

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

გიორგი მამარდაშვილი

„ქართული საკულტო ძეგლების აღდგენა-გაძლიერების
კონსტრუქციული ღონისძიებები“

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა მშენებლობა

შიფრი 0406

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0175, საქართველო

2020 წ

საავტორო უფლება© 2020 წელი გიორგი მამარდაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელმომწერი ვადასტურებთ, რომ გავაცანით გიორგი მამარდაშვილის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „ქართული საკულტო ძეგლების აღდგენა-გაძლიერების კონსტრუქციული ღონისძიებები“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის „მშენებლობის“ საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

21, ივლისი 2020 წელი

თანახელმძღვანელები: ასოცირებული პროფესორი ალექსანდრე ლებანიძე

პროფესორი თამაზ ხმელიძე

რეცენზენტი: პროფესორი მალხაზ წიქარიშვილი

რეცენზენტი: პროფესორი დავით რამიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2020 წ.

ავტორი: გიორგი მამარდაშვილი

დასახელება: ქართული საკულტო ძეგლების აღდგენა-გადლიერების
კონსტრუქციული ღონისძიებები

სადოქტორო პროგრამა: მშენებლობა

ხარისხი: აკადემიური დოქტორი

სხდომა ჩატარდა:

2020 წლის 21 ივლისს, 13.00 საათზე

ინდივიდუალური პროცენტების 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 დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ
მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ
მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია
სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს
პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

ქართული საკულტო ძეგლები, კერძოდ კი მართლმდიდებლური ქრისტიანული ტაძრები, წარმოადგენენ ჩვენი ერის თვითმყოფადობის და სულიერი სიძლიერის სიმბოლოს. კულტურული მემკვიდრეობა - ეს არის ერის სარკმელი ისტორიულ წარსულში. ამიტომაც მას რუდუნებით მოპყრობა და დაცვა ესაჭიროება. ცნობილია, რომ საქართველო მდებარეობს სეისმურად აქტიურ ზონაში, რის გამოც აქ ხშირია მიწისძვრები. ეს სტიქიური მოვლენა საუკუნეების განმავლობაში აზიანებდა ჩვენს ეკლესია-მონასტრებს, რომელთა აღდგენა-გაძლიერება როგორც ჩვენი წინაპრებისთვის, ისე ჩვენი თაობისთვისაც უმნიშვნელოვანესი იყო და არის.

ჩვეულებრივი შენობა-ნაგებობებისაგან განსხვავებით, კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლების აღდგენა-გაძლიერებისას უნდა გავითვალისწინოთ მისი კონსტრუქციული უნიკალურობა. მისი გაძლიერება უნდა მოხდეს დიდი სიფაქიზით. მოცემული სამუშაოს მიზანია სეისმოდამცავი ღონისძიებების გამოყენება დაზიანებული ტაძრების გუმბათების აღდგენისას. ჩვენი წინაპრები უხსოვარი დროიდან იყენებდნენ ანტისეისმურ ღონისძიებებს ტაძრების მშენებლობისას. ამის მაგალითია "მერცხლის კუდი", ან მშრალი წყობისას ქვის კვადრების გამოყენება. კვადრებს ისინი აწყობდნენ ძირითადად გუმბათის ან გარსის ყელთან, იქ, სადაც ერთი კონსტრუქციული ნაწილი მთავრდება და იწყება მეორე - გუმბათი ან გარსი, რადგან აქ ხდება სიხისტეების ცვლილება. სწორედ ეს ადგილია საშიში სეისმური ზემოქმედების დროს. ჩემი მიზანია დაზიანებული ტაძრის გუმბათის აღდგენა და სეისმოდამცავი ღონისძიებით მისი აღჭურვა მოხდეს ისე, რომ არ დაირღვეს მისი ავთენტურობა. ამისთვის შეიქმნა კომპიუტერული საანგარიშო მოდელი, რომლის სივრცული გაანგარიშება შესრულდა სასრულ ელემენტთა მეთოდით გამოთვლითი კომპლექსის „LIRA SAPR-2016“-ის გამოყენებით. ზოგადად, სეისმოდაცვის სისტემის დანიშნულებაა გრუნტიდან შენობაზე გადაცემული სეისმური აჩქარების შემცირება. ჩვენ შემთხვევაში ჯვარ-გუმბათოვანი ტაძარი კონსტრუქციულად ორ ნაწილად გამოდის გაყოფილი - გუმბათქვეშა (ჯვრული) ნაწილი და თვითონ გუმბათი. მათ შორის განთავსებული დემპფერების ფუნქციაა გუმბათის ნაწილზე გადაცემული სეისმური აჩქარების შემცირება.

როგორც ძლიერი მიწისძვრების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, ტაძრის გუმბათქვეშა ნაწილის და გუმბათის საკონტაქტო ზონა ყველაზე მეტად ზიანდება და ხშირად ხდება გუმბათის ნგრევის მიზეზი. ამ ზონაში სეისმური ზემოქმედებისგან გამოწვეული გამჭიმავი ძაბვები რამდენჯერმე აღემატება ქვის (აგურის) წყობის საანგარიშო წინაღობას გაჭიმვაზე. აქედან გამომდინარე, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული დემპფერების დანიშნულების უფრო დაკონკრეტებაც შესაძლებელია - მაქსიმალურად შევამციროთ აღნიშნულ საკონტაქტო ზონაში სეისმური მღუნავი მომენტების მნიშვნელობა, რაც მინიმუმამდე დაიყვანს გამჭიმავი ძაბვების

მნიშვნელობას. ამ მიზნით შევარჩიეთ აწყურის ღმრთისმშობლის ტაძარი, რომლის აღდგენა-გადლიერების სამუშაოები ამჟამად მიმდინარეობს.

აწყურის ტაძარი — მდებარეობს სამცხე-ჯავახეთში სოფელ აწყურის ტერიტორიაზე. საანგარიშო მოდელი სივრცითია. საანგარიშო მოდელი, პირობითად, ორ ნაწილად შეიძლება წარმოვიდგინოთ: არსებული ქვის კედლები თავისი ლენტური საძირკვლებით და ახალი, რკინაბეტონის ჩონჩხედი. მათ შორის კავშირი ხისტია. არსებული ქვის კედლების წყობის დრეკადობის მოდულის მნიშვნელობად მიღებულია $E=5.2 \times 10^5$ ტ/მ², პუასონის კოეფიციენტი ტოლია 0.25; გრუნტის საგების კოეფიციენტი: კუმშვაზე $C_1=5000$ ტ/მ³, ძვრაზე $C_2=7000$ ტ/მ. კედლების სისქე იცვლება 100 - :-140 სმ-ის ფარგლებში. ღეროვანი ელემენტები რკინაბეტონის ჩონჩხედში (სვეტები, სარტყელი) მოდელირებულია #10 სასრული ელემენტით; ხოლო კედლები, გარსები, გუმბათი და სახურავის კონსტრუქციები – ოთხ და სამ კვანძიანი გარსის ელემენტებით (#41, 42, 44). გაანგარიშებაში ვითვალისწინებთ შემდეგი სახის დატვირთვებს: სტატიკურ მუდმივ, დროებით ხანგძლივ (პატრონიკეზე 200 კგ/მ²) და ხანმოკლეს (სახურავზე მოსული თოვლის ნორმატიული დატვირთვის მნიშვნელობაა 70 კგ/მ²); ნორმატიული დატვირთვა ქარისგან ტოლია 50 კგ/მ²; სეისმიურ ზემოქმედებას, რომელიც შეიძლება დაიშალოს გრძივი, განივი და ვერტიკალური მიმართულების ზემოქმედებებად. ტაძარი მდებარეობს 8 ბალიან სეისმოაქტიურ ზონაში. არსებული ქვის წყობის კედლების სიმტკიცის შემოწმება მოხდა სასრულ ელემენტთა მეთოდით უდიდესი ექვივალენტური გამჭიმავი ძაბვის სიდიდის მიხედვით;

როგორც გაანგარიშების შედეგებმა აჩვენა, მაქსიმალური მკუმშავი ძაბვა ქვის წყობაში ტოლია 19.6 კგ/სმ²-ის, ხოლო გამჭიმავი ძაბვა ქვის წყობაში ტოლია 2.7 კგ/სმ²-ის. მაქსიმალური ძაბვა ლენტური საძირკვლების ფუძეში ტოლია 3.5 კგ/სმ²-ის. მაქსიმალური ძაბვა წერტილოვანი საძირკვლების ფუძეში ტოლია 3.9 კგ/სმ²-ის. T_1 - გრძივი მიმართულებით (X ღერძის გასწვრივ) ნაგებობის რხევის საკუთარი პერიოდია: $T_1=0.25$ წმ, T_2 - იგივე, განივი მიმართულებით (Y ღერძის გასწვრივ) $T_2=0.42$ წმ. მიწისძვრის დროს სეისმიური ძალის ზემოქმედებით (გუმბათის) მაქსიმალური გადაადგილება X ღერძის გასწვრივ $f_x=8$ მმ-ა, Y ღერძის გასწვრივ - $f_y=20$ მმ.

როგორც გაანგარიშების შედეგებიდან ჩანს, დემპფერების რაოდენობის და სიხისტეების ოპტიმალურად შერჩევის შემთხვევაში შესაძლებელია გუმბათქვეშა ნაწილსა და გუმბათის ყელის საკონტაქტო ზონაში მღუნავი მომენტების 2-2.5-ჯერ შემცირება და გამჭიმავი ძაბვების 3,5-4-ჯერ შემცირება. აღნიშნული ფაქტორი მნიშვნელოვნად აამაღლებს ჯვარგუმბათოვანი ტაძრების ყველაზე სუსტი ნაწილის მედეგობას ჰორიზონტალურ დატვირთვებზე და, შესაბამისად, გაზრდის მთლიანი ტაძრის სეისმომედეგობას.

Abstract

Georgian cult monuments, in particular Orthodox Christian churches, are a symbol of our nation's identity and spiritual strength. Cultural Heritage - This is the window of the nation into the historical past. That's why it needs to be treated and protected with great care. It is known that Georgia is located in a seismically active zone, that is why earthquakes are frequent here. This natural disaster has damaged our churches and monasteries for centuries, and the restoration of them has been and is important for our ancestors as well as for our generation.

Unlike ordinary buildings, the restoration of cultural heritage monuments must take into account its structural uniqueness. It must be strengthened with great simplicity. The aim of this work is to use seismic measures to restore the domes of damaged temples. Our ancestors used anti-seismic measures in the construction of temples from time immemorial. An example of this is the use of a "swallow's tail", or stone squares in a dry pile. The frames were arranged mainly at the neck of the dome or membrane, where one structural part ends and the other begins - the dome or membrane, because here the hardness changes. This is the place to be dangerous during a seismic impact. My goal is to restore the damaged dome of the temple so that its authenticity is not violated. For this purpose, a computer reporting model was created, the spatial calculation of which was performed using the finite element method using the computational complex "LIRA SAPR-2016". In general, the purpose of the seismic protection system is to reduce the seismic acceleration transmitted from the ground to the building. In our case, the cross-domed temple is structurally divided into two parts - the sub-dome (cross) and the dome itself. The function of the dampers placed between them is to reduce the seismic acceleration transmitted to the part of the dome.

As the analysis of the effects of strong earthquakes show, the contact zone of the temple dome and the dome contact zone is the most damaged and is often the cause of the collapse of the dome. Stretching voltages caused by seismic impacts in this zone are several times greater than the calculated impedance of the stone (brick) pile. Therefore, it is possible to specify the purpose of the dampers offered by us - to minimize the importance of seismic bending moments in this contact zone, which will minimize the importance of stretching voltages. For this purpose, we have selected the Church of the Mother of God of Atskuri, the restoration and strengthening of which is currently underway. **Atskuri Temple** - The church is located in Akhaltsikhe municipality of Samtskhe-Javakheti region. On the territory of Atskuri. The reporting model is spatial. The computational model can be conventionally presented in two parts: the existing stone walls with its ribbon foundations and the new, reinforced concrete skeleton. The connection between them is rigid. The value of the modules of elongation of the existing stone walls is $E = 5.2 \times 10^5 \text{ t/m}^2$, the Poisson ratio is equal to 0.25; Ground sag coefficient: on compression $C_1 = 5000 \text{ t/m}^3$, on shift $C_2 = 7000 \text{ t/m}$. The thickness of the walls varies within 100 - 140 cm. In reinforced concrete skeletons: stem elements (columns, belt) are modeled with finite element # 10; Walls, membranes, domes, and roof

structures – with four- and three-node membrane elements (# 41, 42, 44). The calculation considers the following types of loads: static constant; Static temporary long-term (200 kg/m² on the patronymic) and short-term (normal snow load on the roof 70 kg/m²); Normative wind load (50 kg/m²); Seismic impact (longitudinal, transverse and vertical directions). The calculated seismicity is 8 points. The strength of the existing stone walls was checked by the magnitude of the largest equivalent tensile stress in the finite elements;

As the results of the calculation showed, the maximum compressive voltage in the stone formation = 19.6 kg/cm², and the tensile voltage in the stone formation = 2.7 kg/cm². Maximum voltage at the base of the ribbon foundations = 3.5 kg/cm². Maximum voltage at the base of point foundations = 3.9 kg/cm². T. The period of oscillation of the building in the longitudinal direction (along the X axis) T = 0.25 s, in the transverse direction (along the Y axis) T = 0.42 s. In case of seismic impact (dome), the maximum displacement along the X axis $f_x = 8$ m, along the Y axis - $f_y = 20$ mm. As can be seen from the calculation results, in case of optimal selection of the number and hardness of the dampers, it is possible to reduce the bending moments 2.5 times in the dome part and in the contact zone of the dome neck it reduces the tensile stresses 4 times. This factor will significantly increase the resistance of the weakest part of the cross-domed temples to the horizontal loads and, consequently, increase the seismic resistance of the whole temple.

შინაარსი

შესავალი.....	12
1. ლიტერატურის მიმოხილვა.....	15
1.1. არქიტექტურული ძეგლების აღდგენა.....	15
1.2. ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლების ეპოქალური დაყოფა.....	18
1.3. სეისმოიზოლაციური და სეისმოჩამხშობი სისტემები.....	20
1.5. არქიტექტურული ძეგლების მოვლა-შენახვის ღონისძიებები: კონსერვაცია, რესტავრაცია, განახლება და ასლებით ჩანაცვლება.....	32
1.5.1. კონსერვაცია.....	32
1.5.2. რესტავრაცია.....	36
1.5.3. რენოვაცია.....	39
1.5.4. ასლებით ჩანაცვლება.....	40
2. ტაო-კლარჯეთის ტაძრების დაზიანების ხარისხის კვლევა.....	40
3. რესტავრირებული ხუროთმოძღვრების ძეგლები.....	52
3.1. ბაგრატის ტაძარი.....	52
3.2. წეროსხევის სამონასტრო კომპლექსის ღვთისმშობლის სახელობის ტაძრის რესტავრაცია.....	54
4. ქართული საკულტო ძეგლების აღდგენა-გადლიერების კონსტრუქციული ღონისძიებები.....	57
4. 1. ტაძრების გუმბათის გადლიერება ანტისეისმური საშუალებებით.....	57
4.2. დემპფერებში გამოყენებული ზამბარის გაანგარიშება.....	63
4.3. დემპფირებული სისტემის საანგარიშო მოდელი და გაანგარიშება თანამედროვე კომპიუტერული მეთოდებით ევროკოდ-8-ის მოთხოვნების შესაბამისად.....	66
დასკვნა.....	94
გამოყენებული ლიტერატურა.....	96
დანართები.....	98

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1. გაანგარიშების შედეგები - I ვარიანტი (სეისმოდაცვის სისტემის გარეშე).....	84
ცხრილი 2. გაანგარიშების შედეგები - II ვარიანტი (სეისმოდაცვის სისტემის გამოყენებით - 12 ცალი რეზინა-ლითონის დემპფერი).....	88

ნახაზების ნუსხა

ნახ.1. ბოლნისის სიონი	19
ნახ.2. მცხეთის ჯვარი	20
ნახ.3. სეისმოიზოლაციური სისტემები განრთვადი კავშირებით	23
ნახ.4. შენობის სეისმოიზოლაცია რეზინა-ლითონის საყრდენით 1- საყრდენი; 2-ფოლადის ფილა; 3-ნეოფრენის შრე; 4-ხვრელები ანკერის ხრახნისათვის; 5-რეზინა; 6-ფოლადი; 7-ტყვია.....	24
ნახ.5. კინემატიკური საძირკვლის კონსტრუქციული გადაწყვეტა; 1- კინემატიკური საყრდენი; 2-საყრდენი საძირკველი; 3-შენობის ქვედა გადახურვა; 4-სრიალის დემპფერები.	25
ნახ.6. შენობის სეისმოიზოლაცია კინემატიკური საყრდენებით;1-სვეტი; 2- საყრდენი; 3-საყრდენი ფილა; 4-დამცენტრავი საყელური	26
ნახ.8. კარკასული შენობის სეისმოდაცვა წრიული ტიპის ენერგომშთანთქმელის საშუალებით	28
ნახ.10. დემპფერის კონსტრუქცია; 1-ბამპერული სისტემა; 2-ბააგირი; 3- მასიურო ბირთვი; 4-დემპფერი	30
ნახ.11. ზამბარისებური დემპფერი.....	31
ნახ.12. ჰისტერეზისული დემპფერი	32
ნახ.13. ბანა	42
ნახ.14. ბანა, ფასადი.....	43
ნახ.15. ბანა, ინტერიერი	44
ნახ.16. ოშკი, ფასადი	45
ნახ.17. ოშკი, გუმბათი ქვევიდან.....	45
ნახ.18. ოშკი, დასავლეთის მკლავი	46
ნახ.19. ხანძთა, ფასადი	47
ნახ.20. გუმბათის ყელი.....	48
ნახ.21. იშხანი, საკურთხეველი.....	49
ნახ.22. იშხანი, გუმბათი ქვევიდან	49
ნახ.23. ხანძთა (2007წ)	50
ნახ.24. ხანძთა (2010წ)	51
ნახ.25. ხანძთა, ხედი აღმოსავლეთიდან	51
ნახ.26. ბაგრატის ტაძარი აღდგენამდე	52
ნახ.27. ბაგრატის ტაძრის სამხრეთი ფასადი 50-იანი წლების სარეკონსტრუქციო სამუშაოების შემდგომ	53
ნახ. 28. ბაგრატის ტაძარი რესტავრაციის შემდეგ	54
ნახ.29. ტაძარი აღდგენამდე და აღდგენის შემდეგ	56
ნახ.30. ტაძრის ჭრილი.....	58
ნახ.31. კვანძი 1, ზამბარა-დემპფერის გამოყენებით(სქემა).....	58

ნახ.32. კვანძი 1, ზამზარა-დემპფერის გამოყენებით	59
ნახ. 33. დემპფერების განლაგების გეგმა.....	59
ნახ. 34. კვანძი 2	60
ნახ.35. კვანძი 1, რეზინა-ლითონის დემპფერის გამოყენებით	60
ნახ. 36. ზამზარის საანგარიშო მოდელი	63
ნახ.37. აწყურის ტაძარი რეაბილიტაციამდე და რეაბილიტაციის პროცესში	70
ნახ.38.ა.აწყურის მზიდი კონსტრუქციები.....	76
ნახ.38.ბ.აწყურის მზიდი კონსტრუქციები	76
ნახ.39.აწყურის ტაძრის გეგმა.....	78
ნახ.40.ტაძრის ჭრილი	80
ნახ.41. სივრცითი საანგარიშო მოდელი.....	84
ნახ. 42.გადაადგილებები (X-ის მიმართ).....	85
ნახ. 43. .გადაადგილებები (Y-ის მიმართ).....	86
ნახ. 44.Mx ძალების მოზაიკა	86
ნახ. 45. My ძალების მოზაიკა	87
ნახ. 46. Nx ძალების მოზაიკა	87
ნახ. 47. მდგომარეობა 2, გადაადგილება X-ის მიმართ.....	89
ნახ. 48. მდგომარეობა 1, გადაადგილება Y-ის მიმართ	89
ნახ. 49. Mx ძალების მოზაიკა	90
ნახ. 50. My ძალების მოზაიკა	90
ნახ. 51. Nx ძალების მოზაიკა	91
ნახ. 52. აწყურის ტაძრის საძირკვლის გეგმა	93

შესავალი

მეცნიერული სიახლე: დამუშავებულია გუმბათის კონსტრუქციული გაძლიერების მეთოდოლოგია ანტისეისმური ზამბარა-დემპფერის და რეზინა-ლითონის დემპფერის გამოყენებით, რომელიც ტაძრის გუმბათის ყელსა და აფრების შემკრავ საყრდენ რგოლს შორის ეწყობა. ეს არის დემპფერული სისტემა, რომელიც სეისმოჩამხშობ სისტემას წარმოადგენს. ამ ტიპის კონსტრუქცია ტაძრების მშენებლობის და აღდგენა-გაძლიერების პრაქტიკაში ჯერ-ჯერობით არ ყოფილა გამოყენებული, ამდენად ის წარმოადგენს სიახლეს.

თემის აქტუალობა: ქართული საკულტო ძეგლები, კერძოდ კი მართლმადიდებლური ქრისტიანული ტაძრები, წარმოადგენენ ჩვენი ერის თვითმყოფადობის და სულიერი სიძლიერის სიმბოლოს. კულტურული მემკვიდრეობა - ეს არის ერის სარკმელი ისტორიულ წარსულში. ამიტომაც მას რუდუნებით მოპყრობა და დაცვა ესაჭიროება. საქართველო, როგორც უძველესი ისტორიის მქონე ქვეყანა, მდიდარია ისტორიული მემკვიდრეობის ძეგლებით. საკულტო ძეგლები - ჩვენი ტაძრები - ასევე წარმოადგენენ კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლებს, რომელთა დაცვა, აღდგენა-გაძლიერება წარმოადგენს მათი გადარჩენის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ამოცანას. ცნობილია, რომ საქართველო მდებარეობს სეისმურად აქტიურ ზონაში, რის გამოც აქ ხშირია მიწისძვრები. ეს სტიქიური მოვლენა საუკუნეების განმავლობაში აზიანებდა ჩვენს ეკლესია-მონასტრებს, რომელთა აღდგენა-გაძლიერება ჩვენი წინაპრებისთვის უმნიშვნელოვანესი იყო. მაგრამ XX საუკუნის 20-იანი წლებიდან, ცნობილი სიტუაციის გამო, ათეულობით წლების განმავლობაში, ჩვენს ტაძრებს განსაკუთრებული ზიანი მიადგათ. ასევე მეტად დაზიანებულია საქართველოს ისტორიული მხარის ტაო-კლარჯეთის კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლები, რომლითაც ეგზომ მდიდარია ეს მხარე. ტაო ჩვენი ერის ტკივილია, რადგან ის დღესდღეობით თურქეთის იურისდიქციაშია და იქ მდებარე დაზიანებული ტაძრების დაცვა და აღდგენა გარკვეულ

სირთულეებთანაა დაკავშირებული. ცნობილია, რომ პირველი ქრისტიანული ეკლესია, რომელიც საქართველოში აგებულა, სწორედ ტაო-კლარჯეთის ტერიტორიაზე მდებარეობდა.

ჩვეულებრივი შენობა-ნაგებობებისაგან განსხვავებით, კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლების აღდგენა-გამიერებისას უნდა გავითვალისწინოთ როგორც მისი აგებისთვის გამოყენებული სამშენებლო მასალის განსაკუთრებულობა, ასევე მისი კონსტრუქციული უნიკალურობა. მისი გაძლიერება უნდა მოხდეს ნაბიჯ-ნაბიჯ, სიფაქიზით და მუდმივი მონიტორინგით(შემოწმებით).

ტაო-კლარჯეთში მდებარე ქართული ტაძრების მდგომარეობის ფოტოგრაფიულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მათი კონსტრუქციული ელემენტების (გუმბათები, კედლები, თაღები, აფრები) დაზიანება ძირითადად გამოწვეულია როგორც მრავალჯერადი მიწისძვრებით, ასევე სხვადასხვა ატმოსფერული ზემოქმედებებით. მიწისძვრის დროს განსაკუთრებით ზიანდება ტაძრის დამაგვირგვინებელი ნაწილი - გუმბათი და გუმბათის ყელი, ხოლო დროთა განმავლობაში, თუკი შესაბამისი ზომები არ იქნა მიღებული, თვით გუმბათიც. ეს აიხსნება იმით, რომ ამ ადგილას ერთი კონსტრუქციული ნაწილი - კედელი ან სვეტი, იცვლება სხვა კონსტრუქციული ელემენტით - გუმბათით, ანუ გადასვლა ხდება ერთი კონსტრუქციული სქემიდან სხვა კონსტრუქციულ სქემაზე.

დისერტაციის მიზანია

კვლევის ამოცანაა: კომპიუტერული ექსპერიმენტის საფუძველზე შეირჩეს ყველაზე ეფექტური და ოპტიმალური სეისმოდამცავი ღონისძიება, რომლის გამოყენება შესაძლებელი იქნება როგორც მშენებარე, ისე დაზიანებული ტაძრების, როგორც კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლის აღდგენა-გამიერებისას. ასევე ჩატარდეს ტაო-კლარჯეთის ტერიტორიაზე არსებული ტაძრების დაზიანების ხარისხის კვლევა. ამ კვლევის შედეგად უნდა გამოგვევლინა ისეთი ტაძრები, რომლებშიც ნაშრომში დამუშავებული სეისმოდამცავი ღონისძიებების გამოყენება იქნება შესაძლებელი მათი

აღდგენისას. როგორც ძველი ტაძრების კვლევამ გვიჩვენა, ჩვენს წინაპრებს უხსოვარი დროიდან სცოდნიათ ტაძრებში ის კრიტიკული ადგილები, რომლებიც ყველაზე მეტად ზიანდება მიწისძვრის დროს. სწორედ ამიტომ, ასეთ ადგილებში აწყობდნენ სეისმოდამცავ ღონისძიებებს, როგორცაა "მერცხლის კუდი", ან მშრალი წყობისას ქვის კვადრების გამოყენება. კვადრებს ისინი აწყობდნენ ძირითადად გუმბათის ან გარსის ყელთან, ანუ იქ, სადაც ერთი კონსტრუქციული საანგარიშო სქემა მთავრდება და იწყება მეორე - გუმბათი ან გარსი. სწორედ ეს ადგილია საშიში სეისმური ზემოქმედების დროს. აღნიშნულ ადგილას აღიძვრება გამბრჯენი რეაქციები. ჩემი ნაშრომის ამოცანაა მშენებარე ტაძარში ამ ადგილას მოვაწყოთ კვანძი რეზინა-ლითონის ან ზამბარა-დემპფერის გამოყენებით, რათა მოხდეს სეისმური რხევების ჩახშობა და ამით გუმბათი ნაკლებად დაზიანდეს მიწისძვრისგან. ასევე გამოვიყენოთ ეს სისტემა ძველი, დაზიანებული ტაძრების აღდგენისას ისე, რომ შენარჩუნებულ იქნას მისი პირვანდელი იერსახე.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება: ჩემს მიერ შემოთავაზებული და გაანგარიშებით შემოწმებული ახალი ტიპის სეისმური ძალების ჩამხშობი სისტემა შესაძლოა გამოვიყენოთ როგორც მშენებარე, ისე ძველი დაზიანებული ტაძრების აღდგენა-გამლიერების დროს; ამ დროს არ მოხდება მათი პირვანდელი იერსახის დარღვევა.

ნაშრომის აპრობაცია და გამოქვეყნებული პუბლიკაციები: კვლევის მასლების მიხედვით გამოქვეყნებულია 3 სამეცნიერო სტატია, დისერტაციის ძირითადი შედეგები მოხსენებულ იქნა სტუდენტთა 2 საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე და ერთ საერთაშორისო სამეცნიერო სიმპოზიუმზე.

1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1. არქიტექტურული ძეგლების აღდგენა

არქიტექტურული ძეგლების აღდგენა წინა საუკუნეების განმავლობაშიც მიმდინარეობდა. გასული საუკუნის შუა წლებიდან ჩამოყალიბდა არქიტექტურული ძეგლების აღდგენის კონკრეტული მეცნიერული თეორია, რომელსაც საფუძველი ჩაეყარა არქიტექტურის და ტექნიკური სპეციალობის პირველ საერთაშორისო კონგრესზე ათენში, რომელიც 1931 წელს გაიმართა, სადაც იტალიელების „აღდგენა-რესტავრაციის ქარტიამ“, რომელიც დაფუძნებული იყო გ. ჯოვანინის მიერ, წარმოადგინა თავიანთი შეხედულებები. 1964 წელს მეორე საერთაშორისო კონგრესზე განიხილებოდა საკითხები არქიტექტურული ძეგლების აღდგენის საჭიროების დადგენის აუცილებლობის შესახებ;[23]

პირველი მცდელობა აღდგენის თეორიის სრულყოფაში მიუძღვის ფრანგ მეცნიერს პოლ ლეონს, რომელმაც ჩამოაყალიბა ძეგლების აღდგენის კონკრეტული მეთოდები (1938 წ.), რომელიც ეყრდნობოდა ნ. ბალანოსის მიერ ათენის აკროპოლისის არქიტექტურის ძეგლების აღდგენას, ადასტურებდა, რომ აღდგენას შეიძლება ჰქონდეს რამდენიმე მიზანი. ავსტრიის იმპერიის წარმომადგენელი ალონზა რიგლი (1903 წ.) აღნიშნავდა, რომ არსებობს სხვადასხვა არქიტექტურული ძეგლების აღდგენის მეთოდები, და რომ ის შესაბამისად უნდა იქნას გამოყენებული.

გამოჩენილი იტალიელი მეცნიერი ამბორჯო ანონი ამტკიცებდა, რომ არ შეიძლება ერთი და იგივე მეთოდის გამოყენება სხვადასხვა ძეგლების აღდგენის დროს. იგი ამტკიცებდა, რომ არქიტექტურული ძეგლების აღდგენა წარმოადგენს უაღრესად რთულ პროცესს, სპეციფიურია, ზოგჯერ თვით აღმდგენლებსაც უჭირთ აღდგენის მიზნის და ამოცანის წარმოდგენა.

