემოთ მოცემულია ფაქტიურად ნებისმიერი ტიპის შენობის აღდგენა-რეკონსტრუქციის ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდების ძირითადი ეტაპები მათი შესრულების თანმიმდევრობის მიხედვით.

1. აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდი ფაქტიურად ეფუძნება, სეისმურ ზემოქმედებებზე შენობის მზიდი კონსტრუქციული სისტემის სასრული ელემენტებით აღწერილი საანგარიშო მოდელის გამოყენებით შესრულებულ გაანგარიშებებს. ზემოაღნიშნული სხვადასხვა გართულებების ასარიდებლად, რეკომენდებულია რკინაბეტონის ანაკრები მსხვილბლოკური მზიდი კონსტრუქციული სისტემა აღიწეროს, ასევე რკინაბეტონის მაგრამ ღეროვანი სისტემით.

2. როგორც ზემოთ მოდელის განმარტებაში აღინიშნა, ხდება გეომეტრიული საანგარიშო სქემის შერჩევა მასზე მოქმედი დატვირთვებითა და სხვა

მონაცემებით, რომლებიც განსაზღვრავენ სქემაში შემავალ ელემენტთა მასალების ფიზიკურ-მექანიკურ მახასიათებლებს.

რამდენადაც მოკლებული ვართ სივრცითი და არაწრფივი სეისმური გაანგარიშებებისათვის, ზემოაღნიშნული ჩვენთვის საჭირო სიზუსტის უზრუნველყოფ სხვადასხვა ავტორ-ფირმათა შემოთავაზებებს, მათი საანგარიშო პროგრამებით მიღებულ შედეგთა შედარებითი ანალიზის უფლება-გარანტირებით განხორციელება-საფუძველზე, – თვალსაჩინოების, მიღებულ მიდგომათა ადვილად შესრულება-გადმოცემა-აღქმისა და შემდგომში კომპიუტერული ანგარიშის გამართვა-დაზუსტებისათვის ჩვენს მიერ ე.წ. ხელით ანგარიშის განსახორციელებლად, – შერჩეული უნდა იქნეს ჩვენთვის მისაღები საანგარიშო გეომეტრიული სქემა ყოველივე ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით.

ჩვენი ნიმუშის ფარგლებში, შერჩეული იქნა მსხვილბლოკური ორსართულიანი ვეძისის ტიპის შენობის აღმწერი სივრცითი, ღეროვანი, სახსროვანკვანძებიანი-ირიზნებიანი გეომეტრიული სქემა.

3. სათანადო გამოთვლა-გაანგარიშებებით თანდათანობითი შერჩევის გზით, თითოეული რკინა ბეტონის ანაკრები მსხვილი საკედლე ბლოკისათვის იქმნება სიხისტით მისი ეკვივალენტური რკინაბეტონის ღეროვან-ირიზნებიანი-სახსროვანკვანძებიანი ჩარჩო. თითოეულ ჩარჩოში ღეროთა განივკვეთების დადგენის შემდეგ, შეიძლება მოხდეს მიღებული ჩარჩოთა კატალოგის უნიფიცირება-ტიპიზაცია, ცდომილებათა საღი აზრის ფარგლებში მისაღებადობის გაცნობიერებით.

4. იქმნება ანალოგიური ჰორიზონტალური რკინაბეტონის ღეროვან-ირიზნებიანი-სახსროვანკვანძებიანი ჩარჩო/ჩარჩოები, მე-3 პუნქტში მითითებული უნიფიცირება-ტიპიზაცია-გაცნობიერებით, ანაკრები რკინაბეტონის ღრუტანიანი გადახურვის ფილებისა და სარტყლოვან-ზღუდაროვანი რიგელებისაგან შედგენილი გადახურვებისათვის, სათანადო წყვილთა სიხისტეების ეკვივალენტურობის პირობათა შესრულებით.

5. გადახურვებში არსებული კიბე-ლიფტის (ან/და სხვა) ღიობებისათვის, იქმნება შესაბამისი ეკვივალენტური სიხისტის სივრცითი ჩარჩოები, რომლებიც მთლიანი შენობისათვის შერჩეული გეომეტრიული საანგარიშო სქემის მიხედვით, სათანადო კვანძებით უკავშირდებიან გადახურვებისა და კედლების ჩარჩოებს.

6. განისაზღვრება მოქმედი ნორმების შესაბამისი დატვირთვები საანგარიშო გეომეტრიული სქემის ელემენტებისა და კვანძებისათვის.
7. ხდება სეისმურ ზემოქმედებაზე შენობის საანგარიშო სქემის განსაზღვრა-დაზუსტება, წონების, მასებისა და სათანადო სიხისტე-გადაადგილებათა მატრიცების ფორმირება-გამოთვლებით.
8. გამოითვლება მიღებული საანგარიშო მოდელის საკუთარი რხევის პერიოდები და სეისმური ძალები, ხოლო შემდგომ ძალები საანგარიშო სქემის ელემენტებში, მოქმედი ნორმების შესაბამისად.
- იმ შემთხვევაში, როცა მსხვილბლოკური შენობის აღდგენა-რეკონსტრუქცია მიშენება-დაშენების, ანუ ე.წ. გადაჯდენა-დაშენების გზით ხორციელდება, საბოლოოდ მიღებული შენობის 16-ზე მეტი სართულიანობისას, აუცილებელია შეირჩეს ერთი ან მეტი რეალური აქსელეროგრამა, რომელზედაც მოხდება მიღებული მზიდი კონსტრუქციული სივრცითი სისტემის არაწრფივი გაანგარიშება, საანგარიშო სქემის ელემენტებისა და კვანძების ძალვა-გადაადგილებათა განსაზღვრით.
9. ხორციელდება არსებული დაზიანებული ან/და სარეკონსტრუქციო მსხვილბლოკური შენობის თითოეული საკედლე ბლოკის შემოწმება-გაანგარიშება, საანგარიშო სქემის შესაბამისი ეკვივალენტური სიხისტის ჩარჩოთა ძალვა-გადაადგილებების მიხედვით.
10. იმ შემთხვევაში, როცა 3.9-ის სათანადო გაანგარიშებათა შედეგად, საკედლე ბლოკი/ბლოკები ვერ აკმაყოფილებენ I ან/და II ზღვრული მდგომარეობით თითოეული მათგანის ანგარიშის მოთხოვნებს, საანგარიშო მოდელის შესაბამისი (საკედლე ბლოკის/ბლოკებისათვის) ეკვივალენტური ჩარჩოს/ჩარჩოების ზონაში/ზონებში უნდა მოეწყოს სისტემურ-ცვლადსიხისტეანი, დღევანდელი ტერმინოლოგიით – სეისმოიზოლატორე-ბიანი დამატებითი ჩარჩოები, სისტემის გადაანგარიშებით.
11. 3.10-ის მოთხოვნა მეორდება მანამდე, ვიდრე არსებული მსხვილბლოკური შენობის ნებისმიერი საკედლე ბლოკისათვის, 3.9-ის შემოწმება-გაანგარიშებათა შედეგებით, არ დაკმაყოფილდება I ან/და II ზღვრული მდგომარეობით მისი გაანგარიშების მოთხოვნები.
12. ტიპი-2 მსხვილბლოკური ნებისმიერი შენობისათვის, გაძლიერების ან/და გამაგრება-გაძლიერების მეთოდით აუცილებლად უნდა გათვალისწინებული იქნეს, ბლოკ-სექციებს შორის მსხვილბლოკური

კედლების მოკლე კონსოლურ ნაშვრებზე დაყრდნობილმარშებიანი კიბის უჯრედების რეკონსტრუქცია, კერძოდ, მათთვის საკუთარი რკინაბეტონის ან ლითონის საყრდენი (მზიდი) კარკასის, ნაკერებზე ან/და ნაკერებში გადასასვლელ-კომპენსატორთა და სეისმოიზოლატორთა მოწყობით.

ძირითადი დასკვნები

ჩატარებული გამოკვლევათა შედეგები საშუალებას იძლევიან გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. განისაზღვრა დაზიანებულ შენობათა ავარიულობის კრიტერიუმები მზიდ კონსტრუქციებში ბზარების გახსნის სიჩქარის მიხედვით.
2. დამუშავდა ავარიულ საცხოვრებელ შენობათა ერთი კონკრეტული ჯგუფისათვის – მიშენებათათვის (სხვადასხვა დროს აშენებული ძირითადი და მიშენებული ნაწილების მქონე „შენობებისათვის“) ავარიულობის სტატუსის მომხსნელ რეკონსტრუქცია-გამაგრება-გამლიერებათა კონცეფცია, რომელიც ითვალისწინებს:
 - ა) იმ შემთხვევაში, როცა კონკრეტული ტერიტორიული და არქიტექტურულ-გეგმარებითი სიტუაცია-გარემოებანი იძლევა სათანადო საშუალებას, დაბალი (4-5 სართულამდე სიმაღლის) შენობებისათვის საკმაოდ ეფექტურია ძირითადი ნაგებობის მზიდი კონსტრუქციული სისტემის რეკონსტრუქცია-გამლიერება სწორედ მიშენება-დაშენების გზით;
3. შემუშავებული იქნა კაპიტალურ შენობათა მასობრივ-სერიულ ჯგუფებს (ტიპებს) შორის შედარებით მოწყვლადი ჯგუფისათვის, – მსხვილბლოკური მრავალსართულიანი შენობებისათვის აღდგენა-რეკონსტრუქციისა და გამლიერება-რეკონსტრუქციის კონცეფცია.
4. შემოთავაზებულია დაზიანებული კარკასული რკინაბეტონის შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციისა და გამლიერება-რეკონსტრუქციის კონცეფცია.
5. შემუშავებულია არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდის შემადგენელ მეთოდთა დამხვეწ-მომწესრიგებელი მიდგომა-შემოთავაზებები, მრავალსართულიანი მსხვილბლოკური შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის/გამლიერება-რეკონსტრუქციის მეთოდების განვრცობა-გათვალისწინების გზით.
6. შენობათა სეისმომდეგობა მნიშვნელოვანწილად განპირობებულია მზიდ კონსტრუქციათა პირაპირული შეერთებების სიმტკიცითა და სიხისტით. მშენებლობის პრაქტიკაში გამოყენებული პირაპირები უზრუნველყოფენ შეერთებათა კარგ სიმტკიცეს.

სახლებს ახასიათებთ მაღალი საიმედოობა სეისმური ზემოქმედების დროს. სეისმურ რაიონებში არსებულ თანამედროვე შენობათა სეისმომდეგობა ოპტიმალურზე მაღალია. მათი ოპტიმალური საიმედოობის უზრუნველყოფა, საშუალებას იძლევა ადამიანთა სიცოცხლისათვის ყოველგვარი ზიანის გარეშე, შემცირდეს დეტალური გამოკვლევებით დადასტურებული, მშენებლობით ხარისხიანად შესრულებული შენობების სეისმურ რისკთან დაკავშირებული ხარჯები.

7. დამუშავდეს ავარიულ საცხოვრებელ შენობათა ერთი კონკრეტული ჯგუფისათვის – მიშენებათათვის (სხვადასხვა დროს აშენებული, ძირითადი და მიშენებული ნაწილების მქონე „შენობებისათვის“) ავარიულობის სტატუსის მომხსნელ რეკონსტრუქცია-გამაგრება-გამლიერებათა კონცეფცია.

8. შერჩეულია დაზიანებული კარკასული რკინაბეტონის შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდები.

9. შენობების აღდგენა რეკონსტრუქციის მეთოდების გათვალისწინება-განვრცობის გზით დამუშავდა არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდიკა, სათანადო დასკვნებით და რეკომენდაციებით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. კვ 01.01-09 სამშენებლო ნორმები და წესები – „სეისმომდეგი მშენებლობა“, 2010. გვ. 23-25
2. საქართველოს რესპუბლიკის ტერიტორიაზე განლაგებული საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობების გამოკვლევისა და სეისმომდეგობის თვალსაზრისით მათი ტექნიკური მდგომარეობის დადგენის ინსტრუქცია. – საქართველოს რესპუბლიკის არქიტექტურისა და მშენებლობის საქმეთა სამინისტრო (დამტკ. 17.07.1991წ.) / საქართველოს რესპუბლიკის მეცნიერებათა აკადემია: კ. ზავრიევის სახ. სამშენებლო მექანიკისა და სეისმომდეგობის ინსტიტუტი / ბუნებრივი კატასტროფების შესწავლის სამეცნიერო ცენტრი. თბილისი, 1992. გვ. 69-72
3. წიწილაშვილი ო.გ. ძლიერ მიწისძვრათა ზემოქმედებებზე შენობათა სივრცითი და არაწრფივი მუშაობის გაანგარიშება-ანალიზის მეთოდის სასრული ელემენტების მეთოდის გამოყენებით. თბ.: „ივერონი“, 2013. გვ. 13-16
4. საქართველოს რესპუბლიკის მოსახლეობის საბინაო პირობები / საქართველოს რესპ. სოციალურ-ეკონომიკური ინფორმაციის კომიტეტის სტატისტიკური კრებული, თბ., 1992. გვ. 20-23
5. მახვილაძე ლ., სოხაძე ა., ნიჟარაძე გ., კახიანი ლ. მსხვილბლოკური არსებული შენობების სეისმომდეგობის ამაღლება. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, 1(20), 2011. გვ. 51-54
6. Рекомендации по расчету и конструированию монолитных и панельных стен жилых зданий для сейсмических районов. М.: ЦНИИЭПжилища, 1985. с. 114-128
7. Рекомендации по проектированию крупнопанельных зданий для сейсмических районов. М.: ЦНИИЭПжилища, 1985. с. 76-83
8. Рекомендации по определению предельного состояния и несущей способности стыковых сопряжений внутренних стен крупнопанельных жилых зданий с применением ЭВМ. М.: ЦНИИЭПжилища, 1982. с. 42-56
9. Ашкинадзе Г.Н. Работа конструкций крупнопанельных зданий при колебаниях. М.: ЦНТИ, 1975. – 65 с. 106-112
10. Рекомендации по применению программы СТЫК для расчета прочности и податливости стыков крупнопанельных зданий. М.: ЦНИИЭПжилища, 1987. с. 207-236
11. Экспериментальные исследования несущей способности и податливости бессварных стыковых соединений элементов сейсмостойких крупнопанельных зданий на моделях с изучением их работы в системе здания при колебаниях сейсмического типа / Отчет о НИР, Тбилиси, ТбилЗНИИЭП, 1990. с. 105-137
12. Ашкинадзе Г.Н., Абдулаева Н.П. Анализ систем армирования внутренних стен крупнопанельных сейсмостойких зданий. В кн.: конструкции крупнопанельных зданий. М.: ЦНИИЭПжилища, 1980, с. 33-38.
13. Казина Г.А. Опыт применения крупнопанельных конструкций зданий в сейсмических районах. В кн.: Анализ последствий землетрясений. М.: ЦНИИСК им.Кучеренко, 1982. с. 114-123
14. Ашкинадзе Г.Н., Шенкаренко Ю.Г. Расчет панельных зданий на реальные

