

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გიორგი მამარდაშვილი

„ქართული საკულტო ძეგლების აღდგენა-გაძლიერების
კონსტრუქციული ღონისძიებები“

სადოქტორო პროგრამა მშენებლობა

შიფრი 0406

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2020 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში

სამშენებლო ფაკულტეტი

სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: ასოცირებული პროფესორი ა. ლებანიძე

თანახელმძღვანელი: პროფესორი თ. ხმელიძე

რეცენზენტები:-----

დაცვა შედგება 2020 წლის „-----“,-----,-----საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

„მშენებლობის“ საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოს

სხდომაზე, კორპუსი I, აუდიტორია-----

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 68.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოს მდივანი პროფესორი დ. ტაბატაძე

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა: ქართული საკულტო ძეგლები-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-გადლიერება ჩვენი წინაპრებისთვის უმნიშვნელოვანესი იყო.

ჩვეულებრივი შენობა-ნაგებობებისაგან განსხვავებით, კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლების აღდგენა-გადიერებისას უნდა გავითვალისწინოთ მისი კონსტრუქციული უნიკალურობა. მისი გაძლიერება უნდა მოხდეს ფაქიზად, აღდგენის პროცესის მუდმივი მონიტორინგით. მიწისძვრისგან 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 სქემით - გუმბათით, ანუ გადასვლა ხდება ერთი კონსტრუქციული სქემიდან სხვა კონსტრუქციულ სქემაზე.

მეცნიერული სიახლე: ძირითად მეცნიერულ სიახლეს წარმოადგენს შემოთავაზებული ახალი ტიპის ანტისეისმური კვანძის კონსტრუქციული სქემა, რომელიც ტაძრის გუმბათის ყელსა და აფრების შემკრავ საყრდენ რგოლს შორის ეწყობა. ეს არის დემპფერული სისტემა, რომელიც სეისმოჩამხშობ სისტემას წარმოადგენს. რამდენადაც ცნობილია, ამ ტიპის კონსტრუქცია ტაძრების მშენებლობის და აღდგენა-გადიერების პრაქტიკაში ჯერ-ჯერობით არ ყოფილა გამოყენებული, ამდენად ის წარმოადგენს სიახლეს.

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს: საქართველოში მშენებარე ტაძრების აღჭურვა ახალი ტიპის ანტისეისმური კონსტრუქციული ღონისძიებებით. ხოლო შემდგომ მათი გამოყენება ქართული საკულტო ძეგლების, კერძოდ, ისეთი ტაძრების აღდგენა- გაძლიერებისას, რომელთაც გუმბათი აქვთ ჩამოქცეული. ამასთან უნდა მოხდეს მათი მომავალი ექსპლუატაციის პირობების შეფასება, ევექტური და უსაფრთხო კონსტრუქციული გადაწყვეტები, იერსახის ავთენტურობის სრული დაცვით. შეიქმნას ისეთი სეისმომდეგი კონსტრუქციული სისტემა, რომელიც ამ ადგილისათვის დამახასიათებელ საანგარიშო მიწისძვრის ინტენსივობას გაუძლებს ადამიანთა მსხვერპლის და მატერიალური ზარალის გარეშე.

კვლევის ობიექტი და მეთოდები: 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 დემპერების დანიშნულების უფრო დაკონკრეტებაც შესაძლებელია - მაქსიმალურად შევამციროთ აღნიშნულ საკონტაქტო ზონაში სეისმური მღუნავი მომენტების მნიშვნელობა, რაც მინიმუმამდე დაიყვანს გამჭიმავი ძაბვების მნიშვნელობას.

ამ მიზნის მისაღწევად შევარჩიეთ აწყურის ღმრთისმშობლის ტაძარი, რომლის აღდგენა-გაძლიერების სამუშაოები ამჟამად მიმდინარეობს.

კვლევის ძირითადი შედეგები და შედეგების გამოყენების სფერო: სადისერტაციო ნაშრომში ჩატარებული კვლევები და სიახლეები გვაძლევს იმის საფუძველს, რომ მოცემული მეთოდიკის დანერგვა და პრაქტიკული განხორციელება მნიშვნელოვნად აღმოფხვრის იმ პრობლემებს, რაც კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლის სტატუსის მქონე ტაძრების აღდგენა-

გაძლიერებისას ჩნდება. ამ ტიპის სეისმოდამცავი სისტემების გამოყენება შესაძლებელია არა მარტო ტაძრების აღდგენისას, არამედ მსგავსი ტიპის ნაგებობების აღდგენისას მათი იერსახის მაქსიმალურად შენაჩუნებით.

დისერტაციის მოცულობა და სტრუქტურა: დისერტაცია შედგება შესავლის, ოთხი თავის, ლიტერატურის მიმოხილვის, ძირითადი ნაწილის, დასკვნების, გამოყენებული ლიტერატურის და დანართებისგან. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება 134 ნაბეჭდი გვერდისაგან, ხოლო გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხა - 23 დასახელებისაგან.

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. მამარდაშვილი. გ., ანტისეისმური ღონისძიებები ხუროთმოძღვრების ძეგლებში. სტიდენტთა 86-ე სამეცნიერო საერთაშორისო კონფერენცია, თბილისი, 2018 წლის 19 ივნისი.
2. მამარდაშვილი. გ., ანტისეისმური ღონისძიებები სვეტიცხოველში. სტიდენტთა 87-ე სამეცნიერო საერთაშორისო კონფერენცია, თბილისი, 2019 წლის 19 ივნისი.
3. მამარდაშვილი გ., ლებანიძე ა., „ანტისეისმური ღონისძიებები ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლებში“, II საერთაშორისო სიმპოზიუმი „სეისმომედეგობა და საინჟინრო სეისმოლოგია“, თბილისი, საქართველო, 16.01.2019-17.01.2019.
4. მამარდაშვილი გ., ლებანიძე ა., „ანტისეისმური ღონისძიებები ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლებში“, II საერთაშორისო სიმპოზიუმი „სეისმომედეგობა და საინჟინრო სეისმოლოგია“, მოხსენებათა კრებული. გვ. 161-163.
5. მამარდაშვილი გ., ხმელიძე., „ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლის - ოშკის დაზიანების ხარისხის კვლევა“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, №1(54), 2020 წ.
6. მამარდაშვილი გ., „სეისმოდამცავი ღონისძიებების გამოყენება ქართული საკულტო ძეგლების აღდგენა-გაძლიერებაში“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, №1(54), 2020 წ.