ძეგლების აღდგენისას არ არსებობს საერთო საკითხები, რომელიც რამდენიმე ძეგლთან მიმართებაში შეიძლება გამოყენებულ იქნას. ყველა არქიტექტურული ძეგლი გახლავთ პრინციპულად განსხვავებული, რომლის

აღდგენისათვის საჭიროა კონკრეტული სამუშაოების ჩატარება; ეს დამოკიდებულია დაზიანების ხარისხზე, მის არქიტექტურაზე, გარემოს პირობებზე, და ბევრ სხვაზე; დადგენილი სამუშაოების ხასიათი არის ინდივიდუალური, განსაკუთრებული ცალკეული ძეგლისთვის.

არქიტექტურული ძეგლების აღდგენას უნდა ასრულებდეს გამოცდილი, იმ ეპოქის და პერიოდის, რომელშიც აღსადგენი ძეგლია აგებული, არქიტექტურის ისტორიის კარგად მცოდნე, სამუშაოს კვალიფიციურად შემსრულებელ ადამიანებთან ერთად.

ცნობილი ისტორიის მცოდნე და თეორეტიკოსი, არქიტექტორი გულელმო დე ანჟელის დოსაგა (1948 წ) ამბობდა, რომ „აუცილებელია ძეგლების აღდგენისას ვიხელმძღვანელოთ საერთო პრინციპებით, უნდა ავიცილოთ თავიდან საშიშროებები, რომელიც გამოიწვევს ფატალურ დასასრულს“.[23]

სხვადასხვა საკითხებს შორის აღდგენის მეცნიერული მეთოდებისათვის მნიშვნელოვანია, სწორად იქნას გამოყენებული თეორიული საფუძვლები, ზუსტი ტერმინოლოგია.

კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლების აღდგენის მეცნიერული მეთოდების განვითარების დასაწყისად ითვლება XX საუკუნე. რევოლუციამდელ რუსეთში ძეგლების აღმდგენელი, თეორეტიკოსი, ცნობილი პიროვნება კ.პაკრიშკინი მოღვაწეობდა, რომელმაც გამოაქვეყნა ნაშრომები „მოკლე ცნობები ძველი ნაგებობების აღდგენა-შეკეთების საკითხები“, რომელშიც განხილული იყო უმნიშვნელოვანესი მასალები ისტორიული ძეგლების აღდგენის მეცნიერული მეთოდების შესახებ.[23]

ვენეციის საერთაშორისო ქარტიის სხდომებზე განხილული იყო საკითხები, რომელიც ეხებოდა ისტორიული მნიშვნელობის ძეგლების და განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ადგილების აღდგენასა და კონსერვაციაზე, „ხელოვნების ნიმუშების დაცვაზე“, ასევე განიხილებოდა საკითხები „განსაკუთრებული არქიტექტურული ძეგლების“ დაცვაზე, მათ კულტურულ, ისტორიულ და მხატვრულ ღირებულებაზე.

კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლების აღდგენა-რესტავრაციაში ასევე უდიდესი წვლილი მიუძღვით ქართველ არქიტექტორ-რესტავრატორებს და ინჟინერ-მშენებლებს. მათ შორის არიან საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტის პროფესორები: ბ. სურგულაძე (ტანას ხეობის ტაძრების გაძლიერება), ა. ლებანიძე (ბაგრატის ტაძრის და აწყურის ტაძრის გაძლიერების პროექტები), თ. ხმელიძე (ოპერის თეატრის გაძლიერება).

ასევე აქტიურად იყვნენ და არიან ჩართულები ისტორიული ძეგლების აღდგენა-რესტავრაციაში ქართველი არქიტექტორ-რესტავრატორები: ტ. კიპაროძე - თბილისის დედაციხე-მეტეხის რესტავრაციის პროექტი, ნარიყალას ციხე-სიმაგრის კონსერვაცია-რესტავრაციის პროექტი, სურამის ციხის რესტავრაცია და სხვა; რ. გვერდწითელი-ლორთქიფანიძე - ვარძის სამრეკლოს, ანანურის ციხის, გერგეტის სამების, ანჩისხატის ბაზილიკის, ბოლნისის სიონის აღდგენა-რესტავრაციის პროექტები; მ. ბოჭოძე - თბილისის ბეთლემის უბნის რევიტალიზაცია, ფიტარეთის მონასტრის კონსერვაცია(კვლევა, პროექტირება), ატენის სიონის რეაბილიტაციის პროექტი, ასევე თბილისის ძველი უბნების ისტორიული შენობების რესტავრაციის და კონსერვაციის პროექტები და სხვა.

1.2. ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლების ეპოქალური დაყოფა

IV-VII საუკუნეებში ქართულმა კულტურამ როგორც ლიტერატურაში, ისე ხუროთმოძღვრებაში განვითარების ძალზედ მაღალ დონეს მიაღწია. სწორედ ამ პერიოდში დაიწერა იაკობ ცურტაველის „შუშანიკის წამება“, რომელიც ჩვენამდე მოღწეულ პირველ მხატვრულ ლიტერატურულ ნაწარმოებად ითვლება. ასევე, აიგო ბოლნისის სიონი, მცხეთის ჯვარი და სხვა მრავალი ჩვენამდე მოღწეული, თუ ჟამთა სვლისგან განადგურებული ტაძარი.[4]

შუა საუკუნეებში ხუროთმოძღვრებაში მთავარ როლს თამაშობდა საეკლესიო არქიტექტურა. საეკლესიო ძეგლების მიხედვით შეგვიძლია ვიმსჯელოთ იმ პერიოდის არქიტექტურულ-გამომსახველობით მეთოდებზე. ქართულმა ქრისტიანულმა არქიტექტურამ განვითარების რამდენიმე ეტაპი განვლო. თავდაპირველად ეს იყო პატარა სამლოცველოები. V-X საუკუნეებში საქართველოში გავრცელებული იყო სამნავიანი ბაზილიკური ტაძრები (ნახ.1), რომელთაც ამ პერიოდში განიცადეს ევოლუცია და გეგმაში თანდათან მიუახლოვდნენ ცენტრალურ გუმბათოვან ტაძრებს. ტაძრების გადახურვის ძირითად კონსტრუქციას წარმოადგენდა კამარები, მალის გადასახურად იყენებდნენ თაღებს. საქართველოში, ევროპასთან შედარებით, საკმაოდ ადრე გავრცელებული იყო კამარათა სხვადასხვა ტიპები: ნახევრად წრიული და ჯვარედინი კამარები. „ამგვარად საქართველოში V-VII საუკუნეებში უკვე გავრცელებულია კონსტრუქციები, რომლებიც შუა საუკუნეთა ევროპაში მხოლოდ რომანულ პერიოდში მოიკიდებს ფეხს“.[5,6,24]



ნახ.1. ბოლნისის სიონი

ბაზილიკური ტაძრების პარალელურად ფეხს იკიდებდა და ვითარდებოდა ჯვარგუმბათოვანი ტაძრები, რომლებშიც ყველაზე კარგად ჩანს პროპორციების მნიშვნელობა არქიტექტურაში. არსებობს მოსაზრება, რომ პირველი ჯვარგუმბათოვანი სამლოცველო, ჯერ კიდევ IV საუკუნის მიწურულს აუშენებიათ. VI საუკუნიდან იწყება ჯვარგუმბათოვანი ტაძრების მშენებლობა: „მცხეთის ჯვარი“ (ნახ.2), „ატენის სიონი“, მოგვიანებით - „ნინოწმინდა“, „იკორთა“, „სვეტიცხოველი“ და სხვა მრავალი. „მცხეთის ჯვარი“ არის ხუროთმოძღვრების ძეგლი, რომელიც „ოქროს კვეთის“ პროპორციებითაა აგებული. გადახურვის კონსტრუქცია აქ გუმბათია, რომელიც ეყრდნობა აფრებს.

თუ ტაძრების გადახურვის ფორმებს კონსტრუქციული კუთხით განვიხილავთ - კამარები, თაღები, გარსები და გუმბათები წარმოადგენენ ისეთ სისტემებს, რომლებიც ძირითადად მუშაობენ კუმშვაზე. ისინი წარმოადგენენ მდგრად კონსტრუქციებს; გუმბათის შემთხვევაში, თუ გუმბათის ყელი არ დაზიანდა, გუმბათი მთლიანობას არ კარგავს. ჩემთვის ამ კუთხითაა მნიშვნელოვანი ამ საკითხის ასე დეტალურად განხილვა; რადგან ჩემი სამუშაო ეძღვნება დაზიანებული ტაძრების აღდგენა-გაძლიერებას სწორედ გუმბათის ყელში.



ნახ.2. მცხეთის ჯვარი

„მცხეთის ჯვარი“ წარმოადგენს გვირგვინს ქართული ხუროთმოძღვრებისას. მის ანალოგად აიგო მრავალი ჯვარგუმბათოვანი ტაძარი საქართველოს სხვადასხვა კუთხეში და როგორც ვახტანგ ბერიძე ამბობს: „ეს მოწმობს იმას, რომ ქართველი ერის კულტურული ერთიანობა წინ უსწრებს მის სახელმწიფოებრივ გაერთიანებას“.[5,6,17,24]

VII-X საუკუნეებში მრავალი ჯვარგუმბათოვანი ტაძარი აშენდა ტაო-კლარჯეთში, რომელთა დაზიანების ხარისხს და თვით მათ აღწერას ქვემოთ, ნაშრომის ძირითად კვლევით ნაწილში განვიხილავ.

1.3. სეისმოიზოლაციური და სეისმოჩამბშობი სისტემები

სეისმური ზემოქმედებისგან შენობების და ნაგებობების დაცვის ამოცანა ადამიანთა წინაშე დადგა კაცობრიობის ისტორიაში პირველი მიწისძვრის დროიდან და თავისი აქტუალობა დღემდე არ დაუკარგავს. მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარებასთან ერთად, კვლევები ამ მიმართულებით განსაკუთრებით აქტუალურია. მთელს მსოფლიოში

შეინიშნება მაღლივი შენობებისა და კათამბჯენების პროექტირებისა და მშენებლობის „ბუმი“. მაღლივი შენობების დაპროექტება სხვადასხვა სეისმური ბალიანობის რეგიონისთვის განსხვავებული და ინდივიდუალურია. არსებულმა სეიციზმოდამცავმა მეთოდებმა დღეისათვის თავიანთი შესაძლებლობები ამოწურეს. ამიტომ მნიშვნელოვანია ახალი სეისმოიზოლაციური და სეისმოჩამხშობი სისტემების შექმნა და მათი კვლევა.[25,26]

რადგანაც სეისმური ზემოქმედება შენობას გადაეცემა მისი მიწისქვეშა ნაწილიდან - საძირკვლიდან, შენობის მიწისზედა ნაწილის იზოლაცია მისი მიწისქვეშა ნაწილისგან წარმოადგენს კარკასზე სეისმური ზემოქმედების შემცირების ყველაზე ბუნებრივ მეთოდს. სეისმოდაცვის ასეთ მეთოდს ეწოდება **სეისმონზოლაცია**. მისი გამოყენება სისტემის რხევის ამპლიტუდის შემცირების შესაძლებლობას იძლევა და ამცირებს შენობის მიწისზედა ნაწილის კონსტრუქციებში ინერციულ ძალებს.

1500 წელზე მეტი ხნის წინ მშენებლები მიჯნავდნენ ნაგებობას მისი ფუძისაგან რბილი მასალის შუალედური შრის საშუალებით. მაგალითისთვის, III-VII საუკუნეებში მრავალი დიდი ნაგებობა შუა აზიის ქვეყნებში იგებოდა ქვიშის ბალიშებზე. X-XVII საუკუნეებში ბალიშად იყენებდნენ სუფთა თიხას კედლების ქვეშ. თუმცა არასაკმარისი ტექნოლოგიების და მასალების დაბალი ხარისხის გამო, ეს საშუალებები ძალიან მალე კარგავდნენ თავიანთ თვისებებს და შესაბამისად, ფუნქციას.

XX საუკუნის დასაწყისში მოხდა დამანგრეველი მიწისძვრების სერია (სან-ფრანცისკო, ტოკიო). ეს გახდა ინჟინრებისა და მეცნიერებისთვის მიზეზი თავიდან მიბრუნებიდნენ მიწისძვრისგან შენობების დაცვის საშუალებების კვლევას, მათ შორის მიწისქვეშა ნაწილის იზოლაციას, რაც შეამცირებდა მიწისზედა ნაწილის კონსტრუქციებში ინერციულ ძალებს.[27]

კონსტრუქციების სიხისტის და სიმტკიცის გაზრდით ყოველთვის ვერ მიიღწევა ნაგებობის საჭირო სეისმომედეგობა. აუცილებელია ვიცოდეთ და კომპეტენტურად გამოვიყენოთ საისმოდაცვის სხვადასხვა მეთოდები. მათში

გამოიყენება სხვადასხვა ხერხები სისტემაში ინერციული ძალების შემცირებისა: შენობის ცალკეული კონსტრუქციებისა და ნაწილების მასების და სიხისტეების ცვლილება, სისტემის დემპფირება. ინერციული მასების შექმნა, რომლებიც კარკასის საპირისპირო ფაზაში ირხევიან და ა.შ. დღეისათვის არსებობს 100-ზე მეტი სესმოდამცავი კონსტრუქციული სისტემები შენობებისა და ნაგებობებისათვის.

სეისმომდეგობის ამაღლება შესაძლებელია ორი მეთოდით:

1. ტრადიციული მეთოდით - კონსტრუქციის განივკვეთის გაზრდით;
2. სპეციალური მეთოდით - დატვირთვების შემცირება შენობისა ან ნაგებობის მუშაობის დინამიკური სქემის მოდიფიკაციის ხარჯზე;

ტრადიციული მეთოდები მისაღებია ძირითადად ჩვეულებრივი მასობრივი შენობებისთვის, საანგარიშო აპარატი ძალიან კარგად არის განვითარებული მნიშვნელოვანი სამშენებლო გამოცდილების ხარჯზე. თუმცა, ტექნიკურად რთული და უნიკალური შენობებისთვის ეს მეთოდი ხშირად მიუღებელია, ან დიდ ფინანსურ ხარჯებთან არის დაკავშირებული. სპეციალური მეთოდები, რაზეც ამ თავში ვისაუბრებ, გამოიყენება როგორც უნიკალური შენობებისთვის (თითქმის უალტერნატივოდ), ისე შედარებით მარტივი შენობებისთვის ისე, რომ ამცირებს მშენებლობის ხარჯებს საიმედოობის გაზრდასთან ერთად.

სეისმოჩამბშობ და სეისმოიზოლაციურ თანამედროვე მეთოდებში გამოყენებული სპეციალური მოწყობილობები შეიძლება დავყოთ შემდეგ ძირითად ჯგუფებად:

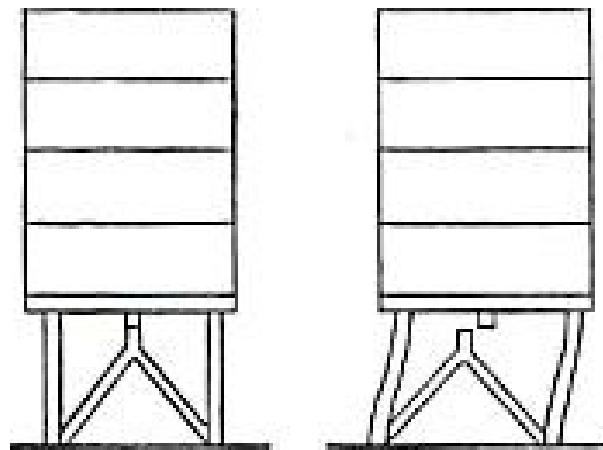
1. სეისმოიზოლაციური სისტემები განრთვადი კავშირებით;
2. რეზინალიტონის საყრდენები;
3. სეისმოდამცავი სისტემები კინემატიკური საყრდენებით;
4. ინერციული მასების განცალკევების მეთოდი;
5. სეისმოდამცავი მეთოდი მოსრიალე სარტყელით;
6. სისტემები გაზრდილი დემპფირებით;
7. რხევის დინამიკური ჩამქრობები.

1. სეისმოიზოლაციური სისტემები განრთვადი კავშირებით

ეს სისტემა გამოიყენება ხისტი კონსტრუქციული სქემის შენობებში მოქნილი პირველი სართულით. ასეთი სისტემის მუშაობის იდეაა მოქნილი სართულის მზიდი კონსტრუქციების სიხისტის შემცირება მიწისძვრის დროს. სეისმოიზოლაციური სისტემები გამომრთველი კავშირებით გამოიყენება შენობებში, რომელთა საკუთარი რხევის პერიოდია 0,5 -:-0,7 წმ.

კონსტრუქციულად პირველი სართულის შემადგენლობაში ჩართულია სპეციალური ელემენტები, რომლებიც შენობის სიხისტეს ამაღლებენ ნორმალური ექსპლუატაციის პირობებში და გამოირთვებიან მუშაობიდან რხევის განსაზღვრული ამპლიტუდის მიღწევისთანავე. ამრიგად ხდება შენობის მზიდი ჩონჩხის ადაპტაცია სეისმურ ზემოქმედებებზე.[28]

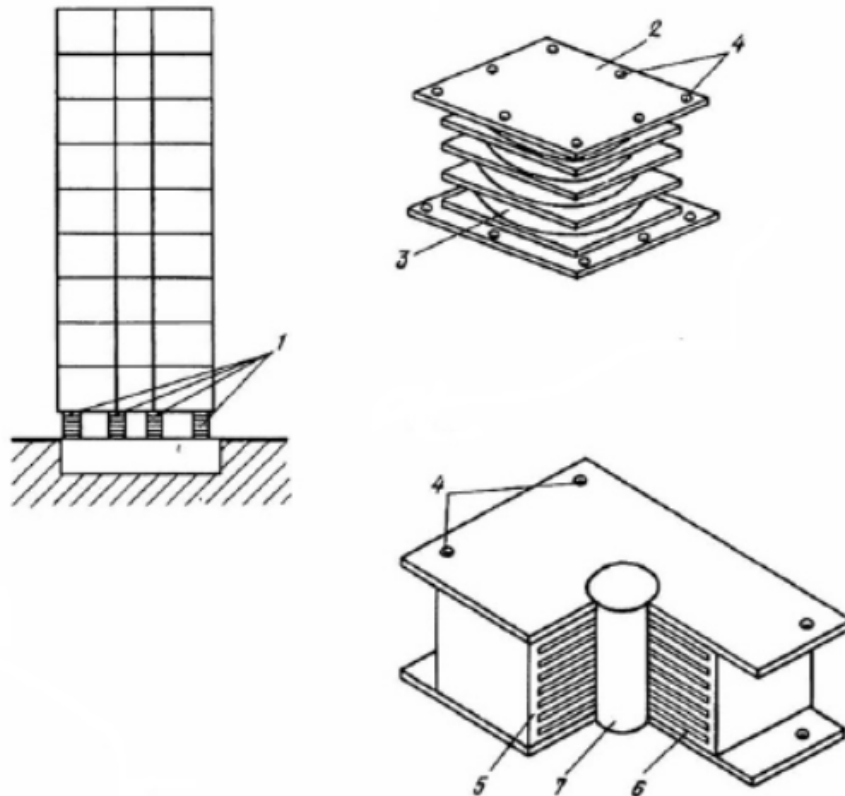
განრთვადი ელემენტი შესაძლოა იყოს ბეტონის ან ფოლადის ღეროვანი დეტალები, ან ლითონის მაკავშირებელი ელემენტები, რომლებიც ხისტად არიან ჩამაგრებული მოქნილი სართულის დონეზე. როგორც კი მოხდება მიწისძვრა, ეს დეტალები ტყდებიან და სართული ხდება მოქნილი, განსხვავებული სიხისტის (ნახ.3)



ნახ.3. სეისმოიზოლაციური სისტემები განრთვადი კავშირებით

2. რეზინალითონის საყრდენები

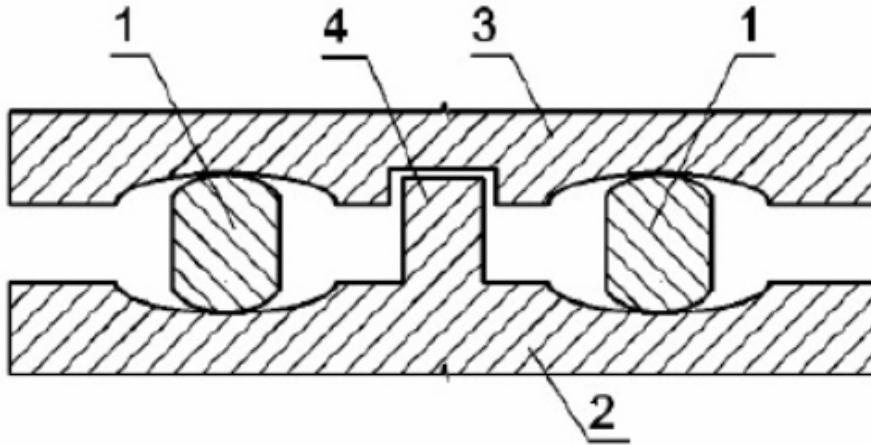
ასეთ საყრდენი მოთავსებული შენობის ქვედა და ზედა ნაწილებს შორის და ქმნის დახურულ კამერას შუალედური ბალიშით ბურთულებისგან და საპოხისაგან. საყრდენები მაგრდება საყრდენ ფილაზე საანკერე ხრახნების საშუალებით. საყრდენების გამოყენება უზრუნველყოფს შენობის და ნაგებობის დაცვას სეისმური ბიძგებისგან.



ნახ.4. შენობის სეისმოიზოლაცია რეზინა-ლითონის საყრდენით
1-საყრდენი; 2-ფოლადის ფილა; 3-ნეოფრენის შრე; 4-ხვრელები ანკერის
ხრახნისათვის; 5-რეზინა; 6-ფოლადი; 7-ტყვია.

3. სეისმოიზოლაციური სისტემები კინემატიკური საყრდენებით

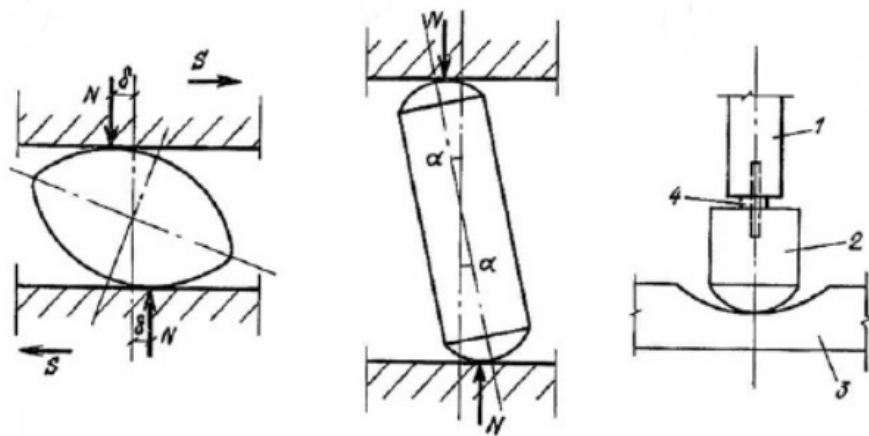
საყრდენი კინემატიკური საძირკვლები - საკმაოდ მარტივია როგორც ტექნიკურად და ტექნოლოგიურად, ამავე დროს უზრუნველყოფს შენობის კონსტრუქციებში ინერციული ძალების მნიშვნელოვან შემცირებას მიწისძვრის დროს (ნახ.5).



ნახ.5. კინემატიკური საძირკვლის კონსტრუქციული გადაწყვეტა;
1-კინემატიკური საყრდენი; 2-საყრდენი საძირკველი; 3-შენობის ქვედა გადახურვა;
4-სრიალის დემპფერები.

საყრდენი კინემატიკური საძირკვლები ქმნიან სასრიალო ნაკერს გრუნტზე დაყრდნობილ საძირკველსა და შენობის მიწისზედა ნაწილს შორის, და ამით განაცალკევებენ მათ გადაადგილებებს მიწისძვრის დროს. ნაკერი კეთდება საყრდენი ელემენტების დახმარებით - გარკვეული ფორმის მბრუნავი ტანისგან, ან სხვაგვარად, კინემატიკური საყრდენებისგან, რომლებსაც ეყრდნობა შენობის მიწისზედა ნაწილი. ფუძე-გრუნტის მნიშვნელოვანი ჰორიზონტალური გადაადგილების დროს საყრდენი ელემენტები მნიშვნელოვნად ამცირებენ შენობის მიწისზედა ნაწილის გადაადგილებებს გრუნტის მიმართ. ხახუნის ძალების შესამცირებლად გამოიყენება ფტოროპლასტის სადები(ჩანართი) მბრუნავ სხეულებს შორის.

ამ მეთოდის ნაკლი: სართულიანობის ზრდასთან ერთად შენობის მასებისგან გამოწვეული ძაბვების კონცენტრაცია ხდება საყრდენთან შეერთების ადგილზე. გამომდინარე აქედან, საიმედოობის გაზრდის მიზნით გვექნება მასალის დიდი ხარჯი და საყრდენთა მდგრადობა და სიმტკიცე შესაძლოა არაეფექტური გამოდგეს.



ნახ.6. შენობის სეისმოიზოლაცია კინემატიკური საყრდენებით; 1-სვეტი; 2-საყრდენი; 3-საყრდენი ფილა; 4-დამცენტრავი საყელური.

4. ინერციული მასების განცალკევების მეთოდი

მეთოდი გულისხმობს ბრტყელი საკისარის გამოყენებას სეისმურ საძირკვლებში შემდეგი სამი ღონისძიების ჩათვლით:

1. ინერციული მასების განცალკევება (შენობის მასივი გაცალკევდება ფუძისგან, საძირკვლის შვერილებზე დამაგრებული საყელურების საშუალებით);
2. საძირკვლის სპეციალურ შვერილებზე, საყრდენსა და საძირკვლის მოძრავ ნაწილს შორის, ეწყობა დემპფერი-ჩამხშობი, დამზადებული დეფორმირებადი მასალისაგან;

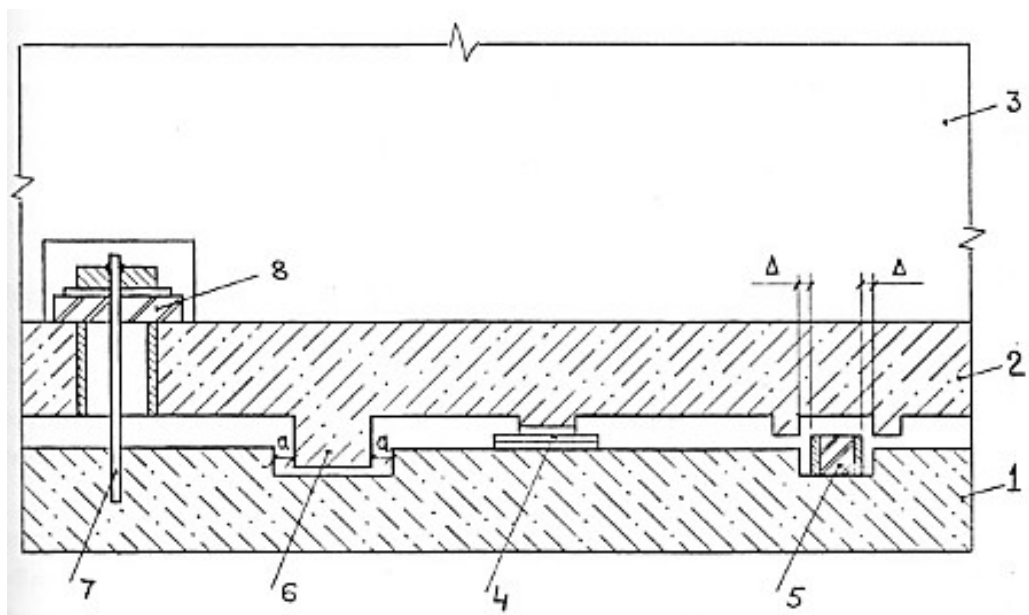
3. შენობის მთელს პერიმეტრზე ეწყობა რხევის ჩამხშობი სარტყელი, რომელიც ახდენს შენობის ფიქსაციას საპროექტო მდგომარეობაში და შთანთქავს სეისმური რხევების ენერგიას.

ამ მეთოდის გამოყენების მთავარი მიზანია ინერციული მასების განცალკევება და ამით შენობისთვის და მისი ცალკეული კონსტრუქციული ელემენტისთვის საექსპლუატაციო ხარისხის და თვისების შენარჩუნება მიწისძვრის შემდეგ.

მიწისძვრის დროს შენობა მისი ინერციულობის გამო არ განიცდის რხევას და ავტომატურად გადადის ბრტყელ საკისარებზე.

5. სეისმოდამცავი სარტყელი მოსრიალე სარტყელებით

შენობის კონსტრუქციებს მოსრიალე ტიპის სეისმოიზოლაციურ საყრდენ კონსტრუქციებზე გააჩნიათ ხისტი კავშირი ფუძესთან მშრალი ხახუნის ხარჯზე მანამდე, სანამ სეისმური ზემოქმედებისგან აღძრული ძვრის ძალები არ მიაღწევენ განსაზღვრულ მნიშვნელობას. ეს მნიშვნელობა დამოკიდებულია ხახუნის ზედაპირის ფორმაზე და მასალაზე. მოცემული სისტემის მუშაობის განსაკუთრებულობა მდგომარეობს რხევის ენერჯის შთანთქმასა და გაფანტვაში (ნახ.6).

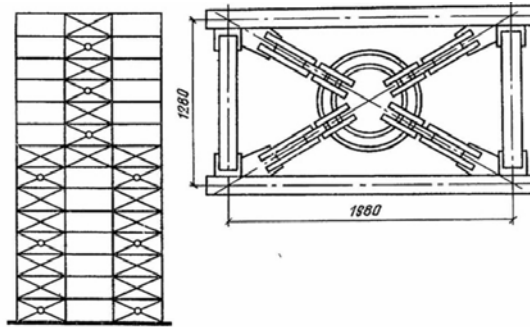


ნახ.7. სეისმოდამცავი სარტყელი მოსრიალე სარტყელებით

6. სისტემები გაზრდილი დემპფირებით

დემპფირება იძლევა საშუალებას სისტემის რხევის კინეტიკური ენერგია გარდაქმნას სხვა ტიპის ენერგიად. ენერგიის ამ თვისების გამოსაყენებლად შენობის კონსტრუქციებში მონტაჟდება სპეციალური მოწყობილობები, რომელთა ამოცანაა მაქსიმალურად გაფანტოს ეს ენერგია სისტემის აჩქარების და ინერციის ძალების შემცირების მიზნით.

