



საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის  
ქართული უნივერსიტეტი

*ხელნაწერის უფლებით*

ინფორმატიკის, მათემატიკისა და საბუნებისმეტყველო  
მეცნიერებათა სკოლა (ფაკულტეტი)

საგანმანათლებლო პროგრამა - გეოფიზიკა

**ნინო გოგუაძე**

წარმოდგენილი ნაშრომის

**სვეტიცხოვლის ტაძრისა და მისი მიმდებარე  
ტერიტორიის კვლევა  
გეოფიზიკური მეთოდებით**

**ავტორეფერატი**

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა დოქტორის აკადემიური  
ხარისხის მოსაპოვებლად გეოლოგიაში

**მიმართულება - 05 საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი,  
დარგი/სპეციალობა - 0506 გეოლოგია**

თბილისი

2016

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია საქართველოს საპარტიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტის **ინფორმატიკის, მათემატიკისა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა** სკოლის (ფაკულტეტის) „გეოფიზიკის“ მიმართულებაზე.

სამეცნიერო ხელმძღვანელები: **მანანა კაჭახიძე**, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი.

**მამუკა ჯაბუტაშვილი**, დოქტორი გეოლოგიაში  
ოფიციალური ოპონენტები: **ავთანდილ თარხნიშვილი**, გეოლოგიურ-მინერალოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი.  
**მალხაზ გიგიბერია**, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი.

დისერტაციის დაცვა შედგება 2016 წლის „\_\_\_\_\_“ \_\_\_\_\_ საათზე, საქართველოს საპარტიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტის **ინფორმატიკის, მათემატიკისა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა** სკოლის (ფაკულტეტის) სადისერტაციო კომისიის სხდომაზე.  
მისამართი: 0162, თბილისი, ილია ჭავჭავაძის №53, პირველი კორპუსი, IV სართული, ილია ჭავჭავაძის სახელობის სხდომათა დარბაზი.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება საქართველოს საპარტიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტის სამეცნიერო ბიბლიოთეკაში სადისერტაციო მაცნე დაიგზავნა 2015 წლის „\_\_\_\_\_“

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი,  
ფიზიკა-მათემატიკის  
მეცნიერებათა დოქტორი

გიორგი მაქაცარია

## ს ა რ ჩ ე ვ ი

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. ნაშრომის ზოგადი დახასიათება.....</b>                      | <b>4</b>  |
| 1.1. თემის აქტუალობა.....                                       | 4         |
| 1.2. კვლევის ძირითადი მიზანი და ამოცანები.....                  | 5         |
| 1.3. ნაშრომის მეცნიერული სიახლე და ძირითადი შედეგები....        | 6         |
| 1.4. კვლევის თეორიული და მეთოდოლოგიური საფუძვლები ..            | 7         |
| 1.5. ნაშრომის თეორიული ღირებულება.....                          | 8         |
| 1.6. ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა.....                       | 8         |
| 1.7. ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა .....                       | 9         |
| <b>2. ნაშრომის ძირითადი შინაარსი .....</b>                      | <b>9</b>  |
| 2.1 შ ე ს ა ვ ა ლ ი.....  | 9         |
| 2.2. თავების ანოტაციები.....                                    | 9         |
| 2.3. დასკვნები.....   | 19        |
| რეკომენდაციები .....  | 20        |
| <b>3. დისერტაციასთან დაკავშირებული პუბლიკაციების ნუსხა.....</b> | <b>21</b> |

# 1. ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

## 1.1. თემის აქტუალობა

ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლი, დღემდე გადარჩენილთა შორის, საქართველოს საპატრიარქოს ყველაზე დიდი საეკლესიო ნაგებობა, სვეტიცხოველი მე-11 საუკუნეშია აგებული. ის თბილისიდან 20კმ მანძილზე, მცხეთაში მდებარეობს. იგი საუკუნეთა მანძილზე ქრისტიანული საქართველოს სარწმუნოებრივ ცენტრს წარმოადგენდა.

ტადარი გარშემორტყმულია გალავნით, რომელიც 1787 წელს აუგიათ მეფე ერეკლე მეორის ბრძანებით. შესასვლელი ჭიშკარი სამხრეთ კედელშია, ხოლო დასავლეთ მხარეს სამრეკლო და მე-11 საუკუნის კარიბჭეა-მაშინდელი ქართული საერო არქიტექტურის შესანიშნავი ნიმუში. გალავნის კედლის სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილის ქვეშ 1963-64 წწ. არქეოლოგიური გათხრების შედეგად გამოვლინდა მელქისედექ კათალიკოსის სასახლის ნაშთი ( XI საუკუნე).

მიუხედავად იმისა, რომ ტაძარმა მრავალი ცვლილება განიცადა, ძველი ფრესკების დიდი ნაწილი დაიღუპა, ხოლო კედლების შეეთეთრებამ ინტერიერს გამოაკლო მისი მხატვრული მთლიანობისათვის აუცილებელი სხვა ორგანული ელემენტებიც, იგი ახლაც დიდებულ შთაბეჭდილებას ტოვებს.

თუმცა, დღეს ტაძრის დამთვალიერებელი აშკარად ამჩნევს, რომ ტაძრის სამხრეთი კედლის ნაწილი, საძირკველთან ახლოს, სველია, ხელის შეხებისას კი პერანგი იფშვნება. ასევე ნესტიანია გალავნის ნაწილები, სისველე შეინიშნება არა მარტო სამხრეთ, არამედ გალავნის ჩრდილოეთ და დასავლეთ ნაწილებშიც.

მიუხედავად იმისა, რომ ტაძარს გარს უვლის ორი მდინარე - არაგვი და მტკვარი, ტაძარი არ აიგებოდა ისეთ პირობებში, რომ დროთა განმავლობაში მას საფრთხე შექმნოდა, მით უფრო, რომ ტაძარში იმთავითვე დაფლული იყო უფლის კვართი, ხოლო მოგვიანებით, როდესაც წმ. ნინოს მიერ აშენებულ ტაძრის ნანგრევებზე მეფე ვახტანგ გორგასალმა ახალი ტაძარი ააგო, როგორც ჩანს, ის უკვე მეფეთა საძვალედ იყო მოაზრებული.

უფრო მეტიც, ტაძარში, როგორც ცნობილია, საკმაოდ უსაფრთხო თავშესაფარიცაა მოწყობილი, სადაც ხალხი მტრის შემოსევისას აფარებდა თავს. ამგვარად, საფიქრებელია, რომ ტაძარს, საუკუნეების განმავლობაში, სინესტიტ კედლების შესუსტების და დაშლის თვალსაზრისით, არავითარი საფრთხე არ ემუქრებოდა.

ჩვენთვის არ არის ცნობილი წინა საუკუნეებში რა მდგომარეობა იყო, მაგრამ მე-20 საუკუნის 50-იან წლებში უკვე ჩნდება პირველი ცნობები ტაძრის ეზოში გრუნტის წყლის არსებობის შესახებ.

დღეს კი ეს პრობლემა თვალნათლივ ჩანს, მნიშვნელოვნად მატულობს ტაძრის სამხრეთი კედლის და გალავნის კედლების სისველე, ტაძრის საძირკველთან ახლოს კი, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ტაძრის პერანგი ხელის შეხებით იფშვება.

საკვალიფიკაციო თემა სვეტიცხოვლის ტაძრის დღევანდელი პრობლემების კვლევას ეძღვნება.

## **1.2. კვლევის ძირითადი მიზანი და ამოცანები**

კვლევის მიზანს წარმოადგენს მცხეთის სვეტიცხოვლის ტაძრის და გალავნის დასველების მიზეზების დადგენა, კვლევისთვის აუცილებელი გეოფიზიკური მეთოდების შერჩევა, დახვეწა და მათი გამოყენება კონკრეტული ობიექტების დეტალური შესწავლის მიზნით. კვლევის ფარგლებში ეტაპობრივად განხორციელდა შემდეგი ამოცანები:

- სვეტიცხოვლის ტაძრის შესახებ არსებული ლიტერატურის მოძიება, გაცნობა და კრიტიკული ანალიზი;
- საკვლევი ობიექტების - ტაძრის, ეზოსა და გალავნის კომპლექსური გეოფიზიკური მეთოდებით კვლევა: ძიების სეისმური მეთოდი, ძიების ელექტრული მეთოდი (ელექტრული პროფილირება და ვერტიკალური ელექტრული ზონდირება), ძიების რადიოლოკაციური მეთოდი;
- ჩატარებული კვლევების საფუძველზე ტაძრის სამხრეთი კედლის და გალავნის დასველების მიზეზის დადგენა.

- ტაძრის მიმდებარე ტერიტორიასა და საკუთრივ ტაძრის შიგნით დაზვერვითი სამუშაოების ორგანიზება და არქეოლოგიური ნაშთების ძიება რეკომენდაციების შემუშავების მიზნით.