ნაშრომის შინაარსი

ნაშრომის შესავალში მოცემულია თემის აქტუალობა, მეცნიერული სიახლე, სამუშაოს მიზანი და კვლევის პრაქტიკული ღირებულება.

პირველ თავში განხილულია არქიტექტურული ძეგლების აღდგენის საშუალებები; ძეგლების აღდგენისას არ არსებობს საერთო საკითხები, რომელიც ყველა ძეგლთან მიმართებაში შეიძლება გამოყენებულ იქნას. თითოეული არქიტექტურული ძეგლი გახლავთ პრინციპულად განსხვავებული, რომლის აღდგენისათვის საჭიროა კონკრეტული სამუშაოების ჩატარება; ეს დამოკიდებულია დაზიანების ხარისხზე, მის არქიტექტურაზე, გარემოს პირობებზე; დადგენილი სამუშაოების ხასიათი არის ინდივიდუალური, განსაკუთრებული ცალკეული ძეგლისთვის.

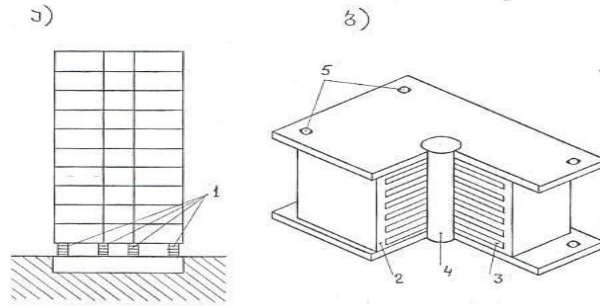
მოცემულია ქრისტიანული ტაძრების ეპოქალური დაყოფა, თუ როგორ იცვლიდა იერსახეს და მასშტაბებს ქართული ტაძრები ეპოქის ცვლილებასთან ერთად. ქრისტიანულმა ეკლესიამ ხუროთმოძღვართ სრულიად გარკვეული ამოცანა დაუსახა: უნდა შექმნილიყო საგანგებო შენობა, რომელიც ბევრ მლოცველს დაიტევდა და სარწმუნოებრივი რიტუალის ჩასატარებლად გამოდგებოდა. ახალი ამოცანის ამოხსნა ერთბაშად ვერ მოხდა: როგორც წერილობითი წყაროები, ისე უძველესი გადარჩენილი უძველესი ნიმუშები მოწმობენ, რომ თავდაპირველად მლოცველები მაინც ეკლესიის გარეთ იდგნენ, ეკლესიაში მხოლოდ მღვდელი შედიოდა.

ქართული ცენტრული ტაძრების ბირთვს შეადგენს კვადრატი, რომელზედაც აღმართულია გუმბათი და რომლის გარშემოც ვითარდება ჯვარისებრი გეგმა (ჯვარგუმბათოვანი). კვადრატზე დამყარებული გუმბათის თემა, გენეტიკურად უკავშირდება, ერთი მხრივ, ანალოგიურ კომპოზიციას წინა-აღმოსავლეთის ქვეყნების ძველ ხუროთმოძღვრებაში (მაგ. სასანური სასახლეები ირანში), მეორე მხრივ – რაც ძალიან არსებითია – ქართული ხალხური არქიტექტურის ტრადიციებს, კერძოდ, გლეხური 'დარბაზის' ტიპს,

რომელიც ქრისტიანობის გავრცელებამდე ბევრად ადრე შემუშავდა. კვადრატზე დასმული გუმბათის თემა, რომელმაც გადამწყვეტი როლი შეასრულა მთელ აღმოსავლურ-ქრისტიანულ საკულტო არქიტექტურის განვითარებაში, საქართველოსათვის ღვიძლი და ტრადიციული იყო, რაც თავს იჩენს საქართველოში სარწმუნოებრივი არქიტექტურის ჩასახვისთანავე.

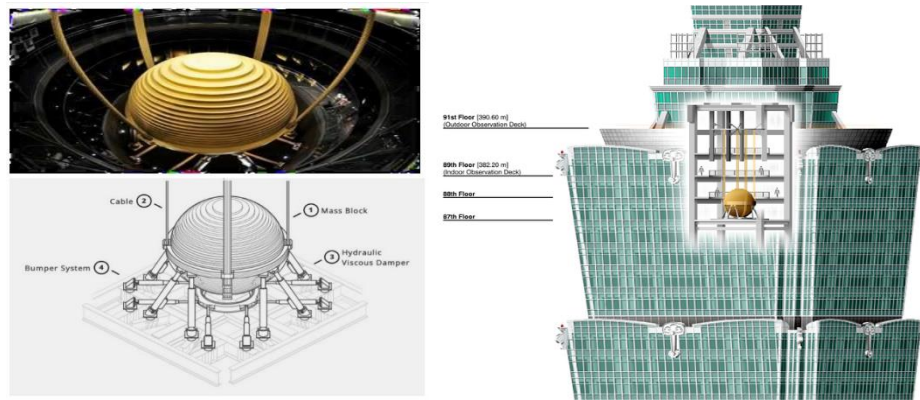
ბაზილიკის ტიპი, ანუ ხაზგასმით გამომჟღავნებული სიგრძივი ღერძის მქონე შენობა. რომელიც აგებულია გარკვეული ელემენტების რიტმული განმეორებით, ქართველი ხუროთმოძღვრებისათვის უცხო იყო; მაგრამ ამ ტიპს ნერგავდა ეკლესია, რადგან მას დასაწყისში ესაჭიროებიდა უკვე აღიარებული, სარწმუნოების მიერ ნაკურთხი ნიმუშები. ამავე დროს საქართველოში შემუშავდა ბაზილიკის თავისებური ვარიანტი, რომელსაც „**სამეკლესიიანი ბაზილიკა**“ ეწოდა: გარედან თავისი პროფილით იგი არ განსხვავდება ჩვეულებრივი სამნავიანი ბაზილიკისაგან, მაგრამ შიგნით ნაგები ერთმანეთისაგან ბოძებით კი არ არის გაყოფილი, არამედ კედლებითაა გათიშული, ანუ აქ ერთ შენობაში გაერთიანებულია სამი დამოუკიდებელი სამლოცველო. სამნავიანი და სამეკლესიიანი ბაზილიკის გვერდით, საქართველოში შემუშავდა უგუმბათო ნაგებობათა კიდევ ერთი, უმარტივესი სახე: **ერთნავიანი (ცალნავიანი) ეკლესია**.