მეთოდის ნაკლად შეიძლება ჩაითვალოს სეისმური ზემოქმედების დროს დემპფირებული შენობებში ნარჩენი დეფორმაციების განვითარება, რაც მოითხოვს შემდგომში შენობის აღდგენა-რეკონსტრუქციას. ამის გარდა, შენობის მუშაობის არაწრფივი ხასიათი მნიშვნელოვნად ართულებს მის გაანგარიშებას (ნახ.7). [25]



ნახ.8. კარკასული შენობის სეისმოდაცვა წრიული ტიპის ენერგომშთანთქმელის საშუალებით

7. რხევის დინამიკური ჩამქრობები

ერთ-ერთი მეთოდი ნაგებობაში დინამიკური ძალების შემცირებისა არის მისი რხევის ამპლიტუდის და სიხშირის შემცირება. კომპლური ტიპის შენობებისთვის ეფექტურია ჩახშობის მაღალი პარამეტრის მქონე სისტემების გამოყენება, რომლებიც რხევის დინამიკურ ჩამხშობსაც შეიცავენ.

ასეთი სისტემების გამოყენება გულისხმობს დინამიკური ჩამხშობის პარამეტრების ზუსტ გამოთვლას; ეს პარამეტრებია: მისი მასა, მაკავშირებლების სიხისტე/სიბლანტე და სხვა. ყველაფერმა ამან უნდა უზრუნველყოს შენობის და დინამიკური ჩამხშობის რხევის საპირისპირო ფაზები, რასაც საბოლოო ჯამში მივყავართ სეისმური რხევების ინერციის

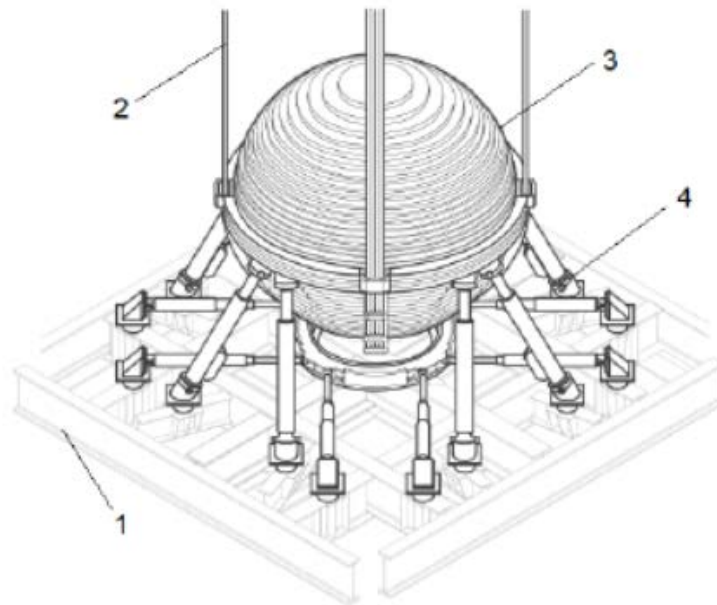
ძალების და ამპლიტუდის მნიშვნელოვან შემცირებამდე. სისტემის მსგავსი რეგულირება ართულებს: ა) სეისმური ზემოქმედების მახასიათებლების ფართო დიაპაზონს, ბ) კონსტრუქციულ ელემენტებში სიხისტის მახასიათებლის ცვლილებას მათში აღძრული ძალების მიხედვით, გ) ელემენტების მუშაობის განუსაზღვრელი ხასიათი (დეფორმაციული ნაკერის და სხვა).

რხევის დინამიკური ჩამხშობის გამოყენების ნათელი მაგალითია ცათამბჯენი ტაიპი 101 ტაივანში. ეს არის 101 სართულიანი ცათამბჯენი, რომელი სიმაღლე შპილთან ერთად აღწევს 509,2 მეტრს. 87-ე და 91-ე სართულებს შორის შენობის შიგნით დაკიდებულია 660 ტონიანი სფერო (ნახ.8). ეს სფერო წარმოადგენს შენობის რხევის საწინააღმდეგო საშუალებას ქარიშხლის და მიწისძვრის დროს. სპეციალურად ამ შენობისთვის, მრავალი გაანგარიშებებისა და მოდელების გამოცდის შემდეგ, დაპროექტდა და დამზადდა 660 ტონიანი ლითონის ქანქარა(საკიდი), რომელიც ასრულებს რხევის ინერციული ჩამხშობის ფუნქციას. ქანქარა იწყებს რხევას, რითაც აკომპენსირებს ნაგებობის გადაადგილებას ქარის ან მიწისძვრის ზემოქმედების დროს. შენობის და ქანქარის რხევის ფაზების განსხვავებულობის წყალობით (იდეალურ შემთხვევაში უნდა იყოს ანტიფაზა), მაგრამ თითქმის თანაბარი მნიშვნელობის რხევის პერიოდით, შენობის ზედა ნაწილის გადაადგილების მომენტში, ქანქარა ასრულებს მოძრაობას საპირისპირო მიმართულებით.



ნახ.9. ინერციული დემპფერი ტაიპი 101-ზე

სფეროს შუა ჰორიზონტალური დედის დონეზე მიერთებული აქვს 8 ბლანტი დემპფირებადი მექანიზმი - ჰიდრავლიკური ამორტიზატორები (ნახ.9). დემპფერის შერხევისას ამ მოწყობილობიდან გამოიწოვება სითხე, რაც უზრუნველყოფს ენერჯის შთანთქმას და აჩქარების დამატებით მიღევას. მთელი სისტემის მუშაობის წყალობით, მცირდება რხევის ამპლიტუდა, და, შესაბამისად, ძალები კონსტრუქციებში. ქანქარის ამპლიტუდა ქარის ზემოქმედებისას შეადგენს 10 სმ-ს, ხოლო მიწისძვრისას - 1,5 მ-ს.



ნახ.10. დემპფერის კონსტრუქცია;

1-ბამპერული სისტემა; 2-ბაგირი; 3-მასიური ბირთვი; 4-დემპფერი

ინერციული დემპფერი (Tuned Mass Damper) - ეს არის მექანიზმი რხევის საკუთარი ფორმების კორექტირებისთვის. მის მახასიათებელს წარმოადგენს დიდი მასა, რომელსაც შეუძლია შენობის სტაბილიზირება ქარის და სეისმური დინამიკური ზემოქმედებისას.[26,27,28]

ზამბარისებური დემპფერი არის იზოლაციური მოწყობილობა, რომლებიც თავისი მახასიათებლებით წააგავს ტყვია-რეზინის საყრდენებს. ამ ტიპის

დემპფერით ორი სამსართულიანი სახლია აშენებული კალიფორნიის შტატში, კერძოდ სანტა-მონიკაში (სურათი 11).



ნახ.11. ზამბარისებური დემპფერი

ჰისტერეზისული დემპფერები

ჰისტერეზისული დემპფერი (*ინგ. Hysteretic damper*) განკუთვნილია შენობა-ნაგებობების მუშაობის გასაუმჯობესებლად სეისმური დატვირთვისას სეისმური ენერჯის დისსიპაციის (გაბნევის) ხარჯზე. ზირითადად არსებობს ოთხი ტიპის ჰისტერეზისული დემპფერები, კერძოდ:

- თხევადი ბლანტდრეკადი დემპფერი;
- მყარი ბლანტდრეკადი დემპფერი;
- ლითონის ბლანტდრეკადი დემპფერი;
- მშრალი ხახუნის დემპფერი.

დემპფერთა ყველა ამ ჯგუფს გააჩნია თავისი მუშაობის სპეციფიკა, თავიანთი დადებითი და უარყოფითი მხარე, რომელიც უნდა გავითვალისწინოთ მათი გამოყენებისას.[25]



ნახ.12. ჰისტორიული დემკვერი

1.5. არქიტექტურული ძეგლების მოვლა-შენახვის ღონისძიებები: კონსერვაცია, რესტავრაცია, განახლება და ასლებით ჩანაცვლება

1.5.1.კონსერვაცია

კონსერვაცია (conservare) ნიშნავს შენახვას, შენარჩუნებას. ამგვარად, ძეგლის შენარჩუნების ძირითადი პოზიცია ყველაზე სუფთა სახით გამოიხატება კონსერვაციაში: კონსერვაცია წარმოადგენს ძეგლის შენარჩუნების უმთავრეს პრინციპს. გამაგრების და უსაფრთხოების ღონისძიებებთან ერთად, საკონსერვაციო სამუშაო იცავს ძეგლის ნივთიერ ქსოვილს, ხელს უშლის მის შემდგომ დაზიანებას, რის გამოც მას უნდა მიენიჭოს აბსოლუტური უპირატესობა ყველა სხვა ღონისძიებასთან შედარებით. სამწუხაროდ, ეს პრინციპი არ არის ერთხელ და სამუდამოდ უზრუნველყოფილი, რადგან ხშირად ძეგლის ცალკეული ნაწილები დიდ ფასად განახლებული ან რეკონსტრუირებულიც კი არის, იმ დროს, როცა მისი სხვა შემადგენელი ნაწილები განაგრძობენ მტრეკას და მიტოვებულია სასწრაფოდ საკონსერვაციო სამუშაოების გარეშე. ყველა ის საშუალება,

რომელიც ემსახურება ძეგლის ნივთიერი ქსოვილის შენარჩუნებას, უნდა მიჩნეულ იქნას საკონსერვაციო სამუშაოდ.¹

როდესაც შენობა ისტორიულია, კონსერვაციაში მოიაზრება ყველა ის ღონისძიება, რაც დაიცავს ისტორიული სტატუსის მქონე ძეგლს შემდგომი ნგრევისგან და, მასთან ერთად ისტორიულ ქსოვილსაც. ამ ღონისძიებამ შეიძლება მოითხოვოს ძეგლის გამაგრება-გაძლიერება შესაბამისი კონსტრუქციებით, ან მისი რომელიმე შემადგენელი ნაწილის შეცვლა, ან დაზიანებული ნაწილის შევსება პირვანდელ სახემდე, რაც დაეხმარება ძეგლის კონსტრუქციულ ელემენტებს არ მიიღონ შემდგომი დაზიანება. ამ კუთხით, ანუ ქვის წყობის შემთხვევაში, დაზიანებული ქვების მუდმივი ცვლა თითქოს ვერც განასხვავებს კონსერვაციასა და რესტავრაციას ერთმანეთისგან; მეტიც, ცნობილი ტრადიციული ხერხების გარდა, მოცემულ კონკრეტულ შემთხვევებში კონსერვაციაში ისტორიული ქსოვილის გადასარჩენად აუცილებელიც კია გამოყენებულ იქნას ახალი ტექნოლოგიებიც. სწორედ ამ საკითხს სპეციალურად ხაზი აქვს გასმული ვენეციის ქარტიის პარაგრაფ 10-ში: „იქ სადაც ტრადიციული ხერხები შეუფერებელი აღმოჩნდება, ძეგლის გამაგრება შეიძლება მიღწეულ იქნეს კონსერვაციის და კონსტრუქციის ნებისმიერი ახალი ტექნოლოგიით, რომლის ეფექტურობა დადასტურებულ იქნება მეცნიერული მონაცემებით და დამტკიცებული გამოცდილებით“.²

სიფრთხილით უნდა მოვეკიდოთ იმ მეთოდების გამოყენებას, რაც საიმედოდ არ არის შემოწმებული და გამოცდილი; გამოაკლისია ის შემთვევები, როცა ისტორიული ძეგლი სასწრაფოდ ითხოვს „შველას“ და სხვა ხერხები მისი გამაგრებისა ან გადარჩენისა არ არსებობს (რაც მოხდა ბაგრატის ტაძრის შემთხვევაში). მაგალითად, ქვის დეტალის სრული გაჟღენთვა აკრილის ფისით, თუ მისი გადარჩენის სხვა გზა არ არსებობს, შესაძლოა

¹ ბერიძე ვ. „არქიტექტურული მემკვიდრეობის ძეგლთა აღდგენა-გაძლიერების და სეისმომდეგობის ამალღების კონსტრუქციული ღონისძიებები“. სტუ, დისერტაცია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი - 2015, 111 გვ.

² <https://www.tbilisiarchitecture.net/ka/the-venice-charter-1964/>

ჩაითვალოს კონსერვაციად. ისტორიული ნივთიერი ქსოვილის გადასარჩენად ჩატარებული სარეაბილიტაციო სამუშაოები, როდესაც ის გასცდება მის უბრალოდ დაცვის ღონისძიებებს, არ შეიძლება ჩაითვალოს საკონსერვაციო სამუშაოდ. ეს პუნქტები მკაცრად არის გაწერილი ვენეციის ქარტიაში. მაგალითად, ნაპრალის შევსება, ეს იქნება ნახატის, თუ ქალაქის გალავნის ბზარი, შეუძლებელია ჩავთვალოთ საკონსერვაციო სამუშაოებად.

ისტორიული შენობა-ნაგებობის ნანგრევები, იქნება ეს ციხე-კოშკების თუ ციხე-დარბაზების ნანგრევები, შემონახული იმ ფორმით, რა ფორმითაც შემოგვინახა ჟამთა სვლამ, წარმოადგენენ კონსერვაციის ნათელ მაგალითებს. სწორედ ამაზე მიუთითებს ვენეციის ქარტია: როდესაც საქმე ნანგრევებს ეხება, საჭიროა ზედმიწევნით კონსერვაცია ... ასეთ შემთხვევაში ძეგლის ღირებულებას ისიც იწვევს, რომ ის ფრაგმენტირებულია, ნანგრევებად ქცეული, რაც წარსულს მოგვაგონებს და ისტორიას "დროში იარებად" გვითვალსაჩინოებს.³

ამ ტიპის ნანგრევების კონსერვაციასა და რეკონსტრუქციას შორის ის განსხვავებაა, რომ პირველი თითქოს გვეუბნება: დავაცადოთ, მშვენებით გაქრობა" ნანგრევებს ; ნებისმიერი ცალკეული ძეგლის კონსერვაციისას უნდა მოინახოს ამ ძეგლისთვის განსაკუთრებული, და შესაძლოა ორიგინალური გზაც; მაგალითად, სტაბილიზაცია კედლებისა, და მხოლოდ და მხოლოდ სტაბილიზაცია და არა ნანგრევების გამაგრება უახლესი ტექნოლოგიური მეთოდებით და მასალებით. ეს გამოიწვევს ისტორიული ძეგლის გაუბრალოება-გაუფასურებას, რადგან, ხშირ შემთხვევაში ნანგრევები უფრო ბევრის მთქმელია, ვიდრე პირვანდელ სახემდე რესტავრირებული ძეგლი. ვიცით, რომ ხავსი ძლიერ ანადგურებს შენობის მასალის ისტორიულ ქსოვილს, მაგრამ ხანდახან მისი მოშორებაც კი ისტორიულ ძეგლს იმ ღირებულებას უკარგავს, რაც მას გააჩნია.

არის ისეთი შემთხვევები, როდესაც ნაგებობის ინტერიერის შენახვა-გადარჩენა უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე თვითონ ამ ნაგებობის

³ <https://www.tbilisiarchitecture.net/ka/the-venice-charter-1964/>

გარეგნული იერსახის შენარჩუნება. ამის მაგალითია ეკლესია-მონასტრების ნანგრევების ინტერიერში მნიშვნელოვანი ხატების არსებობა. ასეთ შემთხვევაში, ნაგებობის გადახურვა შესაძლოა კონსერვაციის უალტერნატივო ღონისძიება იყოს. თუნდაც ეს ღონისძიება ეწინააღმდეგებოდეს ძეგლის იერსახის ბუნებას. ამის მაგალითია რომანული აბანოების გადახურვის ღონისძიება, მოზიკური იატაკის შენარჩუნების მიზნით. ციხე-დარბაზების ისტორიული ნაშთების შემთხვევაში მათი კონსერვაციის საუკეთესო ღონისძიებაა, მათი მზის ქვეშ დატოვება. არქეოლოგიური გათხრების დროს, როცა ცნობილია რამდენიმე ისტორიული ფენა, ხშირად ზიანდება ზედა შრეები, ანუ იმ შრის ისტორიული ნანგრევები, რომელსაც შესაძლოა უფრო მეტი ისტორიული ღირებულება გააჩნდეს, ვიდრე მასზე უფრო ძველი შრის ძეგლს. ამიტომ გათხრები უნდა აწარმოონ ისტორიაში კარგად გათვითცნობიერებულმა და არქეოლოგიაში კომპეტენტურმა პიროვნებებმა და არა დილეტანტებმა.

კონსერვაცია განა მხოლოდ შენობა-ნაგებობების ნანგრევების შენარჩუნებაა, მასში ასევე მოიაზრება ფრესკებისა თუ ეპიტაფიების, არქეოლოგიური გათხრებისას აღმოჩენილი ქნდაკვებისა თუ ლარნაკების იმ სახით შენარჩუნება, როგორადაც მათ ჩვენამდე მოაღწიეს. რადგან მათი აღდგენა-რესტავრაციის მცდელობამ მას შეიძლება დაუკარგოს ისტორიული ღირებულება.

შეჯამების სახით შეიძლება ვთქვათ, რომ კონსერვაცია გარკვეული კატეგორიის ისტორიული ძეგლებისთვის შესაძლოა უალტერნატივო გზაც იყოს. თუმცა არსებობენ ისტორიული ძეგლები, რომელთა შენარჩუნებისთვის მხოლოდ კონსერვაციის მეთოდი არ გამოდგება; ასეთად შეიძლება დავასახელოთ ძველი ისტორიული უბნები ქალაქებში, რომელთაც მხოლოდ კონსერვაციის იმედზე ვერ დავტოვებთ, რადგან მათ, გარდა ისტორიული ღირებულებისა, გააჩნიათ ფუნციონალური დანიშნულებაც, რაც მათ რეაბილიტაციას მოითხოვს. ამიტომ მათ შესაწარმებლად სხვა მეთოდებს ვიყენებთ; ეს შეიძლება იყოს რესტავრაციაც, განახლებაც და, რიგ

შემთხვევაში, ასლებით ჩანაცვლებაც. მაგრამ უპირველესად, როცა ძეგლის შენარჩუნება-გადარჩენაზე ვიწყებთ მსჯელობას, უნდა განვიხილოთ მისი კონსერვაცია.

1.5.2. რესტავრაცია

სიტყვა „რესტავრაცია“ (restaurare) პირდაპირი მნიშვნელობით ნიშნავს „აღდგენას“. მისი დეფინიციაა არა ისტორიული ძეგლის შენარჩუნება, რომელიც კონსერვაციის ფუნქციაა. მისი მნიშვნელობა უნდა განვასხვავოთ, როგორც კონსერვაციისგან, ისე განახლებისგან. ვენეციის ქარტია აცხადებს, რომ რესტავრაციის მიზანია შეინარჩუნოს და გამოავლინოს ძეგლის ესთეტიკური და ისტორიული ღირებულება და ეფუძნება ორიგინალური მასალის და ავთენტური დოკუმენტების პატივისცემას. ამგვარად, იმისთვის, რომ „გამოვავლინოთ“ ძეგლის ავთენტურობა, ან, სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, გამოვკვეთოთ ძეგლის ღირსებები, რომლებიც დაფარულია(რა მიზეზითაც უნდა იყოს), დამახინჯებულია, ნიშნავს „აღვადგინოთ“ ისინი. მაშინ, როდესაც ძეგლის არსებული ნივთიერი ქსოვილის კონსერვაცია მხოლოდ ცდილობს, რამდენადაც ეს საჭიროა, ტექნიკური საშუალებებით გაამაგროს გარკვეული მონაკვეთები და მოსპოს ნივთიერი ქსოვილის დაზიანების მიზეზი, რესტავრაციის ზრუნვის საგანია ძეგლის, როგორც ისტორიის და ხელოვნების ნიმუშის მთლიანი იერი. ⁴

ისტორიული ძეგლის მასალის ქსოვილის შენარჩუნების გარდა, კონსერვაცია მისი შენახვის მიზნით იყენებს ახალ ელემენტს ან მასალას ისე, რომ თავდაპირველ ქსოვილს არაფერი დაუზიანდეს. ასე, მაგალითად, თუ ნახტს პატარა ნახეთქი გაუჩნდება, ის მთლიანად აუბრალოებს და აფუჭებს თავდაპირველ იერსახეს და იმ ეფექტს, რასაც ის ქმნიდა. ამ დროს კონსერვაციის ღონისძიებით მას დაადებენ უბრალოდ ფერს, ხოლო

⁴ ბერიძე ვ. „არქიტექტურული მემკვიდრეობის ძეგლთა აღდგენა-გამლიერების და სეისმომდეგობის ამალღების კონსტრუქციული ღონისძიებები“. სტუ, დისერტაცია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი - 2015, 111 გვ.

რესტავრაციის ღონისძიება რომ ჩაეტარებინათ, ნახატს სულ მცირე კორექტირებას ან მთლიანი დაზიანებული ადგილის ჩანაცვლებას გაუკეთებდნენ. თუ კი, მაგალითად, ძველ ბაროკოს სტილის სასახლეში რომელიმე კოჭი დაზიანდება, ან სულაც ჩამოინგრევა, მას აღადგენენ მომიჯნავე კოჭების მსგავსად და არა სხვა სტილში. რესტავრაციას შეუძლია ასევე აღადგინოს ადრე ჩატარებული რესტავრაციის შედეგად არასწორად, დამახინჯებით გაკეთებული დეტალები.

ძველის რესტავრაცია უნდა ჩატარდეს დიდი ყურადღებით და რუდუნებით, რადგან ახალმა რესტავრაციამ, რომლის მიზანი ძველი რესტავრაციის შეცდომების გამოსწორება იყო, შესაძლოა კიდევ უფრო დააზიანოს, „გააყალბოს“ კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლი. თუმცა სწორად ჩატარებულ რესტავრაციას ასევე შეუძლია გამოაჩინოს ძველი არასწორი რესტავრაციის შედეგად დაფარული ძეგლი. ასე, მაგალითად, ქართული ქრისტიანული ტაძრების ინტერიერის რესტავრაციისას, გამოჩნდა უძველესი უნიკალური ხატები. ისინი რუსიფიკაციის პერიოდში XVIII-XIX საუკუნეებში რუსების მიერ იყო რესტავრირებული. ისინი კი ჩვენს ეკლესია-მონასტრებში ინტერიერს თეთრი კირით ფარავდნენ. ეს კი ვანდალიზმის ტოლფასად შეიძლება ჩაითვალოს. ყოველთვის უნდა დავსვათ კითხვა: რა არის იმ ძეგლის რესტავრაციის მიზანი, რომელიც შედგება სრულიად განსხვავებული ისტორიული ფენებისაგან? (რაც, მოგეხსენებათ, საკმაოდ ხშირია). ძეგლის ასაკის და ისტორიის მაჩვენებლად თითოეული ეს ფენა უაღრესად ღირებულ ნაწილს წარმოადგენს. თუ წარმოვიდგენთ, რომ შუა საუკუნეების ფრესკას (უნდა იქნეს წარმოჩენილი?) ზემოდან ფარავს ბაროკოს ეპოქის მხატვრობა, ამას კი XIX საუკუნის ფერწერა, ან რომ ბაროკოს დროინდელი ჯვარცმის ორიგინალური მრავალფეროვნება (უნდა იქნეს წარმოჩენილი?) ზემოდან დაფარულია არანაკლებ რვა შესაბამისი პოლიქრომიის ნახატით, რომ რომანული ტაძარი (უნდა იქნეს წარმოჩენილი?) ინტეგრირებულია ბიზანტიური ეკლესიის კომპლექსში,

მაშინ ნათელი გახდება ის პრობლემები, რაც თან ახლავს ყველა სახის სარესტავრაციო სამუშაოებს.⁵

ძალზე ხშირად ეს პრობლემა რთულდება, თუ კი რესტავრაციის მიზანს წარმოადგენს პირვანდელი ფენის აღდგენა. რადგან ამ დროს შესაძლოა დაზიანდეს ზედა ფენა, რაც, შესაძლოა უფრო ღირებული იყოს, ვიდრე ის ფენა, რომელზეც ორიენტირებულია რესტავრაცია. მხოლოდ ძალზე სკურპულოზურად ჩატარებული კვლევის შემდეგ შესაძლოა დავიწყოთ რესტავრაციის ღონისძიება. ვენეციის ქარტიის პარაგრაფი 11 მკაფიოდ უარყოფს XIX საუკუნის რესტავრაციის პრაქტიკას, რომლის მიზანი იყოს „სტილის ერთიანობა.“ პატივი უნდა ვცეთ ძველის ნაგებობაში შეტანილ ყველა პერიოდის ღირებულ წვლილს, რადგან სტილის ერთიანობა არ წარმოადგენს რესტავრაციის მიზანს.⁶

როდესაც ისტორიული ძეგლი შეიცავს მრავალ ისტორიულ ფენას, ზუსტად უნდა განისაზღვროს წინასწარ, თუ რომელი ფენა იქნება უფრო მნიშვნელოვანი, იქნება ეს პირველადი თუ სხვა ზედა ფენა. თუ პირველადია უფრო ღირებული, მხოლოდ ამ შემთხვევამ შეიძლება მოეძებნოს გამართლება რესტავრაციის შედეგად ზედა ფენების განადგურებას. ასე, რომ საჭიროა განსაკუთრებული სიფრთხილე და ყურადღება. რესტავრაციის მიზანს არ უნდა წარმოადგენდეს შეთანხმება რომელიმე ისტორიულ პერიოდთან თუ მიმართულებასთან.

რესტავრაციამ უნდა გაითვალისწინოს ძეგლის ფუნქცია და მისი შეხამება (კავშირი) გარემოსთან. მაგალითად, სამონასტრო კომპლექსში შემავალი ეკლესიის რესტავრაციისას უნდა გავითვალისწინოთ მთლიანი კომპლექსის სტილი.

⁵ ბერიძე ვ. „არქიტექტურული მემკვიდრეობის ძეგლთა აღდგენა-გამლიერების და სეისმომდებლობის ამალგების კონსტრუქციული ღონისძიებები“. სტუ, დისერტაცია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი - 2015, 111 გვ.

⁶ <https://www.tbilisiarchitecture.net/ka/the-venice-charter-1964/>

1.5.3. რენოვაცია

რენოვაცია (ლათ. Renovatio - "განახლება") - გულისხმობს სტრუქტურის, ისტორიული ნაგებობის ან სხვა რაიმე კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლის მთლიანობის გაუმჯობესებას განადგურების გარეშე. ის კონსერვაციასთან და რესტავრაციასთან ერთად, წარმოადგენს ძეგლის გადარჩენის მეთოდს. ვენეციის ქარტიაში ის საგანგებოდ მოხსენიებული არ არის. რენოვაციის მიზანია ძეგლის მთლიანობა აღვადგინოთ ისე, რომ ის ისევ ახალივით გამოიყურებოდეს. მრავალ ისტორიულ ფენიანი ძეგლების რენოვაციისას იგივე სირთულეებს წააწყდებით, რასაც წააწყდით რესტავრაციისას. ასე, რომ აქაც განახლების პროცესი უნდა დაიწყოს მრავალი დარგის სპეციალისტთა განსჯისა და კვლევის შემდეგ. როგორც ზემოთ მოცემულმა ფაქტებმა გვიჩვენა, კონსერვაცია წარმოადგენს ისტორიული ძეგლის გადარჩენის უკომპრომისო ღონისძიებას. რესტავრაცია შესაძლოა გამოვიყენოთ კონკრეტულ პირობებში. შესაძლოა იქსტორიული ქსოვილის დაზიანება ამ შემთხვევაშიც მოხდეს; ხოლო რენოვაცია, რაც განახლებას გულისხმობს, ხშირად ანადგურებს ისტორიულ ქსოვილებს. ამდენად ის არ შეესაბამება ძეგლის ძველი იერსახით შენარჩუნების პრინციპებს. მისი გამოყენება მიზანშეწონილია ისეთი ძეგლების რეკონსტრუქციისას, რომლებშიც გამოყენებული მასალა მთლიანად გამოფიტულია და მისი კონსერვაცია იწვევს მთლიანი ძეგლის განადგურებას. რენოვაციის პროცესში აუცილებლად თავდაპირველად ხდება ძველი ქსოვილის მოშორება - გადაფხევა, რაც აზიანებს ისტორიული შენობის მასალის ქსოვილს.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის მიუხედავად, რენოვაცია-განახლება შეიძლება განვიხილოთ როგორც ძეგლის შენარჩუნება-გადარჩენის ერთ-ერთი საშუალება. არის შემთხვევები, როდესაც რენოვაცია წარმოადგენს ისტორიულად მნიშვნელოვანი კონსერვირებული ძეგლის გადარჩენის ერთადერთ გზას. ასე, მაგალითად, ტაძრის ინტერიერში ხატების გადარჩენის მიზნით ტაძრის გადახურვის განახლება და ა.შ.

1.5.4. ასლებით ჩანაცვლება

ძველი ისტორიული ძეგლების გადარჩენის გზას, ზოგიერთ შემთხვევაში წარმოადგენს ორიგინალის მისი ასლით ჩანაცვლება - რეპლიკაცია. ეს ხდება იმ შემთხვევაში, როცა ორიგინალს განადგურების საფრთხე ემუქრება. მაგალითად, ტაძარში შესასვლელის ზღუდარი იმდენად დაზიანებულია, რომ საფრთხეს უქმნის არამარტო ტაძრის მდგრადობას, არამედ ადამიანების სიცოცხლესაც; ის უნდა ჩავანაცვლოთ მისი ასლით. შესაძლოა ამ ზღუდარის ქვას ჰქონდეს ისტორიული ღირებულება, მაგალითად, უნიკალური ორნამენტი, მაშინ ის ინახება უსაფრთხო ადგილას, მის ადგილს კი დაიკავებს მისი ასლი. ასლებით ცანაცვლების უამრავი მაგალითებია ძველი ქალაქების ნანგრევებშიც. მაგალითად, ქალაქი ეფესო, რომელიც მსოფლიოს შვიდთაგან ერთ-ერთი საოცრებით - არტემიდეს ტაძრითაა ცნობილი, თვითონაც წარმოადგენდა ანტიკური ხანის კულტურის კერას. ეს ქალაქი ეხლა უნიკალური ნანგრევების ქალაქია. ამ ნანგრევებთან ჩანს მისი წარსული დიდება. ძალიან ბევრი დეტალი რესტავრაციის შემდეგ ასლებითაა ჩანაცვლებული. ხოლო ორიგინალი იქვე მუზეუმში დაცულად ინახება.