### 1.3. ნაშრომის მეცნიერული სიახლე და ძირითადი შედეგები

ძიების გეოფიზიკური მეთოდებით კვლევების საფუძველზე დაზუსტებულია სვეტიცხოვლის ტაძრის ტერიტორიაზე გრუნტის წყლის დაგროვების და, საკუთრივ, ტაძრის სამხრეთი კედლის და გალავნის ნაწილების დასველების მექანიზმის თავისებურებები;

- კომპლექსურმა კვლევამ ტაძრის ეზოს დასავლეთ ნაწილში გამოავლინა ზედაპირიდან 4 მეტრზე დაწყებული და სიღრმეში (11 მეტრამდე) მიმავალი ორი თიხის ბალიშის არსებობა, რომელთა ერთობლივი სიგანეა (8 მეტრი), ხოლო ცალ-ცალკე, დაახლოებით (4 მეტრი); თიხის ბალიშები ტაძრისთვის წყლის ამრიდი ხელოვნურად მოწყობილი სისტემის ნაწილს წარმოადგენს;
- ტაძრის ჩრდილოეთი კედლის გასწვრივ არსებული, ნაყარი კულტურული ფენით, მსხვერპლშეწირვისა და ხანძრის დამადასტურებელი მასალით დღეს ამოვსებული არხი ტაძრის ეზოს წყლის დამცლელი ხელოვნურად მოწყობილი სისტემის ნაწილია;
- ტაძრის იატაკი ეყრდნობა ტაძრის დასველების საწინააღმდეგო ხელოვნურად შექმნილ სისტემას;
- ტაძრისთვის წყლის ამრიდი, ტაძრის დასველების საწინააღმდეგო სისტემა, ეზოში მოწყობილი თიხის ბალიშები და ეზოში დაგროვებული გრუნტის წყლის დამცლელი არხი, ერთობლივად ტაძრის ეზოს წყლის საწრეტ სისტემას წარმოადგენს;
- ტაძარში და ეზოში ჩატარებულმა კვლევებმა გამოვლინა ტაძრის სიღრმეში სიცარიელები, რომელიც შესაძლებელია უცნობი საფლავები იყოს.

## 1.4. კვლევის თეორიული და მეთოდოლოგიური საფუძვლები

გამოყენებითი (საძიებო) გეოფიზიკა, ანუ ძიების გეოფიზიკური მეთოდები წარმოადგენს დედამიწის ქერქის აგებულების კვლევის მეთოდებს, რომელიც ემყარება ფიზიკა-მათემატიკურ მეცნიერებათა საფუძვლებს, ტექნიკის თანამედროვე მიღწევებს, ხოლო კვლევებისთვის კი იყენებს დედამიწის სხვადასხვა ბუნებრივ და ხელოვნურად შექმნილ ფიზიკურ ველებს.

ძიების გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების შესაძლებლობა განისაზღვრება იმით, რომ ამ ველების განაწილება დედამიწის ზედაპირზე დამოკიდებულია დედამიწის როგორც საერთო აგებულებაზე, ასევე მისი შემადგენელი ქანების ფიზიკურ თვისებებსა და, რაც მთავარია, მათი განაწილების არაერთგვაროვნებაზე.

ქანებისა და, შესაბამისად, მათი ფიზიკური თვისებების არაერთგვაროვნება განაპირობებს დედამიწის ფიზიკური ველების ანომალიებს - გეოფიზიკურ ანომალიებს, რომელთა მიხედვით შესაძლებელია საკვლევი რეგიონის გეოლოგიური აგებულების დადგენა.

გამოყენებითი გეოფიზიკა იყენებს რა სხვადასხვა მეცნიერებათა (ფიზიკა, მათემატიკა, კომპიუტერული ტექნოლოგიები, გეოლოგია, გეოქიმია) კვლევის შედეგებს, საკმაოდ მაღალი სიზუსტით წყვეტს გეოლოგიურ, ნავთობის, გაზის და სხვა წიაღისეულის, საინჟინრო გეოლოგიურ, ჰიდროგეოლოგიურ, არქეოლოგიურ, ეკოლოგიურ ამოცანებს, ამასთან მეტად ეკონომიურია და სწრაფი; დასმული ამოცანის ხასიათის მიხედვით ამ მეთოდებით ჩატარებული ძიების ჩაწვდომის სიღრმე შეიძლება რამდენიმე ათეული სანტიმეტრიდან (არქეოლოგიური ძეგლების ძიება) რამდენიმე ათეულ კილომეტრამდე (დედამიწის ქერქისა და ზედა მანტიის აგებულების შესწავლა) იცვლებოდეს.

ძიების გეოფიზიკური მეთოდებით კვლევებს, სხვა მეთოდებით კვლევებისგან განსხვავებით, ის უპირატესობა აქვთ, რომ ამ მეთოდებით მუშაობისას არ იცვლება გარემო

## 1.5. ნაშრომის თეორიული დირებულება

სვეტიცხოვლის ტაძრის შესწავლის შედეგები ნათლად მეტყველებს, რომ საჭიროა სვეტიცხოვლის ეზოს და საკუთრივ ტაძრის შესწავლა ძიების გეოფიზიკური მეთოდების კომპლექსით; ტაძრის და მიმდებარე ტერიტორიის დეტალური გამოკვლევის თვალსაზრისით განსაკუთრებით ეფექტურია ელექტრული და რადიოლოკაციური მეთოდები; მნიშვნელოვანია არქეოლოგიური კვლევების ჩატარება სვეტიცხოვლის ტაძრის ეზოში აღმოჩენილი გრუნტის წყლის სადრენაჟო სისტემის დათარიღების თვალსაზრისით.

აღნიშნული კვლევების საფუძველზე შეიძლება დავუშვათ, რომ წყლის საწრეტი სისტემა იმდენად დახვეწილი და სრულყოფილი იყო, რომ ტაძარს საუკუნეების განმავლობაში საფრთხე არ შექმნია.

ცხადია, ამგვარი სისტემის არსებობა არ არის გამორიცხული საქართველოს სხვა, მდინარის პირას და ჭალაში აშენებულ ტაძრებშიც, რაც გამოკვლევული უნდა იქნეს.

კვლევებს უალრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს მსოფლიო ცივილიზაციაში ქართული ხუროთმოძღვრების წვლილის სწორად განსაზღვრის თვალსაზრისით, რადგან ჯერ კიდევ მეხუთე საუკუნის საქართველოში არსებობდა არა მხოლოდ ტაძრის სინესტისგან დამცავი სისტემა, კამბოჯის დღეს საოცრებად აღიარებული, მე-12 საუკუნეში აგებული ანგკორ-ვატის მსგავსად, არამედ უფრო რთული, ტაძრის შემოგარენის წყლის საწრეტი სისტემაც.

## 1.6. ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა

პრაქტიკული თვალსაზრისით, ნაშრომი მნიშვნელოვანია საკვლევ ობიექტზე ტაძრის სამხრეთი კედლის, გალავნის ნაწილების დასველების და ეზოში გრუნტის წყლებისგან დაცლის შესაძლებლობის დადგენის და ტაძრის გადარჩენის თვალსაზრისით.

კვლევების გაგრძელების და ჭალაში აშენებული სხვა ტაძრების შესწავლის შემთხვევაში არ არის გამორიცხული, რომ



საქართველოს ტაძრების მშენებლობის ისტორია სრულიად ახალი, დღემდე უცნობი ფაქტებით გამდიდრდეს.

აღნიშნული კვლევების ჩატარებით შესაძლებელი ხდება სხვა ისეთი ტაძრების გადარჩენაც, რომელიც დღეს სვეტიცხოვლის ტაძრის ბედს იზიარებენ.

## **1.7. ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა**

ნაშრომი წარმოდგენილია 100 ნაბეჭდ გვერდზე და შედგება შესავლის, 3 თავის, დასკვნის, ციტირებული ლიტერატურის ჩამონათვალისგან (25 დასახელება), 37 ნახაზის და 2 ცხრილისგან.

## **2. ნაშრომის ძირითადი შინაარსი**

### **2.1 შესავალი**

სადისერტაციო ნაშრომში განხილულია ძიების გეოფიზიკური მეთოდების როლი და შესაძლებლობები ტაძრების და მათი ტერიტორიების კვლევაში, მოცემულია ძიების იმ გეოფიზიკური მეთოდების მიმოხილვა (წინააღმდეგობის მეთოდი, ელექტროპროფილირება, ვერტიკალური ელექტრული ზონდირება, გეორადიოლოკაცია, ძიების სეისმური მეთოდი), სამუშაოების წარმოების მეთოდიკა და გამოყენებული აპარატურის მოკლე აღწერა და შესაძლებლობები, რომელიც გამოყენებულია საკუთრივ სვეტიცხოვლის ტაძრის და მისი მიმდებარე ტერიტორიის კვლევისას.

### **2.2. თავების ანოტაციები**

სვეტიცხოვლის ტაძრის და ეზოს შესწავლა გეოფიზიკური მეთოდებით, შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან:

**პარაგრაფი 2.1- კვლევის მიზანი**, აღწერილია სვეტიცხოვლის ტაძრის დღევანდელი მდგომარეობა, კერძოდ, სვეტიცხოვლის სამხრეთი კედლის დათვალიერებისას შეუიარაღებელი თვალითაც ნათლად ჩანს, რომ კედელი სველია და ამ ადგილებში დაწყებულია პერანგის დაშლა კედლის ძირში, საძირკველთან ახლოს. ასევე სისველე შეინიშნება ეზოს გალავნის კედლებზეც.

ეს ფაქტი იმაზე მეტყველებს, რომ ტაძრის საძირკველში დგას წყალი და შეიძლება ის მუდმივადაც კი მიედინება ტაძრის ქვეშ.

დისერტაციაში დასმულია ამოცანა, დადგინდეს სვეტიცხოვლის ტაძრის სამხრეთი კედლის და გალავნის კედლების დასველების მიზეზები.

**პარაგრაფი 2.2 - ზოგიერთი ცნობა შესასწავლი ობიექტის შესახებ**, მოცემულია ტაძრის მოკლე ისტორიული მიმოხილვა, ტაძრის ეზოს და გალავნის აღწერა, ცნობები ტაძრის სარესტავრაციო სამუშაოების შესახებ.

**პარაგრაფი 2.3-რეგიონის მოკლე გეოგრაფიულ-გეოლოგიური.**

**პარაგრაფი 2.4- უბნის ჰიდროგეოლოგიური დახასიათებები.**

**პარაგრაფი 3.1 - ჩატარებული კვლევები**, ამ ქვეთავში აღწერილია ჩატარებული კვლევა, რომელიც ლოგიკურადაა დაკავშირებული ადრე, სხვა მეცნიერების მიერ ჩატარებულ კვლევებთან, გადაწყვეტილია დისერტაციაში დასმული საკვლევი ამოცანა და შემუშავებულია რეკომენდაციები.