ამავე თავში მოცემულია სეისმოდამცავი სისტემების სხვადასხვა სახეები, მათი მუშაობის პრინციპები. გარემო პირობების შესაბამისად, მათი გამოყენების უპირატესობა. საკმაოდ გავრცელებულია რეზინისა და ლითონისაგან დამზადებული საყრდენების გამოყენება საძირკველსა და შენობის მზიდ კონსტრუქციებს შორის საყრდენების ჰორიზონტალური სიხისტე ასჯერ ნაკლებია ვერტიკალურ სიხისტესთან შედარებით. ამის გამო ისინი საკმაოდ მტკიცენი არიან კუმშვისას და უზრუნველყოფენ ჰორიზონტალური გადაადგილების დრეკადობას.



ნახ.1. რეზინა-ლითონის საყრდენით შენობის სეისმოიზოლაცია

ინერციული დემპფერები. ინერციული დემპფერის მაგალითს წარმოადგენს სპეციალურად ტაიპეის შენობისთვის შექმნილი 660 ტონიანი რკინის ინერციული დემპფერი. მას ასევე უწოდებენ აგრეთვე ინერციულ ჩამხშობს, რომელიც წარმოადგენს ვიბრაციული კონტროლის მოწყობილობას. იგი წარმოადგენს მასიურ ბეტონის ბლოკს, რომელიც მოწყობილია მალღივ შენობაზე და რომელიც ირხევა განსახილველი შენობის რეზონანსული სიხშირით. სპეციალური ზამბარისებრი მექანიზმის საშუალებით სეისმური დატვირთვის (ზემოქმედების) დროს. განთავსებულია 87-92 სართულეებს შორის. ეს არის მსოფლიოში ყველაზე მასიური სფერო, რომელიც სპეციალურად ტაიპეისთვის შეიქმნა



ნახ.2. ინერციული დემპფერები

არქიტექტურული ძეგლების კონსერვაციის, რესტავრაციის, განახლების და ასლებით ჩანაცვლება - ესენია ის ღონისძიებები, რომელთა საშუალებითაც ხდება კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლთა დაცვა. კონსერვაცია (conservare) ნიშნავს შენახვას, შენარჩუნებას. ამგვარად, ძეგლის შენარჩუნების ძირითადი პოზიცია ყველაზე სუფთა სახით გამოიხატება კონსერვაციაში: კონსერვაცია წარმოადგენს ძეგლის შენარჩუნების უმთავრეს პრინციპს; ჩაატარო რესტავრაცია (restaurare) ნიშნავს აღადგინო; ვენეციის ქარტია აცხადებს, რომ რესტავრაციის მიზანია შეინარჩუნოს და გამოავლისნოს ძეგლის ესთეტიკური და ისტორიული ღირებულება და ეფუძნება ორიგინალური მასალის და ავთენტური დოკუმენტების პატივისცემას. რენოვაცია (renovare) ნიშნავს განახლებას და კონსერვაციასა და რესტავრაციასთან ერთად, წარმოადგენს ძეგლის შენარჩუნების მესამე ფართოდ გავრცელებულ მეთოდს, თუმცა იგი არ არის საგანგებოდ მოხსენებული ვენეციის ქარტიაში. განახლების უშუალო მიზანია ძეგლის ესთეტიკური მთლიანობის მიღწევა იმგვარად, რომ იგი „კვლავ ახალი გახდეს“.

მეორე თავში მოცემულია ტაო-კლარჯეთის ტაძრების დაზიანების ხარისხის კვლევა. დეტალურადაა აღწერილი ბანას, ოშკის, ხახულის თავდაპირველი არქიტექტურული იერსახე და მათი დღევანდელი მდგომარეობა. **ოშკი** — წმ. იოანე ნათლიმცემლის სახლობის X საუკუნის 50-60-იანი წლების უმნიშვნელოვანესი ქართული სამონასტრო ცენტრი ისტორიულ ტაოში, აგებულია საგანგებოდ ამოყვანილ სუბსტრუქციაზე, რომელშიც სამარხებია მოწყობილი. ტაძარი წარმოადგენს ტრიკონქს, თავისუფალი გუმბათით. ტაძრის ჯვრისებრი მოხაზულობა შენარჩუნებულია გარესაგეგმით, თუმცა აფსიდების სიმრგვალე არ ვლინდება, მოქცეულია რა სწორკუთხა მკლავებში. სიტყვა **ოშკი** არის უძველესი ზანურ-ჭანური ტოპონიმი, რომელიც **მეგრულ შქას**, შუას, შუა ადგილს უკავშირდება.

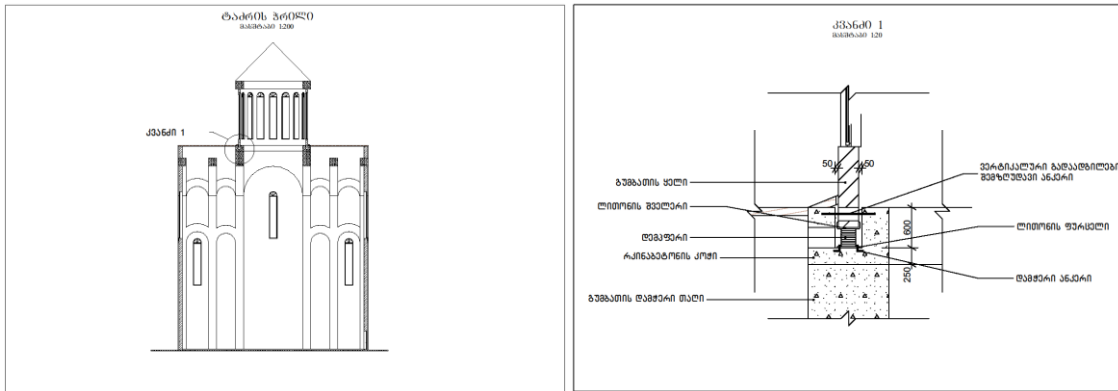


ნახ.3. ოშკი, ფასადი

მესამე თავში განხილულია რესტავრირებული ტაძრები, კერძოდ, ბაგრატის ტაძარი და წვეროსხევის ღვთისმშობლის სახელობის ტაძარი. მათი რესტავრაცია გადაწყდა მათი ნგრევის ხარისხის და საძირკვლის მდგომარეობის მიხედვით. მათი მზიდი ელემენტები გაძლიერებულია რკინაბეტონის ჩანართებით, რამაც მათ ავთენტურობას საფრთხე შეუქმნა.