2. ტაო-კლარჯეთის ტაძრების დაზიანების ხარისხის კვლევა

ტაო-კლარჯეთის ტერიტორია მდიდარია ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლებით. ეს მხარე საუკუნეებია თურქეთის იურისდიქციაშია და ჩვენი ტაძრები მიუხედავი და მოუვლელია. ჟამთა სვლამ, მიწისძვრებმა, სხვადასხვა ატმოსფერულმა მოვლენებმა თუ ადამიანების ვანდალიზმმა მეტად დააზიანა ისინი. ჩემი მიზანია, საპატრიარქოსთან შეთანხმებით და ხელშეწყობით, შემეთავაზებინა ამ ნაშრომში დამუშავებული სეისმოჩამხშობი კონსტრუქციული სისტემის მოწყობა ისეთ ტაძარში, რომლისთვისაც ის უფრო ეფექტური იქნება. ამ მიზნით დაგეგმილი მქონდა მოგზაურობა ტაო-კლარჯეთში თემის ხელმძღვანელებთან ერთად და, უშუალოდ ვიზუალურად მათი ნგრევის

(დაზიანების) ხარისხის კვლევა. თუმცა ცნობილი მოვლენების გამო, ეს ვერ მოხერხდა. ამიტომ გადავწყვიტე ინერნეტ სივრცეში არსებული და სხვადასხვა გამოყენებული ლიტერატურიდან ფოტომასალის საფუძველზე ჩამეტარებინა კვლევა. ამისათვის შევარჩიე რამდენიმე ტაძარი. ესენია: ბანა, ოშკი, იშხანი, ხანძთა.[3,9,8,12]

ბანას ტაძარი - ქართული ხუროთმოძღვრების ორიგინალური და უნიკალური ძეგლია. ის წარმოადგენს ცენტრალურ გუმბათოვან ტაძარს, რომელსაც გარს შემოვლებული ჰქონდა, ნაშთი დღესაც არის შემორჩენილი. მას შემდეგ, რაც ტაო-კლარჯეთი ოსმანთა იმპერიის შემადგენლობაში შევიდა, ქართული ქრისტიანული ტაძრები სავალალო მდგომარეობაში აღმოჩნდნენ. XIX საუკუნეში რუსეთ-თურქეთის ომის დროს, თურქებს ტაძარი ციხე-სიმაგრედ გაუხდიათ, რის გამოც რუსეთის საზარბაზნე სამიზნე გამხდარა. ამან ეს დიდებული ტაძარი კიდევ უფრო დააზიანა. სურათებიდანაც ჩანს, რომ ტაძარს ჩამონგრეული აქვს გუმბათი, აღარ არსებობს გუმბათის ყელი. კედლებზე ზღუდარები დაზარალებულია. იმ 8 სვეტიდან, რომელსაც გუმბათი ეყრდნობოდა არც ერთი არაა შემორჩენილი, ერთ-ერთ მხარეს კედელი მთლიანად ჩამონგრეულია.

აღდგენა-გაძლიერების მხრივ აქ მეტად რთული ვითარებაა. ჩემი სადისერტაციო ნაშრომი, ამ სირთულეებს ვერ გაუმკლავდება. აქ რესტავრაციაზე მეტად, ალბათ, კონსერვაციის მეთოდი გამოდგება.



ნახ.13. ბანა⁷

⁷ https://ka.wikipedia.org/wiki/ბანა#/media/ფაილი:Bana,_Tao-Klarjeti.jpg



ნახ.14. ბანა, ფასადი⁸

⁸

[https://ka.wikipedia.org/wiki/ბანა#/media/ფაილი:Bana_cathedral._Ekvtime_takaishvili_expedition_1902_\(1\).jpg](https://ka.wikipedia.org/wiki/ბანა#/media/ფაილი:Bana_cathedral._Ekvtime_takaishvili_expedition_1902_(1).jpg)



ნახ.15. ბანა, ინტერიერი⁹

ოშკი წარმოადგენდა საეპისკოპოსო ტაძარს; ის არის ჯვარგუმბათოვანი ტაძარი თავისუფალი გუმბათით. დიდი ხნის მანძილზე ქართველთათვის ოშკის არსებობა ბურუსით იყო მოცული; მხოლოდ 1902 წელს, როცა ექვთიმე თაყაიშვილმა პირველად იმოგზაურა ტაო-კლარჯეთში და ზუსტად აღწერა ძეგლის მდგომარეობა, ცნობილი გახდა მისი არსებობა.[3,4,5,11]

ოშკი ამჟამად სავალალო მდგომარეობაშია; თუ დროზე არ მოხდა მისი რესტავრაცია- გაძლიერება, შესაძლოა ჩამოინგრეს (ნახ. 21, 22); მით უმეტეს, რომ ეს მხრე მაღალი სეისმური აქტივობის ზონაში იმყოფება. ტაძრის ძირითადი მზიდი კონსტრუქციები, მათ შორის გუმბათიც, ჯერ-ჯერობით არსებობს, თუმცა საკმაოდ დაზიანებული ჩანს. როგორც სურათებიდან ირკვევა, გუმბათის ყელსაც ჯერ-ჯერობით მდგრადობა არა აქვს დაკარგული, თუმცა დასავლეთის მკლავის თაღოვანი გადახურვა მთლიანად

⁹

[https://ka.wikipedia.org/wiki/ბანა#/media/ფაილ:Bana_cathedral._Ekvtime_takaishvili_expedition_1902_\(3\).jpg](https://ka.wikipedia.org/wiki/ბანა#/media/ფაილ:Bana_cathedral._Ekvtime_takaishvili_expedition_1902_(3).jpg)

ჩამოშლილია(ნახ.23). ძეგლთა დაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის ჩარევით, მოხდა შეთანხმება თუქულ და ქართულ მხარეებს შორის ოშკის აღდგენასთან დაკავშირებით ქართული მხარის მიერ. ამ ტაძრის აღდგენისას შესაძლებელია ჩემს მიერ დამუშავებული სეისმოჩამხშობი სისტემა იქნას გამოყენებული.[18]



ნახ.16. ოშკი, ფასადი¹⁰



ნახ.17. ოშკი, გუმბათი ქვევიდან.¹¹

¹⁰ <https://ka.wikipedia.org/wiki/ოშკი#/media/ფაილი:Oshki4.jpg>

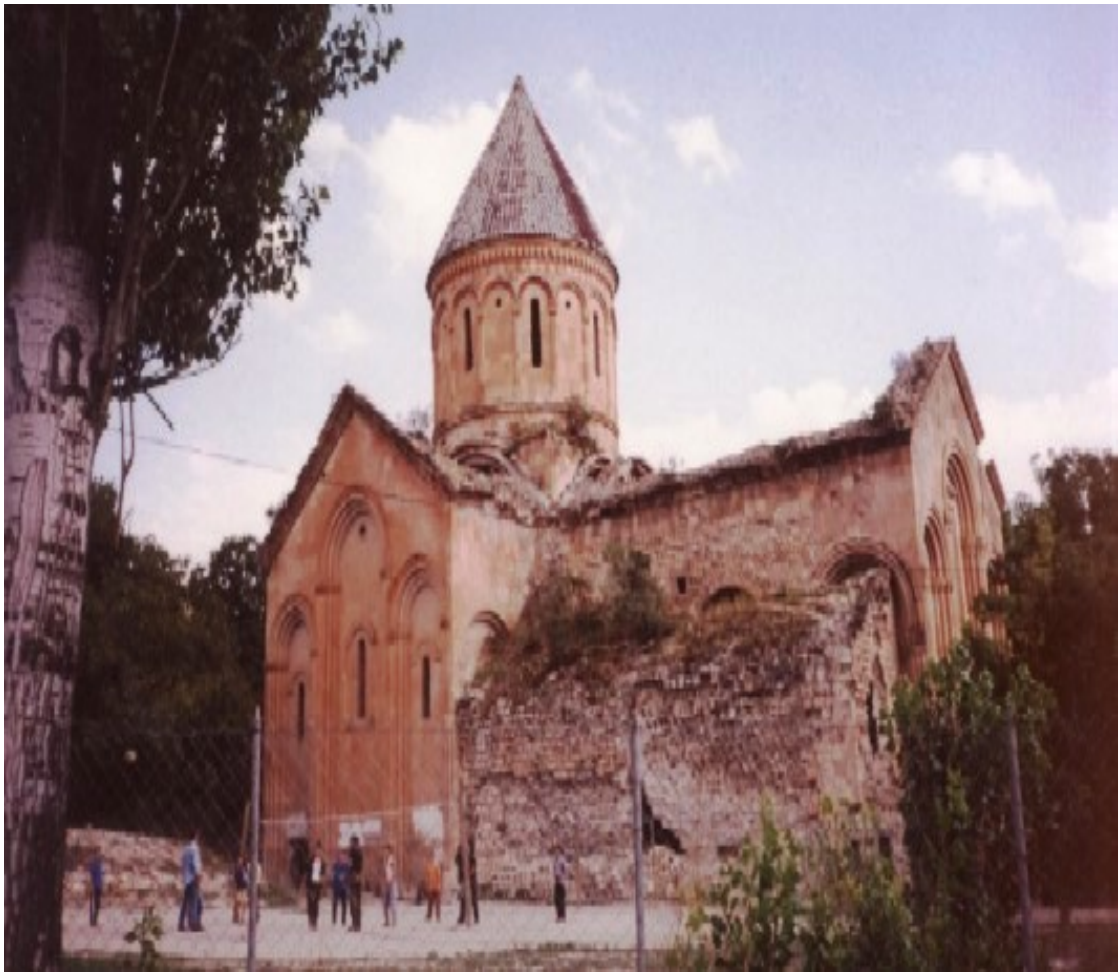
¹¹ [https://ka.wikipedia.org/wiki/ოშკი#/media/ფაილი:Oshki_\(17\).JPG](https://ka.wikipedia.org/wiki/ოშკი#/media/ფაილი:Oshki_(17).JPG)



ნახ.18. ოშკი, დასავლეთის მკლავი¹²

იშხანი - გრიგოლ ხანძთელის და მისი მოწაფეების, კერძოდ საბა იშხნელის მიერ აგებული ტაძარი. გარეგნულად ის თითქოს ყველაზე კარგადაა შემონახული, თუმცა დეტალური დათვალიერების შემდეგ აღმოვაჩინეთ იმ დაზიანებებს, რომელიც მრავლადაა ტაძარში და რომლებიც, ისე როგორც სხვა ტაძრები, სასწრაფო შველას ითხოვს. ტაძარი წარმოადგენს წაგრძელებულ ჯვარგუმბათოვან ნაგებობას. გუმბათი ძალიანაა დაზიანებული, საკმაოდ განიერი ბზარი გასდევს მას კლიტედან საყრდენ რგოლამდე, რადიალურად. ასევე დაზიანებულია გუმბათის ყელიც; დასავლეთის წაგრძელებული მკლავის თაღოვანი (კამაროვანი) გადახურვა მთლიანად ჩამოქცეულია. ის ექვემდებარება რესტავრაცია-გაძლიერებას.

¹² [https://ka.wikipedia.org/wiki/ოშკი#/media/ფაილი:Oshki_\(29\).JPG](https://ka.wikipedia.org/wiki/ოშკი#/media/ფაილი:Oshki_(29).JPG)



ნახ.19. ხანძთა, ფასადი¹³

¹³ <https://ka.wikipedia.org/wiki/იშხანი#/media/ფაილ:shxani1.jpg>



ნახ.20. გუმბათის ყელი¹⁴

¹⁴https://ka.wikipedia.org/wiki/იშხანი#/media/ფაილი:171._ishxani._gumbaTis_yeli.jpg



ნახ.21. იშხანი, საკურთხეველი¹⁵



ნახ.22. იშხანი, გუმბათი ქვევიდან¹⁶

¹⁵ https://ka.wikipedia.org/wiki/იშხანი#/media/ფაილი:Ishkhani._svetebiani._sakurtxeveli.jpg

¹⁶ https://ka.wikipedia.org/wiki/იშხანი#/media/ფაილი:იშხანის_გუმბათს_მოხატულობა.jpg

ხანძთა - მთავარი ტაძარი ჩახაზული ჯვრის ფორმისაა - ჯვარგუმბათოვანი ტაძარია. მისი გუმბათი აღმოსავლეთის მხრიდან ეყრდნობოდა აფსიდის კედლებს, ხოლო დასავლეთის მხარეს - ორ ბურჯს, რომელთა ნაშთია მხოლოდ შემორჩენილი. 2007 წლამდე გადაღებულ სურათებში ჩანს, რომ გუმბათი ჯერ კიდევ არსებობდა (ნახ.23), ხოლო 2010 წლისაში - გუმბათი ჩამონგრეულია (ნახ.24). თუმცა ჩანს გუმბათის ყელი, რომელზეც, ტაძრის რესტავრაციის შემთხვევაში, შესაძლებელია ახალი გუმბათის მოწყობა. ამ შემთხვევაშიც შესაძლებელია ჩემს მიერ დამუშავებული სეისმოჩამბშობი სისტემის გამოყენება.



ნახ.23. ხანძთა (2007წ)¹⁷

¹⁷ https://ka.wikipedia.org/wiki/ხანძთა#/media/ფაილ:Khantza,_Tao-Klarjeti_1.jpg



ნახ.24. ხანძთა (2010წ)¹⁸



ნახ.25. ხანძთა, ხედი აღმოსავლეთიდან¹⁹

¹⁸ [https://ka.wikipedia.org/wiki/ხანძთა#/media/ფაილ:Khachnaberd_\(18\).JPG](https://ka.wikipedia.org/wiki/ხანძთა#/media/ფაილ:Khachnaberd_(18).JPG)

¹⁹ [https://ka.wikipedia.org/wiki/ხანძთა#/media/ფაილ:Khachnaberd_\(28\).JPG](https://ka.wikipedia.org/wiki/ხანძთა#/media/ფაილ:Khachnaberd_(28).JPG)

3. რესტავრირებული ხუროთმოძღვრების ძეგლები

3.1. ბაგრატის ტაძარი

XI საუკუნე საქართველოს ისტორიისთვის წარმოადგენდა აღორძინების, მთლიანობის და აყვავების ხანას. სწორედ ამ ერთიანობის გვირგვინს წარმოადგენდა ბაგრატის ტაძარი (ინგლ. Bagrati Cathedral), რომელიც ქუთაისში უქიმერიონის მთაზეა აღმართული. ის ღვთისშობლის მიძირების სახელობისაა. მტერთა მრავალმა შემოსევებმა გაანადგურეს ტაძარი და მრავალი საუკუნის განმავლობაში ის ნანგრევების სახით არსებობდა (ნახ.26). ეს საეკლესიო კომპლექსი რამდენიმე ნაგებობისგან შედგება. ესენია, თვით ტაძარი, ქვის გალავანი და სამსართულიანი კოშკი(სამრეკლო), ასევე ტაძარზე მიშენებულია სამხრეთისა და დასავლეთის კარიბჭენი. ეზოში მიმობნეული იყო ფსადის ორნამენტიანი ქვები, თუ მზიდი კედლების დეტალები. არქეოლოგიურმა გათხრებმა ტაძრის გარშემო გამოავლინა სხვადასხვა დროის მნიშვნელოვანი ნაგებობების ნაშთები: აქ იყო ციტადელი, სამეფო სასახლე, სხვადასხვა დანიშნულების შენობები.



ნახ.26. ბაგრატის ტაძარი აღდგენამდე



ნახ.27. ბაგრატის ტაძრის სამხრეთი ფასადი 50-იანი წლების სარეკონსტრუქციო სამუშაოების შემდგომ

როგორც ზემოთ აღვნიშნე, ეს ტაძარი მრავალჯერ გამხდარა მტერთა შემოსევის შედეგად დანგრეული. ჩვენი წინაპრები მუდამ ცდილობდნენ და აღადგენდნენ ტაძარს. თუმცა საქართველო უკანასკნელი საუკუნეების დროს დიდ ეკონომიურ სიდუხჭირეს განიცდიდა. ამიტომაც ტაძარი ვერ აღუდგენიათ. მხოლოდ XXI საუკუნეში მოხდა ტაძრის რეაბილიტაცია. მართალია ტაძარმა აღიდგინა თავისი სტატუსი და შთამბეჭდავობა, მაგრამ მოხდა უხეში ჩარევები ისტორიულ ქსოვილებში აღმდგენთა მხრიდან. ამის გამო იუნესკომ ტაძარი კულტურული მემკვიდრეობის სიიდან ამოიღო. (ნახ.28).

როგორც ნახ.28-დან ჩანს ტაძარი საუკუნეების შემდეგაც ამაყად დგას, როგორც გამთლიანებული საქართველოს სიმბოლო.



ნახ. 28. ბაგრატის ტაძარი რესტავრაციის შემდეგ

3.2. წეროსხევის სამონასტრო კომპლექსის ღვთისმშობლის სახელობის ტაძრის რესტავრაცია

გორში ატენის ხეობაში მდებარე წეროსხევის სამონასტრო კომპლექსის ღვთისმშობლის სახელობის ტაძარი ჯვარგუმბათოვანია, ვიზუალური დათვალიერებით აღმოჩნდა რომ არსებული ტაძარი დაფუძნებულია მთის ფერდობზე, მყარ კლდოვან ქანებზე. კედლები ნაშენებია გათლილი ქვიშაქვით კირცემენტის დუღაბით. თაღი, გუმბათი და კონქი გადაყვანილია იგივე ქვიშაქვის და შირიმის ქვის წყობით. საბურველი მთლიანად ამორტიზირებული, ხოლო ტაძრის ჩრდილო-დასავლეთ კედელი მთლიანად დაშლილი იყო. შემორჩენილი კედლებიდან ჩამოცვენილი იყო ქვის პერანგის დიდი ნაწილი. ჩრდილო-დასავლეთის სვეტი მთლიანად იყო დაშლილი, სამხრეთ-დასავლეთით მდებარე სვეტი - ამორტიზირებული. ჩრდილო-დასავლეთით მდებარე კედლის ნაწილი, თაღი, გუმბათი და გუმბათის ყელი მთლიანად იყო დაშლილი. საძირკველს ბზარები არ გააჩნია, მას წლების

განმავლობაში არათანაბარი ჯდენა და დაცურება არ განუცდია. კირ-ცემენტის მარკიანობა აკმაყოფილებს კედლების მდგრადობისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს და შესაძლებელი იყო დაზიანებული ადგილების რესტავრაციის შემდეგ მის ექსპლუატაციაში ყოფნა. ტაძრის დაზიანება გამოწვეულია ატმოსფერული ნალექების ჩადინებით კედლებში და გადახურვაზე, ამის შედეგად გაიზარდა თაღში განვითარებული განივი ძალები და შესუსტდა კედლების მდგრადობა. ზემოთ აღნიშნულს თან ერთოდა მიწისძვრები, რამაც გამოიწვია ჩრდილო-დასავლეთით მდებარე სვეტის დაშლა. სვეტის დაშლის შედეგად ჩამოინგრა გუმბათის და თაღის ნაწილი. ტაძარი საჭიროებდა სასწრაფო ძირეულ რეკონსტრუქციას, რაც განხორციელდა შემდეგნაირად; ჩრდილო-დასავლეთით არსებულ საძირკველზე მოეწყო ახალი მონოლითური რკინაბეტონის სვეტი, რომელიც დაარმირდა 8 ცალი 18 მმ დიამეტრის A-III კლასის მუშა არმატურითა და 8 მმ-იანი საკიდებით. სამხრეთ-დასავლეთით მდებარე ამორტიზირებული სვეტი გაძლიერდა ლითონის კარკასით. კუთხეებში ჩაყენდა 4 ცალი კუთხოვანა კვეთით 90x90x8, რომლებიც ერთმანეთთან იკეტება 80x6 მმ-იანი ზოლოვანი ფოლადით ყოველ 50სმ-ის სიმაღლეზე. გუნბათქვეშა კვადრატი მოიჭიმა 8 ცალი 12მმ-იანი მუშა არმატურით და 6მმ-იანი საკიდებით. გუმბათის ყელი მოეწყო მონოლითური რკინაბეტონით სისქით 60-65სმ. დაარმირებული 12მმ-იანი არმატურის ორი ბადით ბიჯით 20x20სმ. ახალი კედლების მშენებლობა მოხდა კლდის ქვის წყობით ორივე მხარეს, მათ შორის დარჩენილი ადგილი ამოივსო კირის დუღაბით. შემორჩენილი კედლებიდან ჩამოცვენილი იყო ქვის პერანგის დიდი ნაწილი. ნახ.29-ზე მოცემულია ტაძარი აღდგენამდე და აღდგენის შემდეგ.



ნახ.29. ტამარი ალდგენამდე და ალდგენის შემდეგ

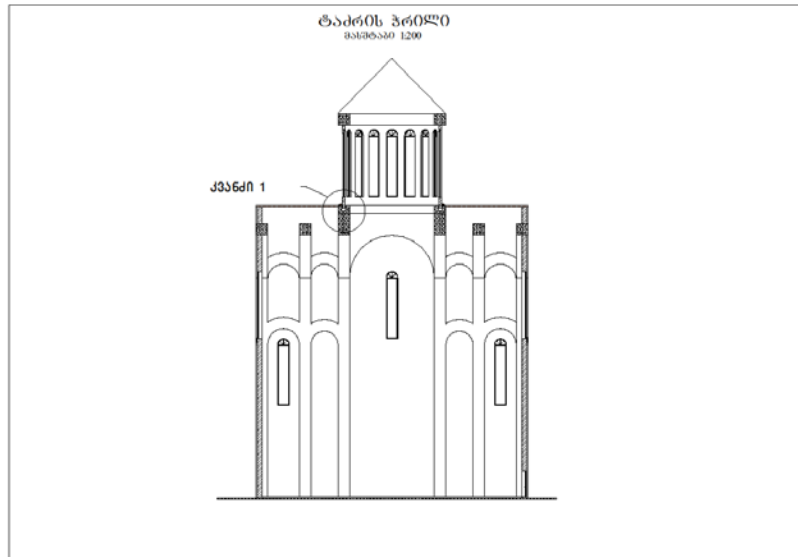
4. ქართული საკულტო ძეგლების აღდგენა-გაძლიერების კონსტრუქციული ღონისძიებები

4. 1. ტაძრების გუმბათის გაძლიერება ანტისეისმური საშუალებებით

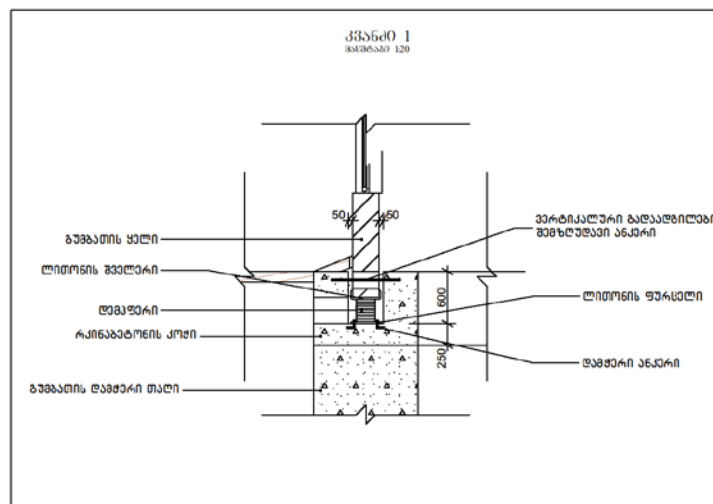
სამუშაოს მიზანია სეისმოდამცავი ღონისძიებების გამოყენება დაზიანებული ტაძრების გუმბათების აღდგენისას. როგორც ცნობილია, საქართველო მდებარეობს სეისმურად აქტიურ რეგიონში (ძირითადად 9 ბალიანი). ჩვენი წინაპრები უხსოვარი დროიდან იყენებდნენ ანტისეისმურ ღონისძიებებს ტაძრების მშენებლობისას. ამის მაგალითად შეიძლება ჩათვალოს "მერცხლის კუდი", ან მშრალი ქვის წყობისას კვადრების გამოყენება. კვადრები ეწყობოდა ძირითადად გუმბათის ან გარსის ყელთან, იქ, სადაც ერთი კონსტრუქციული საანგარიშო სქემა მთავრდება და იწყება მეორე - გუმბათი ან გარსი. ეს ადგილია საშიში სეისმური ზემოქმედების დროს, რადგან აქ ხდება სიხისტეების ცვლილება.[16]

ჩემი მიზანია დაზიანებული ტაძრის გუმბათის აღდგენა მოხდეს ისე, რომ არ დაირღვეს მისი ავთენტურობა. ნახ. 30-ზე მოცემულია ტაძრის ჭრილი აღდგენის შემდეგ, ხოლო ნახ.31 - 35-ზე გუმბათის ყელის კვანძები. სეისმოჩამხშობი სისტემების კონსტრუქციული გადაწყვეტა ხდება შემდეგნაირად: საყრდენ რგოლზე, რომელიც ასევე წარმოადგენს თაღების შემკვრელს, ეწყობა რკინაბეტონის ღარიანი სარტყელი. ღარში ჩაანკერდება ლითონის ფურცლები, რომელზეც ეწყობა დემპფერი: რეზინა-ლითონის (ფართოდ გამოიყენება ვიადუკებსა და ესტაკადებში ბურჯებზე მალის ნაშენისა დაყრდნობის ადგილებში) და ზამბარისებური. გუმბათის ყელი დემპფერთან დაკავშირებულია შველერით. გუმბათის ყელში კეთდება ნახვრეტები(ნაჩვენებია ქვემოთ ნახაზზე), რომელშიც თავსდება ლითონის ანკერები ვერტიკალური გადაადგილების შესაზღუდად. რამდენადაც ცნობილია, ამ ტიპის კონსტრუქცია პრაქტიკაში ჯერ-ჯერობით არ ყოფილა გამოყენებული, ამდენად ის სიახლეს წარმოადგენს.[22]

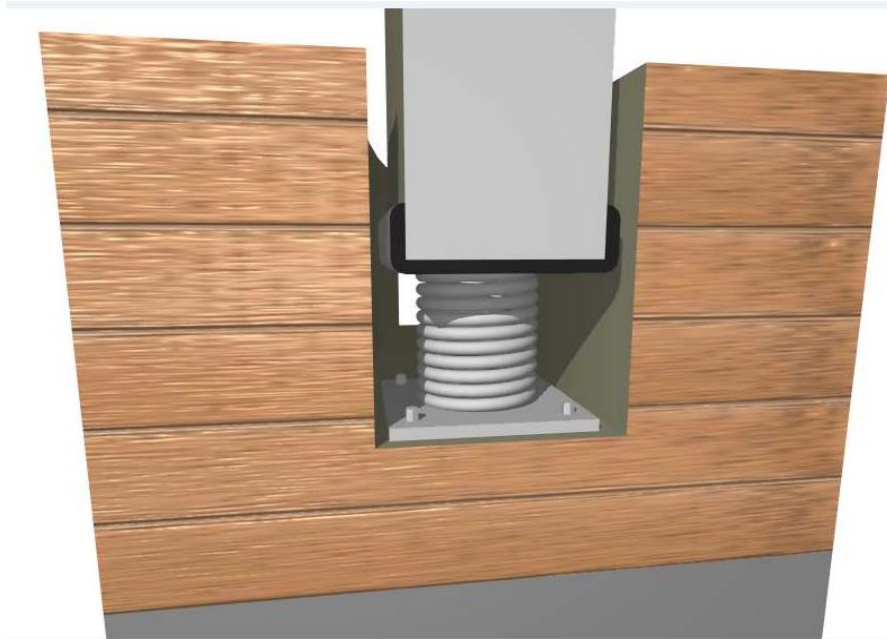
მშენებარე ტაძრების გუმბათის ყელში მოწყობილ კონსტრუქციაში შესაძლოა მოეწყოს რეზინა-ლითონის დემპფერები, ასევე ზამბარისებური დემპფერები. მათი დადებითი და უარყოფითი მახასიათებლებიდან, ასევე გაანგარიშებიდან გამომდინარე, უნდა გადაწყდეს დემპფერთა ამ სახეობებიდან რომელს ავირჩევთ ტაძრებში.