2010-2011 წელს „კულტურული მემკვიდრეობის დაცვის ეროვნული სააგენტოს“-დაკვეთით ეზოს ტერიტორიაზე ჩატარდა სამუშაოები, რომლის მიზანი იყო მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების დაზუსტება, რისთვისაც მოხდა გრუნტის წყლების დონეებზე ერთწლიანი რეჟიმული დაკვირვება.

ეზოს ტერიტორიაზე, ტაძრის ირგვლივ, შერჩეულ ადგილებში, 10–13 მ სიღრმის 4 ჭაბურღილი გაიბურღა, აიგო ჭაბურღილების გეოლოგიურ-ლითოლოგიური სვეტები, უბნის გეოლოგიური ჭრილები და გრაფიკები.

აღმოჩნდა, რომ ეზოს ტერიტორიაზე, მხოლოდ ხშირ და უხვნალექიან პერიოდში, ტაძრის დასავლეთით გაბურღილ ორ ჭაბურღილში ადგილი ქონდა წყლის დონის საშუალოდან მაქსიმალურ გადახრას (0,82 -0,70 მ), ხოლო გრუნტის წყლის

დონის ცვალებადობა არ აღინიშნა ტაძრის სამხრეთით მდებარე ორ ჭაბურღილში და დარჩა საშუალო დონის ფარგლებში. ეს მდგომარეობა შეიძლება აიხსნას მდინარეების არაგვის და მტკვრის ხეობების სიახლოვით, რაც ქმნის გრუნტის წყლის დრენირების ხელსაყრელ პირობებს ამ მიმართულებით.

აღმოჩნდა, რომ ტაძრის მოედანზე გავრცელებული გრუნტის წყალი წარმოადგენს ატმოსფერული ნალექების ინფილტრაციის შედეგს და მისი დონის ცვალებადობა დამოკიდებულია მოსული ნალექების ინტენსივობაზე.

რუკაზე ნათლად ჩანს გრუნტის წყლის მოდინება ჩრდილოეთიდან და ჩრდილო-დასავლეთიდან და მისი განტვირთვა სამხრეთის და აღმოსავლეთის მიმართულებით.

ამასთან, პროფ. დ მშენიერაძის მიერ 1950 წელს ჩატარებული კვლევების თანახმად, ტაძრის მოედანთან ზაჰესის წყალსაცავის სიახლოვე, მისი წყლის სარკის ნიშნულის გათვალისწინებით (448,0 0,5 მ), არ წარმოადგენს დაბრკოლებას გრუნტის წყლის განტვირთვის გზაზე. წყალშემცავი ჰორიზონტის წყალგუმტარი საგების (ძირითადი თიხები) ნიშნულები 450,30–452,70 მ-ის ფარგლებშია და 2–4 მ-ით მაღლა მდებარეობს წყალსაცავში წყლის დონესთან შედარებით.

მიუხედავად ამისა, დღეს ტაძარში და ტაძრის ეზოში სავალალო მდგომარეობაა.

ცხადია, რომ იმ ტიპის და დანიშნულების ნაგებობა, როგორც სვეტიცხოველია, თავიდანვე არ აშენდებოდა ისეთ პირობებში, რომელიც შექმნიდა მისი დაზიანების და, შესაძლოა, დანგრევის საშიშროებას. ისიც გასათვალისწინებელია, რომ მცხეთის 1275 წლის მიწისძვრამ ტაძარი საგრძნობლად დააზიანა და ის განაახლეს. ეს მეტყველებს იმაზე, რომ ტაძრის შემოგარენსა და საკუთრივ, ეზოში, საძირკველში წყლის დაგროვების თვალსაზრისით თუ იქნებოდა აგრესიული გარემო, ტაძარი ასეთ ადგილზე აღარ განახლდებოდა.

უფრო მეტიც, ტაძრის აშენების და მისი განახლების დროს ეს პრობლემა არ არსებობდა, ანდა წყლის დაგროვების საკითხი მშენებლების მიერ ცალსახად იყო გადაწყვეტილი და ტაძარს არავითარი საშიშროება არ უნდა დამუქრებოდა არა მარტო მშენებლობის დროს, არამედ მომავალშიც. მით უფრო, რომ აქ

დაფლულია კვართი, და გარდა ამისა, იმთავითვე, როგორც ჩანს, ტაძარი საქართველოს მეფეთა ერთ-ერთ სამკვალედაც იყო მოაზრებული.

ამგვარად, უნდა ვივარაუდოთ, რომ ტაძრის ეზოში და მით უფრო, მისი სამირკვლის მახლობლობაში, წყლის არსებობა გამორიცხული უნდა ყოფილიყო.

პრობლემის გადასაწყვეტად და ტაძრისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის შესასწავლად საჭირო გახდა გეოფიზიკური კვლევების ჩატარება.

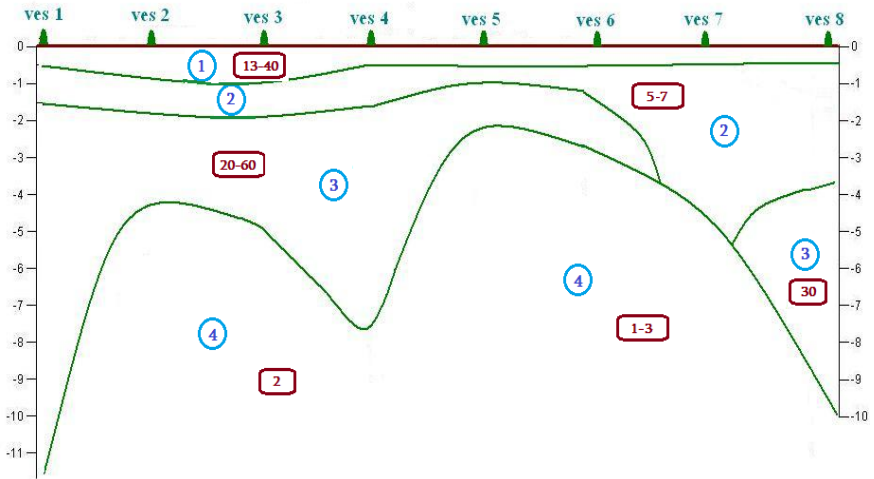
საკითხის კვლევისას ჩვენი ყურადღება მიიქცია ბატონი დ. მშვენთერაძის ერთმა ჩანაწერმა, სადაც აღნიშნულია, რომ თავიდანვე ტაძარი აშენებული იყო ბორცვზე. აღმოსავლეთიდან, ჩრდილოეთიდან და ჩრდილო-დასავლეთის მხრიდან, როგორც მშვენთერაძე წერს, მაშინ იყო ღრმა ხრამი (ან თხრილი), რომელიც მოგვიანებით ამოივსო ნაყარი კულტურული ფენით. კულტურულ ფენაში ბევრია ხის ნახშირი - მსხვერპლშეწირვისა და ხანძრის დამადასტურებელი მასალა. შექმნილი ვითარება ნათლად მეტყველებს იმ ფაქტზე, რომ სვეტიცხოვლის ტაძარს და მიმდებარე ტერიტორიას ბოლო ხანებში შეექმნა დღევანდელი საგანგაშო მდგომარეობა.

გაჩნდა მოსაზრება, რომ ეს ხრამი (ან თხრილი) შესაძლოა ყოფილიყო გრუნტის წყლისგან ტაძრის ეზოს დამცველი, საწრეტის (დრენაჟის) ტიპის სპეციალურად მოწყობილი ნაგებობა ანდა მისი ნაწილი.


ჩვენს მიერ, ძიების გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენებით, ჩატარდა სეისმური და ელექტრომეტრიული სამუშაოები. სამუშაოები ჩატარებულია 140 მეტრზე აღმოსავლეთიდან დასავლეთის მიმართულებით, ხოლო 30 მეტრ მანძილზე ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით, ტაძრის ჩრდილოეთ მხარეზე, გალავანსა და საკუთრივ ტაძარს შორის.

კვლევების შედეგებმა უჩვენა, რომ ეზოს ჩრდილოეთ ნაწილში არსებობს თიხის თაღოვანი ფორმის შრეები, რომელიც იწყება დედამიწის ზედაპირიდან 4-მეტრის მანძილიდან და მიდის სიღრმეში, ერთი მდ. მტკვრის და მეორე მდ. არაგვის მიმართულებით. მეორე ბოლოებით ეს თაღები ერთმანეთს

უერთდება დაახლოებით ზედაპირიდან 7–8 მეტრის სიღრმეზე (ნახ. 1).



**ნახ. 1** ვეზებით მიღებული შედეგები. გეოელექტრული ჭრილი ვეზ 1-ვეზ 8-ის პროფილის გასწვრივ. 1- ნაყარი თიხა სამშენებლო ნარჩენებით; 2 - მუქი ყავისფერი თიხა; 3 - კენჭნარი თიხნარის შემავსებლით; 4 - ძირითადი

ქანი-თიხა ფიქლებრივი. 1-3 მოჩვენებითი კუთრი ელექტრული წინაღობა, ომმ-ში.  ვეზ-ის წერტილ

იგივე ტერიტორიაზე ვეზებით მიღებული შედეგები გადამოწმდა ძიების სეისმური მეთოდით, Seistronix RAS-24- ის ტიპის 24 - არხიანი სეისმომომღები აპარატურის გამოყენებით.

ორი პროფილი გატარებული იქნა ტაძრის ჩრდილოეთით, ორი კი - აღმოსავლეთით.