მეოთხე თავი მთლიანად ეთმობა სადისერტაციო თემის კვლევას, გაანგარიშებებს და მეცნიერულ სიახლეს. ჩვენი წინაპრები მშრალი ქვის წყობისას კვადრებს, როგორც სეისმურ სარტყელს 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 ადგლია საშიში სეისმური ზემოქმედების დროს. ჩემი მიზანი იყო დაზიანებული ტაძრის გუმბათის აღდგენა მომხდარიყო ისე, რომ არ დაირღვეულიყო მისი ავთენტურობა. ქვემოთ ნახაზებზე მოცემულია ტაძრის ჭრილი აღდგენის შემდეგ დაგუმბათის ყელის კვანძები. სეისმოჩამხშობი სისტემების კონსტრუქციული გადაწყვეტა ხდება შემდეგნაირად: საყრდენ რგოლზე, რომელიც ასევე წარმოადგენს თაღების შემკვრელს, ეწყობა რკინაბეტონის ღარიანი სარტყელი. ღარში ჩაანკერდება ლითონის ფურცლები,

რომელზეც ეწყო და 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.



ნახ.4. ტაძრის ჭრილი და კვანძი1.

შეიქმნა კომპიუტერული საანგარიშო მოდელი, რომლის სივრცული გაანგარიშება შესრულდა სასრულ ელემენტთა მეთოდით თანამედროვე კომპიუტერული პროგრამების გამოყენებით. ზოგადად, სეისმოდაცვის სისტემის დანიშნულებაა 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.

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

აღმატება 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.

ჩვენი ამოცანის გადასაწყვეტად შევარჩიეთ აწყურის ღმრთისმშობლის ტაძარი, რომლის აღდგენა-გაძლიერების სამუშაოები ამჟამად მიმდინარეობს. **აწყურის ტაძარი** მდებარეობს სამცხე-ჯავახეთის მხარის ახალციხის მუნიციპალიტეტში სოფ. აწყურის ტერიტორიაზე. მისი დაარსება ანდრია პირველწოდებულის სახელს უკავშირდება, რომელსაც აქ დაუბრძანებია ღვთისმშობლის სასწაულმოქმედი ხელთუქმნელი ხატი. შემდგომ ამ ადგილას ვახტანგ გორგასალს აუგია საეპისკოპოსო ტაძარი, ხოლო IX-X საუკუნეებში კი ძველი ეკლესიის ადგილზე საკმაოდ დიდი ტაძარი აშენდა. დღეისათვის შემორჩენილია გუმბათოვანი ტაძრის ნანგრევები (გაირჩევა ორი ფენა - X-XI და XIII-XIV სს.). ფართობით იგი ყველაზე დიდი ეკლესია ყოფილა მთელ საქართველოში. გუმბათი და ყველა კამარა ჩამოქცეულია, დანგრეულია კედლის ზედა ნაწილებიც. აწყურის ტაძარი ბევრჯერ დაზიანებულა მიწისძვრებით და კვლავ აღუდგენიათ. XIII საუკუნის მიწურულში, ძლიერი მიწისძვრის დროს, როცა "სამცხეს საყდარი, ეკლესია და ციხე არსად დარჩა დაუქცევარი", "საყდარი აწყურისა დაიქცა". ტაძარი მალე აღადგინეს, რადგანაც იგი მესხეთის მთავარი სალოცავი იყო. როგორც ჩანს, ძველი ოსმალთა ბატონობის ბოლო წლებში საბოლოოდ დანგრეულა.

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.

ტაძრის არსებული მდგომარეობის ამოკვეთილი ფოტოკომპლექსი

საერთო ხედი 2015 წელი



ნახ.5.

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 (მ-150);

-საპერანგე ქვების კუთხეების დაბურღვა ($d=16$ მმ), ამავე დროს მანძილი ნაბურღებს შორის არ უნდა აღემატებოდეს 1000 მმ-ს; -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;

არსებული საპერანგე ქვების ჩამაგრების ღონისძიების მეორე ეტაპი:

-გასუფთავებული საპერანგე ქვების ზხარების და სიღრუვეების ინექციების სამუშაოები -დოზირებული წნევის ქვეშ შევსებული პოლიმერ-ცემენტის მომზადებული ხსნარით (M-150); -დაზიანებული და სალი 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 გაძლიერება სრულდება ჰორიზონტალური მიმართულებით, წყობის მთელ სიმაღლეზე, ბიჯით 600 მმ. პროექტის მიხედვით:

-გაიბურღოს კედლის კუთხის წყობა პროექტით მონიშნულ ადგილებში;

-ნაბურღი გულდასმით გაიწმინდოს მექანიკური წესით, გაირეცხოს წყლის ჭავლით და დოზირებული წნევის ქვეშ შეივსოს პოლიმერ-ცემენტის ხსნარით (მ-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.