- сейсмические воздействия в неупругой стадии. В кн.: Исследования по теории сейсмостойкости сооружений. М.: ЦНИИСК им.Кучеренко, 1983. с. 76-82
15. ВСН 32-77. Инструкция по проектированию конструкций панельных жилых зданий. М.: Стройиздат, 1978. с. 66-71
16. Мирчев С.Р. Открытые технологические системы в крупнопанельном домостроении. М.: Стройиздат, 1984. с. 25-33
17. Айзенберг Я.М. Сооружения с выключающимися связями в сейсмических районах. - М.: Стройиздат, 1976. с. 144-151
18. Айзенберг Я.М. Сейсмоизоляция. Теория и реальное поведение при землетрясениях. Сейсмостойкое стр./Безопасность сооружений, №4. М., 2006. с. 55-62
19. Eisenberg J.M., Smirnov V.I., Melentyev A.M., Nemykin A.N. Applikation of seismic isolation in the USSR. / Proc. Of the Tenth World Conference on Earthquake Engineering. – Madrid, Spain, 19-24 July 1992. с. 197-208
20. Смирнов В.И. Сейсмоизоляция сооружений. // ПГС, 1997, №12. с. 28-42
21. Eisenberg J.M., Belyaev V., Smirnov V., Vasilieva A., Bubis A. Recent Developments in Seismic Isolation and Energy Dissipation in Russia. International Workshop on Base Isolated High-Rise Buildings. Yerevan, June 15-17, 2006. p. 45-53
22. Kelly J.M. Earthquake-Resistant Design with Rubber. London: Springer Verlag, 1996. p. 19-26
23. Fujita T. Progress in application of seismic isolation in japan. / 8th World Seminar on Seismic Isolation. Yerevan, Armenia, 2003. p. 82-89
24. Zhou F.L., Lin W.G., Xy Z.G. State of the Art on Application of Seismoisolation in China. / 8th World Seminar on Seismic Isolation. - Yerevan, Armenia, 2003. p. 61-67
25. Kelly J.M. New Applications and RD for Isolated Civil Buildings in the United Staes. / Proc. Int. Seminar on seismic isolation, and RD for isolated civil buildings in the United Staes. Proc. Int. Seminar on seismic isolation, passive energy dissipation and active control of seismic vibrations of structures. – Taormina, Sicily, Italy, 1997. p. 23-31
26. Kani N., Takayana M., Wada A. Performance of Seismically Isolated Buildings in Japan. / Proc. 100th Anniversary Earthquake Conference. – San Francisco, California, April 18-22, 2006. p. 42-47
27. Айзенберг Я.М., Цицилашвили О.Г. Применение сейсмоизолирующих фундаментов и вертикальных диафрагм с перестраивающейся жесткостью для снижения сейсмических нагрузок. / Проблемы и практика фундаментостроения промышленных, сельскохозяйственных, жилых и общественных зданий применительно к условиям Восточной Сибири. – Иркутск, 1983. с. 97-113
28. Цицилашвили О.Г., Айзенберг Я.М., Поляков С.В., Эдишерашвили Н.А. и др. Диафрагма жесткости железобетонного каркаса многоэтажного сейсмостойкого здания. – Тбилиси, ТбилЗНИИЭП, 1984. с. 26-35
29. Цицилашвили О.Г. Многоэтажное сейсмостойкое здание. – Тбилиси, ТбилЗНИИЭП, 1988. с. 66-73
30. Айзенберг Я.М. Сейсмоизоляция зданий в России и СНГ. – Сейсмостойкое строительство, №1. - М., 1998. с. 150-163
31. For the issue of accident rate on extensions performed on multi-storey capital residential buildings. – L. Samkharadze, Iu. Svanidze, T. Shubitidze, O. Tsitsilashvili (A(A)IP „Tbilisi Municipal Laboratory”). – „Seismics 2018” – International

Conference „Seismic resistance and rehabilitation of buildings”. – Publishing House “UNIVERSAL”, Tbilisi, 2018 p. 81-92

32. ჯაფარიძე ვ., ჯაფარიძე დ., გარსევანიშვილი ტ. შენობა-ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლების და ზედნაშენის გამაგრება-გაძლიერება სხვადასხვა გრუნტის პირობებში. თბილისი, 2012წ. გვ. 25-34

33. ზავრიევი კ., ნაფეტვარიძე შ., ქარცივაძე გ., ჯაბუა შ., ჩურაიანი ა. ნაგებობათა სეისმომდებლობა. თბ.: „მეცნიერება“, 1980. გვ. 65-84

34. Указания по проектированию и строительству крупноблочных жилых и общественных зданий возводимых в сейсмических районах Грузии. – Тбилиси, ТбилЗНИИЭП, 1984. с. 15-24

35. მიწისძვრის შედეგად დაზიანებული შენობების აღდგენა-გაძლიერების ძირითადი სტრატეგია. – Creative Commons Attribution-Share Alike. <https://ka.wikibooks.Org/w/index.php?title>. – 2019. გვ. 96-105

36. ჯაფარიძე ვ. კარკასულ-პანელური და მსხვილბლოკური ავარიული საცხოვრებელი სახლების გამაგრება-გაძლიერების ღონისძიებები. თბილისი, 2003. გვ. 125-133

37. მახვილაძე ლ. სამშენებლო მეცნიერების განვითარების პრიორიტეტები და პროგრესული ტექნოლოგიების როლი აღმშენებლობის პროცესში. – თბ.: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2009. გვ. 33-37

38. Цицилашвили О.Г. Метод расчета вертикальных диафрагм с раскосным армированием стен и возможный характер изменения их жесткости. В кн.: Теоретические и экспериментальные исследования сейсмостойких зданий / Сборник научных трудов. – Тбилиси, ТбилЗНИИЭП, 1986, с.37-43.

39. Кипиани Г.О. Устойчивость и колебания трехслойных панелей при сейсмических воздействиях // Материалы респ. конф. «Качество и надежность строит. материалов и конструкций в сейсм. стр-ве», Батуми, 1988. – Тбилиси: Мецниереба. 1988. – с.15.

40. Михайлов Б.К., Кипиани Г.О. Практический метод расчета на устойчивость элементов зданий в виде трехслойных панелей с прямоугольными проемами // Проектирование и расчет строительных конструкций. – Л., 1988. с.59-64.

41. Аммуних Салах, Михайлов Б.К., Кипиани Г.О. Практический метод Расчет и применение трехслойных панелей для строительства облегченных зданий // Совершенствование и расчет строительных конструкций из дерева и пластмасс: Межвуз. темат. сб. тр., С.-Петербург. СПбГАСУ. 1994. с.136-139.

42. ანდრაზაშვილი შ., ოდიშვილი კ., ყიფიანი გ. აგურის კედლების ჰორიზონტალურ დატვირთვაზე გაანგარიშება // მეცნიერება და ტექნიკა №1-3, თბილისი, მეცნიერება 1999, გვ. 107-109.

43. ყიფიანი გ., ჩოგოვაძე ჯ., ჭიპაშვილი ო. ავარიულ-დეფორმირებული საცხოვრებელი შენობების გამოკვლევა ქ. თბილისის მაგალითზე // მოხსენებათა შრომების კრებული საერთ. სიმპოზიუმის „უწყვეტ ტანთა მექანიკის პრობლემებზე“, სტუ, თბილისი, 1997. გვ.37-39.

44. ყიფიანი გ. დრეკადობის თეორიის მეთოდების გამოყენება სამშენებლო კონსტრუქციებში // მშენებლობა და ოცდამეერთე საუკუნე. სტუ, თბილისი, 2005. გვ.49-50.

45. მახვილაძე ლ., ზოტოვი ვ., ოდიშვილი კ., მახვილაძე კ., ჩირგაძე რ., პანასიუკი ლ., ბოლოტოვი ი., ყიფიანი გ. არსებული შენობის გაძლიერების ხერხი. პატენტის U.2003.989 U. E 04 H 9/02. AU 2003001122. (საქპატენტი. სამრეწველო საკუთრების ოფიციალური ბიულეტენი). 9(133). თბილისი. 2003. გვ. 24.
46. ესაძე ს., ბერძენიშვილი ა., ჯიჯიაშვილი დ. შენობების კვლევა და აღდგენა-გაძლიერება. ნაწილი I. შპს „მშენებლობა-პროექტების ექსპერტიზის ცენტრი“. გამომცემლობა უნივერსალი, თბილისი 2020. 126 გვ.
47. ბედიაშვილი მ., ყიფიანი გ. მიწისძვრებისაგან დაცვის სეისმოსაიზოლაციო საშუალებები და დანერგვის პერსპექტივები საქართველოში. თბილისი: გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2018. 118 გვ.
48. სამხარაძე ლ. ავარიულ-დეფორმირებული ნაგებობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის პროექტირების ორგანიზაციის გაუმჯობესების პრობლემები და დაპროექტების მეთოდოლოგია ქ. თბილისის მაგალითზე // ქუთაისი 2019. გვ. 21-23
49. კახიანი ლ., გურეშიძე გ., სამხარაძე ლ., სვანიძე ი. ქარის დაცვისთვის ზემოქმედება ცათაბჯენებზე და მათი გაანგარიშების თანმიმდევრობა // სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, N3(52) თბილისი, 2019. გვ. 85-87.
50. გედევანაშვილი გ., სამხარაძე ლ., კახიანი ლ., ყიფიანი გ. მაღალსართულიანი პანელოვანი ავარიული საცხოვრებელი სახლის გამაგრება გაძლიერების ღონისძიებები // სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, N2(55). თბილისი, 2020. გვ. 110-113.
51. Samkharadze L., Svanidze Iu., Shubitidze T., Tsitsilashvili O. For the issue of accident rate on extensions performed on multi-storey capital residential buildings (A(A)IP „Tbilisi Municipal Laboratory“) // „Seismics 2018“ – International Conference „Seismic resistance and rehabilitation of buildings“. – Publishing House „UNIVERSAL“, Tbilisi, 2018. p.16-21.
52. სამხარაძე ლ., ყიფიანი გ., წიწილაშვილი ო. არასაკმარისად სეისმომედეგი შენობების მზიდ კონსტრუქციათა საიმედოობის საკითხისათვის // სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, N1(57). თბილისი, 2021. გვ. 29-34.
53. Samkharadze L., Kipiani G. Improving of buildings stability based on the increase of their seismic resistance // International Scientific Journal „Problems of Mechanics“,N2(83)/2021. Tbilisi, 2021.- p.47-54.
54. Хачиян Э. Сейсмические воздействия и прогноз поведения сооружений. Ереван. Издательство «ГИТУТЮН»НАНРАЮ 2008. – 491 с. 48
55. ავალიშვილი ლ. რკინაბეტონის კონსტრუქციები. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი. 2019. – 120 გვ.
56. კახიანი ლ., ბალანჩივაძე ლ., ჭანტურია მ., მუხიგულაშვილი ბ. სამშენებლო კონსტრუქციების სეისმომედეგობა. თბილისი, 2018. – 101 გვ.
57. იმედაძე რ., ლალუნდარიძე გ., ცხვედაძე რ. მშენებლობის საფუძვლები და კონსტრუქციათა პროექტირება. გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი. 2005. – 207 გვ.
58. პირადოვი ა., პირადოვი კ., კახიანი ლ., იოსებაშვილი გ. ბეტონის და რკინაბეტონის რღვევის მექანიკის საფუძვლები. გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი. 1998. – 71 გვ.
59. მახვილაძე ლ., მახვილაძე კ., ჭინჭარაძე ი., ყიფიანი გ. რკინაბეტონის დიდმალიანი გადახურვების აგების ახალი ტექნოლოგიები. გამომცემლობა

- „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი. 2006. – 77 გვ.
60. იმედაძე რ., მაღრაძე თ., ყიფიანი გ., წიქარიშვილი მ., ხმელიძე თ. ძველი განაშენიანების საცხოვრებელი სახლების ტექნიკური ექსპერტიზა, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი. 2021. – 184 გვ.
61. წიქარიშვილი მ. ხარისხის კონტროლი მშენებლობაში. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი. 2021. – 128 გვ.
62. კიზირია გ., ჯანელიძე შ.მ გრიგოლია ნ. შენობა-ნაგებობათა ავარიები. აღდგენა-გამდიერება და ახალი კონსტრუქციები. გამომცემლო „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი. 1996. – 249 გვ.
63. გაბრიჩიძე შ., აგლაძე თ. ლითონთა კოროზია და კოროზიისაგან დაცვა. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი. 2018. – 116 გვ.
64. ბედიაშვილი მ. საქართველოში სეისმოიზოლაციის სისტემის დანერგვისათვის. „მშენებლობა“ სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი 4(31), 2013. 39-45 გვ.
65. სოხაძე ა., ბედიაშვილი მ. ნაგებობათა სეისმომედეგობის ამალღება სეისმოიზოლაციის საშუალებების გამოყენებით. „მშენებლობა“ სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი 1(32), 2014. 100-109 გვ.
66. Sokhadze A., Vediashvili M. Impovement of bildings seismic resistance by application of seismic insulation. International Conference. Seismic-2014. “Seismic resistance and rehabilitation of building” 29-30 May. Tbilisi, Georgia, 2014. Publising hous “Universal” p. 49-57.
67. ქარცივაძე გ. სეისმომედეგი მშენებლობა. თბილისი, გამომცემლობა „განათლება“, 1979. – 118 გვ.
68. კობაძე გ., ყურაშვილი ზ. ნაგებობათა სეისმომედეგობა. თბ. ტექნიკური უნივერსიტეტი, 1995. გვ. 140.
69. ზავრიევი კ., ქარცივაძე გ. და სხვ. ნაგებობათა სეისმომედეგობა. სეისმომედეგი ნაგებობების საფუძვლები. განათლება, თბილისი. 1979. 237 გვ.
70. Лосаберидзе А. Динамика контактуальных аrouchных систем при сейсмических воздействиях. Тб., 1979. с. 237.
71. Марджанишвили М., Марджанишвили Л., Марджанишвили Ш. Современные сейсмостойкие здания и методы расчета. Тбилиси, ГТУ, Тбилиси. 2002. с.332.
72. ზაალიშვილი ვ., არაბიძე ვ., რეკვავა პ. ეფექტური სეისმური დაცვით აღჭურვილი მოქნილლეროვანი კონსტრუქციების ქცევის რიცხვითი ანალიზი სეისმური ზემოქმედებისას, „ნაგებობათა თეორია და სეისმომედეგობა“. კ. ზავრიევის სახ. სამშენებლო მექანიკის და სეისმომედეგობის ინსტიტუტის შრომათა კრებული 4, თბილისი, გამომც. „ბიზნეს-კურიერი“, 2004, გვ. 58-65.
73. Кипиани Г. Устойчивость и колебания панелей при сейсмических воздействиях. Материалы конференции, «Качество и надежность строительных материалов и конструкции в сейсмостойком строительстве». Тбилиси. Мещниереба, 1988. с. 15-16.
74. ზაალიშვილი ვ., არაბიძე ვ., რეკვავა პ. სეისმოიზოლაციის მოქნილლეროვანი მოდელების ექსპერიმენტული გამოცდა სტატიკურ და დინამიკურ გამოცდებზე. ნაგებობათა თეორია და სეისმომედეგობა. კ. ზავრიევის სახ. სამშენებლო მექანიკის და სეისმომედეგობის ინსტიტუტის შრომათა კრებული 4, თბილისი, გამომც. „ბიზნეს-კურიერი“, 2004, გვ. 52-57.