სეისმურმა კვლევებმაც დაადასტურა, რომ ეზოს ჩრდილოეთ ნაწილში, დედამიწის ზედაპირიდან 4 მეტრზე, არსებობს ორი

თადისებური (ოვალური) ფორმის თიხის წყება, რაც კარგ თანხვედნაშია ვეზებით მიღებულ შედეგებთან.

სვეტიცხოვლის ტაძრის ტერიტორია ასევე გამოკვლეული იქნა წინააღმდეგობის მეთოდითაც. ჩატარდა პროფილირება ოთხი გაშლით (AB=3მ; 6მ; 9მ და 18მ), ბიჯი იყო 1,5

ორი მაგისტრალური პროფილი გატარებული იქნა ტაძრის ჩრდილოეთით, ერთი კი - აღმოსავლეთით.

ტერიტორიაზე განხორციელებული ვერტიკალური ელექტრული ზონდირების მონაცემების საფუძველზე აგებულ გეოელექტრულ ჭრილებში ძირითადად გვაქვს შემდეგი სურათი: პირველი ფენი წარმოდგენილია ნაყარით, რომლის წინაღობაა 50-120 ომმ, ხოლო სიმძლავრე იცვლება 1,2-2,9 მ-ის ფარგლებში. მის ქვემოთ აღინიშნება დაბალი წინაღობის (2-10მმ) გარემო, რომელიც წარმოდგენილია თიხნარით, სიმძლავრე მერყეობს 0,5-3,2 მ-ის ფარგლებში. მესამე ფენის წინაღობა იცვლება 40-180 ომმ-ის ფარგლებში. წარმოდგენილია რიყნარით, მცირე ზომის ქვამრგვალებით, სიმძლავრე 1,0-2,5მ. ჭრილს სიღრმეში აგრძელებს ძირითადი ქანი - თიხა-ფიქლები.

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შეგვიძლია დავუშვათ, რომ ტაძრის აშენებისთანავე, ეზოს ჩრდილოეთ ნაწილში, მთიდან წყლის ნაკადის მაქსიმალურად მოდინების შემთხვევაში, რადგან ტაძრის არსებობის გამო ეზოში წყლის დაგროვების საშიშროება არსებობდა, ხელოვნურად აიგო თიხის და თიხაშემცველი ქანების ორი თალი. პირველი თალი აღმოსავლეთისკენ არ გაატარებდა დასავლეთიდან მოდენილი წყლის ძირითად ნაწილს და მას მისცემდა ისეთ მიმართულებას, რომ წყალი ჩასულიყო ხრამის დასავლეთ ნაწილში, რომელიც მდინარე მტკვარს უერთდებოდა. წყლის ის ნაწილი კი, რომელიც თალს გადაეველებოდა, ჩაიწრიტებოდა თალების შეერთების (ე.წ. „გადაკერების“) ადგილში; ჩრდილოეთიდან მოვარდნილი წყალი კი ჩავიდოდა როგორც ამ თალების შეერთებულ შემართებელ ღარში (ე.წ. „გადაკერების ადგილზე“), ასევე მეორე თალიდან გადავიდოდა აღმოსავლეთისკენ და ხრამის მეორე ბოლოთი შეუერთდებოდა არაგვს (ნახ. 2).



**ნახ. 2** ტაძრის წყალსაწრეტი სისტემა

ცხადია, თავისი მდებარეობის გამო, თბრილსაც უნდა ქონოდა მდინარეებისკენ გარკვეული დახრა; ასეთ შემთხვევაში, ერთის მხრივ გრუნტის წყლის ჰორიზონტის, ხოლო მეორეს მხრივ თბრილის მდინარეების მიმართ დახრის გამო, წყლის სიჩქარე მოიმატებდა, რაც ხელს შეუწყობდა, რომ წყალი არ დაგროვებულიყო ეზოში და, ამასთან, მუდმივად ჩაირეცხებოდა ის თბრილიც, სადაც წყალი მიედინებოდა. მაგრამ იმ ფაქტმა, რომ კულტურული ფენით ამოავსეს ეს თბრილი, გამოიწვია ტაძრის ეზოში გრუნტის წყლების არასწორი გადანაწილება, რამაც დღევანდელ შედეგებამდე მიგვიყვანა.

ნახ.1-დან ნათლად ჩანს, რომ ეზოში წყლის საწრეტი სისტემის დარღვევის შემთხვევაში, სწორედ ტაძრის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში შეიძლება გროვდებოდეს ეზოდან მოდენილი წყალი, რაც, რასაკვირველია, შეიძლება გამხდარიყო ტაძრის სამხრეთი კედლის დასველების მიზეზი. ეს ფაქტი, თავის მხრივ, არ გამორიცხავს იმასაც, რომ საკუთრივ ტაძრის საძირკველშიც აღწევდეს ნესტი. ალბათ, ამის მიზეზია ისიც, რომ ტაძრის სამხრეთ ნაწილში არსებული ჭის წყალი სუფთა აღარ არის,

მაშინ როცა, ის იმდენად მაღალი ხარისხის იყო, რომ სასმელადაც კი იყენებდნენ. ჩვენს მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა დაადასტურა, რომ მონასტრის ჭაში კალიუმი ნორმაზე გაცილებით მაღალია, რაც გვაფიქრებინებს, რომ წყლის დონე მონასტრის საძირკველში საკმაოდაა მომატებული და არ არის გამორიცხული, რომ ტაძარში ან ეზოში არსებული საფლავეები ირეცხება.

ცხადია, ტაძრის აშენების, ან განახლების დროს ეს პრობლემა არ იარსებებდა და, რასაკვირველია, მისი საძირკველის მახლობლობაში წყლის არსებობაც გამორიცხული უნდა ყოფილიყო. ეს კი იმას ნიშნავს, წყლის დაგროვების საკითხი მშენებლების მიერ ცალსახად იყო გადაწყვეტილი.

ჩვენს მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა, როგორც ზემოთ ითქვა, დაადასტურეს, რომ ტაძრის ეზოში მართლაც მოწყობილი იყო საწრეტი სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფდა ეზოს დაცლას გრუნტის წყლისგან.

მაგრამ აღმოჩნდა, რომ ტაძრის მშენებლებმა მხოლოდ ეს სისტემა არ ჩათვალეს საკმარისად და თვით ტაძარიც დაიცვეს სინესტიგან.

პროფ. დ. მშვენიერაძის შრომის თანახმად:

- თიხნარი ბალიში ტაძრის ქვეშ არის მიწის ზედაპირიდან 1,5 მეტრიდან 3 მეტრამდე. ამასთან, მიწის ზედაპირიდან 2 მეტრზე არის ტაძრის საძირკველი, ანუ, საძირკველის ქვევით 1 მეტრზე კიდევ უნდა იყოს თიხნარი;
- 3-მეტრიანი თიხნარის შემდეგ არის 0,8 - 2,2 მეტრის ხრეშის ფენა. საფიქრებელია, რომ დ. მშვენიერაძის მიერ ნახსენები თხრილის ქვედა ზედაპირი (დაახლოებით 5,2 მ) სწორედ კენჭნარი ფენის ბოლო კიდეს ემთხვევოდა;
- 5,2 მეტრის ქვემოთ არსებული გამოფიტული, ყვითელი ქვიშაქვების ფიქლები, პრაქტიკულად, წყლის შემკრებ კოლექტორს წარმოადგენს და ეს ფენა ამ თვალსაზრისით, შესაძლოა კიდევ ერთი დამცავი მექანიზმი ყოფილიყო;
- გამოუფიტავი ქვიშაქვებიც, თავისი ფორიანობის და წყლის შეწოვის მაღალი უნარის გამო, პრაქტიკულად, ტაძრის საძირკველის თიხოვანი ბალიშის დამცავი მექანიზმის როლს ითამაშებდა. ზემოთ აღწერილიდან ჩანს, რომ ტაძრის ბალიში თიხნარს წარმოადგენს და წყალგაუმტარია. ცხადია, ტაძრის



სიმყარის შესანარჩუნებლად აუცილებელი იყო, რომ თიხის ბალიშის ქვემოთ არსებულ მთელს სისტემას იმაზე ემუშავა, რომ ტაძრის საძირკველი მშრალი დარჩენილიყო.

ამ მხრივ, ჩვენთვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პროფ. ვ. ცინცაძის ჩანაწერი სვეტიცხოვლის ტაძრის ე.წ. „პირველი“, ვახტანგ გორგასლისეული იატაკის შემადგენლობის შესახებ. კვლევებით აღმოჩნდა, რომ „V საუკუნის იატაკი წარმოადგენს 8-10 სმ სიმაღლის დაქუცმაცებული ქვიშაქვის მასალას (კვადრების დამუშავებისას ნარჩენი) კირის ხსნარზე და 4-6 მმ დიამეტრის კენჭებს. ეს იატაკი ეფუძნებოდა 5-6 სმ სისქის თიხამიწას და რიყის ქვის საფენს”.

ჩვენი აზრით, იატაკის ამ მასალით მოწყობა არ იყო შემთხვევითი და არ იყო გამოწვეული იმით, რომ კვადრების დამუშავების ნარჩენების, როგორც ზედმეტი მასალის, როგორმე გამოყენების საკითხი იდგა. მთავარი იყო, რომ იმდროინდელმა მშენებლებმა იატაკისთვის, რომელიც თიხნარის ბალიშზე იჯდა, გამოიყენეს ქვიშაქვის მასალა, როგორც ერთიანი სადრენაჟო სისტემის ნაწილი, რაც, თავის მხრივ, უზრუნველყოფდა ტაძრის სიმშრალის შენარჩუნებას. რაც შეეხება გამოფიტული ქვიშაქვის ფიქლებს და საკუთრივ გამოუფიტავ ქვიშაქვებს, ერთიც და მეორეც ცნობილია, როგორც წყლის გამფილტრავი, წვიმის წყლის ნაკადულების შემკრები (კოლექტორი) და მათი გამტარი გარემო. ცხადია, ეს სისტემა ძალიან კარგად იმუშავებდა ტაძრის ეზოში, რადგან, როგორც ცნობილია და ჩვენ ზემოთ ავღნიშნეთ, გრუნტის წყლის ჰორიზონტი მთლიანად დახრილია მდინარეების - არაგვისა და მტკვრის კალაპოტებისკენ. ამგვარად, შესაძლებელია დავუშვათ, რომ ქანების ასეთი განლაგებით შექმნილი იყო საკუთრივ ტაძრის დასველების საწინააღმდეგო სისტემა.