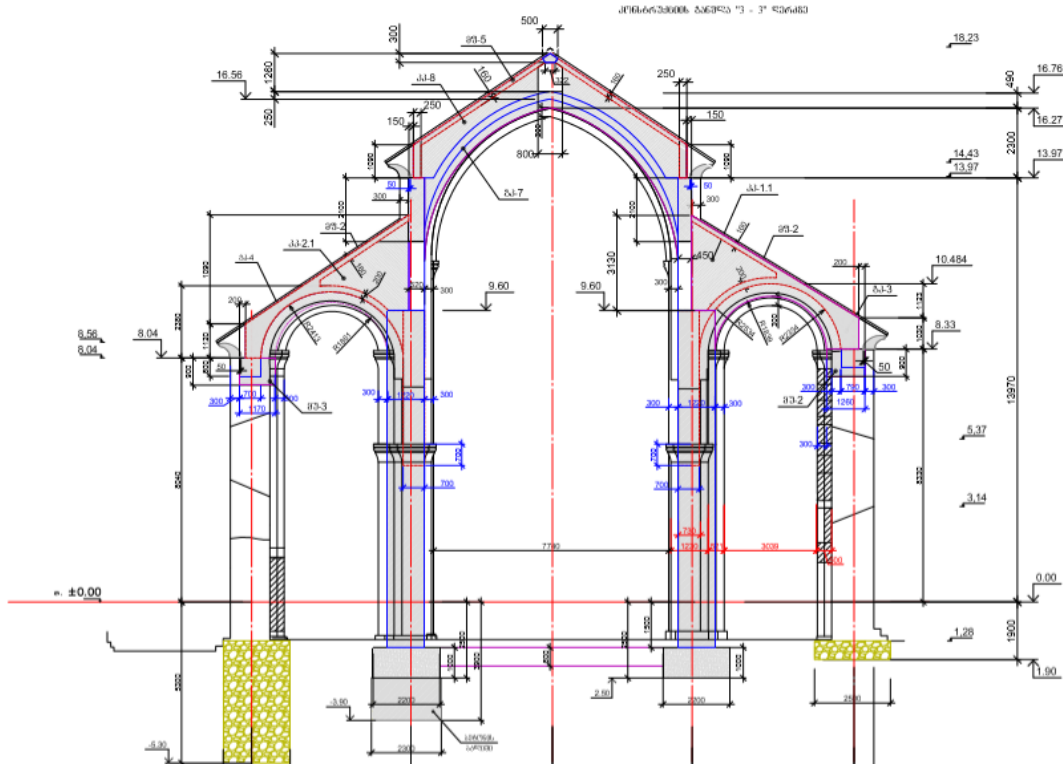
რკინაბეტონის სარტყელის მოწყობის ღონისძიება:

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

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

-გულდასმით გაიწმინდოს დაშლილი კონსტრუქციის ზედაპირი;

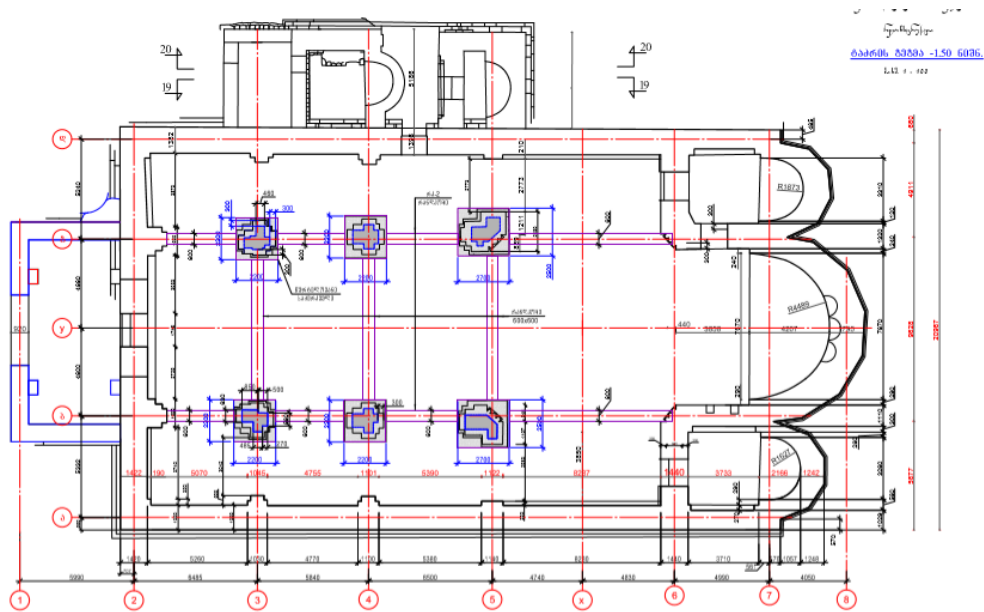
-კედლები დაიბურღოს, ნაბურღი ამოსუფთავდეს, ცემენტის ინექციის საშუალებით ჩამაგრდეს ანკერები ნაბურღში, მოეწყოს პერანგის არმირება და შესრულდეს კონსტრუქციის დაბეტონება;



ნახ.7. აწყურის მზიდი კონსტრუქციები

წინამდებარე პროექტის მიხედვით ტაძრის ძირითადი მზიდი კონსტრუქციის ფუნქცია დაკისრებული აქვს სვეტებს, რომლებიც მომზადდება ტაძრის დანარჩენი მზიდი კონსტრუქციებიდან (ანტრესოლების, თალების, კამარების, გუმბათის ყელის, გუმბათის და სახურავის კონსტრუქციებიდან) სტატიკური და დინამიკური (მათ შორის სეისმიური) დატვირთვების მისაღებად. ასეთ შემთხვევაში დამატებით მინიმალურად დაიტვირთება ტაძრის არსებული კედლები და როგორც სამანქანო ანგარიშებმა გვიჩვენა, თვითონ კედლების ჰორიზონტალური დეფორმაციები (გადაადგილებები) 8 ბალიანი სეისმიური ზემოქმედებისას აკმაყოფილებს სათანადო მოთხოვნებს. აწყურის ტაძრის ექვსი სვეტისთვის უნდა მოეწყოს წერტილოვანი მონ. რკ/ბ-ის საძირკველი, რომელიც უშუალოდ ან ბეტონის ბალიშის მეშვეობით უნდა დაეფუძნოს ძირითად ქანებს. 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.8. აწყურის ტაძრის გეგმა

შიდა თაღნარის (კარკასის) და არსებული კედლების კავშირი უნდა იყოს ხისტი: არსებულ კედლებში რკ/ბ-ის თაღნარის კონტურის გასწვრივ (ღარებში) მოეწყობა რკინაბეტონის ჩამალული ჩანართები, რომლებიც თავის მხრივ ანკერების საშუალებით ჩამაგრებული იქნება არსებულ კედლებში, ხოლო კარკასს დაუკავშირდება ტრადიციულად.