75. Кипиани Г. и др. Использование трехслойных цилиндрических оболочек для подземной сейсмозащиты. Санкт-Петербург ЦНТИ. СПб. 1994. – 2 с. Сер. 3.67.11.03. Информ. листок № 668-94. с. 42-45
76. Kipiani G., Kalabegashvili M., Tabatadze D. Study of material // International Conference Seismics 2014 “Seismic Resistance and rehabilitation of buildings”, transactions 29-30 May 2014. Tbilisi, 2014. pp. 49-57.
77. Айзенберг Я. Адаптирование системы сейсмической защиты сооружений. М., Наука. 1978. с. 246.
78. ბეღიაშვილი მ. სამოქალაქო ნაგებობათა ანტისეისმური ღონისძიებები (დაზიანებული შენობების აღდგენა-გამაგრების მაგალითები). დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად. თბ/ 2016. ტომი ეროვნული ბიბლიოთეკა. [Http:// dspacenplg.gov.ge/hano](http://dspacenplg.gov.ge/hano) გვ. 112
79. საკანდელიძე ა. მიწისძვრების 3-7 დღით ადრე პროგნოზირება უკვე შესაძლებელია. გაზეთი „სავალ-დასავალი“ № 47. 20-30 ნოემბერი, 2014. გვ. 11
80. კაჭახიძე მ., კაჭახიძე ნ., კალაძე თ. ლითონფერო-ატმოსფერო-იონოსფეროს ბმული მოდელი. თბ. საქართველოს საპატრიარქო წმინდა ანდრია პირველწოდებულის სახ. ქართული უნივერსიტეტი. 2015. გვ. 13-17
81. სეხნიაშვილი ე. როგორ გავაუსაფრთხოოთ მიწისძვრის ქმედება. საქართველოს მეცნ. აკადემია. საქართველოს ურბანიზაციისა და მშენებლობის სამინისტრო. თბ. „მეცნიერება“, 1992. გვ. 26-29
82. ზავრიევი კ., ნაფეტვარიძე შ., ქარცივაძე გ., ჯაბუა შ., ჩურაიანი ა. ნაგებობათა სეისმომდეგობა. „მეცნიერება“, თბილისი, 1989. 326 გვ.
83. Поляков С. Сейсмостойкие конструкций зданий. Москва. «Высшая школа», 1983. 304 с.
84. Шишков Ю. По вопросу обсуждения СП «Здания сейсмостойкие и сейсмоизолированные, правила проектирования», ООО «НГЛИ» Новосибирск. Проектирование и строительство в Сибири. № 1(85). 2005. с.33-40.
85. Смирнов В., Бубис А. Обсуждение проекта свода правил: «Здания сейсмостойкие и сейсмоизолированные». Правила проектирования. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружения. 2014. 22-33 с
86. Бубис А.Юн.А., Петряшев С. Методика расчета здания с системой сейсмоизоляции в виде резинометаллических опор «Центр исследований сейсмостойкости сооружений». ЦНИИСК им. Кучеренко. с. 26-28
87. ბეღიაშვილი მ. არსებული შენობა-ნაგებობების სეისმომდეგობის ამაღლება სეისმოიზოლაციის მეთოდებით. „მშენებლობა“ სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი 1(32), 2014/ 121-125 გვ.
88. კახიანი ლ., სალაძე ი. წესები კარკასული შენობების საძირკვლებში სეისმოიზოლაციის სისტემების დაპროექტების განხორციელებისათვის. მშენებლობა“ სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი 4(31), 2013, გვ. 63-68.
89. Джинчвелашвили Г., Булушев С., Колесников А. Нелинейны статистический метод анализ сейсмостойкости зданий и сооружений. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. № 5. 2016. с.34-45.
90. კახიანი ლ., ბალანჩივაძე ლ., ლებანიძე ა. ავამაღლოთ არსებული და სამშენებელი შენობა-ნაგებობების სეისმომდეგობა. მშენებლობა“ სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი 2(45), 2017. გვ. 12-15.
91. ბეღიაშვილი მ., ყიფიანი გ., თოდუა მ. ნაგებობათა ანტისეისმური ღონისძიებები და მიწისძვრისაგან დაცვის ზოგიერთი ასპექტი. მეცნიერებათა ტექნოლოგიები. № 2(725), ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2017. გვ. 18-28.

92. ბედიამვილი მ., ყიფიანი გ. თანამედროვე გამოწვევები სეისმომედეგობაში და აქტიური პრობლემები. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია, თანამედროვე გამოწვევები, მეცნიერების აქტიური პრობლემები და ევროინტეგრაცია. თბილისი, 2017. გვ. 74-77.
93. Заалишвили В., Арабидзе В., Реквава П. Исследование модели конструкции сейсмической изоляции на горизонтальную сейсмическую нагрузку с помощью компьютерных технологии. Информационные технологии и системы: наука и практика. Труды международной конференции, Владикавказ, 2002. с. 365-367.
94. Заалишвили В., Арабидзе В., Реквава П. Применение гибкостержневых конструкций в системах сейсмоизоляции. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. № 1. М., 2005. с.36039.
95. Обследование и испытание сооружений. Под ред. О.В. Лужина. М.: Стройиздат, 1987. – 263 с.
96. Добромыслов А.Н. Диагностика повреждений зданий и инженерных сооружений. М.: АСВ 2006. – 256 с.
97. Федоров В.В. Реконструкция и реставрация зданий. М.: ИНФРА 2003. – 208с.
98. Сотников С.Н., Симагин В.Г., Вершинин В.П. Проектирование и воздействие фундаментов вблизи существующих сооружений. М.: Стройиздат, 1986. – 96 с.
99. Мальганов А.И., Плевков В.С. Восстановление и усиление ограждающих строительных конструкции здания и сооружений. Томск.: Печатная мануфактура 2002. – 391 с.
100. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий. М.: 1988. – 63 с.
101. Бедов А.И., Знаменский В.В., Габитов А.И. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Часть I. М.: АСВ. 2014. – 704 с.
102. Козачек В.Г., Нечаев Н.В., Нотенко С.Н. и др. Обследование и испытание зданий и сооружений. М.: Высшая школа. 2004. – 447 с.
103. Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкции. (к СНиП Т-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования») ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. – М.: ЦИТО Госстроя СССР, 1984. – 152 с.
104. Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений // ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1984. – 36 с.
105. СНиП 11-22-81*. Каменные и армокаменные конструкции / Госстрой России – М ФГУПЦПП. 2004. – 40 с.
106. Соколов Б.С., Антаков А.Б. Теоретические основы усиления каменных кладок. Жилищное строительство № 10, 2017. – с. 50-55.
107. Калинин А.А. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений. М.: АСВ. 2004. – 160 с.
108. Лазовский Д.Н. Проектирование реконструкции зданий и сооружений: В 3ч. Ч. 2. Оценка состояния и усиление строительных конструкций. Новополоцк ПГУ. 2010. – 340 с.
109. Гроздов В.Т. Усиление строительных конструкций при реставрации зданий и сооружений. ООФ «ЦКС» СПб, 2005. – 114 с.
110. Бедов А.И., Щепетьева Т.А. Проектирование каменных и армокаменных конструкций. М.: АСВ 2003. – 240 с.
111. Гучкин И.С. Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций. М.: АСВ. 2001. – 176 с.
112. Гвоздов В.Т. Некоторые вопросы ремонта и реконструкции зданий. Изд.-кий дом *KN +* СПб. 2005. – 114 с.

113. Рогосов Р.С. Усиление стен жилых зданий напряженными поясами. Жилищное строительство № 10*258). 1978. С. 10-12.
114. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. Л.: Стройиздат, 1988. – 415 с.
115. Демаков Д.О., Тонков И.Л. Моделирование изменения напряженно-деформированного состояния каменной кладки, усиленной преднапряженными поясами, вследствие температурных воздействия. с. 41-45
116. Унифицированные пружины сжатия. Справ. Изд. Прохоренко И.Ф., Гавриленко Н.Г., Ильин А.Д., Тобашев Л.А. М.: Металлургия, 1982. – 648 с.
117. Нечаев Н.В. Капитальный ремонт жилых зданий. М.: Стройиздат, 1990. – 206 с.
118. ГОСТ Р 52804-2007 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний. Электронный текст документа [http: Docs. cbtd. /documents/1200061316](http://docs.cbtd./documents/1200061316). с. 7-11
119. ГОСТ 5272-68 Коррозия металлов. Термины (с изменениями № 1, 2). Межгосударственный стандарт. Коррозия металлов. Электронный текст документа. <http://docs.cntd.ru/documents/1200008724>. с. 17-21
120. Пособие по контролю состояния строительных металлических конструкций зданий и сооружений в агрессивных средах, проведению обследований и проектированию восстановления защиты конструкции от коррозии (к СНиП 2.03.11-85). М.: Стройиздат, 1989. – 51 с.
121. Бедов А.И., Сапрыкин В.Ф. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкции эксплуатируемых зданий и сооружений. М.: Изд-во АСВ. 1995. – 192 с.
122. Бабицкий В.В. Ковшар С.Н. Контроль качества и эксплуатационная долговечность бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Минск. БНТУ. 2014. – 94 с.
123. Бойко М.Д., Мураховский А.И., Величкин В.З. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1993. – 207 с.
124. Дементьева М.Н. Техническая эксплуатация зданий: оценка и обеспечение эксплуатационных свойств конструкций зданий. М.: МГСУ. 2008. – 207 с.
125. Ушаков И.И., В.Я. Мищенко В.Я. Диагностика строительных конструкций. Коррозионные повреждения стальных строительных конструкции. Воронеж. гос. арх.-строит. университет. 2011. – 69 с.
126. Овчинников И.И., Мигунов В.Н., Овчинников И.Г. Моделирование кинетики деформирования армированных конструкций в специальных эксплуатационных средах. Пенза: ПГУАС, 2014. – 280 с.

დანართი

ქ. თბილისი, ვაზისუბნის დასახლება კორპ. #17-ის
(16 სართულიანი კარკასულ-პანელური ავარიული
საცხოვრებელი სახლი)

გამაგრება-გადლიერების

პროექტი

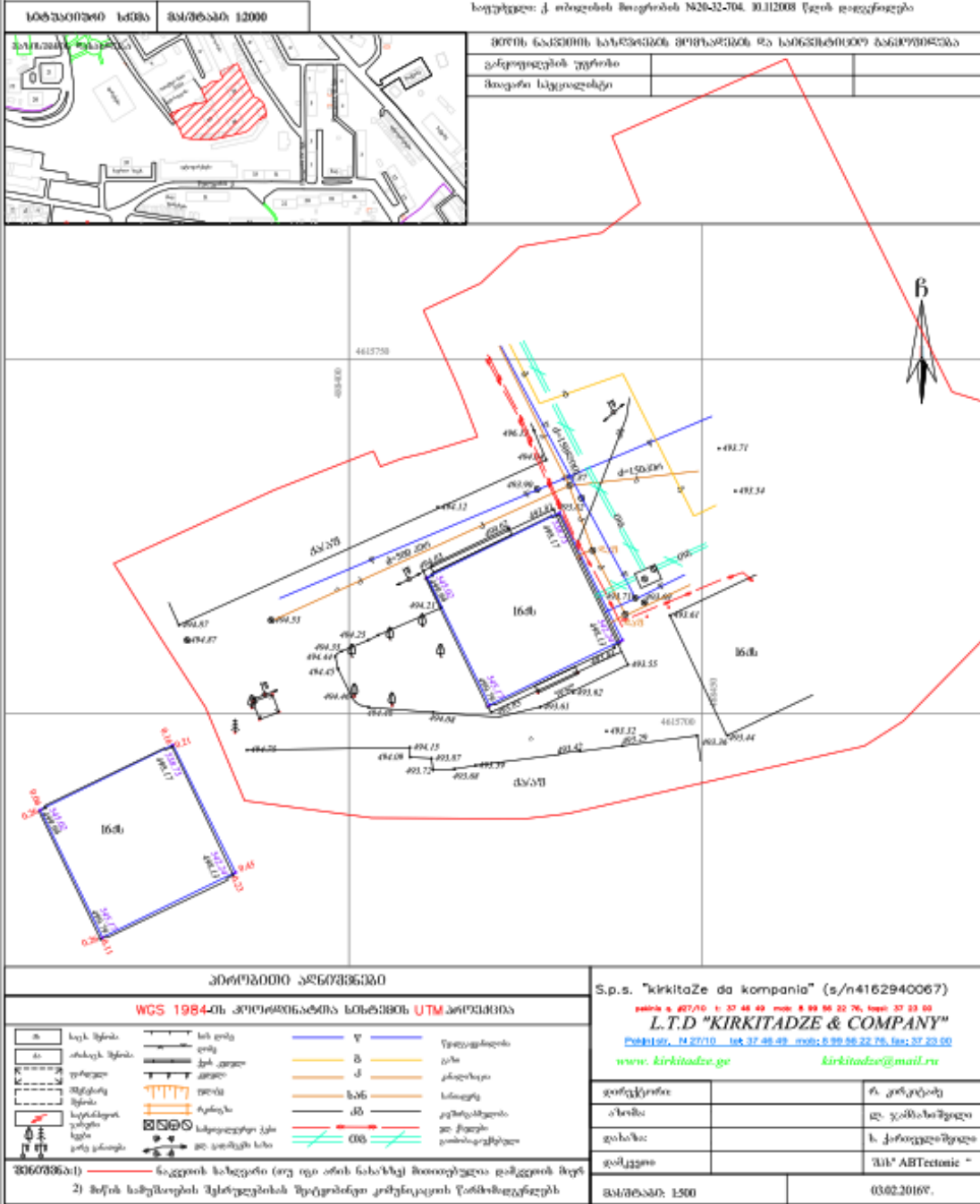


საქართველო
ქ. თბილისის მერია
სსიპ თბილისის არქიტექტურის სამსახური

ქობულაძის ძირ-სივრცის რაიონი, ვახუშტის დასახლება, კორპუსი №17, კორპუსი №8 კვანა №9 არასასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის ნაკვეთი