რადგან სვეტიცხოვლის ტაძარი, წყლის მოდინების თვალსაზრისით, ასეთ აგრესიულ გარემოშია აშენებული, არ უნდა გაგვიკვირდეს, რომ მშენებლებს ეს ადგილი სპეციალურად აქვთ შერჩეული წყლის სრულყოფილი საწრეტი სისტემის მოსაწყობად, ხოლო დედამიწის ზედაპირიდან გამოუფიტავი ქვიშაქვების წყებამდე, თიხნარი ბალიშის

ჩათვლით, არის კარგად გათვლილი წყლის საწრეტი სისტემის მიწისქვეშა ნაწილი.

ამგვარად, როგორც კვლევიდან ჩანს, სვეტიცხოვლის ტაძრის შენებისას ჩვენმა წინაპრებმა შექმნეს როგორც ეზოს წყლისგან საწრეტი, ასევე ტაძრის სამირკვლის სინეტისგან დაცვის სრულყოფილი ბუნებრივი სადრენაჟო სისტემა, რომლის მაღალი ქმედითუნარიანობა დროზე, პრაქტიკულად, აღარ იყო დამოკიდებული. აღნიშნული კვლევები, გარდა იმისა, რომ დადგინდა სვეტიცხოვლის ტაძრის და გალავნის კედლების დანესტიანების მიზეზი, იმითაცაა მნიშვნელოვანი, რომ აღმოჩნდა ქართული ხუროთმოძღვრების ისტორიის სრულიად უცნობი ფაქტი: საქართველოში, საკმაოდ ძლიერად გაწყლიანებული ტერიტორიებზე ტაძრების მშენებლობისას ტერიტორიის და შენობების დანესტიანებისგან დასაცავად ჯერ კიდევ მე-5 საუკუნეში იყენებდნენ მიწისქვეშა სადრენაჟო სისტემებს.

რაც შეეხება, ტაძარსა და ეზოში, საფლაგების (სიცარიელების) აღმოჩენას, აქ გეოფიზიკური კვლევები ჩატარდა გეორადართ „ზონდ12-ე“, 75 მჰც, 150 მჰც და 2 გჰც საშტატო ანტენებით. გეორადარი იმართებოდა და მონაცემები მუშავდებოდა პროგრამული უზრუნველყოფით „პრიზმ 2,5“. რადაროგრამის დამუშავებისას გამოყენებული იქნა ორმსბის ციფრული ფილტრი, ფურიეს სწრაფი გარდაქმნის ოპცია, შერჩეულ იქნა გაძლიერების სპეციალური ფუნქცია, რომელთა შედეგადაც შესაძლებელი გახდა რიგი ანომალიების გამოყოფა, რომელთა შესახებაც, მონაცემთა ინტერპრეტაციაზე დაყრდნობით, შეიძლება ითქვას, რომ ისინი, შესაძლოა, გამოწვეული იქნეს ხელოვნური სიცარიელებით.

## 2.3. დასკვნები

- თიხები, ან რიყნარი, რაც ამ უბნის გეოლოგიას ახასიათებს, გრუნტის წყლით არის გაჯერებული;
- მდინარე მტკვრის და მდინარე არაგვის გავლენა წყლის დაგროვების თვალსაზრისით არ შეიძლება ჩაითვალოს განმსაზღვრელ ფაქტორად;
- გრუნტის წყალი წარმოადგენს ატმოსფერული ნალექების ინფილტრაციის შედეგს და მისი დონის ცვალებადობა დამოკიდებულია მოსული ნალექების ინტენსივობაზე;
- ეზოში არ არსებობს წყლის საწრეტი (სადრენაჟო) მოქმედი სისტემა;
- ტაძრის და გალავნის კედლების დასველების მიზეზია სადრენაჟო სისტემის არარსებობა;
- დაბინძურებულია ტაძარში არსებული ჭის წყალი, კერძოდ ნორმასთან შედარებით მკვეთრადაა მომატებული კალიუმის რაოდენობა;
- არსებული ვითარებიდან გამომდინარე, შესაძლოა საფლავები ირეცხებოდეს გრუნტის წყლით და ეს ფაქტორი უზვნალექიანობის დროს უფრო ძლიერდებოდეს;
- კვლევებმა დაადასტურა, რომ ეზოში, ზედაპირიდან რამდენიმე მეტრის სიღრმეში მოწყობილი იყო გრუნტის წყლებისგან ეზოს დამცველი სადრენაჟო სისტემა, რომელიც ამჟამად გაუქმებულია;
- სვეტიცხოვლის ტაძრის ვახტანგ გორგასლისეული იატაკი, მის ქვეშ არსებული თიხნარი ბალიში და სიღრმის მიხედვით განლაგებული ხრეშის, კენჭნარის ფენები, გამოფიტული, ყვითელი ქვიშაქვების ფიქლები და გამოუფიტავი ქვიშაქვები წარმოადგენენ ტაძრის სინესტისგან დამცავ მექანიზმს; ტაძრის სინესტისგან დამცავი სისტემა სვეტიცხოვლის ეზოს წყლისგან დამცველ სისტემასთან ერთად ქმნიდა სვეტიცხოვლის ტაძრის და მისი შემოგარენის ერთიან სადრენაჟო სისტემას;
- ელექტროპროფილირების მეთოდით დღიური ზედაპირის სიახლოვეს გამოვლენილია არქეოლოგიური თვალსაზრისით 7 საინტერესო უბანი.

- ტაძრის ეზოსა და მის შემოგარენში, ზედაპირიდან რამდენიმე მეტრზე და უფრო ღრმა ფენებში აღმოჩნდა სიცარიელები (ზომების მიხედვით დასაშვებია, რომ ეს არის საფლავები);

### **რეკომენდაციები**

- საკუთრივ ტაძრის კვლევა ჩატარდეს ძიების გეოფიზიკური მეთოდების კომპლექსის გამოყენებით (გრავიტაციული, რადიოლოკაციური მეთოდები);
- გეოფიზიკური მეთოდების კომპლექსით გაგრძელდეს ტაძრის ეზოს შემოგარენის შესწავლა (ძიების ელექტრული, რადიოლოკაციური, სეისმური მეთოდები);
- ჩვენს მიერ აღმოჩენილი, სვეტიცხოვლის ეზოს წყლის საწრეტი სისტემა შესწავლილი იქნეს არქეოლოგიური მეთოდებითაც;
- აღდგეს ეზოს სადრენაჟო სისტემა;
- დაზუსტდეს მიწისქვეშა სადრენაჟო სისტემის მშენებლობის ტექნოლოგია;
- შესწავლილი იქნეს საქართველოში მდინარის პირას, გაწყლიანებულ ტერიტორიებზე აგებული სხვა ტაძრების სადრენაჟო სისტემის არსებობის საკითხი;
- ეცნობოს საერთაშორისო ორგანიზაციებს მდინარეების ნაპირზე, ჭალაში ტაძრების მშენებლობის უძველესი ქართული მეთოდის შესახებ.

### 3. დისერტაციასთან დაკავშირებული პუბლიკაციების ნუსხა

1. ნ. გოგუაძე, მ. კაჭახიძე, ნ.კაჭახიძე, მ. ჯახუტაშვილი, გ.ტაბაღლა, თ. გორგიაშვილი. **ელექტრომეტრიული კვლევის წინასწარი შედეგები სვეტიცხოვლის ტაძრის ტერიტორიაზე**. საერთაშორისო კონფერენცია "გამოყენებითი გეოფიზიკა და გეოეკოლოგია"; 2011 წლის 14-15 სექტემბერი, თბილისი. <http://sangu.ge/new/geophysics.html>  
<http://www.sangu.ge/new/conference2011.html>;
2. ნინო გოგუაძე. მცხეთის და კერძოდ, სვეტიცხოვლის ტერიტორიის გეოლოგიური შესწავლილობა. სემინარი. თბილისი, გეოფიზიკის ინსტიტუტი. 2012 წ.
3. ნინო გოგუაძე. სვეტიცხოვლის ტაძრის კვლევის შედეგები. სემინარი, საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებული სახ. ქართული უნივერსიტეტი. 2015 წ.
4. ნინო გოგუაძე, მამუკა ჯახუტაშვილი, მანანა კაჭახიძე, ნინო კაჭახიძე. **“ზოგიერთი მოსაზრება სვეტიცხოვლის ტაძრის სინესტისგან დამცავი სისტემის შესახებ”**. საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებული სახ. ქართული უნივერსიტეტი. ქართული უნივერსიტეტის შრომები. 2015(იბეჭდება)
5. Odilavadze D. **Gogvadze N. Jakhutashvili M. Vepkhvadze S. Kachakhidze M. Kachakhidze N. Results of primary georadiolocation searching of Sveticxoveli temle.** GESJ:Physics // 2013 | No.1(9) , pp. 31-35  
<http://gesj.internet-academy.org.ge/download.php?id=2119.pdf>
6. **Nino Gogvadze, Sophie Vepkhvadze, Nino Kachakhidze, Manana Kachakhidze, Mamuka Jakhutashvili. Geophysical Studies in the Territory of Mtskheta.** Geophysical Research Abstracts.Vol. 16, EGU2014-3386, 2014. EGU General Assembly 2014.
7. **Nino Gogvadze, Mamuka Jakhutashvili, Manana Kachakhidze, Nino Kachakhidze. Some results of the investigations around Sveticxoveli cathedral.** GESJ: Physics 2015, No.1(13).pp. 90-95.