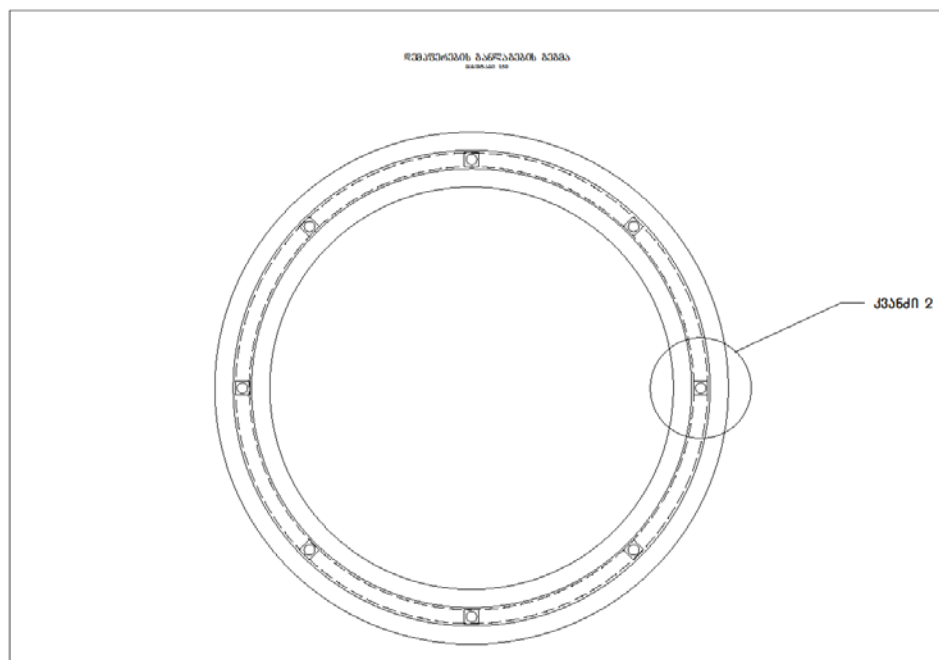
ნახ.30. ტაძრის ჰროზი



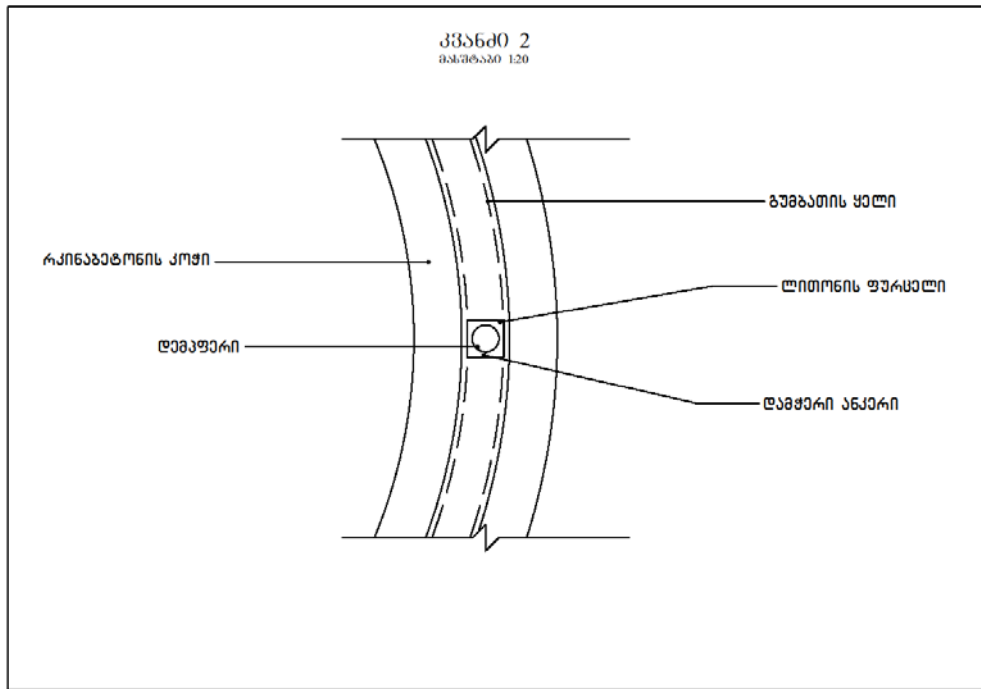
ნახ.31. კვანძი 1, ზამბარა-დემპფერის გამოყენებით(სქემა)



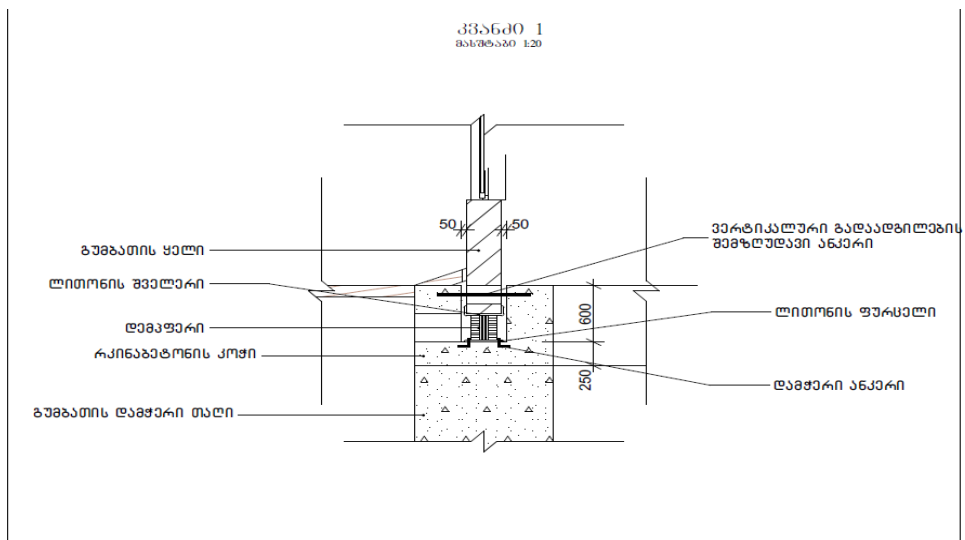
ნახ.32. კვანძი 1, ზამზარა-დემპფერის გამოყენებით



ნახ. 33. დემპფერების განლაგების გეგმა



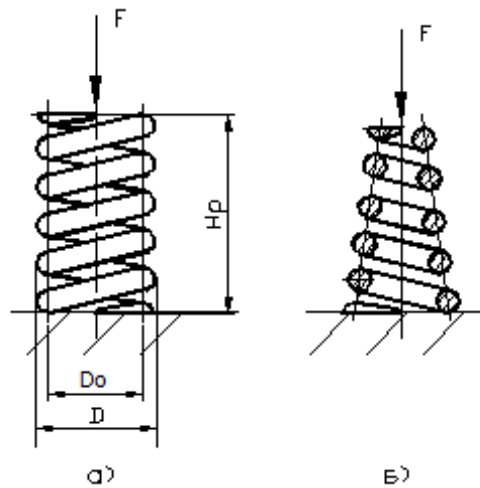
ნახ. 34. კვანძი 2



ნახ.35. კვანძი 1, რეზინა-ლითონის დემკფერის გამოყენებით

სადისერტაციო ნაშრომში სეისმოჩამხშობებად გამოყენებული გვაქვს ცალკე ზამბარა-დემპფერები, ცალკე რეზინა-ლითონის დემპფერები და ორივე ტიპის დემპფერი ერთობლივად.

ზამბარა-დემპფერის შემთხვევაში საანგარიშო მოდელის დამუშავებისას მნიშვნელოვანია ზამბარების რაოდენობის, დიამეტრის, ზამბარის ღეროს კვეთის და შესაბამისად სიხისტის სწორი შერჩევა, რაც სათანადო ნორმების თანახმად ხორციელდება მასზე მოსული დატვირთვის სიდიდის ანუ გუმბათის ყელის და თვით გუმბათის წონის შესაბამისად.



რეზინა-ლითონის დემპფერის შემთხვევაში მნიშვნელოვანია ბეტონის რეზინზე ხახუნის კოეფიციენტის სიდიდიდან გამომდინარე, მათი რაოდენობის განსაზღვრა. რეზინა-ლითონის დემპფერი წარმოადგენს რეზინისა და ლითონის ფირფიტის ფენებით შეკრულ საყრდენს.

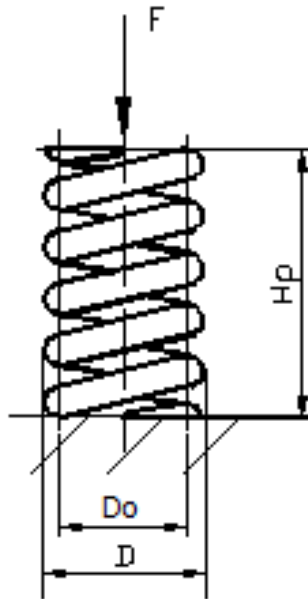


Rubber block	Laminated rubber bearing (LRB)	Comparison of compressive and horizontal shear features
		<p>Compressive feature of Laminated Rubber Bearing</p> <p>Compressive feature of Rubber Block</p> <p>Horizontal shear feature of Rubber Block and Laminated Rubber Bearing</p> <p>Rubber Block < Laminated Rubber Bearing</p> <p>Rubber Block = Laminated Rubber Bearing</p>

ზემოთ მითითებული ღონისძიებების გამოყენების შემთხვევაში სეისმური ძალების ზემოქმედებისას მნიშვნელოვნად მცირდება გუმბათის ყელის და გუმბათის რხევის სიხშირისა და, შესაბამისად, ჰორიზონტალური გადაადგილების მნიშვნელობები.

ორივე ტიპის დემპფერის ერთდროულად გამოყენების შემთხვევაში, ასევე მნიშვნელოვანია მათი რაოდენობისა და თანმიმდევრული მონაცვლეობის შერჩევა; ეფექტი თვალშისაცემია, რადგან ზამბარადემპფერები მნიშვნელოვნად შთანთქავს გუმბათის ყელის და თვით გუმბათის ვერტიკალურ რხევებს, ხოლო რეზინა-ლითონის დემპფერი ამცირებს სეისმური ძალების ჰორიზონტალურ ზემოქმედებას.

4.2. დემპფერებში გამოყენებული ზამბარის გაანგარიშება



ნახ. 36. ზამბარის საანგარიშო მოდელი

პრაქტიკაში ყველაზე მეტად გავრცელებული და დემპფირებისთვის ყველაზე გამოყენებადია ცილინდრული ზამბარა, რომელიც ნახაზზე გვაქვს მოცემული. ის კარგად მუშაობს როგორც გაჭიმვაზე, ისე კუმშვაზე. განვიხილოთ იგი უფრო დეტალურად.

ეს ზამბარა შეიძლება განხილულ იქნას, როგორც სივრცულად გაღუნული კოჭი, რომლის ღერძი ყველაზე მარტივ შემთხვევაში წარმოადგენს ხვეულ(გრეხილ) წირს დიამეტრით D_o , ხვეულების z რაოდენობით და დახრის კუთხით α ; $c_n = D_o/d$ -ზამბარის ინდექსია; d - მავრთულის დიამეტრია. ამასთან ზამბარის ბიჯი:

$$s = p \times D_o \times \operatorname{tg} \alpha.$$

როგორც წესი $s \ll p \times D_o$

ზამბარის თვისებები დამოკიდებულია მავრთულის განივკვეთის ფორმაზე და მისი გრეხვის ფორმაზე. გრეხილი ზამბარების კონსტრუქციულ თავისებურებას წარმოადგენს მისი ბოლოების ისეთი გადაწყვეტა, რომ ის ადვილად დამაგრდეს რაიმე დეტალზე. ჩვეულებრივად c_n ირჩევენ დიამეტრზე დამოკიდებულებით შემდეგნაირად:

$d, \text{ მმ} \dots\dots\dots 2,5 \quad 3\dots5 \quad 6\dots12 - \text{ მდე}$

$c_n \dots\dots\dots 5\dots12 \quad 4\dots10 \quad 4\dots9 .$

F ძალის მოქმედებით ზამბარა დეფორმირდება (იჭიმება ან იკუმშება). ამ დროს მავრთულში განვითარდება შემდეგი მაქსიმალური მხები ძაბვები:

$$\tau_{max} = KFD_0 / (2W_k) \mathcal{E} [t_k],$$

სადაც $K = (4c_n - 1) / (4c_n - 4) + 0,615 / c_n$ კოეფიციენტია, რომელიც ითვალისწინებს გრების სიმრუდეს და განივი ძალების გავლენას; W_k - მავრთულის კვეთის წინაღობის მომენტი. (ცილინდრული მავრთულისათვის $W_k = W_p = \pi d^3 / 16$).

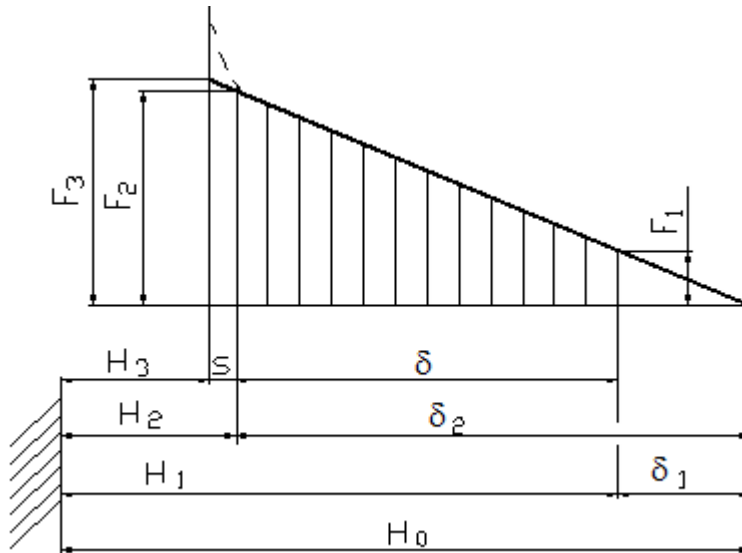
ჩვეულებრივად ზამბარები მზადდება სპეციალური მასალისაგან: : ფოლადი 60C2, 50XΦA ($[t_k] = 400 - 750 \text{ MPa}$); ბრინჯაო ($[t_k] = (0,2 - 0,6) \sigma_{Bp}$).

ზამბარის დეფორმაცია შეიძლება გამოვთვალოთ შემდეგნაირად:

$$f_x = I_n F,$$

სადაც $I_n = z \pi D^3 / (4GJ_k)$ - ზამბარის დემყოლობა; z - სრული გრებილების რაოდენობა; G - მავრთულის მასალის ძვრის მოდულია; J_k - ინერციის მომენტი (ცილინდრული მავრთულისთვის $J_k = J_p = \pi d^4 / 32$).

ნახაზზე ნაჩვენებია ზამბარის დეფორმაციასა და დატვირთვის შორის დამოკიდებულება.



$$H_0 = H_3 + z(s-d);$$

$$H_3 = (z_1 - 0,5)d$$

ასევე ხაზოვანი დეფორმაცია შეიძლება ჩაიწეროს დამოკიდებულებით:

$$Dx = F/C = Fl_{\text{ხამ}} / (AE_y) = FJ_{\text{ხამ}},$$

სადაც $l_{\text{ხამ}} = H_0 - H_3$ - ზამბარის სიგრძეა; $E_y = l_{\text{ხამ}}C/f$ - პირობითი დრეკადობის მოდული; $A = \pi (D^2_{\text{H}} - D^2_{\text{B}})/4$ - ზამბარის განივკვეთის ფართობი; $C = (F_2 - F_1)/d$ - ზამბარის სიხისტის კოეფიციენტი, რომელიც მისი ბოლოს d გადაადგილებით განისაზღვრება, ძალების $F_2 - F_1$ სხვაობისას; $J_{np} = l_{np} / (fE_y)$ - დრეკადობის კოეფიციენტი.

თუკი ზამბარას განვიხილავთ როგორც ღეროს განივკვეთით - A , მაშინ გრძივი ძალების მოქმედებით მასში აღიმკრება პირობითი ძაბვები: $s_y = F/A = Dx E_y / l_{np}$. ეს დამოკიდებულებები გვამღებს უფლებას ჩავწეროთ:

$$S_y = \{d^3 / [2D_0 K (D^2 - D^2_{\text{B}})]\} \tau_{\text{max.}}$$

პროექტირებისას მავრთულის დიამეტრს განსაზღვრავენ ფორმულით:

$$d = 1,6 (K F c_n / [t])^{1/2}.$$

რადგანაც ერთი მთლიანი გრეხილის სიხისტე ტოლია:

$$I = \pi D^3_0 / (4GJ_k),$$

გრეხილების აუცილებელი რიცხვი შეიძლება შევავასოთ დრეკადი გადაადგილებით:

$$z = D_x / [I(F_2 - F_1)]$$

გრეხილების საერთო რაოდენობა (რიცხვი):

$$z_1 = z + (1,5 \dots 2).$$

ზამბარის დასამზადებლად საჭირო მავრთულის სიგრძე:

$$L = \pi D_0 z_1 / \cos a \approx 3,2 D_0 z_1.$$

დინამიკური (სეისმური) რხევებისას ზამბარები ამცირებენ რხევის ამპლიტუდას და ადიდებენ დემპფირირებას.

სწორედ ყოველივე ზემოთ თქმულის საფუძველზე, ავირჩიეთ დემპფირებისთვის ზამბარა-დემპფერები.

4.3. დემპფირებული სისტემის საანგარიშო მოდელი და გაანგარიშება თანამედროვე კომპიუტერული მეთოდებით ევროკოდ-8-ის მოთხოვნების შესაბამისად

მოცემული ნაგებობისთვის შეიქმნა კომპიუტერული საანგარიშო მოდელი, რომლის სივრცული გაანგარიშება შესრულდა სასრულ ელემენტთა მეთოდით თანამედროვე კომპიუტერული პროგრამების გამოყენებით ევროკოდ-8-ის მოთხოვნების შესაბამისად.[19]

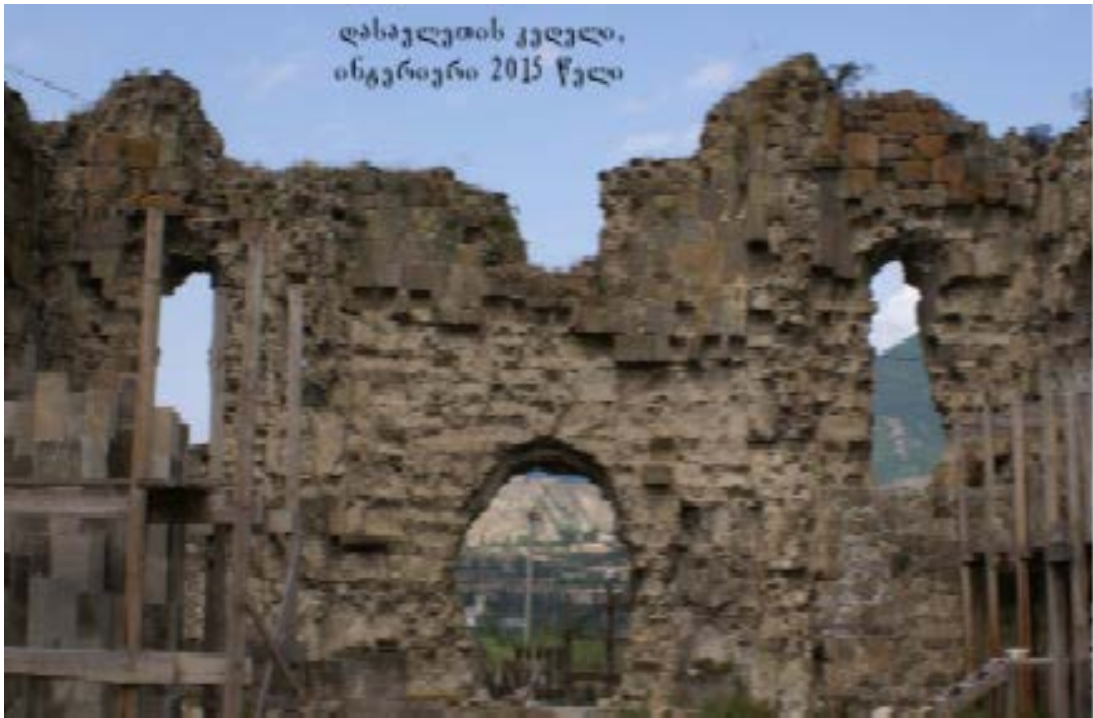
ზოგადად, სეისმოდაცვის სისტემის დანიშნულებათა გრუნტიდან შენობაზე გადაცემული სეისმური აჩქარების შემცირება. ჩვენ შემთხვევაში ჯვარგუმბათოვანი ტაძარი კონსტრუქციულად ორ ნაწილად გამოდის გაყოფილი - გუმბათქვეშა (ჯვრული) ნაწილი და თვითონ გუმბათი. მათ

შორის განთავსებული დემპფერების ფუნქციაა გუმბათის ნაწილზე გადაცემული სეისმური აჩქარების შემცირება.[20,21]

როგორც ძლიერი მიწისძვრების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, ტაძრის გუმბათქვეშა ნაწილის და გუმბათის საკონტაქტო ზონა ყველაზე მეტად ზიანდება და ხშირად ხდება გუმბათის ნგრევის მიზეზი. ამ ზონაში სეისმური ზემოქმედებისგან გამოწვეული გამჭიმავი ძაბვები რამდენჯერმე აღემატება ქვის (აგურის) წყობის საანგარიშო წინაღობას გაჭიმვაზე. აქედან გამომდინარე, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული დემპფერების დანიშნულების უფრო დაკონკრეტებაც შესაძლებელია - მაქსიმალურად შევამციროთ აღნიშნულ საკონტაქტო ზონაში სეისმური მღუნავი მომენტების მნიშვნელობა, რაც მინიმუმამდე დაიყვანს გამჭიმავი ძაბვების მნიშვნელობას. ამ მიზნით შევარჩიეთ აწყურის ღმრთისმშობლის ტაძარი, რომლის აღდგენა-გაძლიერების სამუშაოები ამჟამად მიმდინარეობს.

აწყურის ტაძარი მდებარეობს სამცხე-ჯავახეთში სოფელ აწყურის ტერიტორიაზე. ტაძარი აუცილებლად X-XI საუკუნეებში, მაგრამ მალევე დაუნგრევია 1283 წლის ძლიერ მიწისძვრას. ის წარმოადგენდა ჯვარ-გუმბათოვან ტაძარს, აღმოსავლეთისკენ გამოშვერილი სამი აფსიდით. მისგან შემორჩენილია მხოლოდ ნახევარკედლები. ტაძარი აგებულია მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე. აქ ვლინდება ორი კულტურული შრე, რაც მიუთითებს ამ ადგილზე მშენებლობის ორ ეტაპზე; პირველი თარიღდება X-XI საუკუნეებით, ხოლო მეორე - XIII-XIV საუკუნეებით, სწორედ ამ პერიოდში ჩაუტარდა ტაძარს მასშტაბური რეკონსტრუქცია მიწისძვრის შემდგომ.

მიწისძვრებს აწყურის ტაძარი კიდევ მრავალჯერ დაუზიანებიათ. სწორედ ამიტომ ტაძარი ნანგრევებად იყო ქცეული. ჩამოქცეულა გუმბათი, ხოლო შემდგომ მისი ყელიც. 2016 წელს სახელმწიფომ დაიწყო ზრუნვა მის რეკონსტრუქციაზე. სწორედ ამ რეკონსტრუქციის პროექტში ერთ-ერთ ანტისეისმურ ღონისძიებად გამოვიყენეთ ჩემს მიერ დამუშავებული მეთოდი.[22]



დასკელეთის კედელი,
ფასადი 2015 წელი.

დასკელეთის და საშხრეთის
კედელი, ფასადი 2002 წელი.



მშენი კედელში ეახენილი

სამხრეთის კედლი, ფასადი 2015 წელი



დასაჯელეთის კედელსა და გადაკვეთს სამხრეთის კედელს შორის ღრისი 2002 წელი

დასაჯელეთის კედელსა და გადაკვეთს სამხრეთის კედელს შორის ღრისი 2002 წელი

სამხრეთის კედლი, ფასადი 2002 წელი



აღმოსავლეთის კვლევების პროგრამის ფარგლებში

სამხრეთ-აღმოსავლეთის კვლევები, სიგურა
2002 წელი

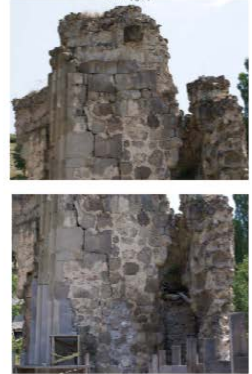


აღმოსავლეთის კვლევები, ფასადი

2015 წელი 2015 წელი 2015 წელი 2002 წელი 2002 წელი



სამხრეთ-აღმოსავლეთის კვლევები, სიგურა
2015 წელი



ჩრდილო-დასავლეთის კვლევა, სიგურა



ჩრდილო-აღმოსავლეთის კვლევა, სიგურა



ჩრდილო-აღმოსავლეთის კვლევა, ფასადი



დასახული სვეტები, სიგურა



ჩრდილო-აღმოსავლეთის კვლევა, ფასადი



ჩრდილო-დასავლეთის კვლევა, ფასადი



ნახ.37. აწყურის ტაძარი რეაბილიტაციამდე და რეაბილიტაციის პროცესში

როგორც სურათებიდან ჩანს, ტაძრის არსებული მზიდი კონსტრუქციების ძლიერ დაზიანებულია და მისი აღდგენის შემთხვევაში აუცილებლობას წარმოადგენს გატარდეს შესაბამისი ღონისძიებები მათი გაძლიერებისთვის და გაჯანსაღებისთვის, ისეთ კონდეციამდე, რომ იყოს ადამიანთათვის უსაფრთხო. ამავე დროს ტაძრის მზიდი კონსტრუქციების სიმტკიცე და მდგრადობა უნდა აკმაყოფილებდეს საქართველოში მოქმედ სამშენებლო ნორმებს და წესებს. ჩვენი მიზანია ასევე მაქსიმალურად შევინარჩუნოთ ტაძრის არსებული კონსტრუქციების ავთენტურობა, მაგრამ ტაძრის კონსტრუქციების არსებული მდგომარეობიდან გამომდინარე ზოგიერთი კონსტრუქციის დემონტაჟს ვერ ავუვლით გვერდს. დემონტაჟი შეეხება ექვსივე სვეტის კონსტრუქციას, კედლების ზედა ნაწილს, რომელიც გამოფიტულია, ჩამორღვეული კედლების კიდეებს, კედლების გაძლიერების მიზნით ჩაშენებული სვეტებისთვის ამოღებულ უნდა იქნას კედლებში ღარები, ტაძრის აღმოსავლეთით შემორჩენილი კონქის და თაღის ფრაგმენტების დემონტაჟი უნდა განხორციელდეს ისე, რომ მაქსიმალურად იქნას შენარჩუნებული არსებული საპერანგე ქვები. დემონტაჟის განხორციელებამდე დაინომროს ყველა საპერანგე ქვა. თანამიმდევრულად და ფრთხილად დაიშალოს ყორე ქვის წყობა და საპერანგე ქვა. დემონტაჟისას დაცული უნდა იყოს უსაფრთხოების ზომები სამშენებლო ნორმებისა და წესების შესაბამისად.

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის შედეგების და დაზიანებების ხასიათის გათვალისწინებით, არსებული ლენტური საძირკვლების გაძიერების ღონისძიებას საჭიროდ არ მივიჩნევთ. გამონაკლისს წარმოადგენს დასავლეთის კარიბჭის (მინაშენის) ლენტური საძირკვლები, რომლებიც აუცილებლად უნდა ჩაღმავდეს ძირითად ქანებამდე (ამ ეტაპზე მისი რეაბილიტაცია არ განხორციელდება). აღმოსავლეთის და სამხრეთის ლენტური საძირკვლის ნაწილი არ არის ჩაღმავებული გრუნტში, ძირითადი ქანების მაღალი მდებარეობის გამო. ფუძესთან კავშირის გაუმჯობესების მიზნით საჭიროდ მიგვაჩნია ამ ზონაში ლენტური საძირკვლების დახრილი

მეტალის ანკერებით ძირითად ქანთან დაკავშირება: -პროექტით განსაზღვრულ ზონაში, საძირკვლის ძირიდან 50 სმ-ის სიმაღლეზე და ძირითად ქანში 50 სმ-ის სიღმეზე, დახრილად ვერტიკალთან 300-იანი კუთხით, ბიჯით 500 მმ. ლენტური საძირკველი გარე და შიგა მხარეს დაიბურღოს, ნაბურღი ამოსუფთავდეს, ნაბურღში ცემენტის ინექციის საშუალებით ჩამაგრდეს ლითონის ანკერები. ექვსი სვეტის ქვეშ უნდა მოეწყოს წერილოვანი საძირკველი, რომელთა ძირი უნდა განთავსდეს ერთ ნიშნულზე, ხოლო ფუძის ძირითად ქანამდე ჩადმავება უზრუნველყოფილი უნდა იყოს სხვადასხვა სიმძლავრის ბეტონის ბალიშით, ბეტონის კლასით B12.5. მონ. რკ/ბ-ის წერილოვანი საძირკვლები ერთმანეთთან დაკავშირდეს რანდკოჭებით. ტაძრის კედლების დაზიანების ლიკვიდაციის ღონისძიების ჩატარებამდე აუცილებელია ძველი განთავისუფლდეს მცენარეების დამანგრეველი ზემოქმედებისაგან, რისთვისაც საჭიროა ჩატარდეს შემდეგი სამუშაოები:

-კედლების საპერანგე ქვის, ყორე-ქვის და ნაკერების მცენარეული საფარი დამუშავდეს შხამქიმიკატებით;

-ტაძრის კედლების მთელი ზედაპირი გაიწმინდოს მექანიკური წესით მცენარეული ნარჩენებისა და დაღეჭილი ჰუმუსისაგან;

-გაირეცხოს წყლის ჭავლით (წნევით);

-შემდგომი დაცვის მიზნით მთელი ზედაპირი დამუშავდეს განმეორებით, შხამქიმიკატებით. განსაკუთრებული გულმოდგინებით უნდა შესრულდეს სამხრეთის კედლის გადატეხილი ნაწილის ტაძრის ძირითად ტანთან დაკავშირების ღონისძიება:

-ორი დასაკავშირებელი კედლის საკონტაქტო არე გასუფთავდეს ნალესის ან მკვრივი მასისგან;

-ჰაერის და წყლის ჭავლის გამოყენებით გულდასმით გასუფთავდეს საკონტაქტო არე;

-კედლის შიგა და გარე მხრიდან ნაპრალი ამოგოზოს -კირის დუღაბის გამოყენებით (M-150);

-კედლის შიგა და გარე მხრიდან ნაპრალის გასწვრივ 50 სმ-ის ბიჯით, ეტაპობრივად დაიბურღოს ამოგოზილი არე და დოზირებული წნევის ქვეშ შეივსოს პოლიმერ-ცემენტის ხსნარით (M-150);

-ნაპრალიდან 50 სმ-ის სიმაღლეზე და კედლის ქვედა მონაკვეთში 50 სმ-ის სიღმეზე, დახრილად 60°-იანი კუთხით, ბიჯით 500 მმ. კედლის გარე და შიგა მხარეს დაიბურღოს, ნაბურღი ამოსუფთავდეს, ნაბურღში ცემენტის ინექციის საშუალებით ჩამაგრდეს ლითონის ანკერები.

ყორე-ქვის წყობაში არსებული ბზარების ლიკვიდაციის ღონისძიება:

-ბზარების მიმდებარე არე დაიბურღოს კედლების დაზიანებული უბნების გაძლიერების დეტალების შესაბამისად;

-ნაბურღი და ბზარი (შედლებისდაგვარად) გულდასმით გაიწმინდოს მექანიკური წესით, გაირეცხოს წყლის ჭავლით და დოზირებული წნევის ქვეშ შეივსოს პოლიმერ-ცემენტის ხსნარით (M-150), რომელშიც ჩამაგრდეს (ჩაიჭედოს) ლითონის ჩანგლები და ანკერები პროექტის მიხედვით. ამ შემთხვევაში შეივსება არსებული შესაძლო სიცარიელები მათი კედლის სიღრმეში არსებობის შემთხვევაში.