სადირკველის კონსტრუქციები

პროექტში განხილულია ორი ტიპის სადირკველი: 1. არსებული ლენტური სადირკველი ტაძრის პერიმეტრული კედლების ქვეშ ყორე-ქვის წყობისაა კირის

დულაბზე. 2. ახალი წერტილოვანი მონ. რკ/ბ-ის საძირკველი (n=6 ც.) წერტილოვანი საძირკვლები ერთმანეთთან უნდა დაკავშირდეს რკ/ბ-ის 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

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

აღსადგენ კედლებში ჩაშენებული მონოლითური რკინაბეტონის სვეტები -განივკვეთის სხვადასხვა ფორმის და ზომის. ჩაშენებული სვეტები წარმოადგენს დამაკავშირებელ კვანძს ტაძრის კედლებსა და კარკასს შორის. ჩაშენებულ სვეტსა და არსებულ კედლს შორის კავშირი განხორციელდეს არმატურის ანკერების საშუალებით. ბეტონი B-25 კლასის.

ქვების ჩამაგრება

დასამონტაჟებელი საპერანგე და ლავგარდანის ქვების ჩამაგრება განხორციელდეს ლითონის ანკერების მეშვეობით, პროექტში წარმოდგენილი დეტალების შესაბამისად. კამარების, თალების და გუმბათის ქვედა ზედაპირი მოეწყოს ხარაჩოების მეშვეობით, რომელზეც დალაგდება ტრადიციული მეთოდით (იხ. შესაბამისი არქიტექტურული ნახაზები(ნახ.43)) საპერანგე ქვები შესაბამისი ანკერებით. შემდეგ მოეწყოს არმირება და დაბეტონდეს კონსტრუქცია.

კედლის კონსტრუქციები

მონოლითური რკინაბეტონის კედლები და კოჭკედლები, რომელთა სიგანე ცვლადია; მათი მონტაჟი განხორციელდეს საპერანგე ქვების მონტაჟის პარალელურად.

ბეტონის ჩაწყობა შესრულდეს მშენებლობის ორგანიზაციის და სამუშაოთა წარმოების პროექტის შესაბამისად, მაგრამ ბეტონის ერთდროული ჩაწყობის სიმაღლემ არ უნდა გადააჭარბოს 1.5 მ-ს. ბეტონი B-25 კლასის. არსებულ ქვის კედლებში ჩაშენებული კედლის მონ. რკ/ბ-ის უბნები - სიგანით $b=0.20$ -:- 0.30 (მ); კედლის მონოლითური უბნები წარმოადგენს დამაკავშირებელ კვანძს ტაძრის არსებულ კედლებსა და გადახურვის რკინაბეტონის კონსტრუქციებს შორის. კედლის მონოლითურ უბნებსა და არსებულ ქვის კედლებს შორის კავშირი განხორციელდეს არმატურის ანკერების საშუალებით. ბეტონი B-25 კლასის.

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 ბემის მხრებს კაპიტელების სიბრტყეში. კოჭკედლების სიგანე $b=0.40$ -:- 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 ბეტონის ერთდროული ჩაწყობის სიმაღლემ არ უნდა გადააჭარბოს 1.5 მ-ს. ბეტონი B-25 კლასის.

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 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 განხორციელდეს 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 რკ/ბ-ის ფილისგან, რომელზეც მოეწყობა ლორფინის ქვის სახურავი. სისქე 0.16 მ., ბეტონი B-25 კლასის.

გაანგარიშება ჩატარდა გამოთვლითი კომპლექსის „LIRA SAPR-2016“-ის მეშვეობით, სასრულ ელემენტთა მეთოდის საფუძველზე. საანგარიშო მოდელი სივრცითია. 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:

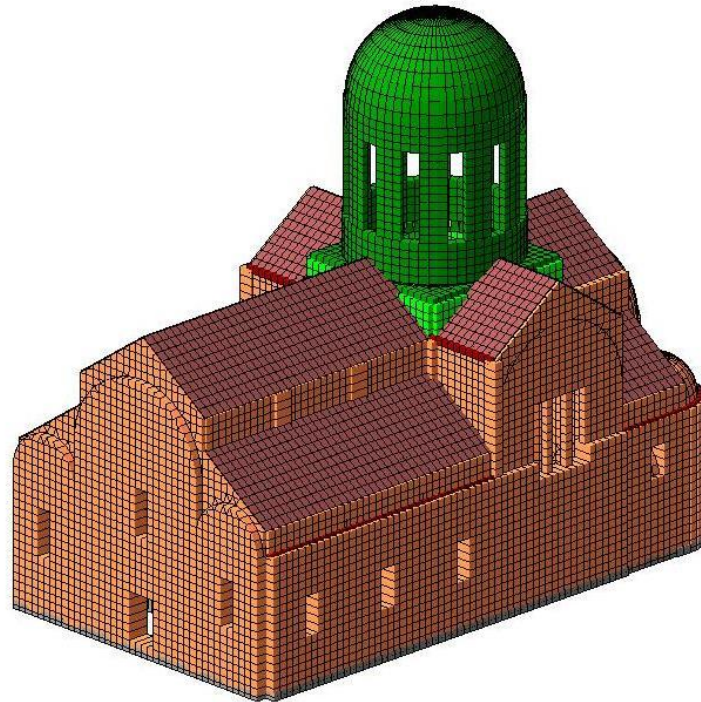
ქვის წყობის საწყისი დრეკადობის მოდული $E=5.2 \times 10^5$ ტ/მ²;

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 დროე-ბითი 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.10. სივრცითი საანგარიშო მოდელი

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

ნაგებობის წონა:

$Q=8290$ ტ;

გადამჭრელი ძალა სეისმიკისგან

სადირკვლის 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. 11);

Y ღერძის გასწვრივ $f_y=44.2$ მმ, (ნახ.12);