ჯგუფი მადლობას უხდის ივ. ჯავახიშვილის სახელობის მ. ნოდისას გეოფიზიკის ინსტიტუტის უფროს მეცნიერ თანამშრომელს დოქ. დავით ოდილავაძეს, ლევან სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიუროს მთავარ სპეციალისტს შალვა მაისურაძეს, ქიმიის მეცნიერებათა აკადემიურ დოქტორს, სამეცნიერო კვლევითი ფირმა „გამა“-ს პრეზიდენტს დოქ. ვახტანგ გვახარიას, კულტურული მემკვიდრეობის დაცვის ეროვნულ სააგენტოს, სვეტიცხოვლის წინამძღვარს, არქიმანდრიტ სერაფიმე ჭედიას, ხელოვნებათმცოდნეს, ხელოვნების ისტორიკოსს ქეთევან აბაშიძეს სადისერტაციო თემის სამუშაოების შესრულების დროს გაწეული დახმარებისთვის.



St. Andrew the First-Called Georgian  
University of the Patriarchate of Georgia

*With the right of manuscript*

School (Faculty) of Informatics, Mathematics and Natural Sciences

Education programme-Geophysics

**Nino Gogvadze**

**Investigation of Svetitskhoveli Cathedral and its  
Surrounding Territory by Geophysical Methods  
Abstract of Thesis**

Direction -05 Natural Sciences

Field/Speciality-0506 Geology

Tbilisi

2016

The Thesis was accomplished at the School (Faculty) of Informatics, Mathematics and Natural Sciences of the St. Andrew the First-Called Georgian University of the Patriarchate of Georgia.

Supervisors : Doctor of Sciences in Physics and Mathematics,  
Prof. **Manana Kachakhidze**  
Doctor in Geology, **Mamuka Jakhutashvili**

Official opponents: Doctor of Sciences in  
Geological-Mineralogical,  
**Avtandil Tarkhnishvili**  
Doctor of Sciences in Physics and  
Mathematics, Prof. **Malkhaz Gigiberia**

Defence of thesis will take place on-----2016 ,at-----o'clock  
at the Faculty of Informatics, Mathematics and Natural Sciences of  
the St. Andrew the First-Called Georgian University of the  
Patriarchate of Georgia,at the meeting of the Thesis Board.

Address: 53<sup>a</sup> Ilia Chavchavadze ave., 0162, Tbilisi, Georgia, meeting  
hall of the 1 building.

One may get acquainted with the PhD thesis at the scientific  
library of the St. Andrew the First-Called Georgian University of  
the Patriarchate of Georgia.

The Theses herald have been distributed on-----2015.

**The Secretary of the Thesis Board,**  
**Doctor of Sciences in physics and mathematics.**  
**Giorgi Maqatsaria**



## Contents

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. General characteristic of the thesis.....</b>                    | <b>26</b> |
| 1.1. Topicality of the research theme .....                            | 26        |
| 1.2. Research goals and accomplished tasks .....                       | 27        |
| 1.3. Scientific novelty and major outcomes .....                       | 28        |
| 1.4. Theoretical and methodological bases of the research .....        | 28        |
| 1.5. Theoretical value of the thesis .....                             | 29        |
| 1.6. Practical significance of the thesis.....                         | 30        |
| 1.7. Structure and Volume of the thesis .....                          | 30        |
| <b>2. Main idea of the thesis .....</b>                                | <b>31</b> |
| 2.1. Introduction.....   | 31        |
| 2.2. Annotations of the Chapters.....                                  | 31        |
| 2.3 Conclusions .....  | 40        |
| Recommendations.....   | 41        |
| <b>3. The list of publications related to the thesis thematic.....</b> | <b>42</b> |

# 1. General characteristic of the thesis

## 1.1. Topicality of the research theme

Svetitskhoveli Cathedral – a great monument of Georgian architecture among those, which have survived so far, the biggest historical ecclesiastical building of Georgian Patriarchy was built in the 11<sup>th</sup> century. It is located in Mtskheta, in 20 km distance from Tbilisi. During centuries it has been the religious center of Christian Georgia.

The cathedral is surrounded by a rampart built in 1787 by the order of King Erekle II. The main porch is located at the southern wall, whereas at the western part the bell-tower and the 11<sup>th</sup> century gate, a magnificent example of Georgian civil architecture of that time are met. In 1963–64 the archaeological excavations of the rampart under its southwestern part revealed the remains of Catholicos Melkisedek's palace (XI c.).

Svetitskhoveli has undergone numerous changes, the most frescoes have disappeared and whitewashing of the walls has left the interior without other organic elements necessary for its artistic integrity. However, the cathedral leaves a strong impression even nowadays.

However, nowadays visitors can clearly see that some part of the southern wall of the cathedral near the foundation is wet and the stone panel is crushed when touched. Other parts of the rampart are also wet. Dampness is observable not only at the southern part of the rampart but also at its northern and western parts as well.

Two rivers – the Aragvi and the Mtkvari flow at either sides of the cathedral. However, it would not have been built in such environment, where it could face any risks over time. Moreover, Christ's tunic was kept in the cathedral and later, when King Vakhtang Gorgasali built a new church over the ruins of the previous one built by St. Nina, seemingly, some part of the cathedral territory was supposed for graves of Georgian kings.

Moreover, as it is known there was a quite secure shelter for the population during enemy raids in the cathedral. Thus, we may suppose that during centuries the cathedral was not prone to any risks in the

viewpoint of weakening and disintegration of the walls regarding dampness.

We have no information about the cathedral state in the previous centuries. However, in the 50-ies of the 20<sup>th</sup> century for the first time the underground water on the territory of the cathedral yard was observable.

Nowadays this problem is quite vivid as wetness of the southern wall of the cathedral and the rampart walls is growing more and more and near the foundation the stone panel of the cathedral is crushing.

This thesis touches the current problems of Svetitskhoveli Cathedral.

## **1.2. Research goals and accomplished tasks**

The goal of the study is to determine the reason causing the wetness of Svetitskhoveli Cathedral and its rampart; select necessary geophysical investigation methods to sophisticate and use them for detailed study of certain objects. During the study the following tasks were fulfilled:

- Collection, study and critical analysis of the data about Svetitskhoveli cathedral;
- Investigation of the study objects - the cathedral and the rampart by complex geophysical methods: seismic prospecting method, electrical prospecting method (electrical profiling and vertical electrical sounding), radiolocation prospecting method;
- Determination of the reason for dampness of the southern wall of the cathedral and the rampart on the basis of investigations carried out;
- Organization of prospecting and archaeological works inside and around the cathedral in order to make recommendations.

### **1.3. Scientific novelty and major outcomes**

On the basis of geophysical prospecting methods we defined the reason of accumulation of the underground water under the territory of Svetitskhoveli Cathedral, namely, of wetness of the southern wall of the cathedral and certain parts of the rampart:

- The complex investigations at the western part of the cathedral yard revealed two clay structures laying in 4 m to 11 m depth from the earth surface. The common width of the structures is 8 m (each is 4 m wide). The clay structures are a part of a man-made system arranged to drain water away from the cathedral;
- A channel along the northern wall of the cathedral nowadays filled up with cultural layer and materials left after offering and fire is a part of the man-made system for water draining away from the cathedral yard as well;
- The cathedral floor lays on a man-made structure preventing it from wetting;
- The water drainage system of the cathedral, its water resistant structure, the clay structures under the yard and the channel draining away the accumulated underground water from under the yard are the water drainage system of the cathedral;
- The investigation carried out inside the cathedral and in the yard revealed voids under the cathedral. The voids might be some unknown graves.

### **1.4. Theoretical and methodological bases of the research**

Applied (prospecting) Geophysics, i.e. geophysical prospecting methods are methods for investigation of the earth crust, which are based on the principles of physical and mathematical sciences, achievements of modern techniques. It uses various natural fields of the Earth and artificial physical fields for investigations.

Feasibility of using certain geophysical prospecting methods is defined according to the fact that distribution of these fields on the earth surface depends on the common structure of the Earth as well as on the

physical features of the rocks and especially on the heterogeneity of their distribution.

Heterogeneity of rocks and their physical features causes anomalies in physical fields of the Earth – the geophysical anomalies, according to which investigations reveal the geological structure of a study area.

As Applied Physics uses study results of different sciences (Physics, Mathematics, Computer Technologies, Geology, Geochemistry) it with high precision solves tasks in geological works; prospecting of oil, gas and other minerals; engineering geological, hydro-geological, archaeological and ecological problems. Besides, it is quite cost effective and quick. According to tasks the possible depths of working by these prospecting methods vary from several dozens of centimeters (when searching for archaeological monuments) to several dozens of kilometers (when studying the structure of the crust and the upper mantle of the Earth).

The advantage of geophysical methods compared to other ones is that the environment does not change when investigated by these methods.

## **1.5. Theoretical value of the thesis**

The results of the study of the Svetitskhoveli Cathedral yard make it obvious that the cathedral and its yard require to be investigated by complex geophysical prospecting methods; electrical and radiolocation methods are especially effective in the viewpoint of detailed study of the cathedral and its surrounding territory; it is very important to carry out archaeological excavations in order to date back the water drainage system under the cathedral yard.

On the bases of the above mentioned investigations we may suppose that the water drainage system has been so effective and perfect that it protected the cathedral from destruction during centuries.