სამსახური: 306036301 მ. ბიბიჯანიძე

გეგმა



ד. תוכנית, מצב/מצבים וצילום, קרקעית #17

מצב/מצבים וצילום



מצב/מצבים וצילום



מצב/מצבים וצילום



מצב/מצבים וצילום



מ.מ. "ARTectonic"

2014

מצב/מצבים וצילום

100.00

ד. תוכנית, מצב/מצבים וצילום, קרקעית #17

מצב/מצבים וצילום



מצב/מצבים וצילום



מצב/מצבים וצילום



מצב/מצבים וצילום



מ.מ. "ARTectonic"

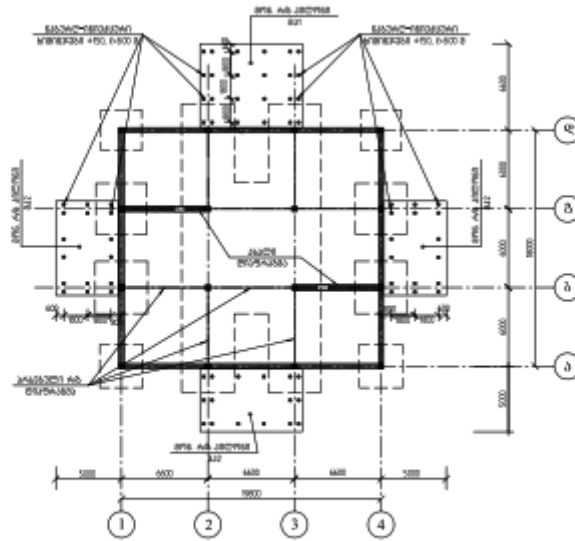
2014

מצב/מצבים וצילום

100.00

შენიშნის განმარტება საძირკვლის ტიპზე, საშენობო სიმაღლე

8 1 : 200

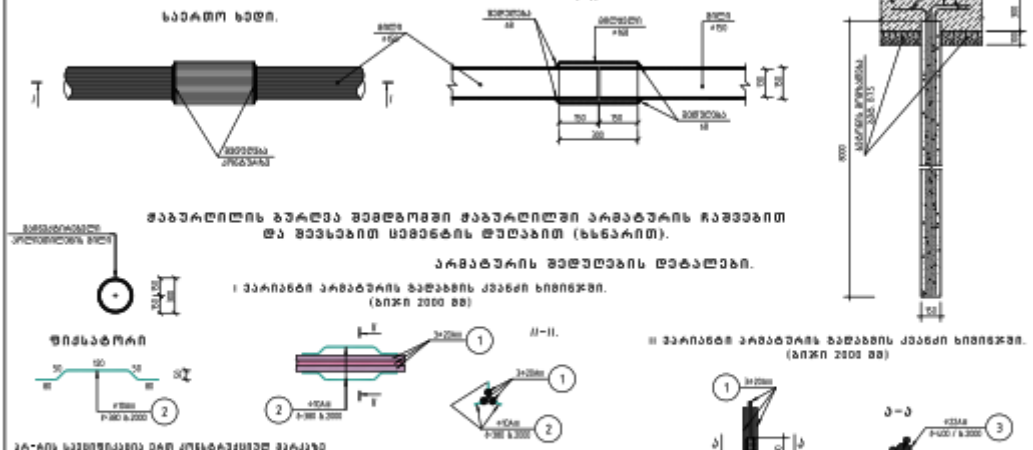


შენიშნების
საშენობო სიმაღლე 1:200

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო |
| საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო |
| საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო |

საბარბ-ინჟინერის ნიშნების კონსტრუქცია

განმარტების მიზნით სიმაღლის განსაზღვრა მიზნების სარეგულირებო



საბარბის სიმაღლის და სიგანის კონსტრუქცია (საბარბი 72 სიმაღლე)

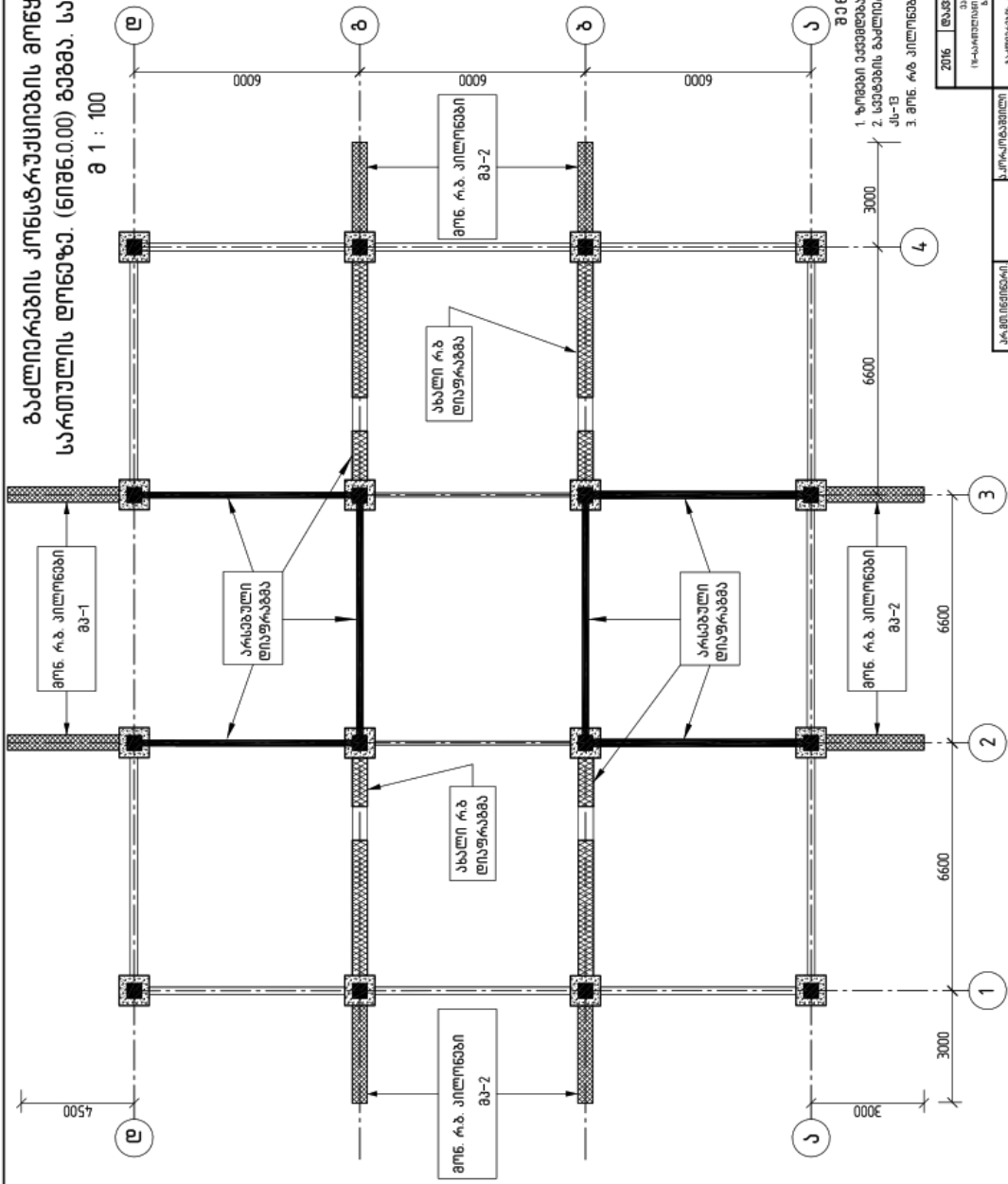
| სიმაღლე | სიგანე | სიმაღლე | სიგანე |
|---------|--------|---------|--------|
| 1 | 4 30 | 4 30 | 4 30 |
| 2 | 4 30 | 4 30 | 4 30 |
| 3 | 4 30 | 4 30 | 4 30 |

შენიშნების
საბარბის-სიმაღლის კონსტრუქცია
საბარბის-სიმაღლის კონსტრუქცია
საბარბის-სიმაღლის კონსტრუქცია

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო |
| საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო |
| საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო |

ბაკალირების კონსტრუქციის მოწყობა პირველი სართულის ღონეზე. (ნიშნ.0.00) გეგმა. საომრადგომ სეზონი.

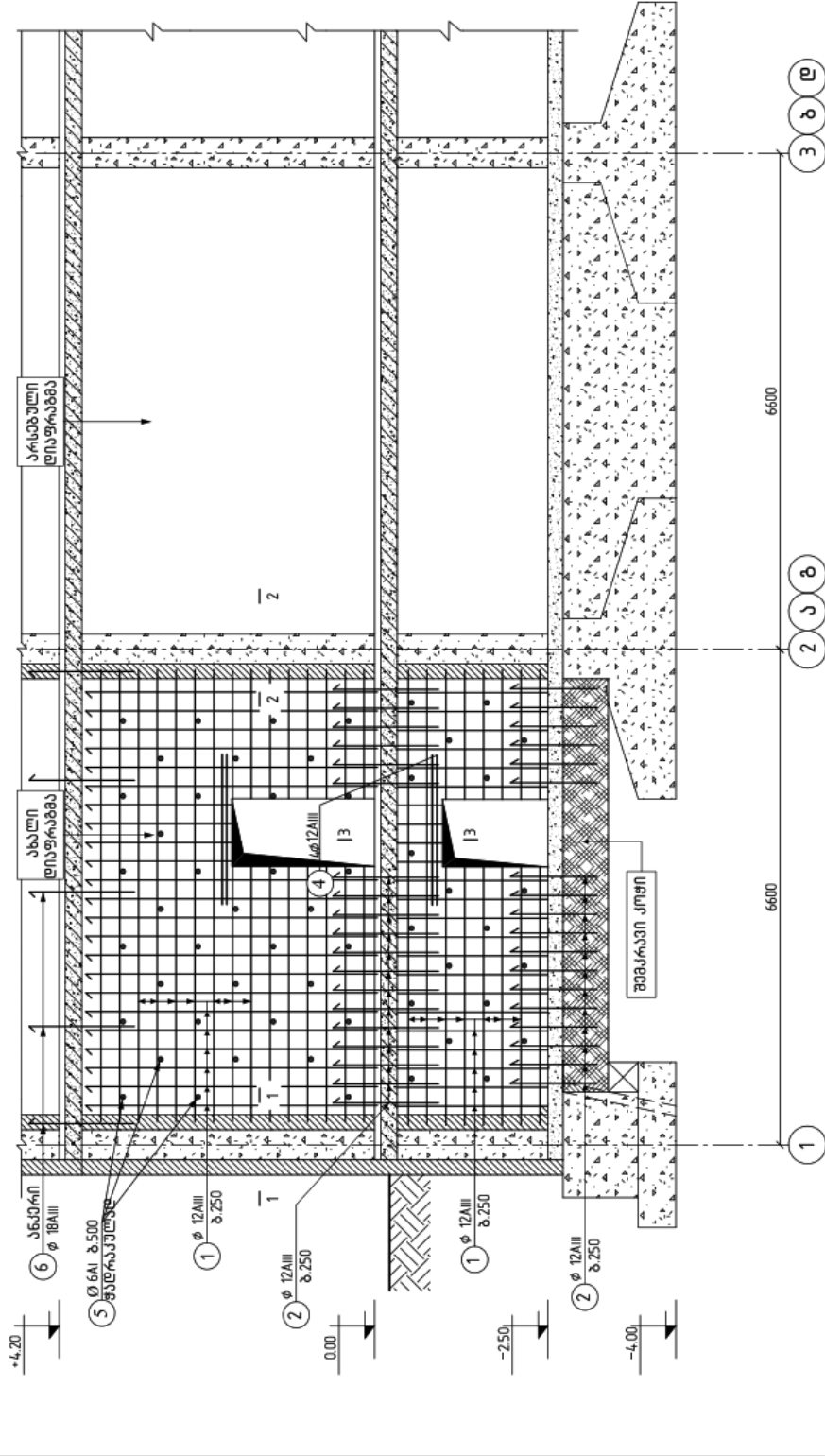
მ 1 : 100



- შენიშვნები:**
1. ღონის დახმობაზე დახმობა.
 2. სეზონის ბაკალირების კონსტრუქციის მოწყობა.
 3. მონ. რ.ბ. კილონები ნი. ფუკი მ-6 + მ-11

| | | |
|--|----------|--------------|
| 2016 | დაგეგმვა | კომპლექტი №1 |
| პროექტი: სახლი №11 მდ. დ. ქ. თბილისი რაიონი, ვაკის რაიონი, ვაკის უბანი, სახლი №11 | | |
| პროექტი | მ. ბ. ბ. | მ. ბ. ბ. |
| შეამოწმა | შეამოწმა | შეამოწმა |
| პროექტი | პროექტი | პროექტი |
| შეამოწმა | შეამოწმა | შეამოწმა |

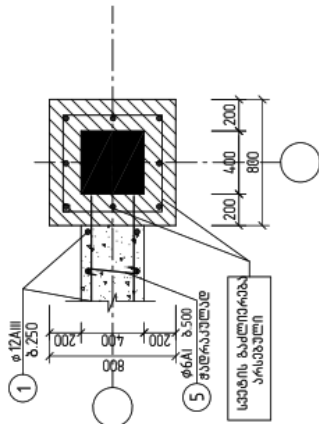
ასბალი რკინაბეტონის ღრეზვებების მოწყობა და არსებული ღრეზვების ბაძლიერება . შ 1:50



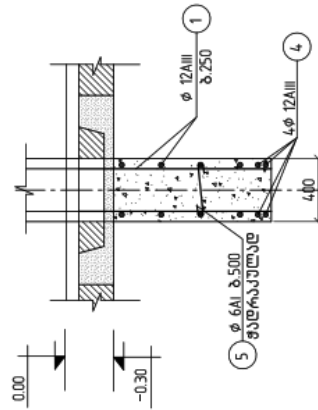
| | | |
|---|-----------|--------------|
| 2016 | დაკმაფი | კომპლექტი #1 |
| (შპსაკტი კოფი) შპს (შპსაკტი კოფი) შპს-ს მფლობელი (შპსაკტი კოფი) შპს-ს მფლობელი (შპსაკტი კოფი) შპს-ს მფლობელი (შპსაკტი კოფი) შპს-ს მფლობელი (შპსაკტი კოფი) შპს-ს მფლობელი | | |
| კომპლექტი | კომპლექტი | შპსაკტი კოფი |
| შპსაკტი | შპსაკტი | შპსაკტი |
| შპსაკტი | შპსაკტი | შპსაკტი |

შენიშვნა:
 კვეთები და საკონსტრუქციო იხილე ფურც. კს - 5.