აწყურის ღმრთისმშობლის ტაძრის მზიდი კონსტრუქციების გაანგარიშება ჩატარდა ორ ვარიანტად:

1. სეისმოდაცვის სისტემის გარეშე (გუმბათქვეშა ნაწილსა და გუმბათს შორის კავშირი ხისტია);
2. სეისმოდაცვის სისტემის გამოყენებით (გუმბათქვეშა ნაწილსა და გუმბათს შორის სახსრულ კავშირს უზრუნველყოფს მშრალი ხახუნის რეზინა-ლითონის დემპფერები. მათი ჰორიზონტალური სიხისტე ასჯერ ნაკლებია ვერტიკალურ სიხისტესთან შედარებით).

სამუშაოების პირველი ეტაპი

არსებული საპერანგე ქვების ჩამაგრების ღონისძიების პირველი ეტაპი:

-საპერანგე ქვებს შორის ნაკერების ამოგოზვა –პოლიმერ-ცემენტის და მინერალების ბაზაზე დამზადებული ხსნარით (M-150);

-საპერანგე ქვების კუთხეების დაბურღვა ($d=16$ მმ), ამავე დროს მანძილი ნაბურღებს შორის არ უნდა აღემატებოდეს 1000 მმ-ს; -მექანიკური წესით უნდა მოხდეს ნაბურღის საგულდაგულო გაწმენდა, შემდეგ უნდა გაირეცხოს წყლის ჭავლით და განსზღვრული წნევის ქვეშ შეივსოს პოლიმერ-ცემენტის ხსნარით (M-150). ამ შემთხვევაში შეივსება არსებული შესაძლო სიცარიელები მათი ნაკერის სიღრმეში არსებობის შემთხვევაში;

არსებული საპერანგე ქვების ჩამაგრების ღონისძიების მეორე ეტაპი:

-გასუფთავებული საპერანგე ქვების ბზარების და სიღრუვეების ინექცირების სამუშაოები -დოზირებული წნევის ქვეშ შევსებული პოლიმერ-ცემენტის მომზადებული ხსნარით (M-150); -დაზიანებული (იხ. კედლის გამლიერების დეტალები F. k-3.01 -:-k-3.44, -3.49) და საღი საპერანგე ქვების დაბურღვა ($d =14, 16$ მმ); -ნაბურღი გულდასმით გაიწმინდოს მექანიკური წესით, გაირეცხოს წყლის ჭავლით და დოზირებული წნევის ქვეშ შეივსოს პოლიმერ-ცემენტის ხსნარით (M-150). ამ შემთხვევაში შეივსება არსებული შესაძლო სიცარიელები მათი ნაკერის სიღრმეში არსებობის შემთხვევაში; -დამონტაჟდეს უჟანგი ლითონის ანკერები; -ნაბურღის ზედა თავი საპერანგე ქვის ზედაპირთან ამოიგოზოს ქვის ფაქტურის მქონე ტონირებული ხსნარით, სისქით 3-4 სმ.

არსებული კედლების კუთხეების გამლიერება სრულდება ჰორიზონტალური მიმართულებით, წყობის მთელ სიმაღლეზე, ბიჯით 600 მმ. პროექტის მიხედვით:

-გაიბურღოს კედლის კუთხის წყობა პროექტით მონიშნულ ადგილებში; -ნაბურღი გულდასმით უნდა გაიწმინდოს მექანიკური წესით, გაირეცხოს წყლის ჭავლით და დოზირებული წნევის ქვეშ შეივსოს პოლიმერ-ცემენტის ხსნარით (M-150). ამ შემთხვევაში შეივსება არსებული შესაძლო სიცარიელები მათი ნაკერის სიღრმეში არსებობის შემთხვევაში; -დამონტაჟდეს ლითონის ანკერები; -ნაბურღის ზედა თავი საპერანგე ქვის ზედაპირთან ამოიგოზოს ქვის ფაქტურის მქონე ტონირებული ხსნარით, სისქით 3-4 სმ.

რკინაბეტონის სარტყელის მოწყობის ღონისძიება:

-არსებული კედლის თავის ზედაპირი გულდასმით გაიწმინდოს, პროექტის შესაბამისად დაიბურლოს, ნაბურღი ამოსუფთავდეს, ცემენტის ინექციის საშუალებით ჩამაგრდეს ანკერები ნაბურღში;

-მოეწყოს რკინაბეტონის სარტყელის არმირება და დაბეტონდეს პროექტის შესაბამისად, ბეტონის კლასი B-25; კონქების ზონაში, კონქის ზედა ნაწილში რკინაბეტონის უბნის და კედლების ზედაპირზე რკინაბეტონის პერანგის მოწყობის ღონისძიება:

-გულდასმით გაიწმინდოს დაშლილი კონსტრუქციის ზედაპირი;

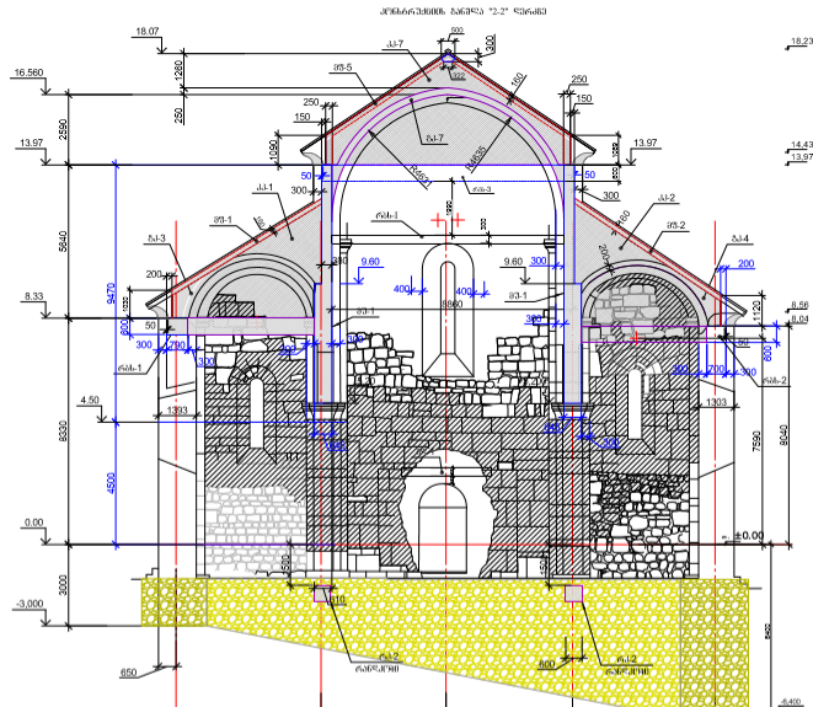
-კედლები დაიბურლოს, ნაბურღი ამოსუფთავდეს, ცემენტის ინექციის საშუალებით ჩამაგრდეს ანკერები ნაბურღში, მოეწყოს პერანგის არმირება და შესრულდეს კონსტრუქციის დაბეტონება;

-კონქის ზედა ნაწილზე მოეწყოს მონოლითური უბნის არმირება, მის არმატურასთან ჩაებას კონქის ქვების დამჭერი უჟანგი ანკერები და კონსტრუქცია დაბეტონდეს.

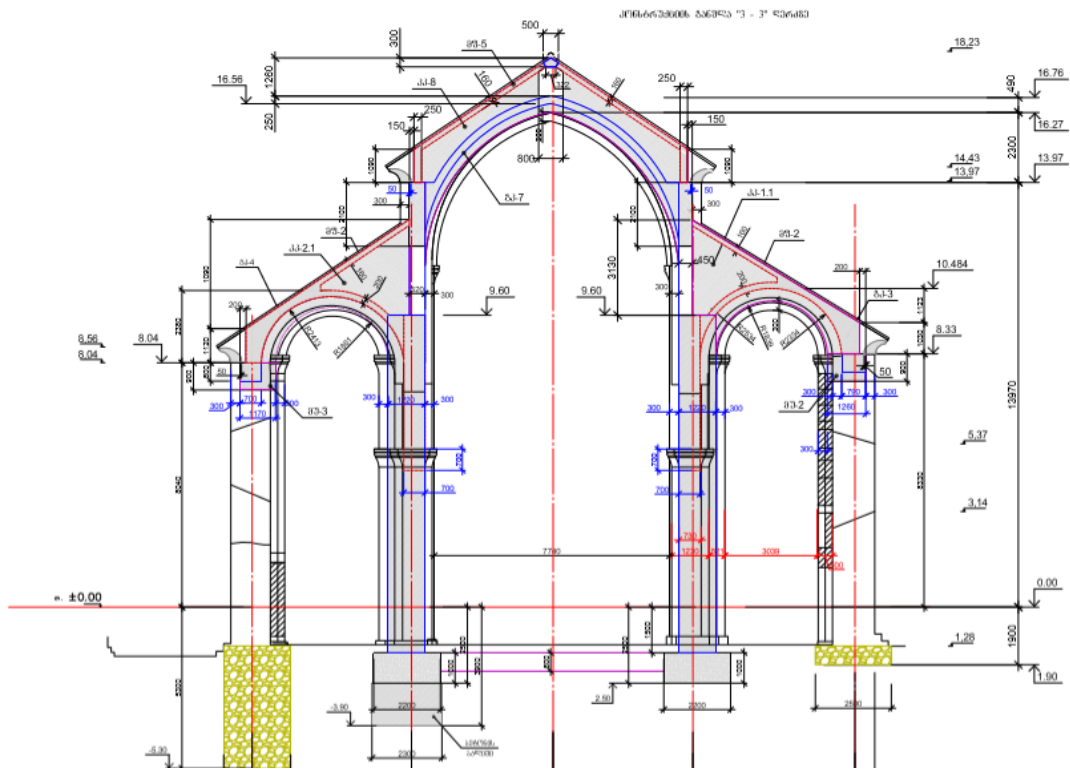
-კონსტრუქციების ზედაპირი დამუშავდეს ჰიდროსაიზოლაციო მასალით;

სამუშაოების მეორე ეტაპი

აწყურის ღმრთისმშობლის ტაძრის ძირითადი მზიდი კონსტრუქციებია მთელს კონტურზე მოწყობილი არსებული ქვის წყობის კედლები და გაძლიერებისთვის გამოყენებული რკინაბეტონის შიდა კონსტრუქცია, რომელიც თაღედის სახითაა მოცემული. ეს არის ერთგვარი კომპლექსური კონსტრუქცია (ნახ.38.ა,ბ).



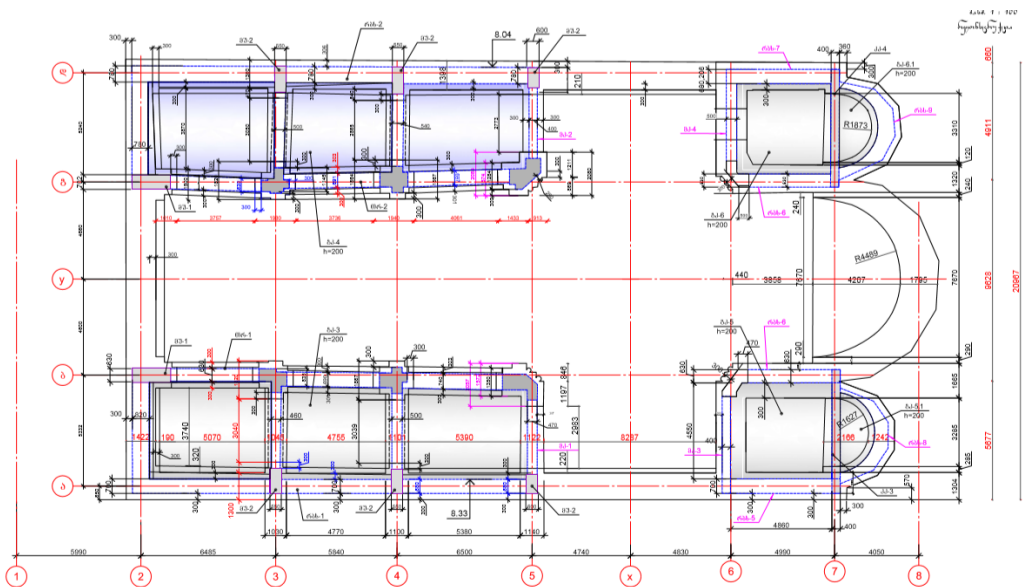
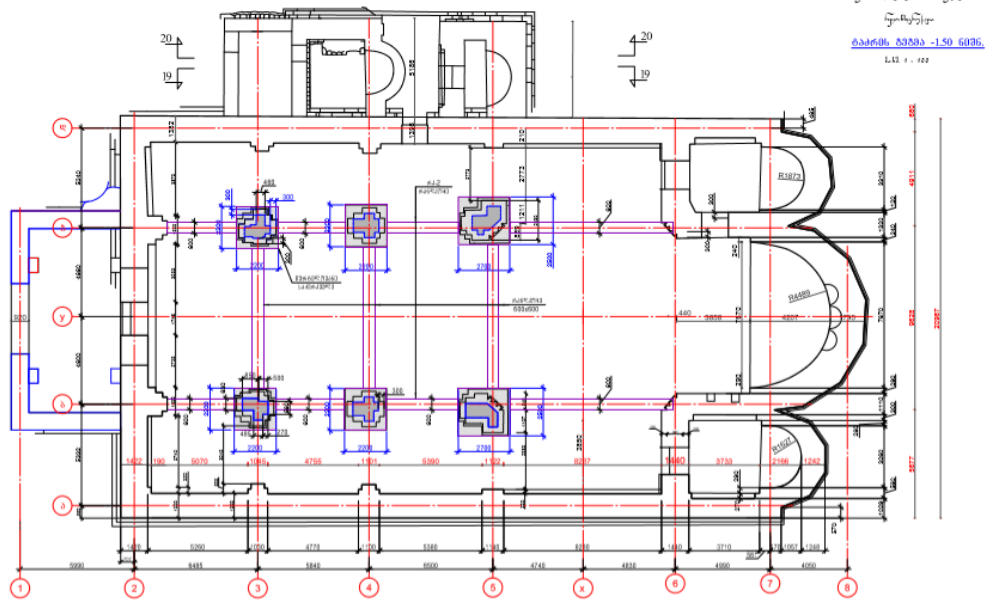
ნახ.38.ა.აწყურის მზიდი კონსტრუქციები



ნახ.38.ბ.აწყურის მზიდი კონსტრუქციები

აწყურის ტაძრის სარეაბილიტაციო აღდგენა-გამაგრებითი სამუშაოების პროექტის თანახმად, მზიდ კონსტრუქციებს წარმოადგენენ ქვის სვეტები, რომლებმაც უნდა აიტანონ სხვა მზიდი კონსტრუქციებიდან მოსული დატვირთვები: სტატიკური და დინამიკური (მათ შორის სეისმიური). ეს კონსტრუქციული ელემენტებია: ანტრესოლები, თაღები, კამარები, გუმბათის ყელი, გუმბათი და სახურავის კონსტრუქციები. ამით განიტვირთება ტაძრის არსებული კედლები, ანუ ეს ღონისძიება ხელს შეუწყობს, რომ მინიმალურად დაიტვირთოს ტაძრის არსებული კედლები. როგორც კომპიუტერულმა გააანგარიშებებმა გვიჩვენა, თვითონ კედლების ჰორიზონტალური დეფორმაციები (გადაადგილებები) 8 ბალიანი სეისმიური ზემოქმედებისას აკმაყოფილებენ სათანადო ნორმატიულ მოთხოვნებს. აწყურის ტაძრის ექვსი სვეტისთვის უნდა მოეწყოს წერტილოვანი მონ. რკ/ბ-ის საძირკველი, რომელიც უშუალოდ ან ბეტონის ბალიშის მეშვეობით უნდა დაეფუძნოს ძირითად ქანებს (ნახ.7.8). წერტილოვანი საძირკვლები ერთმანეთთან დაკავშირდება რკინაბეტონის რანდკოჭებით.

სვეტები შესრულდება მონოლითური რკინაბეტონის მასალით, რომელიც მოეწყობა ავთენტური საპერანგე ქვების და ახალი საპერანგე ქვების მონტაჟის პარალელურად. ყველა ახალი მზიდი კონსტრუქცია (თაღების, კამარების, გუმბათის ყელის, გუმბათის), გარდა კედლების ნაწილისა და სახურავისა, მოეწყობა რკინაბეტონის კონსტრუქციის გამოყენებით, ძველი და ახალი საპერანგე ქვების მონტაჟის პარალელურად.



ნახ.39.აწყურის ტაძრის გეგმა

კავშირი შიდა თაღნარსა (კარკასსა) და არსებული კედლებს შორის უნდა იყოს ხისტი: არსებულ კედლებში (დარებში) მოეწყობა რკინაბეტონის ჩამალული ჩანართები, რომლებიც თავის მხრივ ანკერების საშუალებით ჩამაგრებული იქნება არსებულ კედლებში, ხოლო კარკასს, რომელიც კედლების გასწვრივაა, ტრადიციულად დაუკავშირდება.

საძირკვლის კონსტრუქციები

პროექტში განხილულია ორი ტიპის საძირკველი: 1. არსებული ლენტური საძირკველი ტაძრის პერიმეტრული კედლების ქვეშ ყორე-ქვის წყობისაა კირის დუღაბზე. 2. ახალი წერტილოვანი მონოლითური რკინაბეტონის საძირკველი ($n = 6$ ც.) წერტილოვანი საძირკვლები ერთმანეთთან უნდა დაკავშირდეს რკინაბეტონის რანდკოჭებით. - რანდკოჭის განივკვეთი $b \times h = 0.6 \times 0.6$ (მ), ბეტონი B-25 კლასის; - წერტილოვანი საძირკვლის სიმაღლე $h = 1.00$ მ-ს, ბეტონი B-25 კლასის;

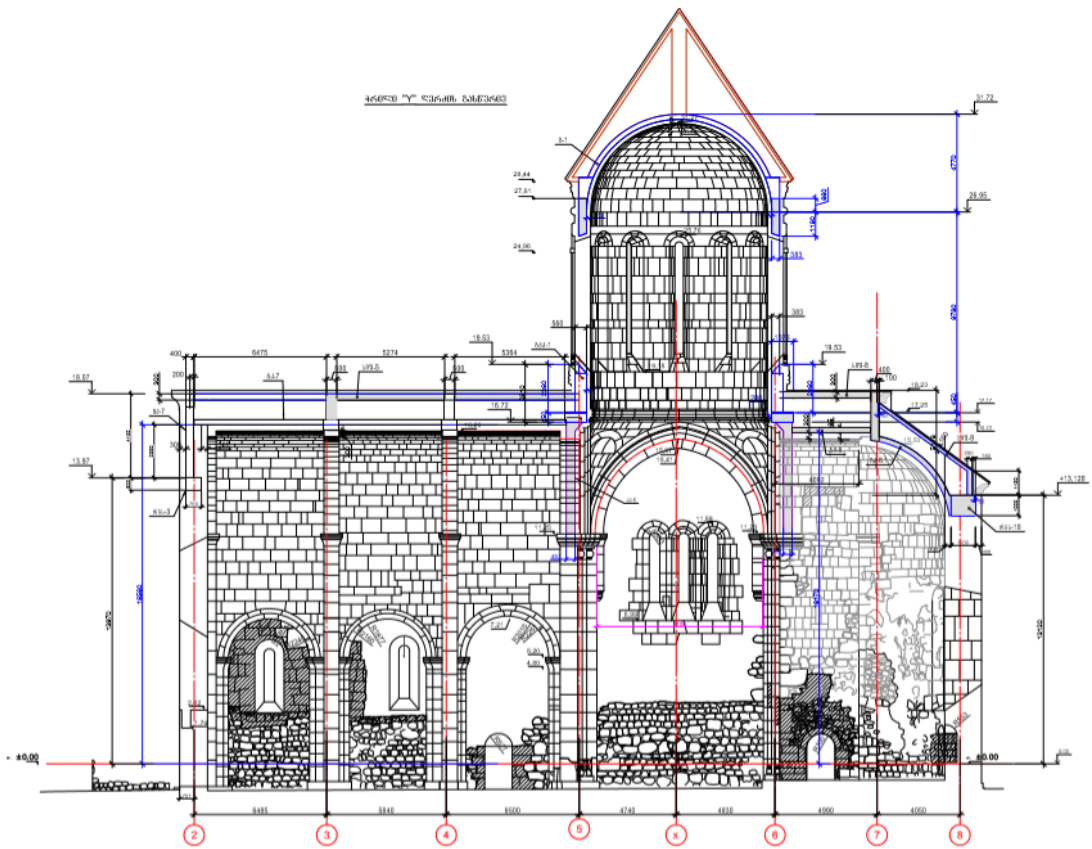
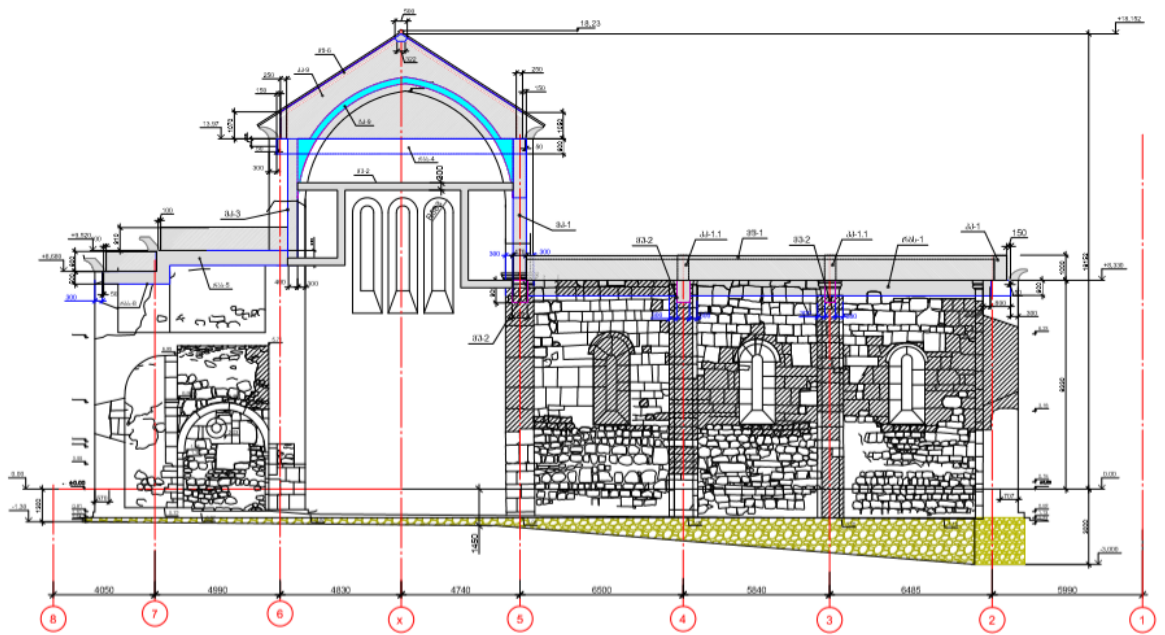
სვეტის კონსტრუქციები

ცალკე მდგომი მონოლითური რკინაბეტონის სვეტები – რთული განივკვეთის ფორმისაა; მათი მონტაჟი უნდა განხორციელდეს საპერანგე ქვების მონტაჟის პარალელურად. ბეტონის ჩაწყობა შესრულდება მშენებლობის ორგანიზაციის და სამუშაოთა წარმოების პროექტის შესაბამისად, მაგრამ ამავედროულად ბეტონის ერთდროული ჩაწყობის სიმაღლემ არ უნდა გადააჭარბოს 1.5 მ-ს. ბეტონი B-25 კლასის.

აღსადგენ კედლებში ჩაშენებულია მონოლითური რკინაბეტონის სვეტები, რომელთა განივკვეთის სხვადასხვა ფორმის და ზომისაა. ჩაშენებული სვეტები წარმოადგენს დამაკავშირებელ ელემენტს ტაძრის კედლებსა და კარკასს შორის. ჩაშენებულ სვეტსა და არსებულ კედლს შორის კავშირი განხორციელდება არმატურის ანკერების საშუალებით. ბეტონი B-25 კლასის.

ქვების ჩამაგრება

დასამონტაჟებელი საპერანგე და ლავგარდანის ქვების ჩამაგრება განხორციელდება ლითონის ანკერების საშუალებით, პროექტში წარმოდგენილი დეტალების შესაბამისად. კამარების, თაღების და გუმბათის ქვედა ზედაპირი მოეწყობა ხარაჩოების მეშვეობით, რომელზეც ტრადიციული მეთოდით შესაბამისი ანკერებით დალაგდება (იხ. შესაბამისი არქიტექტურული ნახაზები(ნახ.40)) საპერანგე ქვები. შემდეგ მოეწყობა არმირება და მოხდება კონსტრუქციის დაბეტონება.



ნახ.40.ტაძრის კრილი

კედლის კონსტრუქციები

კედლის კონსტრუქციებს წარმოადგენენ მონოლითური რკინაბეტონის კედლები და კოჭკედლები, რომელთა სიგანე ცვლადია; მათი მონტაჟი განხორციელდება საპერანგე ქვების მონტაჟის პარალელურად. ბეტონის ჩაწყობა აქაც შესრულდება მშენებლობის ორგანიზაციის და სამუშაოთა წარმოების პროექტის შესაბამისად, მაგრამ ბეტონის ერთდროული ჩაწყობის სიმაღლემ არ უნდა გადააჭარბოს 1.5 მ-ს. გამოვიყენეთ B-25 კლასის ბეტონი.

არსებულ ქვის კედლებში ჩაშენებული კედლის მონოლითური რკინაბეტონის უბნები - სიგანით $b=0.20 \text{ :-} 0.30$ (მ); კედლის მონოლითური უბნები წარმოადგენს დამაკავშირებელ კვანძს ტაძრის არსებულ კედლებსა და რკინაბეტონის გადახურვის კონსტრუქციებს შორის. კედლის მონოლითურ უბნებსა და არსებულ ქვის კედლებს შორის კავშირი განხორციელდება არმატურის ანკერების საშუალებით. აქაც გამოყენებულია B-25 კლასის ბეტონი.

გადახურვის კონსტრუქციები

მონოლითური რკინაბეტონის გარსული (კამარის) კონსტრუქციები, სისქით $h=0.25$ და 0.20 (მ); მათი მონტაჟი განხორციელდეს საპერანგე ქვების მონტაჟის შემდეგ. ბეტონის ჩაწყობა შესრულდეს მშენებლობის ორგანიზაციის და სამუშაოთა წარმოების პროექტის შესაბამისად. ბეტონი B-25 კლასის.

სახურავად გამოყენებული იქნება ლორფინის ქვა, რომლის მონტაჟი უნდა განხორციელდეს სახურავის რკინაბეტონის ფილაზე, სისქით 0.16 მ, ბეტონის კლასი B-25.

გუმბათის ყელის და გუმბათის კონსტრუქციები

გუმბათის ყელის კონსტრუქციები ოთხი კოჭკედლის საშუალებით ეყრდნობა ტაძრის ცენტრალურ სვეტებს და საკურთხევლის ნიშის მხრებს კაპიტელების სიბრტყეში. კოჭკედლების სიგანე $b=0.40 \text{ :-} 0.50$ მ-ია. გუმბათის კოჭკედლებს აერთიანებს ოთხი აფრა. ამ კონსტრუქციების მონტაჟი

განხორციელდება საპერანგე ქვების მონტაჟის შემდეგ. ბეტონის ჩაწყობა შესრულდება მშენებლობის ორგანიზაციის და სამუშაოთა წარმოების პროექტის შესაბამისად, მაგრამ აქაც, როგორც ზემოთ, ბეტონის ერთდროული ჩაწყობის სიმაღლემ არ უნდა გადააჭარბოს 1.5 მ-ს. ბეტონი B-25 კლასისაა.

გუმბათის ყელის კონსტრუქციები წარმოდგენილია ცვალებადი სიგანის ($b=0.67$ -:- 0.38 მ.) მონოლითური რკინაბეტონის წრიული ფორმის კედლის და 12 სვეტისგან კონსტრუქციებით. {რთული ფორმის განივკვეთით $b \times h=0.38(0.55) \times 1.10$ (მ)} ბეტონის ჩაწყობა შესრულდება საპერანგე ქვების მონტაჟის შემდეგ, მშენებლობის ორგანიზაციის და სამუშაოთა წარმოების პროექტის შესაბამისად, მაგრამ ბეტონის ერთდროული ჩაწყობის სიმაღლემ აქაც არ უნდა გადააჭარბოს 1.5 მ-ს. ბეტონი B-25 კლასის.

გუმბათის გარსული კონსტრუქციის რადიუსი $R=4.33$ მ-ია, სისქე $h=0.25$ მ. ბეტონის ჩაწყობა განხორციელდება საპერანგე ქვების მონტაჟის შემდეგ, მშენებლობის ორგანიზაციის და სამუშაოთა წარმოების პროექტის შესაბამისად. გუმბათის გარსულ კონსტრუქციაში ჩამონოლითებულია რადიალურად განლაგებული 6 კედლი და ცენტრალური სვეტი, რომელთა თავზე ჩამაგრებულია გუმბათის სახურავი, რომელიც წარმოდგენილია გეგმაში თორმეტი სამკუთხედის ფორმის რკინაბეტონის ფილისგან, რომელზეც მოეწყობა ლორწინის ქვის სახურავი. სისქე 0.16 მ., ბეტონი B-25 კლასის.