The above mentioned facts make us suppose that such drainage systems may exist under other Georgian temples built at river banks and gorges, which require to be investigated.

The investigations are quite significant in the viewpoint of determining the contribution of the Georgian architecture in the world civilization as in the fifth century Georgian builders could construct not only a system preventing temples from damping like the 12<sup>th</sup> century Angkor Wat in Cambodia recognized nowadays as a miracle, but more complex water drainage systems for the temples and areas surrounding them.

### **1.6. Practical significance of the thesis**

In the practical viewpoint the thesis is significant for determining the possibilities of saving the southern wall of the cathedral, the wet parts of its rampart and draining the underground waters away from the cathedral yard.

In case such investigations are carried out for other Georgian temples built in river gorges the History of Georgian Religious Architecture may enrich by quite new facts unknown so far.

Carrying out above mentioned investigations makes it possible to save other churches with similar problems as Svetitskhoveli.

### **1.7. Structure and Volume of the thesis**

The work is presented on 100 printed pages and consists of a preface, 3 chapters, a conclusion and a list of quotation literature (25 titles). 37 figures and 2 table.

## 2. Main idea of the thesis

### 2.1. Introduction

The dissertation thesis is about the role and possibilities of geophysical prospecting methods for investigations of temples and the areas surrounding them; it reviews geophysical methods (resistance method, electrical profiling, vertical electrical sounding (VES), georadiolocation, seismic prospecting method), methods for carrying out works and a short description and effectiveness of the equipments used for investigation of Svetitskhoveli Cathedral and its adjacent territory.

### 2.2. Annotations of the Chapters

**Study of Svetitskhoveli cathedral yard by geophysical methods** consists of the following parts: Paragraph 2.1 – **Research goal**, describes the current state of Svetitskhoveli Cathedral, namely, during visual examination of the southern wall of Svetitskhoveli it becomes obvious even for a naked eye that the wall is wet and in the bottom of the wall, near the foundation some disintegration of the stone panel has begun. The wetness is also seen on the walls of the rampart.

We may assume that there are some ground waters in the foundation of the cathedral and they may be even continuously flowing under it.

The dissertation undertakes the task to determine the reason for wetting of the southern wall and rampart of Svetitskhoveli Cathedral.

Paragraph 2.2 – **Some information on the object of the study** – reviews the short history of the cathedral, description of the cathedral, its yard and rampart, data about the restoration of the cathedral,

Paragraph 2.3 -**Short geographical-geological description of the region.**

Paragraph 2.4- **hydrological description of the local area.**

Paragraph 3.1 – **Conducted investigations.** This sub-paragraph describes the conducted investigation having logical links to the investigations carried out earlier by other scientists; it solves the research task of the dissertation and gives some recommendations.

In 2010-2011 by the order of the National Agency for Cultural Heritage Preservation some investigation works were carried out on the territory of the yard in order to verify its engineering geological conditions. Therefore, one-year-long continuous observations on the underground water levels were conducted.

During the works carried out on the territory of the cathedral yard 4 boreholes were drilled in 10-13 m depth in the selected areas around the cathedral and the geologic-lithologic columns of the boreholes and the geological sections of the area were constructed.

The observations showed that only during frequent and intense precipitation periods in two bore-holes in the western part of the cathedral a maximum deviation in the average water level took place (0.82-0.70 m). However, variation in the underground water level was not observed and the average value was kept in the two bore-holes in the southern part of the cathedral territory. This fact may be explained by the nearness of the gorges of the rivers –Aragvi and Mtkvari, which makes favourable conditions for draining underground waters in the directions of the rivers.

The underground water on the territory of the cathedral yard turned to be the result of precipitation infiltration. The variation in its level depends on the intensity of the precipitations.

In the map it is obviously seen that the underground water flows from the north and north-west and discharges in the southern and eastern directions.

Besides, according to the investigations carried out by Prof. D. Mshvenieradze in 1950 the existence of the Zahesi reservoir near the cathedral, taking into account its water mirror level ( $448.0 \pm 0.5$  m) is no obstacle for the underground water discharge. The level of the water resistant bottom (mainly clay) of the aquifer horizon is 450.30 - 452.70 m and it is located 2-4 meters higher compared to the water level of the reservoir.

However, nowadays the cathedral and its yard are in difficult conditions.

Undoubtedly, a building of such significance as Svitskhoveli would not have been built in conditions that could be dangerous with regard to



destruction of the building. It is also to be taken into account that the Mtskheta earthquake in 1275 significantly damaged the cathedral, which was restored later. It means that in case there were an aggressive medium around the cathedral and in its yard the cathedral would not have been restored on such a place.

We assume that either there was no such problem when the cathedral was being built and later restored, or the problem of water accumulation was completely solved by the builders and there must have been no danger for the cathedral not only during the period of its building but in the future as well. Moreover, Christ's tunic was kept in the cathedral and the part of its territory was supposed for graves of Georgian kings. All these refer to the safety of the cathedral territory.

Thus, we may assume that in the cathedral yard and especially near its foundation there could not be any underground waters.

In order to solve the problem and study the conditions of the cathedral and its surrounding territory it became necessary to carry out geophysical investigations.

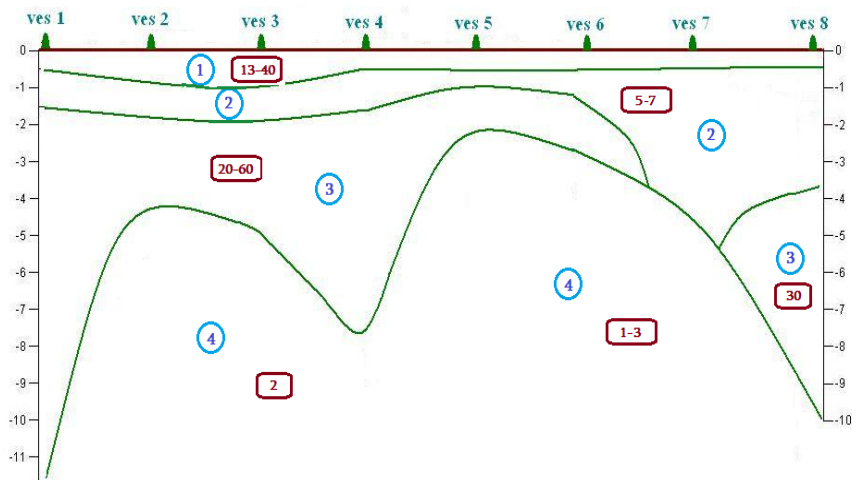
From the beginning of the investigations our attention was attracted by one of the notes of Prof. D. Mshvenieradze saying that the cathedral was built on a hill. According to Prof. Mshvenieradze to the east, north and north-west the cathedral was surrounded by a deep gully (or a ditch), which was later filled up with cultural layer. In the cultural layer wooden coal and materials proving offering and fire, are frequently met. Considering the current situation we may suppose that the state of the cathedral and its surrounding territory became dangerous only in the recent years.

There are some assumptions that the abyss (or the ditch) might be a specific man-made drainage structure or its part for discharging the underground water from the cathedral yard.

We carried out seismic and electrometric works by use of geophysical prospecting methods. The works were conducted on 140 m long territory from the east to the west, on 30 m long territory from the north to the south, to the north of the cathedral between the rampart and the cathedral.

The investigation results showed that in the northern part of the yard there are arch-shape clay layers beginning from 4 m depth from the

earth surface and extending in the depth. One of the clay layers extends towards the river Mtkvari and the other – towards the Aragvi. The other ends of the arches join each other approximately at 7-8 m depth from the surface (*Figure 1*).



**Figure 1.** The results of the VES investigations. Geoelectrical section VES-1 alongside the VES-8 profile. 1- clay debris with building waste; 2- dark brown clay; 3- stones filled up by clay; 4- the bed rocks – argillaceous slate. **1-3** apparent electrical resistivity (ohm);

ves 7  
 - VES point.

On the same territory the results obtained by VES method were verified by seismic prospecting method using Seistronix RAS-24

equipment with its 24 channel acquisition system. Two profiles were made to the north of the cathedral and other two – to the east.

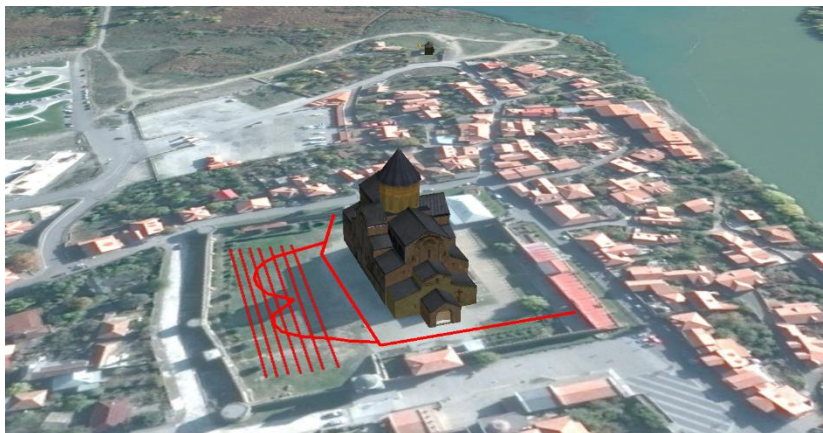
The seismic investigations also proved that in the northern part of the cathedral yard there are two arch-shape (oval) clay layers in the 4 m depth from the earth surface. This result coincides with the results obtained by VES methods.

The territory of Svetitskhoveli Cathedral was also investigated by resistance method. Four span (AB=3 m; 6 m; 9 m and 18 m) profiling with the interval of 1.5 m was carried out.

Two main profiles were constructed to the north and one to the east of the cathedral.