მღუნავი მომენტი სეისმიკისგან

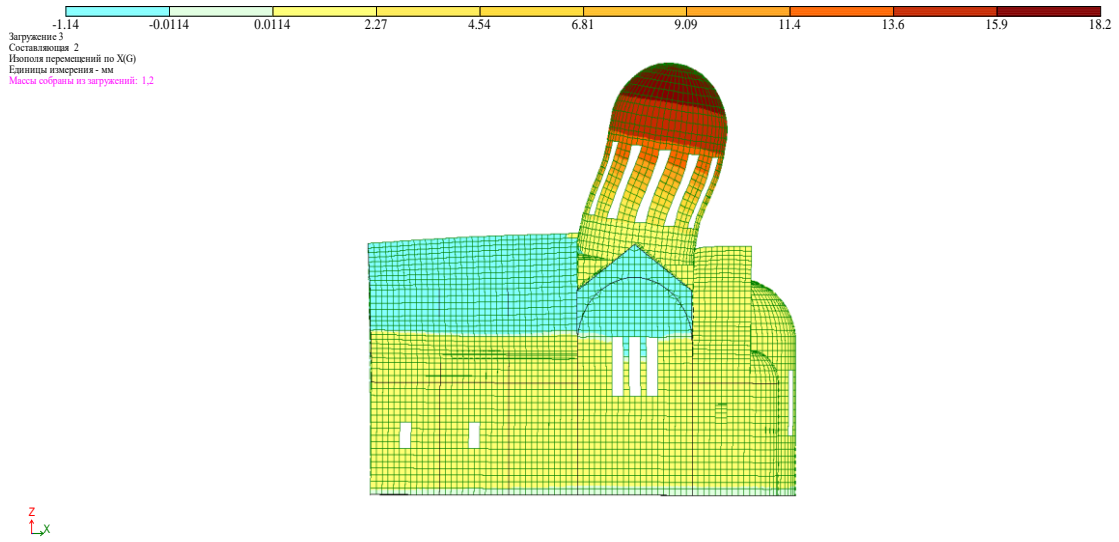
გუმბათის ყელის კედლებში:

$M_x=3.43$ ტმ (ნახ. 4), $M_y=6.47$ ტმ (ნახ.13);

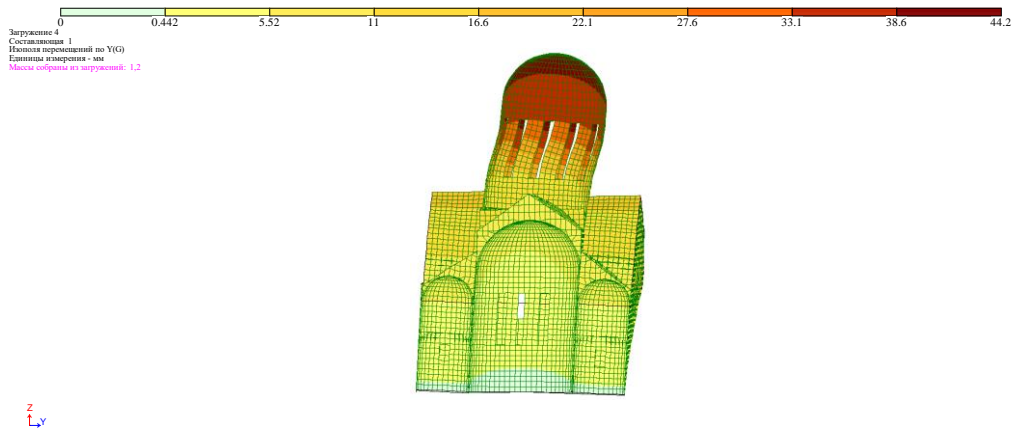
გამჭიმავი ძაბვა სეისმიკისგან

გუმბათის ყელის კედლებში:

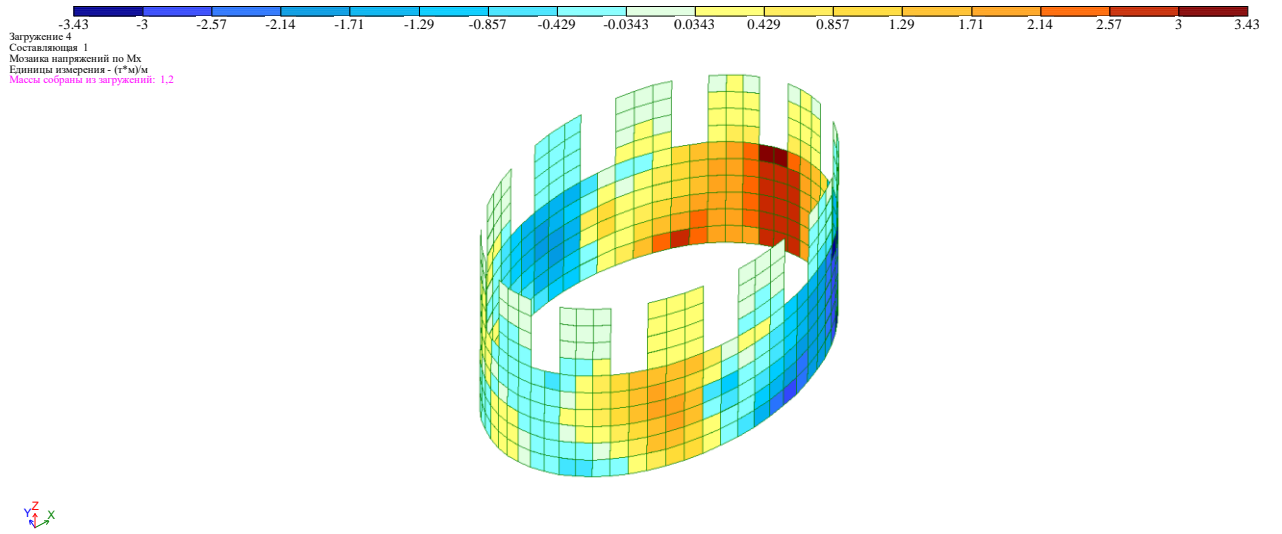
$s=4.87$ კგ/სმ² (ნახ. 14).