გაანგარიშება ჩატარდა კომპიუტერული გამოთვლითი კომპლექსის „LIRA SAPR-2016“-ის მეშვეობით, სასრულ ელემენტთა მეთოდის საფუძველზე. საანგარიშო მოდელი სივრცითია (ნახ.41). გაანგარიშება ჩატარებულია პირველი და მეორე ჯგუფის ზღვრულ მდგომარეობათა მიხედვით. ლენტური საძირკვლები და სვეტები მოდელირებულია N10 სასრული ელემენტით, კედლები, გარსები, კონქები და აფრები N41, N42 და N44 სასრული ელემენტებით. მშრალი ხახუნის დემპფერის მოდელირება

განხორციელდა N55 სასრული ელემენტით. მზიდი ელემენტების სიხისტეები აღებულია საკვლევ-სადიებო მონაცემებზე დაყრდნობით:

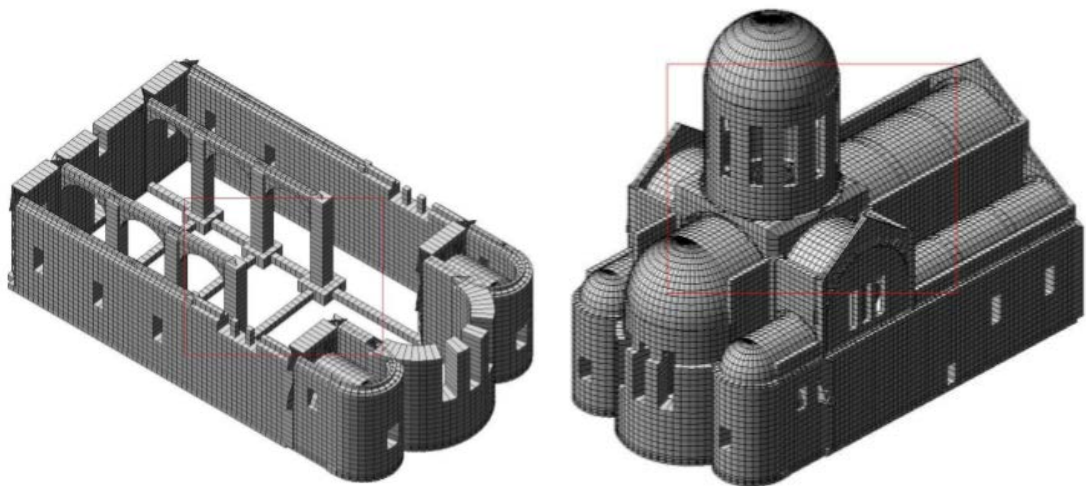
ქვის წყობის საწყისი დრეკადობის მოდული $E=5.2 \times 10^5$ ტ/მ²;

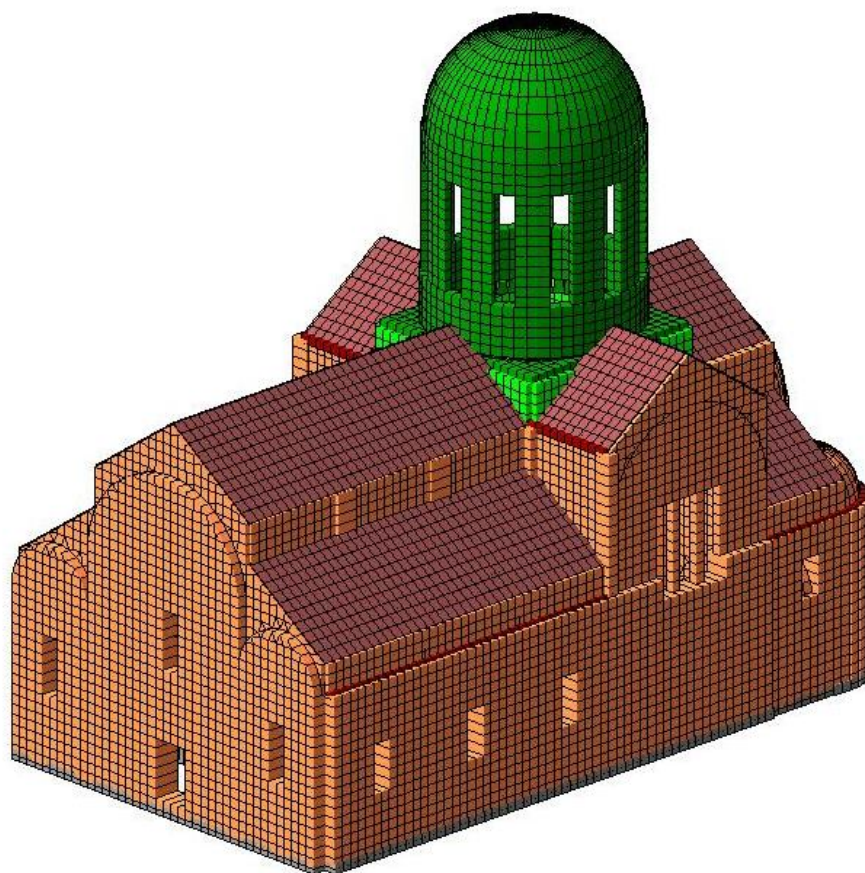
ქვის წყობის პუასონის კოეფიციენტი $\nu=0.25$;

გრუნტის საგების კოეფიციენტი კუმშვაზე $C_1=5000$ ტ/მ³, ძვრაზე $C_2=5000$ ტ/მ.

ქვის კედლების სისქე იცვლება 100—140 სმ-ის ფარგლებში.

საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევის მიხედვით საძირკვლის ფუძედ მიღებულია ძირითადი ქანები, რომლის სიმტკიცის ზღვარის (R_c) მინიმალური მნიშვნელობა შეადგენს 7.7 მპა-ს, ხოლო საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე (R_0) – 1.65 მპა-ს. განხილულია შემდეგი სახის დატვირთვები: სტატიკური მუდმივი, სტატიკური დროებითი ხანგრძლივი (პატრონიკეზე 200 კგ/მ²) და დროებითი ხანმოკლე (თოვლის ნორმა-ტიული დატვირთვა 70კგ/მ²), სეისმური ზემოქმედება (გრძივი, განივი და ვერტიკალური მიმართულებით) სპექტრული მეთოდით. საანგარიშო სეისმურობა არის 8 ბალი.





ნახ.41. სივრცითი საანგარიშო მოდელი

ცხრილი 1. გაანგარიშების შედეგები - I ვარიანტი (სეისმოდაცვის სისტემის გარეშე)

ნაგებობის წონა:

$Q=8290$ ტ;

გადამჭრელი ძალა სეისმიკისგან

საძირკვლის დონეზე:

X ღერძის გასწვრივ $V_x=363$ ტ;

Y ღერძის გასწვრივ $V_y=677$ ტ;

რხევის საკუთარი პერიოდი:

X ღერძის გასწვრივ $T_x=0.53$ წმ;

Y ღერძის გასწვრივ $T_Y=0.65$ წმ;

მაქსიმალური გადახრა სეისმიკისგან:

X ღერძის გასწვრივ $f_x=18.2$ მმ, (ნახ.42);

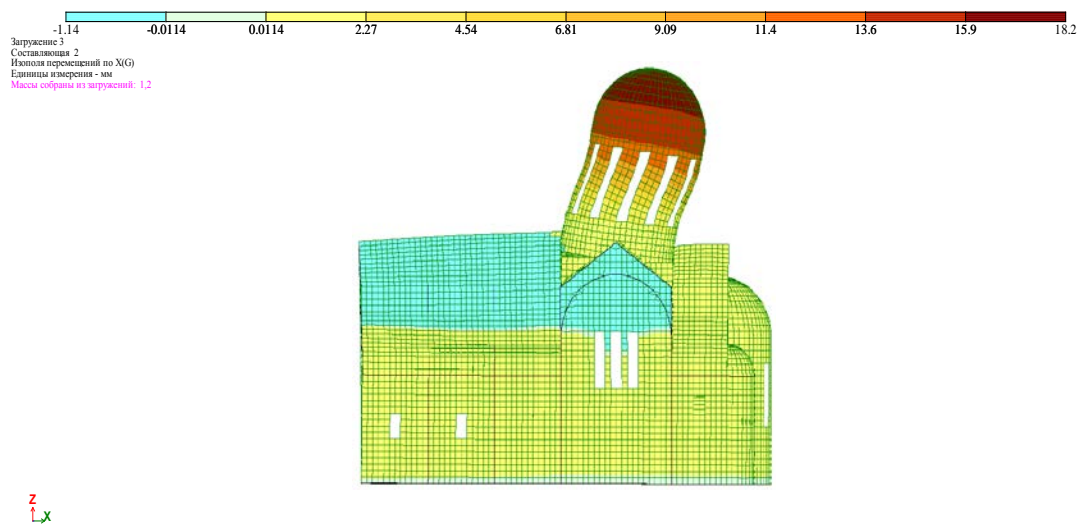
Y ღერძის გასწვრივ $f_y=44.2$ მმ, (ნახ.43);

მღუნავი მომენტი სეისმიკისგან

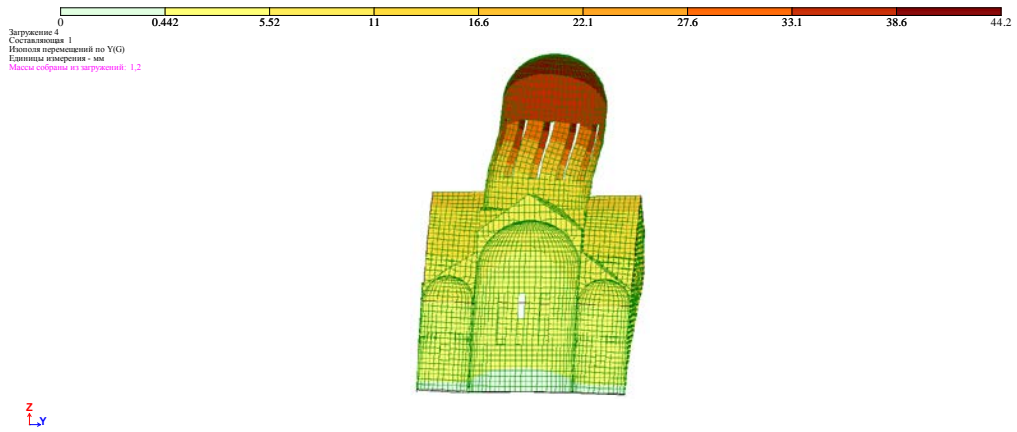
გუმბათის ყელის კედლებში: $M_x=3.43$ ტმ (ნახ. 4), $M_y=6.47$ ტმ (ნახ. 44);

გამჭიმავი ძაბვა სეისმიკისგან

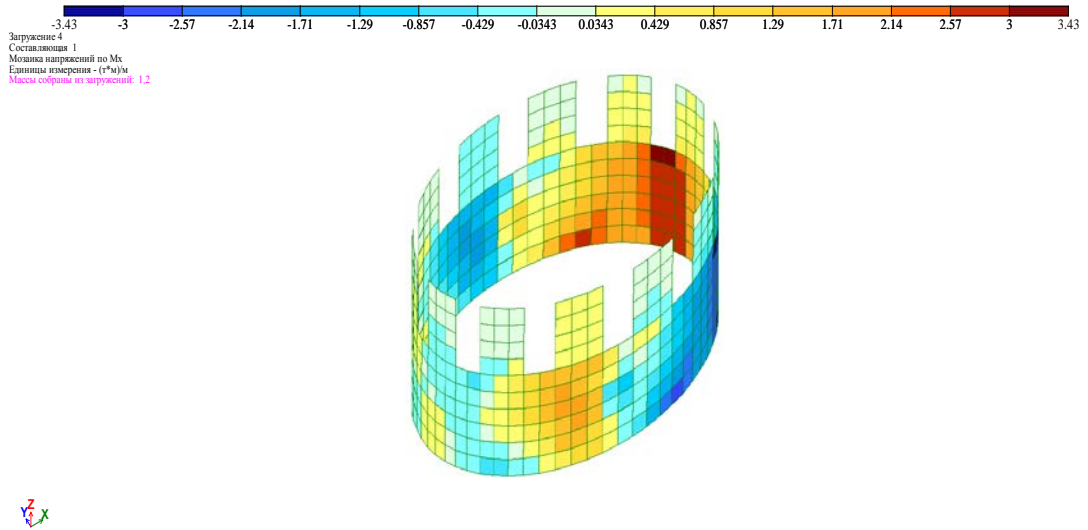
გუმბათის ყელის კედლებში: $s=4.87$ კგ/სმ² (ნახ. 45).



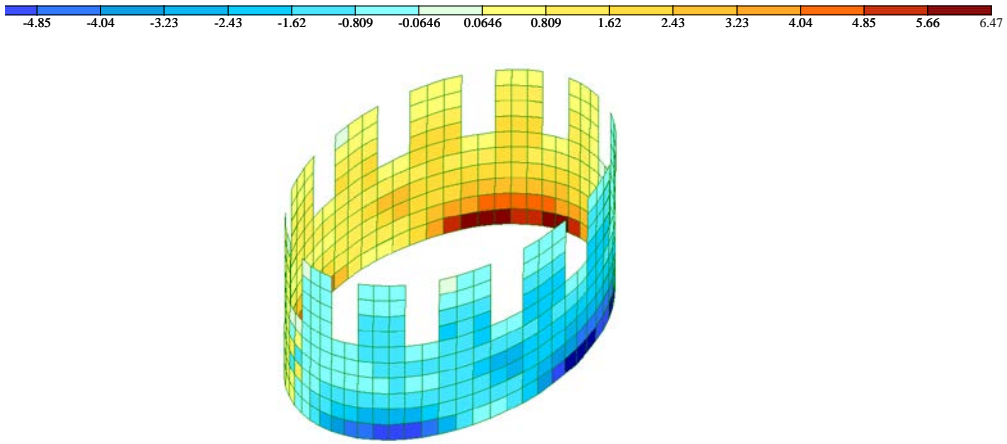
ნახ. 42. გადაადგილებები (X-ის მიმართ)



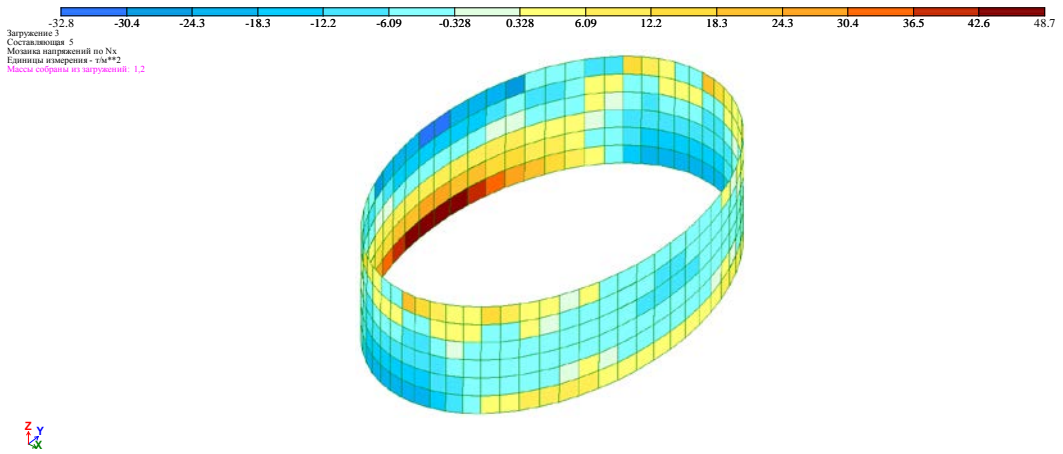
ნახ. 43. გადაადგილებები (Y-ის მიმართ)



ნახ. 44. Mx ძალების მოზაიკა



ნახ. 45. My ძალების მოზაიკა



ნახ. 46. Nx ძალების მოზაიკა

ცხრილი 2. გაანგარიშების შედეგები - II ვარიანტი (სეისმოდაცვის სისტემის გამოყენებით - 12 ცალი რეზინა-ლითონის დემპფერი)

ნაგებობის წონა: $Q=8290$ ტ;

გადამჭრელი ძალა სეისმიკისგან

საძირკვლის დონეზე: X ღერძის გასწვრივ $V_x=363$ ტ;

Y ღერძის გასწვრივ $V_y=588$ ტ;

რხევის საკუთარი პერიოდი: X ღერძის გასწვრივ $T_x=0.58$ წმ;

Y ღერძის გასწვრივ $T_y=0.67$ წმ;

მაქსიმალური გადახრა სეისმიკისგან:

X ღერძის გასწვრივ $f_x=19.9$ მმ, (ნახ. 46);

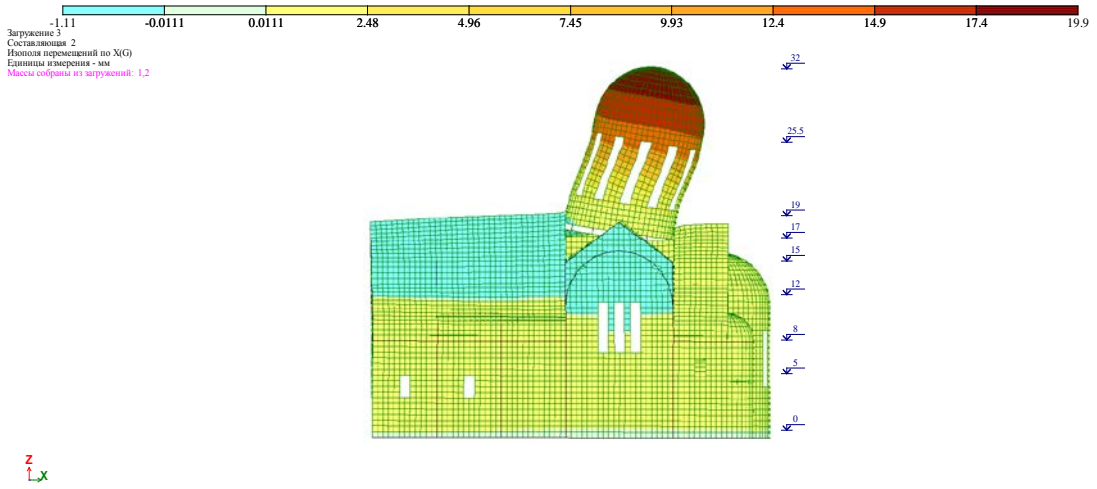
Y ღერძის გასწვრივ $f_y=50.4$ მმ, (ნახ. 48);

მღუნავი მომენტი სეისმიკისგან

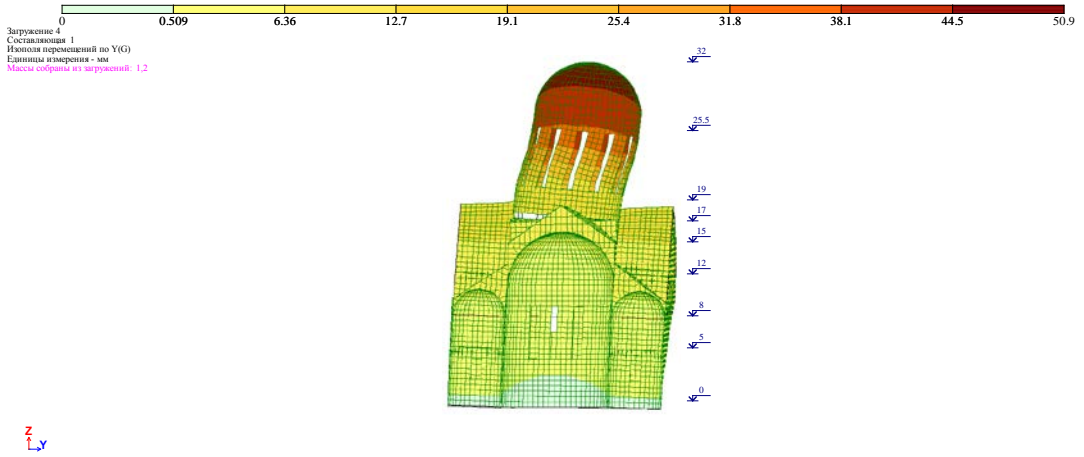
გუმბათის ყელის კედლებში: $M_x=1.79$ ტმ (ნახ. 9), $M_y=6.47$ ტმ (ნახ. 47);

გამჭიმავი ძაბვა სეისმიკისგან

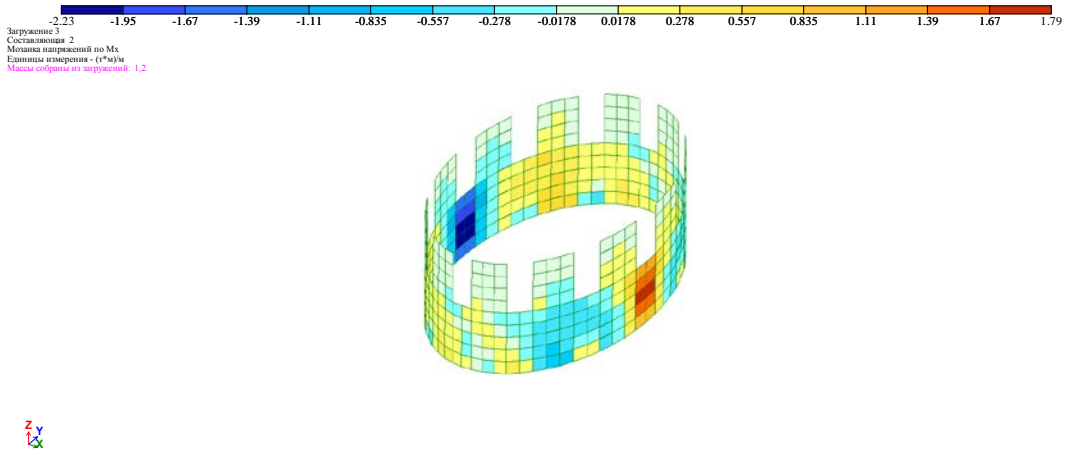
გუმბათის ყელის კედლებში: $s=1.14$ კგ/სმ² (ნახ. 50).



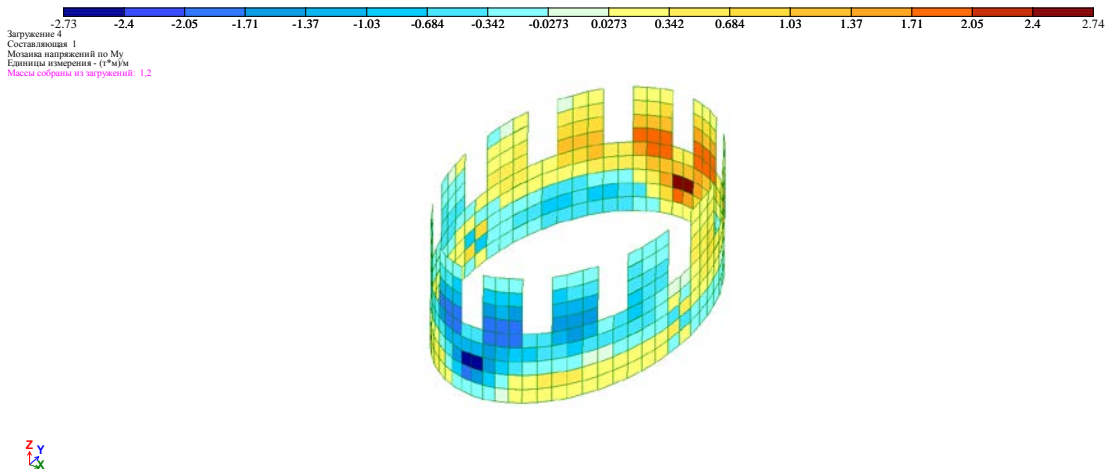
ნახ. 47. მდგომარეობა 2, გადაადგილება X-ის მიმართ



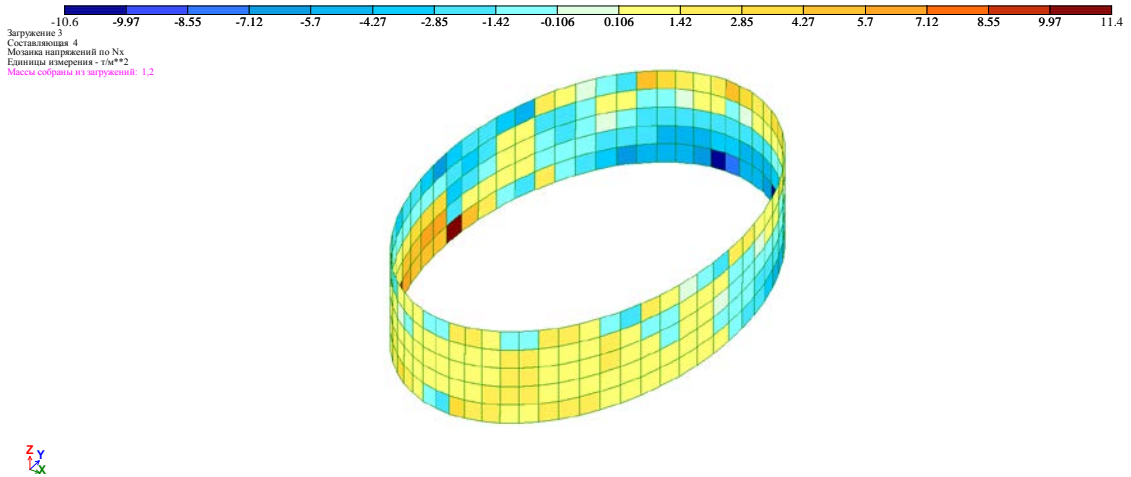
ნახ. 48. მდგომარეობა 1, გადაადგილება Y-ის მიმართ



ნახ. 49. Mx ძაღვების მოზაიკა



ნახ. 50. My ძაღვების მოზაიკა



ნახ. 51. Nx ძალების მოზაიკა

სეისმური დარაიონების რუკის მიხედვით სამშენებლო ტერიტორია მდებარეობს 8 ბალიან მიწისძვრის ზონაში. პირობით ნიშნულად 0.00 მიღებულია აბსოლუტური ნიშნული 908.64 მ. საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევის მიხედვით, ტაძრის საძირკვლის ფუძეს წარმოადგენს ძირითადი ქანები, რომლის სიმტკიცის ზღვარის მინიმალური მნიშვნელობა შეადგენს 7,7 მპა-ს (ანუ 77კგმ/სმ²-ს), ხოლო საანგარიშო წინაღობა შეადგენს 1,65 მპა (16,5კგმ/სმ²);

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, აწყურის ტაძრის მზიდი კონსტრუქციების გაანგარიშება ჩატარდა სასრულ ელემენტთა მეთოდის საფუძველზე სამშენებლო კონსტრუქციების კომპიუტერული გამოთვლითი პროგრამის “LIRA SAPR-2016”-ის საშუალებით. სარეაბილიტაციო ტაძრის საანგარიშო მოდელი სივრცითია. საანგარიშო მოდელი, პირობითად შეიძლება ორ ნაწილად გავყოთ: არსებული ქვის კედლები, რომლებიც ლენტურ საძირკვლებს ეყრდნობიან და ახალი, რკინაბეტონის „ჩონჩხი“. მათ შორის ხისტი კავშირია. არსებული ქვის კედლების წყობის დრეკადობის მოდულის მნიშვნელობად მიღებულია $E=5.2 \times 10^5$ ტ/მ², პუასონის კოეფიციენტი =0.25; გრუნტის საგების კოეფიციენტი: კუმშვაზე $C_1= 5000$ ტ/მ³,

ძვრაზე $C_2 = 7000$ ტ/მ. კედლების სისქე იცვლება 100 -:-140 სმ-ის ფარგლებში. რკინაბეტონის „ჩონჩხში“: ღეროვანი ელემენტები (სვეტები, სარტყელი) მოდელირებულია #10 სასრული ელემენტით; კედლები, გარსები, გუმბათი და სახურავის კონსტრუქციები – ოთხ და სამ კვანძიანი გარსის ელემენტებით (#41, 42, 44). გაანგარიშებაში განხილულია შემდეგი სახის დატვირთვები: სტატიკური მუდმივი; სტატიკური დროებითი ხანგძლივი (პატრონიკეზე 200 კგ/მ²) და ხანმოკლე (სახურავზე თოვლის ნორმატიული დატვირთვა 70 კგ/მ²); ქარის ნორმატიული დატვირთვა (50 კგ/მ²); სეისმიური ზემოქმედება (გრძივი, განივი და ვერტიკალური მიმართულებით). საანგარიშო სეისმიურობა არის 8 ბალი. არსებული ქვის კედლების სიმტკიცე შემოწმდა სასრულ ელემენტთა მეთოდით უდიდესი ექვივალენტური გამჭიმავი ძაბვის სიდიდის მიხედვით;

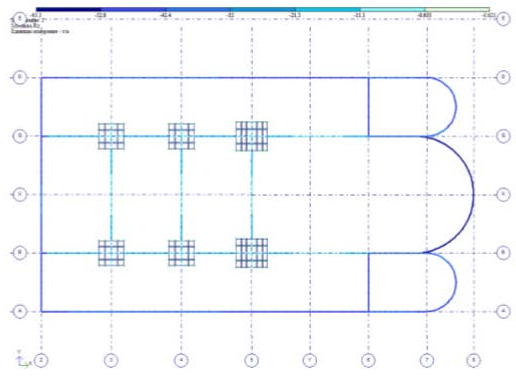
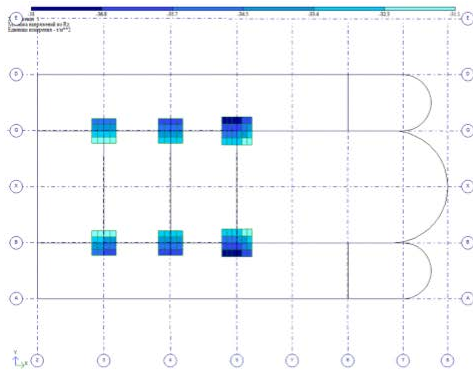
გაანგარიშების შედეგებმა აჩვენა, რომ მაქსიმალური მკუმშავი ძაბვა ქვის წყობაში ტოლია 19.6 კგ/სმ²-ის, ხოლო გამჭიმავი ძაბვა ქვის წყობაში ტოლია 2.7 კგ/სმ². მაქსიმალური ძაბვა ლენტური საძირკვლების ფუძეში ტოლია 3.5 კგ/სმ². მაქსიმალური ძაბვა წერტილოვანი საძირკვლების ფუძეში = 3.9 კგ/სმ². T - ნაგებობის რხევის საკუთარი პერიოდია გრძივი მიმართულებით (X ღერძის გასწვრივ) T=0.25 წმ, განივი მიმართულებით (Y ღერძის გასწვრივ) T=0.42 წმ. სეისმიური ზემოქმედებისას (გუმბათის) მაქსიმალური გადაადგილება X ღერძის გასწვრივ $F_x=8$ მმ, Y ღერძის გასწვრივ $F_y=20$ მმ. როგორც გაანგარიშების შედეგებიდან ჩანს, დემპფერების რაოდენობის და სიხისტეების ოპტიმალურად შერჩევის შემთხვევაში შესაძლებელია გუმბათქვეშა ნაწილსა და გუმბათის ყელის საკონტაქტო ზონაში მღუნავი მომენტების 2.5-ჯერ შემცირება და გამჭიმავი ძაბვების 4-ჯერ შემცირება. აღნიშნული ფაქტორი მნიშვნელოვნად აამაღლებს ჯვარგუმბათოვანი ტაძრების ყველაზე სუსტი ნაწილის მედეგობას ჰორიზონტალურ დატვირთვებზე და შესაბამისად, გაზრდის მთლიანი ტაძრის სეისმომედეგობას.