კვეთი "1-1" "2-2". მ 1:25



კვეთი "3-3". მ 1:25



მასალათს საემუფიკატიკატი კონსტრუქციულ ბარაზა.

| კონსტრუქციული მონაცემები | მ. წყარო | საქონლის სახეობა | კონსტრუქციული მონაცემები | | კონსტრუქციული მონაცემები | | კონსტრუქციული მონაცემები | | მ. წყარო | მატიკატიკატი (მ.წ.) |
|--------------------------|----------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|--------------------------|----------|----------|---------------------|
| | | | საქონლის სახეობა | მ. წყარო | საქონლის სახეობა | მ. წყარო | საქონლის სახეობა | მ. წყარო | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 1 | 12AIII | კონსტრუქციული მონაცემები | 688.80 | 18AIII | 10.00 | 20.00 | | | |
| 2 | 2 | 12AIII | 1000 | 74.00 | 12AIII | 778.80 | 691.57 | | | |
| 4 | 4 | 12AIII | 2000 | 16.00 | 6AII | 80.00 | 17.76 | | | |
| 5 | 5 | 6AII | 500 | 160 | სულ | AIII= 711.57 | AI= 17.76 | | | |
| 6 | 6 | 18AIII | 1000 | 10 | 10.00 | 80.00 | 729.33 | | | |
| | | | | | | | | | | V=V |

მასალათს ბარაზი მთელ ზემოზაზა.

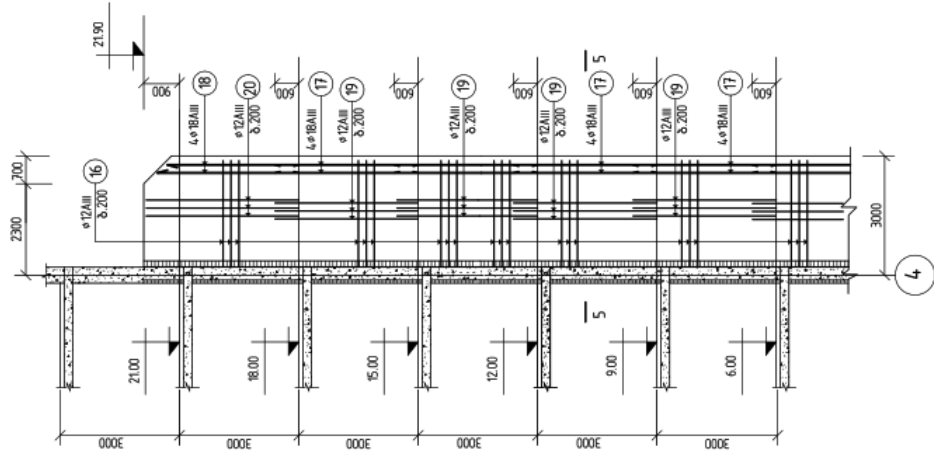
| კონსტრუქციული მონაცემები | კონსტრუქციული მონაცემები | | საქონლის სახეობა | მ. წყარო | მატიკატიკატი (მ.წ.) | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|---------------------|--------------|-----------|---|--|-----|
| | საქონლის სახეობა | მ. წყარო | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| 1 | 1 | 12AIII | კონსტრუქციული მონაცემები | 688.80 | 18AIII | 10.00 | 20.00 | | | |
| 2 | 2 | 12AIII | 1000 | 74.00 | 12AIII | 778.80 | 691.57 | | | |
| 4 | 4 | 12AIII | 2000 | 16.00 | 6AII | 80.00 | 17.76 | | | |
| 5 | 5 | 6AII | 500 | 160 | სულ | AIII= 711.57 | AI= 17.76 | | | |
| 6 | 6 | 18AIII | 1000 | 10 | 10.00 | 80.00 | 729.33 | | | |
| | | | | | | | | | | V=V |

ზენიზემიკატი:

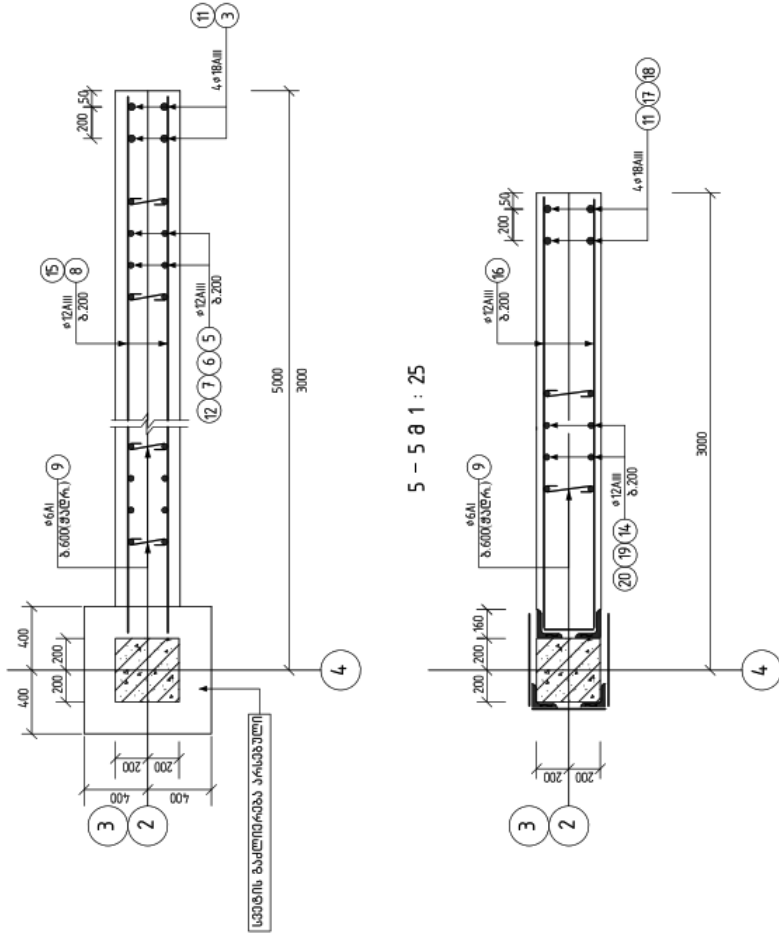
კონსტრუქციული მონაცემები კონსტრუქციული მონაცემები კონსტრუქციული მონაცემები

| | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 2016 | მატიკატიკატი | კონსტრუქციული მონაცემები |
| კონსტრუქციული მონაცემები კონსტრუქციული მონაცემები კონსტრუქციული მონაცემები | | |
| კონსტრუქციული მონაცემები | კონსტრუქციული მონაცემები | კონსტრუქციული მონაცემები |
| კონსტრუქციული მონაცემები | კონსტრუქციული მონაცემები | კონსტრუქციული მონაცემები |

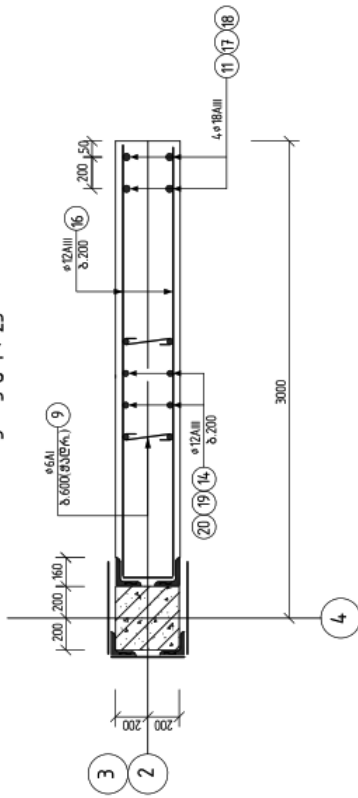
მიღებითი კილონი გვ - 1.
 ტიპური სართულგეგმის ზომა. მ 1 : 100



3 - 3; 4 - 4 მ 1 : 25



5 - 5 მ 1 : 25



შენიშვნები:

1. ზომები აბრუნებულია და შესაბამისად.
2. არსებული ნახაზი ნაქონულ იქნეს კმ-6 ნახაზთან ერთად.
3. მასალათა სპეციფიკაციის იხ. ფურც კმ-8.

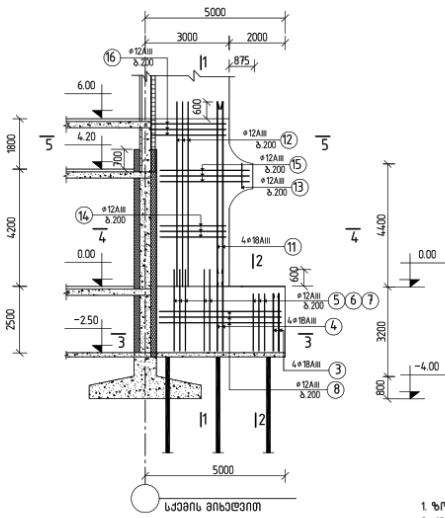
| | | |
|--|---|---|
| 2016 | დაამუშავა: | კომპლექტი №1 |
| შპს "საინჟინერო-პროექტული და კონსტრუქციული სამსახური" (საინჟინერო-პროექტული და კონსტრუქციული სამსახური) | | |
| კომპლექტი №1 | კომპლექტი №1 | კომპლექტი №1 |
| შპს "საინჟინერო-პროექტული და კონსტრუქციული სამსახური" | შპს "საინჟინერო-პროექტული და კონსტრუქციული სამსახური" | შპს "საინჟინერო-პროექტული და კონსტრუქციული სამსახური" |
| დაამუშავა: | დაამუშავა: | დაამუშავა: |
| კომპლექტი №1 | კომპლექტი №1 | კომპლექტი №1 |
| შპს "საინჟინერო-პროექტული და კონსტრუქციული სამსახური" | შპს "საინჟინერო-პროექტული და კონსტრუქციული სამსახური" | შპს "საინჟინერო-პროექტული და კონსტრუქციული სამსახური" |

მონოლითური მიღებითი პილონების მოწყობა

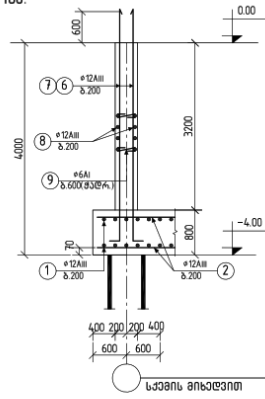
მიღებითი პილონი მა - 2

არჩიკება. სარდაფის, პირველი სართულის და ტექნიკური სართულის ზონა.

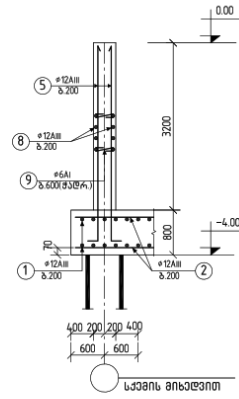
მ 1 : 100



1 - 1 მ 1 : 50



2 - 2 მ 1 : 50



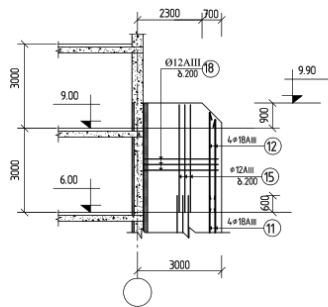
შენიშვნები:

1. ზომები შევსებულია დაზუსტებას.
2. კვეთები 3-3-5-5 იხ. ფურც. კს-10.
3. მასალათა საუბიფიკაცია იხ. ფურც. კს-11.

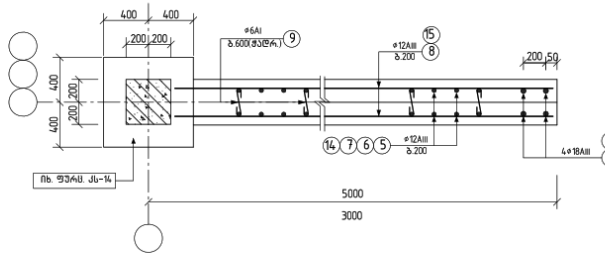
| | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
| 2016 | დაკვეთა | პილონი #1 |
| შპს "საინჟინერო-პროექტული კომპანია" (საინჟინერო-პროექტული კომპანია) | | |
| პროექტი | საინჟინერო-პროექტული კომპანია | პროექტი |
| შპს "საინჟინერო-პროექტული კომპანია" | საინჟინერო-პროექტული კომპანია | საინჟინერო-პროექტული კომპანია |
| შპს "საინჟინერო-პროექტული კომპანია" | საინჟინერო-პროექტული კომპანია | საინჟინერო-პროექტული კომპანია |

მიღებითი პილონი მა - 2

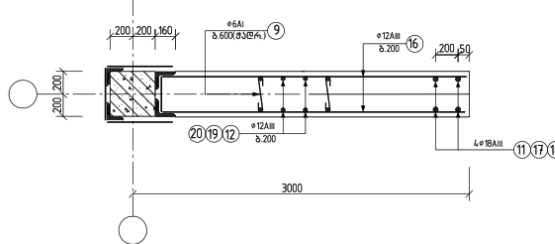
ტექნიკური სართულის ზვეთი. მ 1 : 100



3 - 3; 4 - 4 მ 1 : 25



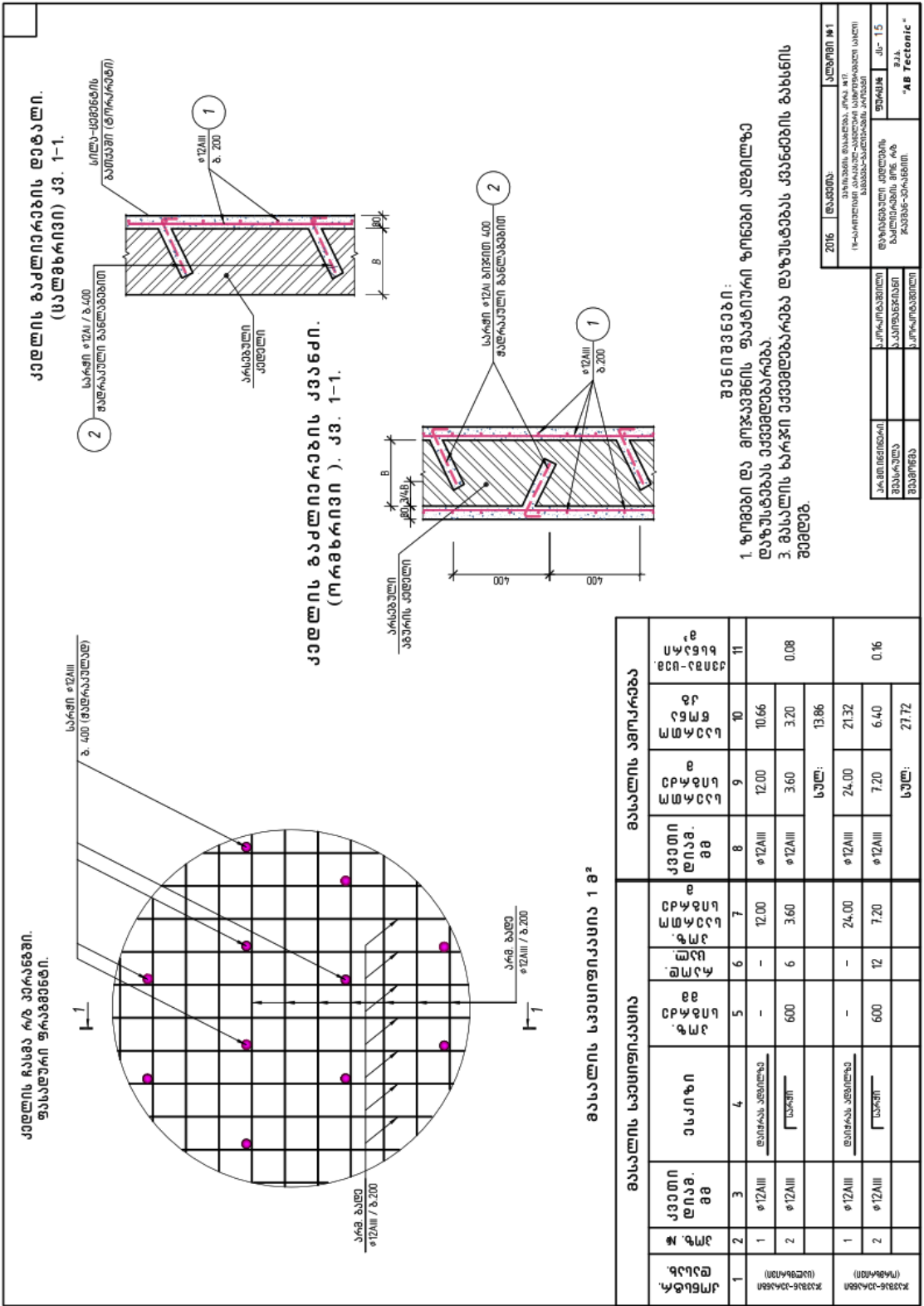
5 - 5 მ 1 : 25



შენიშვნები:

1. ზომები შევსებულია დაზუსტებას.
2. პრესბული ნახაზი წაიღებულ იქნეს კს-9 ნახაზზე ერთად.
3. მასალათა საუბიფიკაცია იხ. ფურც. კს-11.

| | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
| 2016 | დაკვეთა | პილონი #1 |
| შპს "საინჟინერო-პროექტული კომპანია" (საინჟინერო-პროექტული კომპანია) | | |
| პროექტი | საინჟინერო-პროექტული კომპანია | პროექტი |
| შპს "საინჟინერო-პროექტული კომპანია" | საინჟინერო-პროექტული კომპანია | საინჟინერო-პროექტული კომპანია |
| შპს "საინჟინერო-პროექტული კომპანია" | საინჟინერო-პროექტული კომპანია | საინჟინერო-პროექტული კომპანია |



ქ. თბილისში, ვაზისუბნის მე-2 მ/რაიონი,
კორპ. #14-ში მდებარე ავარიული საცხოვრებელი
სახლის აღდგენა-გამაგრება-გადლიერების

პროექტი



შენიშვნა:

საინჟინრო კონსტრუქციის სპეციალისტების მიერ შემოწმდა
 კონსტრუქციის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით
 საჭიროების შემთხვევაში კონსტრუქციის უსაფრთხოების
 გასაძვირებელი ნაწილების დასაზღვრება.

კანონმდებლობით გათვალისწინებული საკანონმდებლო
 აქტების დროს კონსტრუქციის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის
 მიზნით.



2014

დაზიანების ფოტოგრაფიები

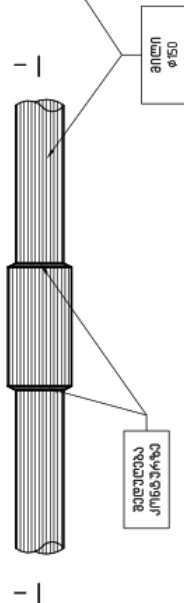
შპს "AB Tectonic"

ფურცელი

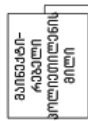
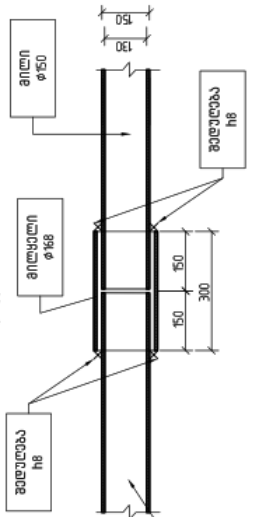
ნახურდ-ნიქიფურ სიმიქის კონსტრუქცია

გინეფატორეველი მიღის სეფსიბის გალგბე მიღყელის სსუბლებით.

საერთო ხელი.



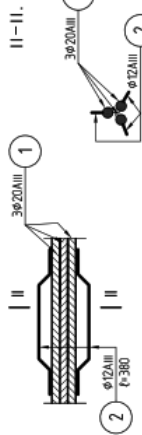
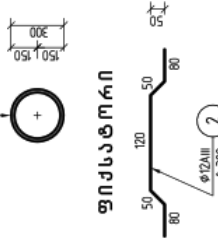
I-I.



ჭაბურღილის ბურღვა შეფღებოშეი ჭაბურღილში არგატურის რგვებბით და შუვსებბით სეფეხის დულაბით (სნარბით).

არგატურის შელუღბის დეტალი.

ფიქსატორი



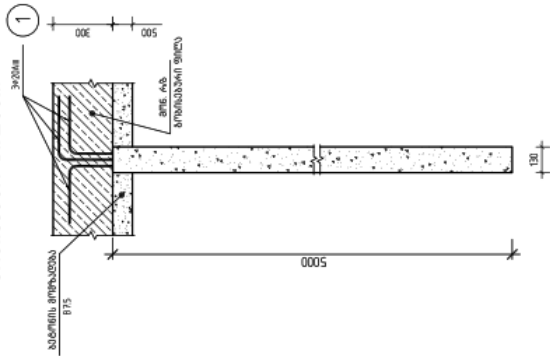
შენიშვნები:

- 1.საინფორმაციო-ბელოლოიური ინფორმაციის დაზუსტეფს კლექტზე ინფორმაცი-ბელოლოგის, კონსტრუქციის და დგმეფითის ნაგოზგებელის თანესწარებბით.
- 2.საქონტრირლო ბურღვის შეფღებ, რეფსელის მირგბული იქნება ავტორის-კონსტრუქციის, დგმეფითის და ზღესხელღელის მიერ (ინფორმაციულ შეფღებელოლი ოფისის საფუძველზე). დაზუსტეფს მისი სიბრბე და კონსტრუქციის.
- 3.სიმიქების საერთო რაოდენღბე შეღებენ 68-ს (r=340.00 მ).

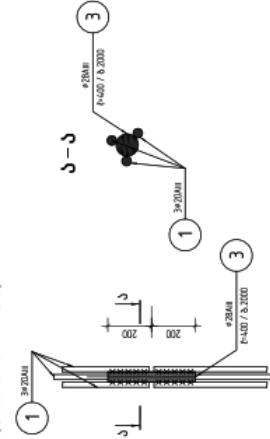
არგატურის საეფიფიქციო ერთ კონსტრუქციულ ბარკაზე (სულ 68 სიმიქები)

| კოფ | კონსტრუქციის ნიშნობა | მასივი | ფიქსატორის რაოდენღბე | საერთო სიგრძე, მ | საერთო მასივი, კგ |
|-----|-----------------------|-----------|----------------------|------------------|-------------------|
| 1 | φ 20 A III | რგვ. 6000 | 3 | 14.797 | 44.39 |
| 2 | φ 12 A III | რგვ. 360 | 9 | 0.937 | 3.04 |
| | საერთო | | | | |
| | M400 სიმიქების მულაბი | | | 0.32 | 9 |

სიმიქის თაბის მიღყობა. არ-რის კარკასის რგვებბე გონსტრუქციულღბე.

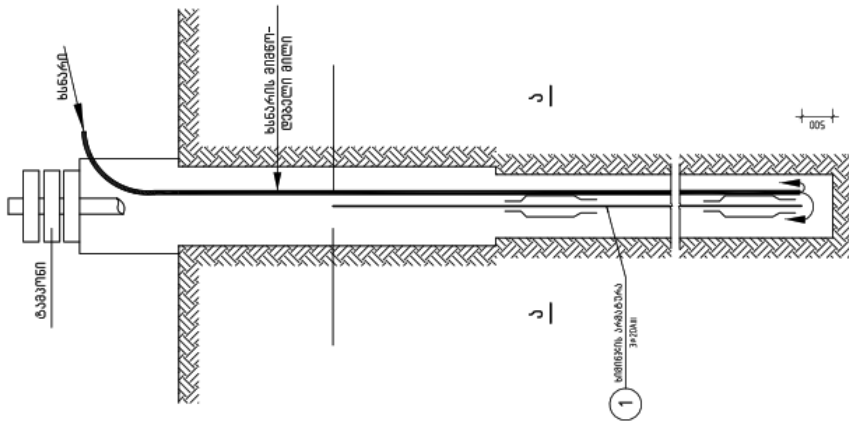
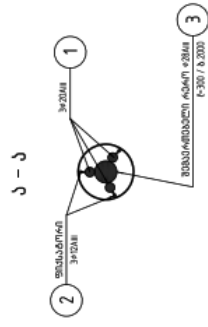
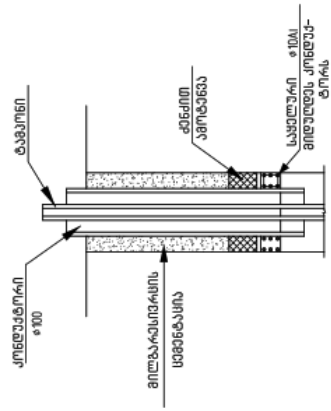


არგატურის გალგბის კვანძის სიმიქეფი (ბიქი 2000 მმ)



| | | | |
|------|------------|-----------------------|-----------------------|
| 2014 | დგმეფი: | კონსტრუქციის ინჟინერი | კონსტრუქციის ინჟინერი |
| | შეამუშავა: | კონსტრუქციის ინჟინერი | კონსტრუქციის ინჟინერი |
| | შეამოწმა: | კონსტრუქციის ინჟინერი | კონსტრუქციის ინჟინერი |

ტაბლიონის დაყენება



| | |
|---|--------------|
| 2014 წლისთვის | საპროექტი №1 |
| <p>ამ დოკუმენტი შედგება შემდეგ ნაწილებად:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. საპროექტი №1 2. საპროექტი №2 3. საპროექტი №3 | |
| საპროექტი №1 | საპროექტი №2 |
| საპროექტი №2 | საპროექტი №3 |
| საპროექტი №3 | საპროექტი №4 |

| | |
|--------------|--------------|
| საპროექტი №1 | საპროექტი №2 |
| საპროექტი №2 | საპროექტი №3 |
| საპროექტი №3 | საპროექტი №4 |

| | |
|--------------|--------------|
| საპროექტი №1 | საპროექტი №2 |
| საპროექტი №2 | საპროექტი №3 |
| საპროექტი №3 | საპროექტი №4 |

| | |
|--------------|--------------|
| საპროექტი №1 | საპროექტი №2 |
| საპროექტი №2 | საპროექტი №3 |
| საპროექტი №3 | საპროექტი №4 |

| | |
|--------------|--------------|
| საპროექტი №1 | საპროექტი №2 |
| საპროექტი №2 | საპროექტი №3 |
| საპროექტი №3 | საპროექტი №4 |

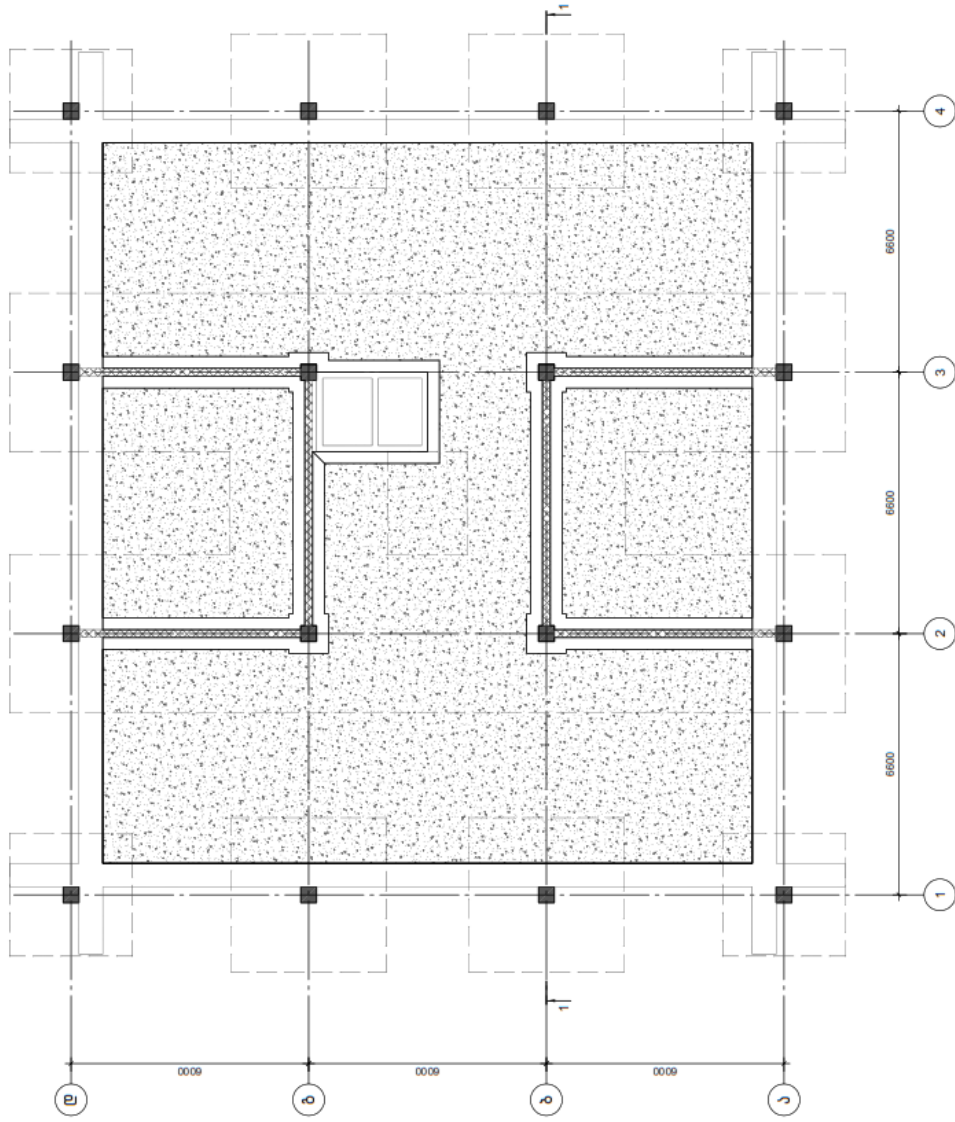
| | |
|--------------|--------------|
| საპროექტი №1 | საპროექტი №2 |
| საპროექტი №2 | საპროექტი №3 |
| საპროექტი №3 | საპროექტი №4 |

| | |
|--------------|--------------|
| საპროექტი №1 | საპროექტი №2 |
| საპროექტი №2 | საპროექტი №3 |
| საპროექტი №3 | საპროექტი №4 |

| | |
|--------------|--------------|
| საპროექტი №1 | საპროექტი №2 |
| საპროექტი №2 | საპროექტი №3 |
| საპროექტი №3 | საპროექტი №4 |

| | |
|--------------|--------------|
| საპროექტი №1 | საპროექტი №2 |
| საპროექტი №2 | საპროექტი №3 |
| საპროექტი №3 | საპროექტი №4 |