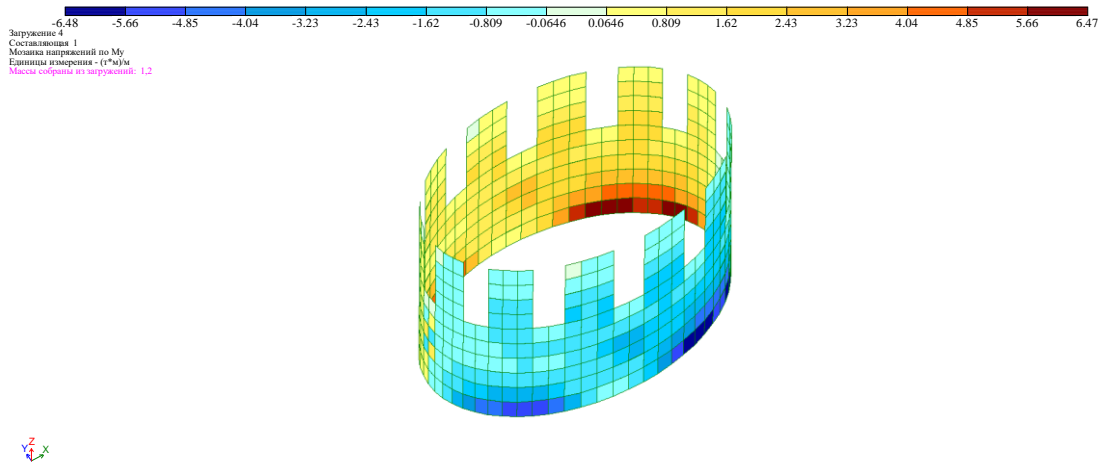
ნახ. 11. გადაადგილებები (X-ის მიმართ)



ნახ. 12. გადაადგილებები (Y-ის მიმართ)



ნახ. 13. Mx ძალების მოზაიკა



ნახ. 14. My ძალების მოზაიკა

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 $E=5.2 \times 10^5 \text{ტ/მ}^2$, პუასონის კოეფიციენტი $=0.25$; გრუნტის საგების კოეფიციენტი: კუმშვაზე $C_1= 5000 \text{ტ/მ}^3$, ძვრაზე $C_2= 7000 \text{ტ/მ}$. კედლების სისქე იცვლება 100 -:- 140 სმ-ის ფარგლებში. რკინაბეტონის ჩონჩხედში: დეროვანი 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 200კგ/მ^2) და ხანმოკლე (სახურავზე თოვლის ნორმატიული დატვირთვა 70კგ/მ^2); ქარის ნორმატიული დატვირთვა (50კგ/მ^2); სეისმიური ზემოქმედება (გრძივი, განივი და ვერტიკალური მიმართულებით). საანგარიშო სეისმიურობა არის 8 ბალი. არსებული ქვის კედლების სიმტკიცე შემოწმდა სასრულ ელემენტებში უდიდესი ექვივალენტური გამჭიმავი ძაბვის სიდიდით:

როგორც გაანგარიშების შედეგებმა აჩვენა, მაქსიმალური მკუმშავი ძაბვა ქვის წყობაში $=19.6 \text{კგ/სმ}^2$, ხოლო გამჭიმავი ძაბვა ქვის წყობაში $=2.7 \text{კგ/სმ}^2$. მაქსიმალური ძაბვა ლენტური საძირკვლების ფუძეში $=3.5 \text{კგ/სმ}^2$. მაქსიმალური ძაბვა წერტილოვანი საძირკვლების ფუძეში $=3.9 \text{კგ/სმ}^2$. ტ. ნაგებობის რხევის საკუთარი პერიოდი გრძივი მიმართულებით (X ღერძის გასწვრივ) $T= 0.25 \text{წმ}$, განივი მიმართულებით (Y ღერძის გასწვრივ) $T= 0.42 \text{წმ}$. სეისმიური ზემოქმედებისას (გუმბათის) მაქსიმალური გადაადგილება X ღერძის გასწვრივ $F_x=8 \text{მმ}$, Y ღერძის გასწვრივ $F_y=20 \text{მმ}$ 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 ჯვარგუმ-ბათოვანი ტაძრების ყველაზე სუსტი ნაწილის მედეგობას ჰორიზონტალურ დატვირთვებზე და შესაბამისად, გაზრდის მთლიანი ტაძრის სეისმომედეგობას.

დასკვნები

1. აღნიშნული ანტისეისმური ღონისძიება შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც მშენებარე, ისე დაზიანებული ტაძრების აღდგენა-გაძლიერებისთვის, როგორც ერთ-ერთი მეთოდი;
2. ამ მეთოდის გამოყენებით არ ირღვევა არქიტექტურული ძეგლის ავთენტურობა, რაც მნიშვნელოვანია კულტურული მემკვიდრეობისთვის;
3. კვლევის ანალიზით დადგინდა, რომ გუმბათის ყელში მოწყობილი სეისმოჩამხშობი სისტემა მნიშვნელოვნად ამცირებს რხევების სიხშირეებს, შესაბამისად ამპლიტუდას და ჰორიზონტალურ გადაადგილებას.
5. 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 ჯვარგუმ-ბათოვანი ტაძრების ყველაზე სუსტი ნაწილის მედეგობას ჰორიზონტალურ დატვირთვებზე და შესაბამისად, გაზრდის მთლიანი ტაძრის სეისმომედეგობას.
6. ტყვია-რეზინის დემპფერის შემთხვევაში მნიშვნელოვანია ბეტონის რეზინზე ხახუნის კოეფიციენტის სიდიდიდან გამომდინარე, მათი რაოდენობის განსაზღვრა;

7. ორივე ტიპის დემპერის ერთდროულად გამოყენების შემთხვევაში, ასევე მნიშვნელოვანია მათი რაოდენობისა და თანმიმდევრული მონაცვლეობის შეჩვევა; ეფექტი თვალშისაცემია, რადგან ზამბარა-დემპფერები მნიშვნელოვნად შთანთქავს გუმბათის ყელის და თვით გუმბათის ვერტიკალურ რხევებს, ხოლო რეზინა-დემპფერი ამცირებს სეისმური ძალების ჰორიზონტალურ ზემოქმედებას.

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 modulus 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 / m^2 on the patronymic) and short-term (normal snow load on the roof 70 kg / m^2); Normative wind load (50 kg / m^2); 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 / cm^2 , and the tensile voltage in the stone formation = 2.7 kg / cm^2 . Maximum voltage at the base of the ribbon foundations = 3.5 kg / cm^2 . Maximum voltage at the base of point foundations = 3.9 kg / cm^2 . T. The period of oscillation of the building in the longitudinal direction (along the X axis) $T = 0.25 \text{ s}$, 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.