აწყურის ტაძრის რეკონსტრუქცია-რეაბილიტაციის პროექტი

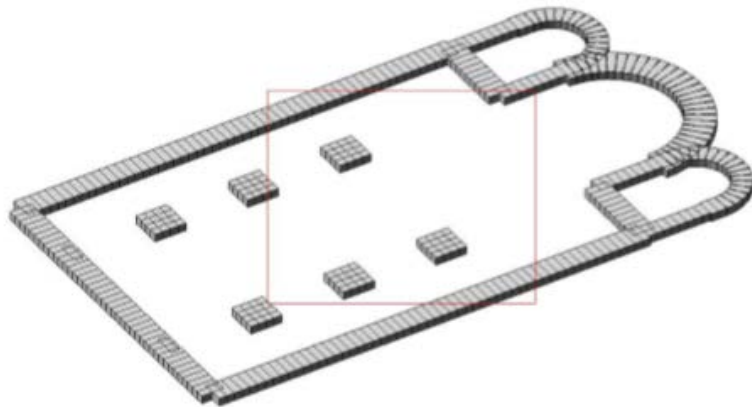
ბაგის ინჟინერის კომპანია

რექცია წერტილოვანი საძირკვლის ფუძეში

რექცია ლერგული საძირკვლის ფუძეში



საძირკვლების სივრცითი მოდელი



ნახ. 52. აწყურის ტაძრის საძირკვლის გეგმა

დასკვნა

1. შემოთავაზებულია ტაძრის გუმბათის ყელის გაძლიერების ახალი ანტისეისმური კონსტრუქციული ღონისძიება, რომელიც უზრუნველყოფს მშენებარე და ძველი ტაძრების გუმბათის სიმტკიცესა და მდგრადობას სეისმური დატვირთვების მოქმედებისას;
2. ჩამოყალიბებულია გუმბათის ყელის საყრდენის გაძლიერების მეთოდიკა ანტისეისმური ზამბარა-დემპფერის და რეზინა-ლითონის დემპფერის გამოყენებით;
3. მოცემულია გაძლიერებისათვის გამოყენებული დემპფერის დრეკადი ზამბარის სიმტკიცესა და დეფორმაციებზე გაანგარიშების მეთოდიკა ზამბარის სიხისტეების გათვალისწინებით;
4. წარმოდგენილია აწყურის ტაძრის აღდგენითი სამუშაოებისათვის ჩატარებული ტექნიკური და სამეცნიერო კვლევების შედეგები: დემპფერიან საანგარიშო მოდელში უდემპფეროსთან შედარებით მნიშვნელოვნად შემცირებულია რხევების სიხშირეები, შესაბამისად ამპლიტუდა და ჰორიზონტალური გადაადგილება.
5. გაძლიერების შემოთავაზებული მეთოდიკით ჩატარებული აღდგენა-გაძლიერების სამუშაოები არ არღვევს ნაგებობის ავთენტურობას და ექსპლუატაციის პერიოდში არ საჭიროებს ანტისეისმური მექანიზმის კონტროლს;
6. გაანგარიშების შედეგებმა გვაჩვენა, რომ დემპფერების რაოდენობისა და სიხისტეების ოპტიმალურად შერჩევის შემთხვევაში, შესაძლებელია გუმბათქვეშა ნაწილსა და გუმბათის ყელის საკონტაქტო ზონაში მდუნავი მომენტების 2-2,5-ჯერ, გამჭიმავი ძაბვების კი 3,5-4-ჯერ შემცირება, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის ტაძრის ყველაზე სუსტი გუმბათის ყელის საყრდენი ნაწილის მედეგობას სეისმური დატვირთვების მოქმედებისას.
7. დადგენილია, რომ ორივე ტიპის დემპფერის ერთდროულად გამოყენების შემთხვევაში, მნიშვნელოვანია მათი რაოდენობისა და თანმიმდევრული მონაცვლეობის შერჩევა; ეფექტი თვალშისაცემია, რადგან ზამბარა-

დემპფერები მნიშვნელოვნად შთანთქავს გუმბათის ყელის და თვით გუმბათის ვერტიკალურ რხევებს, ხოლო რეზინა-დემპფერი ამცირებს სეისმური ძალების ჰორიზონტალურ ზემოქმედებას.

გამოყენებული ლიტერატურა

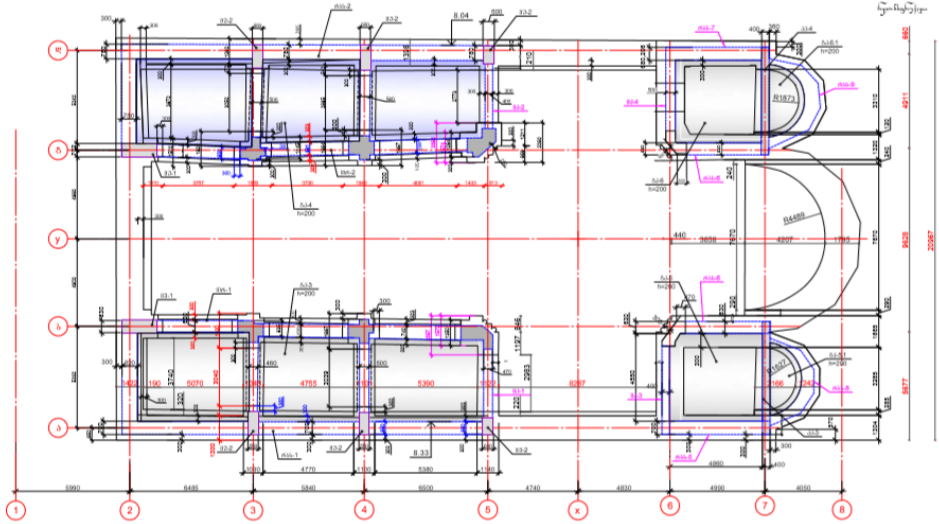
1. ბერიძე ვიქტორია, „არქიტექტურული მემკვიდრეობის ძეგლთა აღდგენა-გადლიერების და სეისმომდეგობის ამაღლების კონსტრუქციული ღონისძიებები“. სტუ, დისერტაცია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი - 2015, 111 გვ.
2. The venice charter-1964
3. თაყაიშვილი ე. - «1917 წლის არქეოლოგიური ექსპედიცია სამხრეთ საქართველოში». თბ.,1960.-გვ.32-58. «ოშკის მონასტერი»;
4. სილოგავა ვ., «ოშკი X ს. მემორიალური ტაძარი», თბ. 2006, ISBN 99940-890-6-4
5. ჯობაძე ვ., ოშკის ტაძარი : (ორი წერილი ოშკის ტაძარზე) / [რედ.: ნ. ალადაშვილი] ; საქ. მეცნ. აკად. გ. ჩუბინიშვილის სახ. ქართ. ხელოვნ. ისტ. ინ-ტი - თბ. : მეცნიერება, 1991 : მ/ა სტ. - 67გვ. ; 20სმ. - ბიბლიოგრ. ტექსტ. შენიშვნ. - ISBN 5-520-01085-4 : 1მ.30კ.
6. ბერიძე ვახტანგ, «ძველი ქართული ხუროთმოძღვრება» - თბ.,1974;
7. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, ტ. 7, გვ. 620, თბ., 1984 წელი.
8. Koch K., Reise im pontischen Gebirge und türkischen Armenien, II, Weimar, 1846, S. 243-248
9. ხოშტარია დ., "კლარჯეთის ეკლესიები და მონასტრები", თბილისი, 2005
10. აბრამიშვილი გ., ზაქარაია პ., ციციშვილი ი. „ქართული ხუროთმოძღვრების ისტორია“, 2000 წ.
11. დვალი თ., ანდლულაძე ნ., სილოგავა ვ. „ოშკი“ (X საუკუნის ხუროთმოძღვრული ძეგლი), 2009.
12. ინგოროყვა პ., გიორგი მერჩულე.-თბ.,1954.-გვ.358.-360.
13. გუგუნავა აღ., მოგზაურობა ისტორიულ სამხრეთ საქართველოში.-თბ.,1996.-გვ.11-12.
14. ამირანაშვილი შ., ქართული ხელოვნების ისტორია.-თბ.,1981.-გვ.170-174.
15. ბერძენიშვილი დ., მენაბდე ლ., ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, ტ. 11, გვ. 448, თბ., 1987 წელი.
16. მამარდაშვილი გ., ლეხანიძე ა., „ანტისეისმური ღონისძიებები ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლებში“, II საერთაშორისო სიმპოზიუმი „სეისმომდეგობა და საინჟინრო სეისმოლოგია“, მოხსენებათა კრებული.გვ.161-163.
17. ხმელიძე თ., ყიფიანი გ., ხმელიძე კ., ვანიშვილი თ., „ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლები“. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი 2018, 202 გვ.
18. მამარდაშვილი გ., ხმელიძე., „ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლის - ოშკის დაზიანების ხარისხის კვლევა“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, №1(54), 2020 წ.
19. კახიანი ლ., ბალანჩივაძე ლ., ჭანტურია მ., მუხიგულიშვილი., სამშენებლო კონსტრუქციების სეისმომდეგობა. თბილისი - 2018წ. 102 გვ.

20. ავალიშვილი ლ., ბალანჩივაძე ლ., მეთოდური მითითებები რკინაბეტონის ერთსართულიანი სამრეწველო კარკასული შენობის გასაანგარიშებლად სეისმურ ზემოქმედებაზე. თბილისი: სტუ, 2015 წ. 624.082(02)ს-75-რ.
21. კახიანი ლ., ავალიშვილი ლ., ბალანჩივაძე ლ., რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტება ევრონორმების მიხედვით. თბილისი: სტუ, 2015 წ
22. მამარდაშვილიგ., „სეისმოდამცავი ღონისძიებების გამოყენება ქართული საკულტო ძეგლების აღდგენა-გამლიერებაში“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, №1(54), 2020 წ.
23. Михайловский Е.В., Реставрация памятников архитектуры. Восстановление памятников культуры(проблемы реставрации), Москваб «Искусство»б 1981 г.стр.15-42.
24. სამშენებლო ენციკლოპედიური ლექსიკონი/პროფესორ დ. გურგენიძისა და პროფესორ თ. ხმელიძის საერთო რედაქციით/ავტორები: თ. ხმელიძე, დ. გურგენიძე, ლ. კლიმაშვილი, კ. ხმელიძე. I-V ტ. ონლაინ-ვერსია. თბ.: 2019. (16095 ტერმინი).
25. Выскребенцева М.А. Методы сейсмогашения и сейсмоизоляции с применением специальных устройствю Инженерный вестник Дона, №1(2019)ю
26. Тяпин А.Г. Сейсмоизоляция под фундаментом сооружения, взаимодействующего с основанием. Часть 4: частичное снятие ограничений.// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2017 - №2.с. 4246.
27. M. Y. H. Bangash Manual of Numerical Methods in Concrete: Modelling and Applications Validated by Experimental and Site-Monitoring Data - 2001. 944 p.
28. Аксенов В.Н. Причины аварий и требования к безопасности зданий // Строительство-2014. Современные проблемы промышленного и гражданского строительства. Материалы международной научно-практической конференции. -Ростов н/д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. - С.17-18.

ახლუცის ზეხუბლავი
ანუბის დამონტაჟის ცემის
ფუნდამენტის მშენებ.

ს.პ. 1. 102
სკოპია

შპს "სადასახურებო და სასაწყობო კონსტრუქციების კომპანია" ს.პ. 8.04. 8.33 6096.



შპს "სადასახურებო და სასაწყობო კონსტრუქციების კომპანია" ს.პ. 8.04. 8.33 6096.

N	შენიშვნა	მასალა	სიმაღლე	ფუნდამ. № 1-
1	ბეტონის ფუნდამენტი	ბეტონი	1	10-10
2	"	ბეტონი	1	10-10
3	"	ბეტონი	1	10-10
4	"	ბეტონი	1	10-10
5	"	ბეტონი	1	10-10

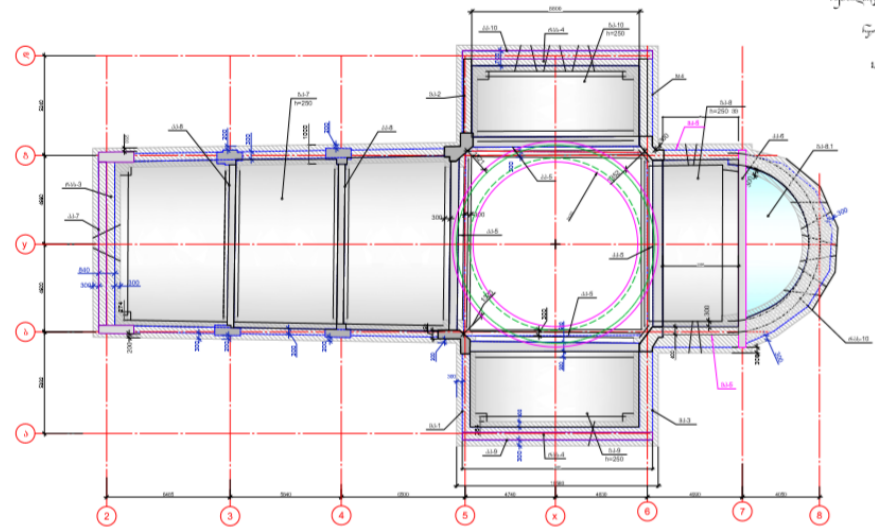
1. შპს "სადასახურებო და სასაწყობო კონსტრუქციების კომპანია" ს.პ. 8.04. 8.33 6096.

სტადია	თარიღი	გამომკვეთი	შეამუშავებელი	სტრუქტურული ინჟინერი	სტრუქტურული ინჟინერის მოწმობის №
პროექტი	2017	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	1010
შეამუშავდა	2017	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	1010
შეამუშავდა	2017	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	1010
შეამუშავდა	2017	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	1010

ახლუცის ზეხუბლავი
ანუბის დამონტაჟის ცემის
ფუნდამენტის მშენებ.

ს.პ. 1. 102
სკოპია

შპს "სადასახურებო და სასაწყობო კონსტრუქციების კომპანია" ს.პ. 13.97 6096.

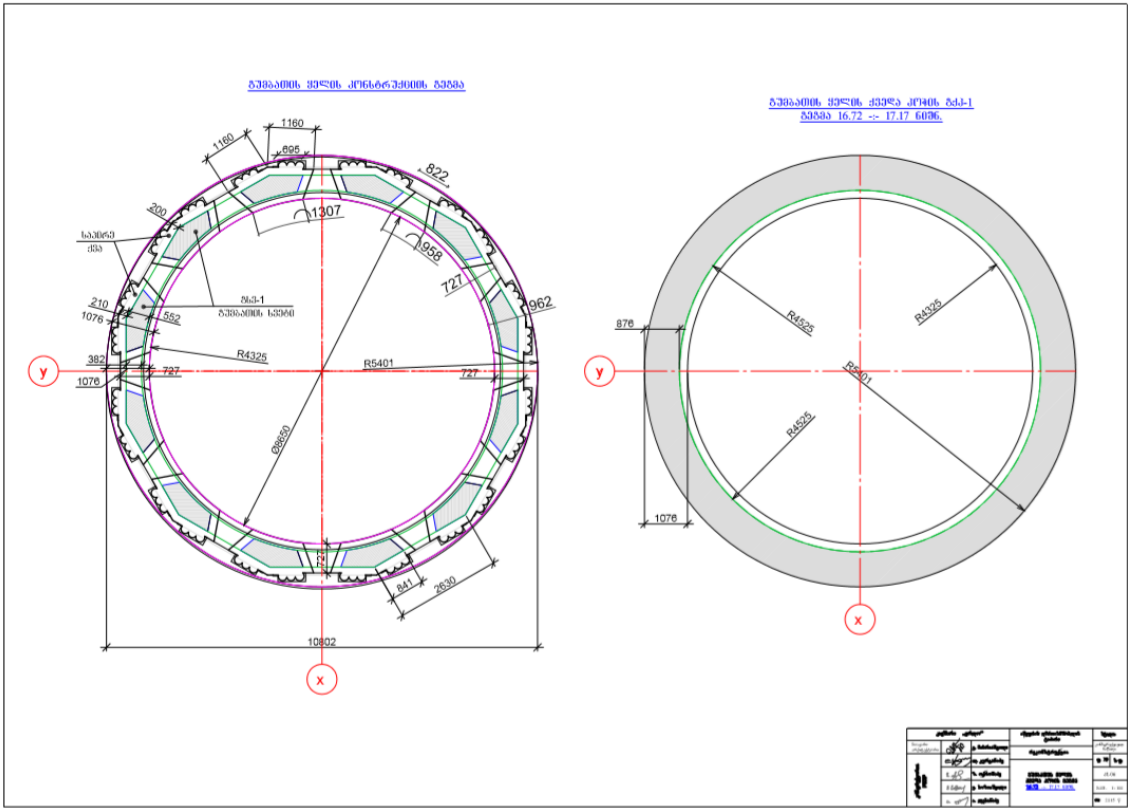
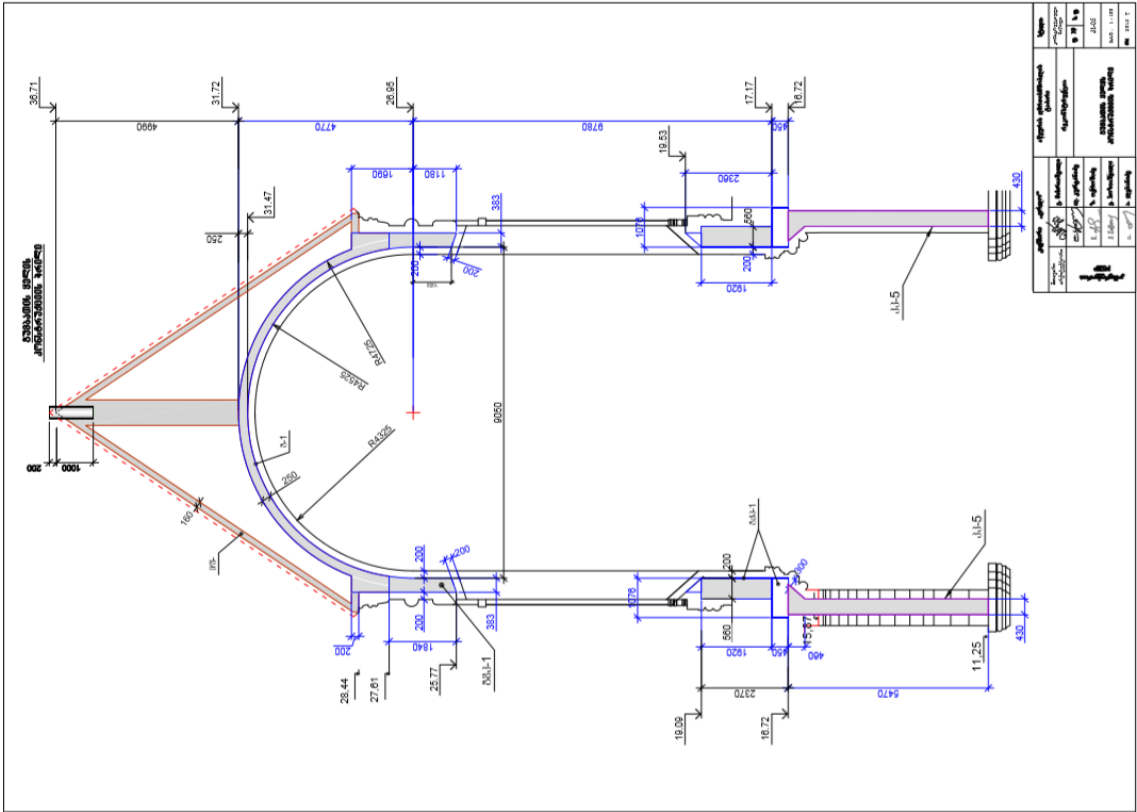


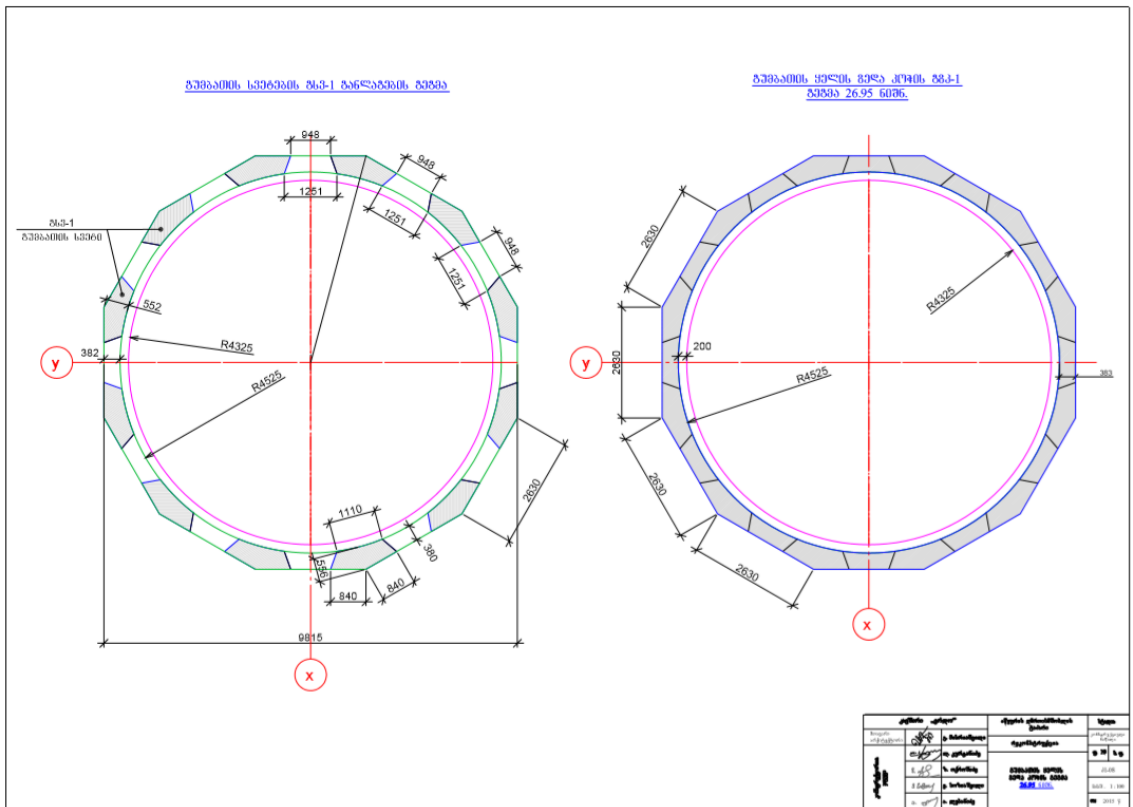
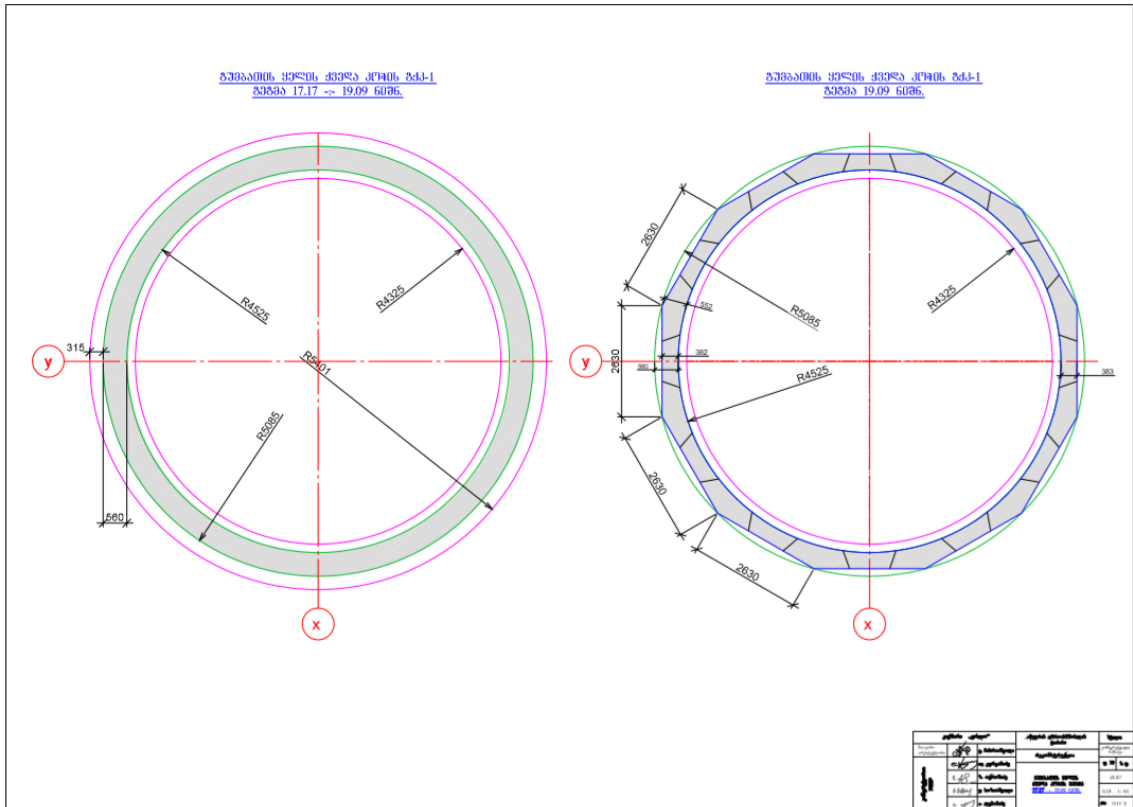
შპს "სადასახურებო და სასაწყობო კონსტრუქციების კომპანია" ს.პ. 13.97 6096.

N	შენიშვნა	მასალა	სიმაღლე	ფუნდამ. № 1-
1	ბეტონის ფუნდამენტი	ბეტონი	1	10-10
2	"	ბეტონი	1	10-10
3	"	ბეტონი	1	10-10
4	"	ბეტონი	1	10-10
5	"	ბეტონი	1	10-10

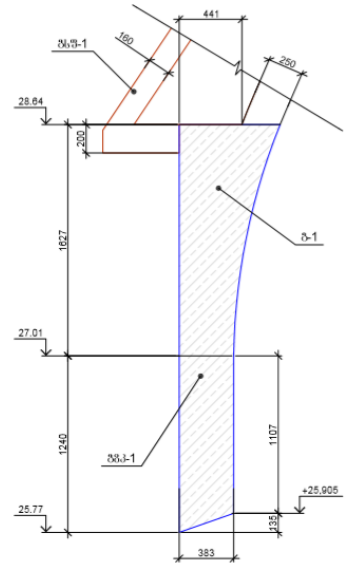
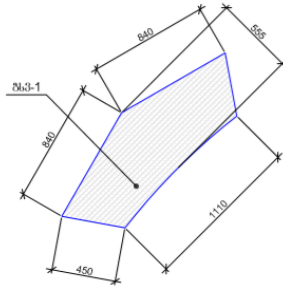
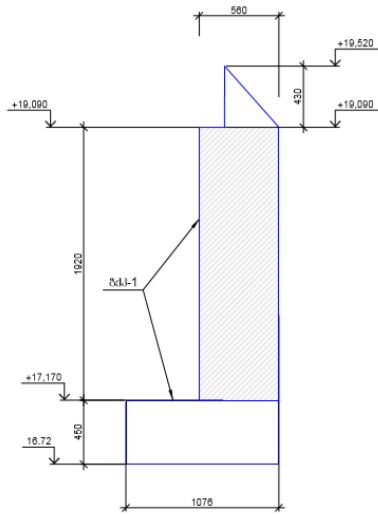
1. შპს "სადასახურებო და სასაწყობო კონსტრუქციების კომპანია" ს.პ. 13.97 6096.

სტადია	თარიღი	გამომკვეთი	შეამუშავებელი	სტრუქტურული ინჟინერი	სტრუქტურული ინჟინერის მოწმობის №
პროექტი	2017	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	1010
შეამუშავდა	2017	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	1010
შეამუშავდა	2017	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	1010
შეამუშავდა	2017	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	ს. პაპიაშვილი	1010



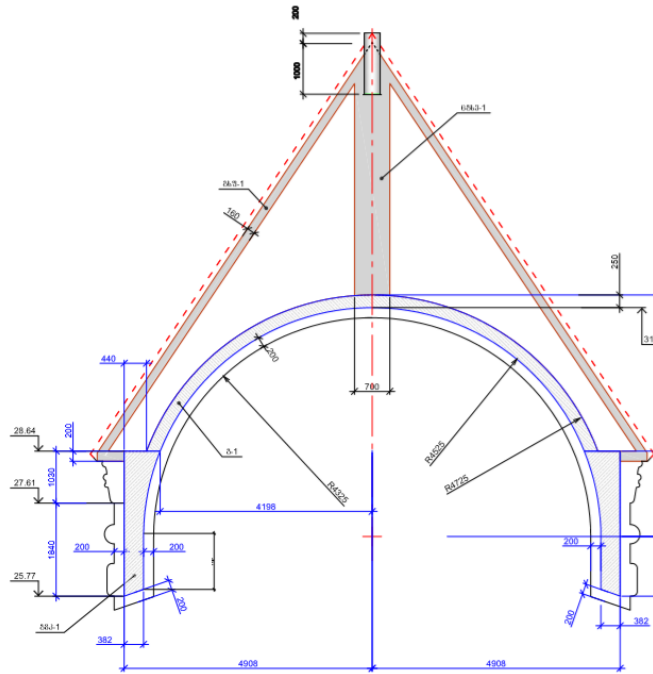


ՃՅՈՒՑՈՒՆ ԳՐԱԾԻ ԿՐԵՆՃԵՆՅՈՒՆՆԵՐԻ ԿՅՈՒՑՈՒՆ



Ճարտարապետ	Վարչական	Վարչական	Վարչական
Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ
Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ
Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ

ՃՅՈՒՑՈՒՆ ԳՐԱԾԻ ԿՐԵՆՃԵՆՅՈՒՆՆԵՐԻ ԿՅՈՒՑՈՒՆ



Ճարտարապետ	Վարչական	Վարչական	Վարչական
Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ
Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ
Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ	Ս. ԿՐԵՆՃԵՆՅԱՆ