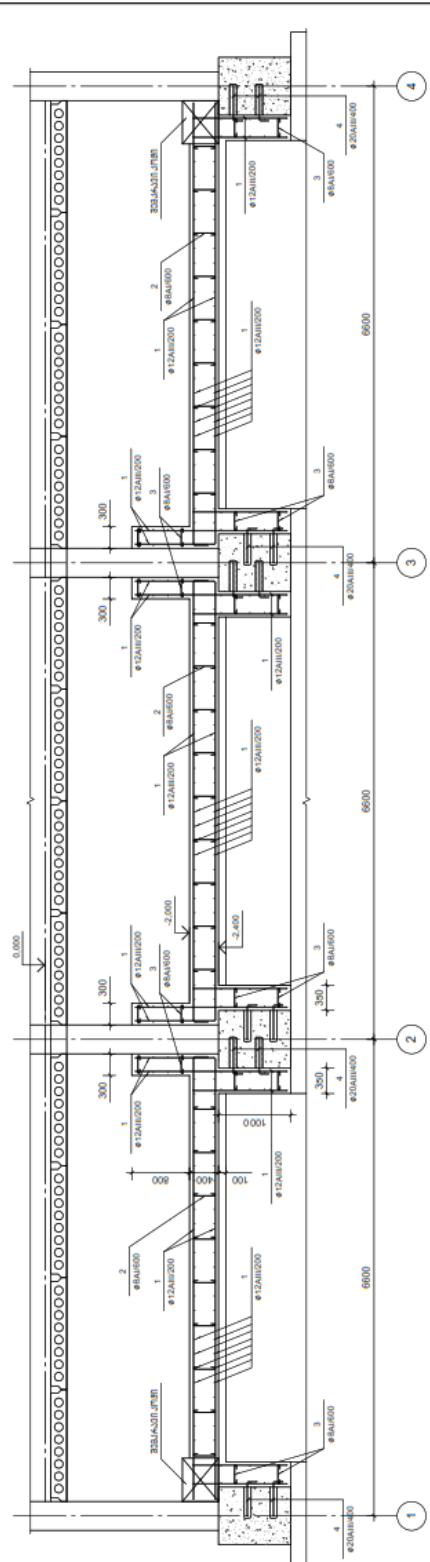
ბინისპირი ფილა ბიბნა



| | | |
|---|-----------|---------------------|
| 2014 | საპროექტო | კომპლექტი № 1 |
| პროექტი დაგეგმვის, კონსტრუქციის და ინჟინერიის სამსახურისთვის დასრულებული პროექტი | | |
| პროექტი ბინისპირი ფილა | | შპს "AB Technic" |

| | | |
|-----------|-----------|-----------|
| კომპლექსი | კომპლექსი | კომპლექსი |
| ბინისპირი | ბინისპირი | ბინისპირი |
| ფილა | ფილა | ფილა |

გონისაბურღი ფილა, შრილი 1-1

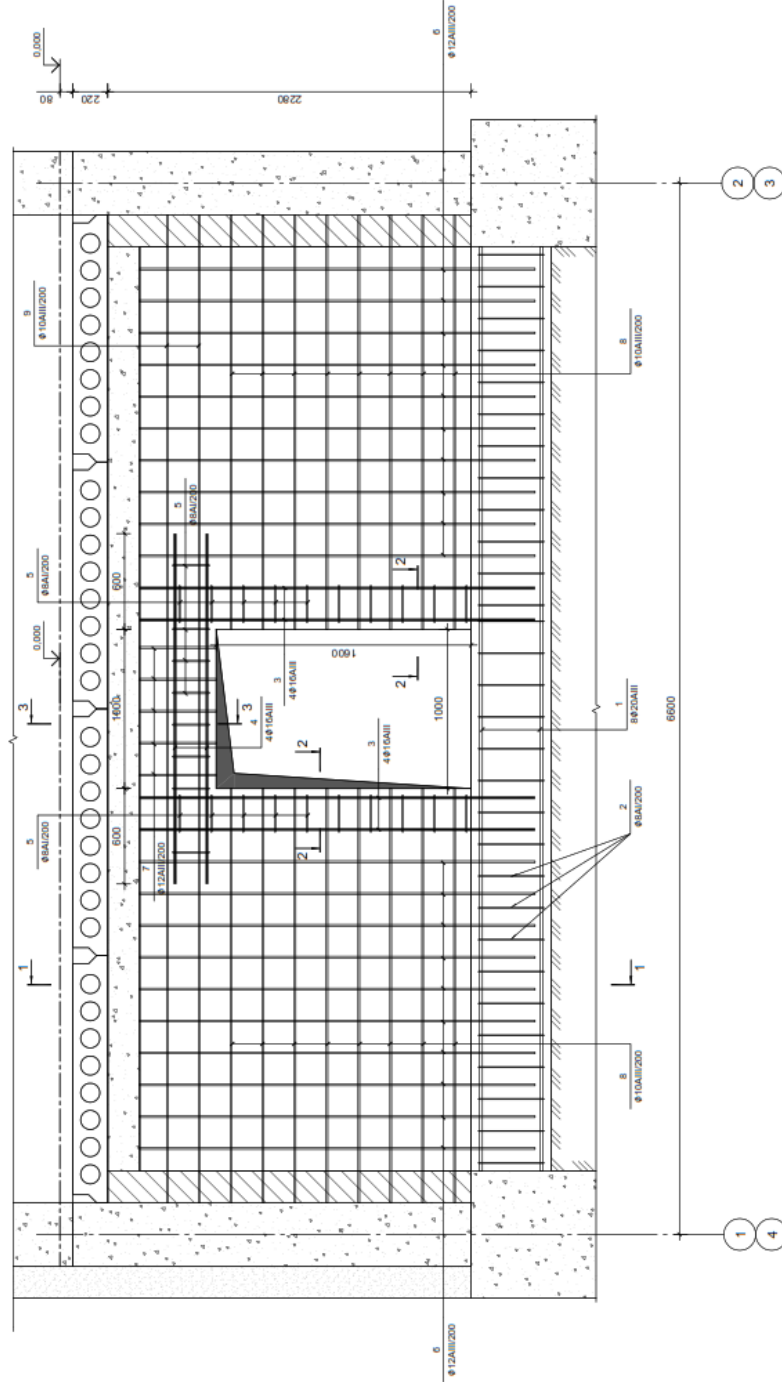


| კოდი | წარმართვის სახელი | ფაქტორი | საშუალო | საშუალო |
|------|-------------------|---------|---------|---------|
| 1 | გონისაბურღი ფილა | 0.888 | 0.888 | 0.888 |
| 2 | გონისაბურღი ფილა | 0.172 | 0.172 | 0.172 |
| 3 | გონისაბურღი ფილა | 0.158 | 0.158 | 0.158 |
| 4 | გონისაბურღი ფილა | 1.467 | 1.467 | 1.467 |
| | საშუალო | 1.26 | 1.26 | 1.26 |
| | საშუალო | 26.30 | 26.30 | 26.30 |

| | | |
|------------------|------------------|------------------|
| 2014 წლისთვის | საშუალო | საშუალო |
| გონისაბურღი ფილა | გონისაბურღი ფილა | გონისაბურღი ფილა |
| გონისაბურღი ფილა | გონისაბურღი ფილა | გონისაბურღი ფილა |
| გონისაბურღი ფილა | გონისაბურღი ფილა | გონისაბურღი ფილა |

| | |
|---------|---------|
| საშუალო | საშუალო |
| საშუალო | საშუალო |
| საშუალო | საშუალო |

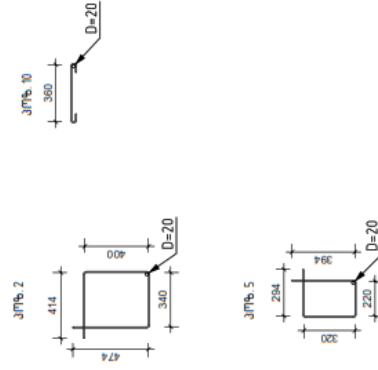
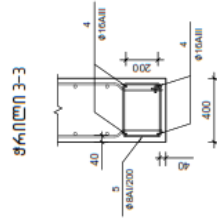
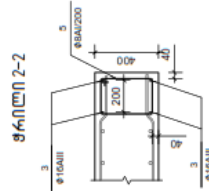
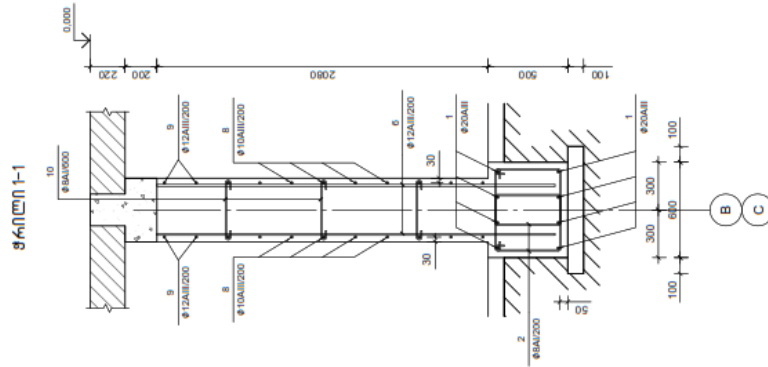
სივრცე-1 (4 აბანი)
განმედი



| | | |
|---|-------------|----------------|
| 2014 | საპროექტო | კომპროექტი # 1 |
| პროექტი: საპროექტო და საინჟინერო სამსახური საპროექტო და საინჟინერო სამსახური-საპროექტი | | |
| საპროექტორი | საპროექტორი | საპროექტორი |
| შენიშვნა | საპროექტორი | საპროექტორი |
| შენიშვნა | საპროექტორი | საპროექტორი |

| | |
|-------------|-------------|
| საპროექტორი | საპროექტორი |
| შენიშვნა | საპროექტორი |
| შენიშვნა | საპროექტორი |

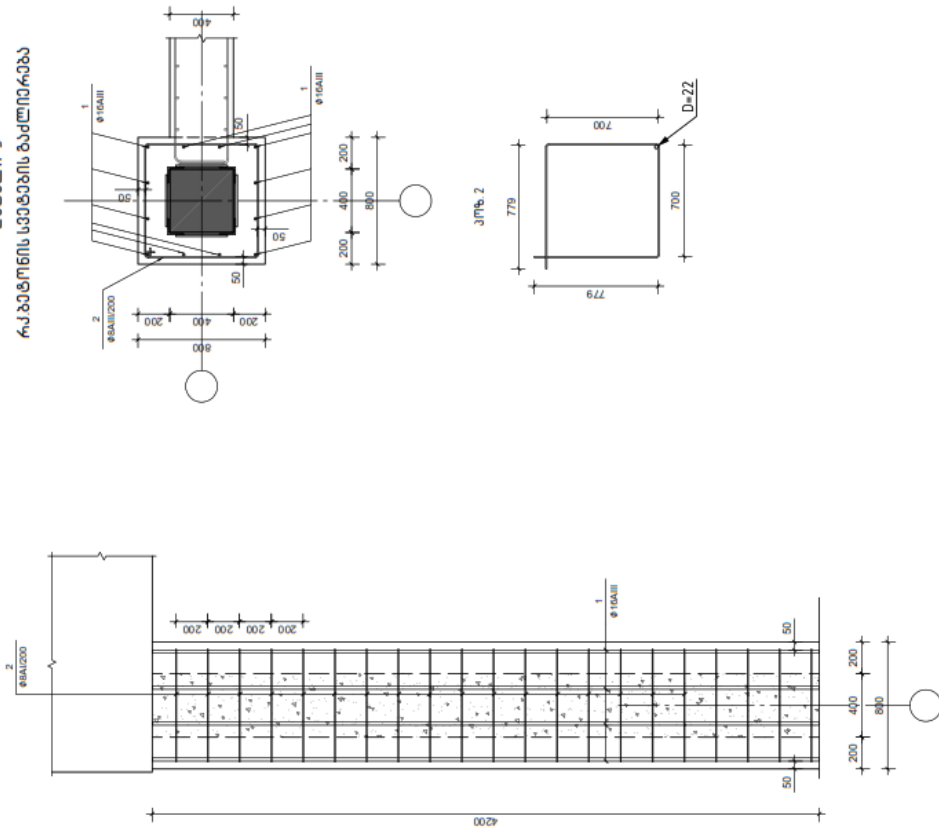
ლიწარაგბე დფ-1
ლიწარაგბენი მოწყობა



| კონსტრუქციის კოდი | წარმოების სახელი | მასალა | მასის რაოდენობა კგ | საერთო მასა კგ | |
|-------------------|------------------|-----------|--------------------|----------------|----------------|
| 1 | ფ 20 A III | ფ 5800 B | 14.304 | 114.43 | |
| 2 | ფ 8 A I | ფ 1635 58 | 0.645 | 37.42 | |
| 3 | ფ 16 A III | ფ 2480 B | 3.914 | 31.31 | |
| 4 | ფ 16 A III | ფ 2200 4 | 3.472 | 13.89 | |
| 5 | ფ 8 A I | ფ 1185 28 | 0.468 | 13.09 | |
| 6 | ფ 12 A III | ფ 2480 40 | 2.202 | 88.07 | |
| 7 | ფ 12 A III | ფ 480 10 | 0.426 | 4.26 | |
| 8 | ფ 10 A III | ფ 2900 32 | 1.788 | 57.21 | |
| 9 | ფ 10 A III | ფ 6500 4 | 4.007 | 16.03 | |
| 10 | ფ 8 A I | ფ 510 33 | 0.201 | 6.71 | |
| B20 კონსტრუქციის | | | | 4.16 | მ ³ |
| B10 კონსტრუქციის | | | | 4.16 | მ ³ |

| კომპლექტის კოდი | წარმოების სახელი | მასალა | მასის რაოდენობა კგ | საერთო მასა კგ |
|------------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------|
| 2014 | ლიწარაგბე | ლიწარაგბენი მოწყობა | 4.16 | 4.16 |
| B20 კონსტრუქციის | | | | 4.16 |
| B10 კონსტრუქციის | | | | 4.16 |

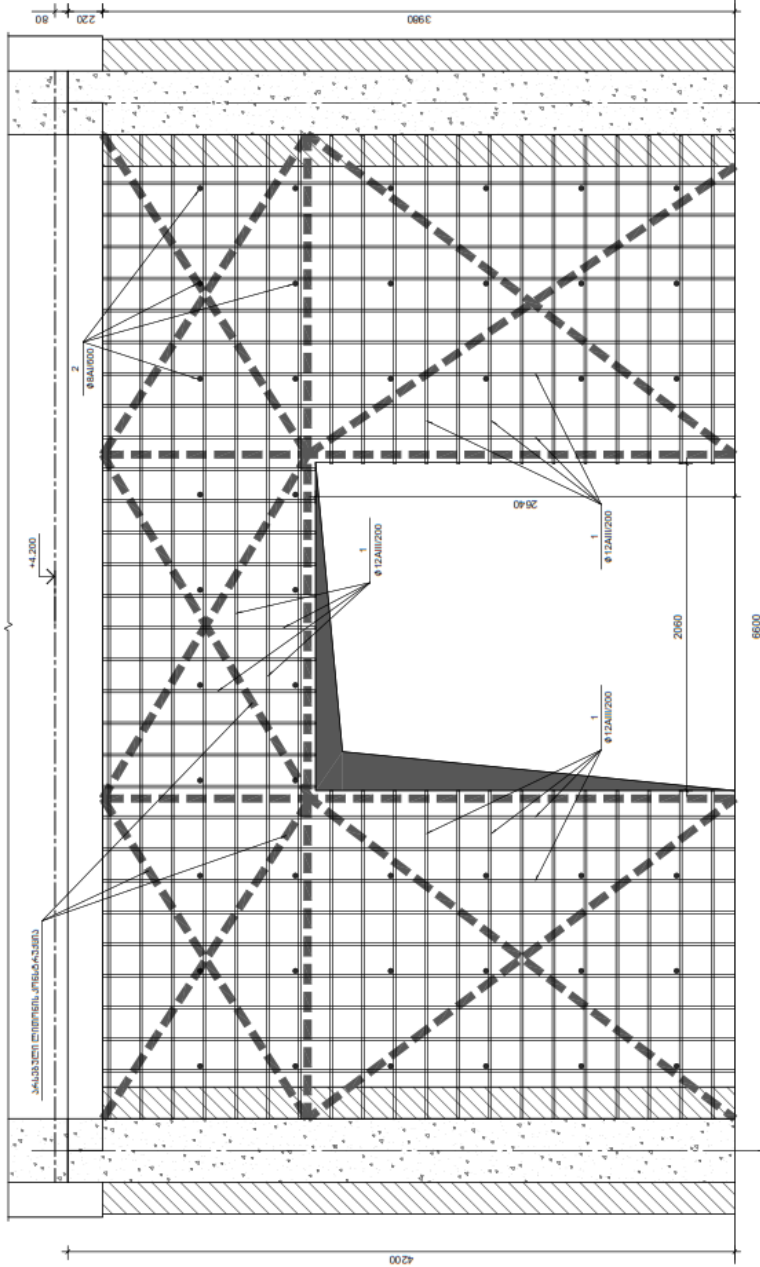
დებიკალი-5
რკაბეციონის სვეტივანს ბაქონურაგზე



| კონსტრუქციის აღწერა | საშუალო სიღრმე, მ | საშუალო ფართობი, კვ.მ | საშუალო მოცულობა, კუბ.მ | |
|----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|----------------|
| 1 | ფ 16 A111 რ 4200 | 192 | 6.629 | 1272.77 |
| 2 | ფ 8 A11 რ 2960 | 336 | 1.168 | 392.44 |
| B20 კონკრეტის ბეჭეტი | | | 7.68 | მ ³ |

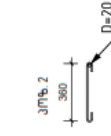
| | |
|--|--|
| 2014 წლის მონაცემები: | კომპროგრამის № 1 |
| კომპროგრამის სახელი: რკაბეციონის სვეტივანს ბაქონურაგზე | კომპროგრამის სახელი: რკაბეციონის სვეტივანს ბაქონურაგზე |
| კომპროგრამის ავტორი: რკაბეციონის სვეტივანს ბაქონურაგზე | კომპროგრამის შემამუშავებელი: რკაბეციონის სვეტივანს ბაქონურაგზე |
| კომპროგრამის შემამუშავებელი: რკაბეციონის სვეტივანს ბაქონურაგზე | კომპროგრამის შემამუშავებელი: რკაბეციონის სვეტივანს ბაქონურაგზე |
| კომპროგრამის შემამუშავებელი: რკაბეციონის სვეტივანს ბაქონურაგზე | კომპროგრამის შემამუშავებელი: რკაბეციონის სვეტივანს ბაქონურაგზე |

ლიურავგა დუ-2 (4 სალი)
განმუხ



1
4

2
3



| კოდი | კომპლექსი | ბინის სახელი | სართული | სართული | სართული | სართული |
|------|-----------|--------------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | ლიურავგა | ლიურავგა | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | ლიურავგა | ლიურავგა | 2 | 2 | 2 | 2 |

შენიშვნა:
ლიურავგა დუ-2 კაბინის სახელი მოცემული
არის მხოლოდ კაბინის მოთხოვნის
კონსტრუქციისთვის და არაა გარანტირებული
მომავალში. ლიურავგის სახელი მოცემული
არის მხოლოდ კაბინის სახელი და არაა გარანტირებული

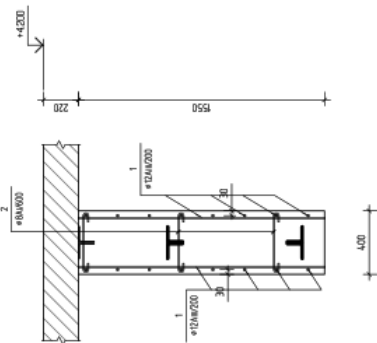
| | | |
|----------|----------|----------|
| 2014 | ლიურავგა | ლიურავგა |
| ლიურავგა | ლიურავგა | ლიურავგა |
| ლიურავგა | ლიურავგა | ლიურავგა |

| | |
|----------------|----------|
| კაბინის სახელი | ლიურავგა |
| სართული | 1 |
| სართული | 1 |

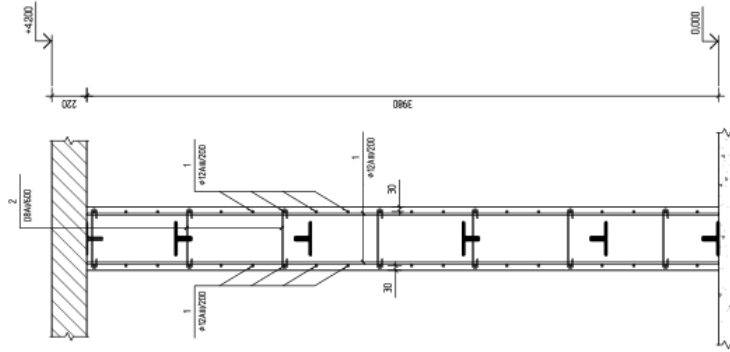
| | | | |
|---------|---|------|----------------|
| სართული | 1 | 7.68 | m ² |
| სართული | 2 | 7.68 | m ² |

ლიჯრაგვა დფ-2
 ლიჯრაგვის მოწყობის საბასითო ჭრილები

ჭრილი 1-1



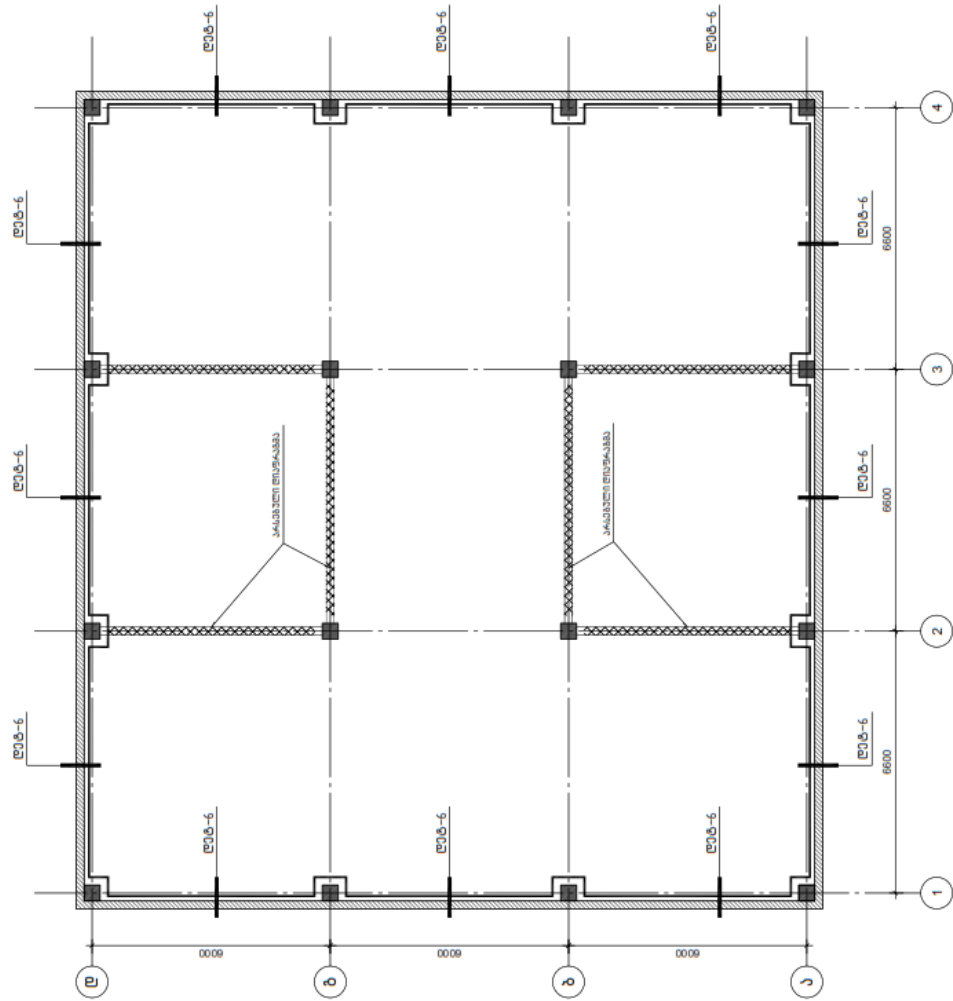
ჭრილი 2-2



| | | |
|---|------------------|---------------|
| 2014 | წელი | კომპიუტერი №1 |
| პროექტი: ლიჯრაგვის მოწყობის საბასითო ჭრილები მოწყობის საბასითო ჭრილები | | |
| ლიჯრაგვა დფ-2 | საბასითო ჭრილები | ფურცელი №1-12 |
| საბასითო ჭრილები | საბასითო ჭრილები | პ.პ. |
| (ქირებში) | (ქირებში) | "AB Tectonic" |

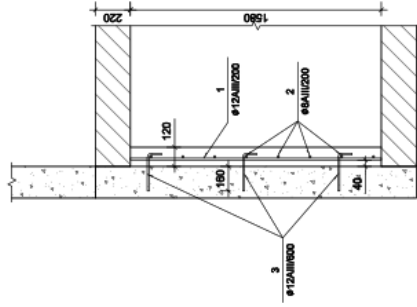
| | | |
|-----------|-----------|-----------|
| საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო |
| საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო |
| საპროექტო | საპროექტო | საპროექტო |

გამგზავბითი კონსტრუქციების მარკირების სქემა ტექნიკურ საკრებულოში



შპს-6

შპს-6 კონსტრუქციის მარკირება კამერის კრებულში



სურ. 3



| სურ. | საშენი ნაწილი | მასალა | სიგრძე | სიგანე | სიმაღლე | საშენი ნაწილის მოცულობა |
|-----------------------------|---------------|--------|--------|--------|---------|-------------------------|
| 1 | შპს-6 | შპს-6 | 1580 | 420 | 1.403 | 589.15 |
| 2 | შპს-6 | შპს-6 | 1580 | 420 | 0.888 | 596.61 |
| 3 | შპს-6 | შპს-6 | 1580 | 420 | 0.120 | 6.42 |
| შპს-6 კონსტრუქციის მოცულობა | | | | | | 15.93 |

| | |
|-----------------------------|-------|
| საშენი ნაწილის მოცულობა | 15.93 |
| შპს-6 კონსტრუქციის მოცულობა | 15.93 |
| შპს-6 კონსტრუქციის მოცულობა | 15.93 |
| შპს-6 კონსტრუქციის მოცულობა | 15.93 |

ქ. თბილისში, ნაძალადევის რაიონში,
ზესტაფონის ქ. #19ა-ში მდებარე
ავარიული საცხოვრებელი სახლის
გამაგრება-აღდგენის

პროექტი

ალბომი #1

სამუშაო ნახაზები

სურათი 1



სურათი 2



სურათი 3



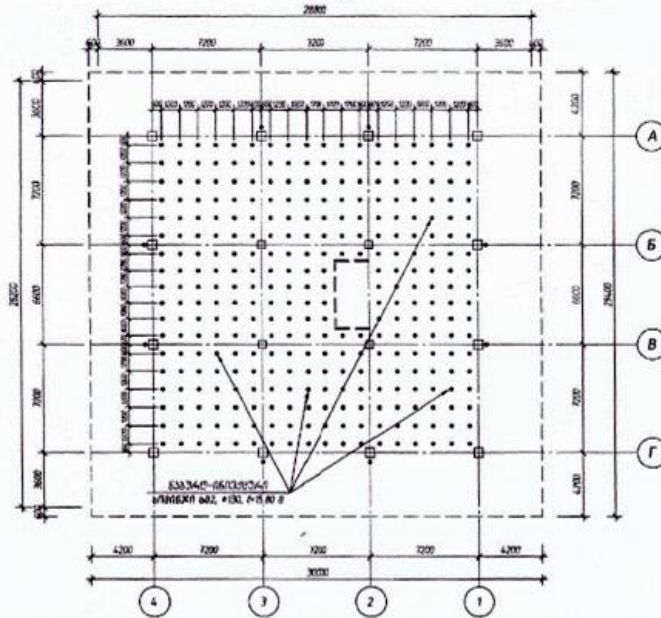
სურათი 4



I რიგი

გამაგრება-აღდგენის სამუშაოები სარდაფის სართულის ზონაში

სარდაფის სართული სახიშინჯა ველი.
სამონტაჟო სქემა.
შ1:200



ბ4