In the geo-electrical sections constructed on the bases of the data of vertical electrical sounding on the study territory the following image is obtained: the first layer is presented by debris with the resistance of 50-120 ohm. Its thickness varies as 1.2-2.9 m. Under this layer a low resistivity (2-10 ohm) medium is found. It is presented with clay and its thickness varies as 0.5-3.2 m. The resistivity of the third layer varies as 40-180 ohm and is presented with cobbles, small-size round stones with the thickness of 1.0-2.5 m. The section is continued to the depth with the bed rock – argillaceous slates.

On the basis of the conducted investigations we may assume that even at the beginning of building of the cathedral, in the case of maximum water flow from the mountain slope there was a risk of water accumulation in the northern part of the yard as the cathedral was an obstacle for the flow. Therefore, the two arches of clay layers were constructed. The first arch would not let the main portion of the water flow from the west pass to the east and would give it the direction towards the western part of the gully joining the river Mtkvari. The rest portion of the water flowing over the arch would drain into the joint of the arches (so called suture); the water flow from the north would run into the joint of the arches (so called suture) and through the gutter of the second arch would pass towards the east and by another end flow in the Aragvi (*Figure 2*).



**Figure 2.** water drainage system

Undoubtedly, due to its location the ditch must have had some declination towards the rivers. In such a case, on one hand due to the declination of the underground horizon and on the other hand due to the declination of the ditch towards the rivers the water velocity would accelerate. This would prevent accumulation of the water in the yard and in addition, the flowing water would constantly wash off the ditch. However, the ditch was filled up with cultural layer and it caused incorrect distribution of the underground waters in the cathedral yard and led the cathedral territory to the current situation.

In the *Figure 1* it is obviously seen that in case of disintegration of the water drainage system in the yard the water flown into it might accumulate straight in the south-eastern part of the cathedral and cause the wetness of its southern wall. In its turn this fact does not exclude that the foundation of the cathedral is turning wet as well. It also seems to be a reason for the pollution of the well water in the southern part of the cathedral, whereas it had been high quality drinkable water. The investigations proved that in the cathedral well the potassium concentration has exceeded its natural level that makes us suppose that

the underground water level in the cathedral foundation has increased and is washing out the graves in the cathedral and the yard.

There is no doubt that while building or restoration of the cathedral such problem must not have been actual and the existence of water near the foundation must also have been excluded. It means that the problem of water accumulation was completely solved for that time.

The investigations conducted by us proved that a water drainage system was really arranged in the cathedral yard for discharging the underground waters from it.

Besides, the builders must have thought that the drainage system was not sufficient for the whole complex security and made a construction under the cathedral foundation to prevent it from damping.

According to Prof. D. Mshvenieradze:

- The clay structure under the cathedral lays from 1.5 m to 3 m depth from the earth surface. At same time the building foundation reaches 2 m depth from the surface. It means that the clay structure lays one more meter deeper than the foundation;
- Under the 3 m clay layer there is a 0.8-2.2 m gravelly layer. We suppose that lower surface (approximately 5.2 m) of the ditch mentioned by D. Mshvenieradze coincides with the extreme end of the pebbled soil;
- Weathered yellow sandstone shales under 5.2 m actually are a water collector and in this viewpoint this layer also might have served as a drainage mechanism;
- The fresh sandstones due to their porosity and high water absorbability actually serve as a protective mechanism for the clay layer of the cathedral foundation. As it seems from the above said the layer under the cathedral is a clay soil and does not conduct water. Therefore, for keeping the cathedral firm it was necessary to have a whole system under the clay layer that would keep the foundation dry.

In this viewpoint Prof. V. Tsintsadze's information about so called "first-made" floor of Svetitskhoveli Cathedral made by King Vakhtang Gorgasali's order is especially important. The investigations discovered that "the fifth century floor is an 8-10 cm thickness fragmented

sandstone material (remains of processed quadra) with a lime mix and 4-6 mm diameter pebbles. The floor was based on 5-6 cm thickness clay soil and a cobble stone layer”.

In our opinion, the floor was not constructed with this material by chance or for the reason of somehow using the remains of processed quadra as a waste material. In fact the builders used the sandstone material for the floor that in its turn lay on clay soil to arrange a whole drainage system that would keep the cathedral foundation dry. As to the weathered sandstone slates and fresh sandstone, both are known for water filtering, collecting and conducting spring waters. Obviously, the system would perfectly function in the cathedral yard since as it is known and we mentioned above, the underground water horizon is fully declined to the beds of the rivers Aragvi and Mtkvari. Thus, we may assume that such arrangement of the rocks created the system preventing the cathedral from wetting.

As Svetitskhoveli Cathedral has been built in an aggressive medium regarding water flows towards it the builders must have deliberately chosen this place for arrangement of water drainage system. Moreover, the section here from the earth surface to the fresh sandstone layer including the clay structure is the underground part of the well arranged water drainage system.

Thus, as the investigations prove, during building Svetitskhoveli Cathedral our ancestors created a water discharge system for the yard as well as a perfect natural drainage system preventing the cathedral foundation from damping. In addition, high effectiveness of the system did not depend on time flow. The above mentioned investigations, apart from that they enabled us determine the reason for damping of Svetitskhoveli Cathedral and its rampart walls, are very important as they made it possible to discover quite an unknown fact for the History of Georgian Architecture: in Georgia for building of cathedrals on territories intruded with water even in the fifth century underground water drainage systems were used in order to save the territories and the buildings from damping.

As to discovering graves (voids) in the cathedral and yard, geophysical investigations were carried out at these sites by GEORADAR

Zond-12 with 75 MHz, 150 MHz and 2 GHz antennas. The GEORADAR was managed and the data were processed by means of software „Prism-2.5.” For processing of the radiogram we used Ormsby digital filter, Fourier quick transmission option and chose a special intensification function, as a result of which it became possible to distinguish certain anomalies. On the basis of the data interpretation we may assume that these anomalies might have caused by the man-*maid* voids.

## 2.3 Conclusions

- The clays or cobbles characteristic of the geology of the area is intruded with water;
- Influence of the river Mtkvari and the river Aragvi with regard to water accumulation cannot be considered as determining factor;
- The underground water is the result of precipitation infiltration and the degree of its variation depends on the intensity of precipitations;
- There is no active water drainage system in the yard;
- The reason for wetting of the cathedral and rampart walls is the inactivity of the water drainage system;
- The water in the cathedral well is polluted. Namely, the potassium concentration in it has significantly increased;
- According to the situation the graves may be being washed out by the underground water and this factor may be aggravating during intense precipitations;
- The investigations proved that in the yard at several meters depth from the earth surface a water drainage system has been arranged. Nowadays the system is out of order;
- The Svetitskhoveli cathedral floor of King Vakhtang Gorgasali's time, the clay structure under it and the gravelly, pebble-stone layers arranged according to depths, the weathered yellow sandstone slates and fresh sandstones were a mechanism protecting the cathedral from damping; the system preventing the cathedral from damping together with the water discharge system of the yard presented a whole drainage system for Svetitskhoveli Cathedral and its surrounding area;
- By the electrical profiling method has been revealed seven interesting archeological districts close to the surface.
- In the cathedral yard and its surrounding area at several m depth from the earth surface and in deeper layers some voids were discovered (according to their sizes they might be graves);



## **Recommendations**

- The cathedral should be investigated by means of a complex of geophysical prospecting methods (gravitational, radiolocation methods);
- Study of the surrounding area of the cathedral yard should be continued by a complex of geophysical methods (electrical, radiolocation, seismic prospecting methods);
- The cathedral yard water drainage system discovered by us should be studied by archaeological methods as well;
- The water drainage system of the cathedral yard should be restored;
- The construction technology of the underground water drainage system should be verified;
- The issue of the existence of drainage systems in other temples built near rivers and on watery territories of Georgia should be studied;
- International organizations should be informed about the ancient Georgian method for building of temples by river-sides and meadows.

### 3. The list of publications related to the thesis thematic

1. **N. Gogvadze**, M. Kachakhidze, N. Kachakhidze, M. Jakhutashvili, G. Tabaghua. The preliminary results of electrometric investigations on the territory of Svetitskhoveli Cathedral. International conference. Applied Geophysics and Geoecology;14-15September,2011.Tbilisi. <http://sangu.ge/new/geophysics.html>  
<http://www.sangu.ge/new/conference2011.html>
2. **Nino Gogvadze**. Geological data on Mtskheta, especially the territory of Svetitskhoveli. A seminar. Tbilisi. Institute of Geophysics. 2012. (in georgian)
3. Odilavadze D., **Gogvadze N.**, Jakhutashvili M., Vepkhvadze S., Kachakhidze M., Kachakhidze N. Results of primary georadiolocation searching of Svetitskhoveli temple. GESJ:Phycics // 2013 |No.1(9), p.p. 31-35. <http://gesj.internet-academy.org.ge/download.php?id=2119.pdf>
4. **Nino Gogvadze**, Sophie Vepkhvadze, Nino Kachakhidze, Manana Kachakhidze, Mamuka Jakhutashvili. Geophysical Studies on the Territory of Mtskheta. Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-3386, 2014. EGU General assembly 2014.
5. **Nino Gogvadze**. The results of investigations of Svetitskhoveli cathedral. A seminar. Saint Andrew Georgian University of Patriarchy of Georgia. 2015. (in georgian)
6. **Nino Gogvadze**, Mamuka Jakhutashvili, Manana Kachakhidze, Nino Kachakhidze. Some assumptions about the system preventing Svetitskhoveli cathedral from damping. Saint Andrew Georgian University of Patriarchy of Georgia. Proceedings of Georgian University. 2015. (in georgian)
7. **Nino Gogvadze**, Mamuka Jakhutashvili, Manana Kachakhidze, Nino Kachakhidze. Some results of the investigations around Svetitskhoveli cathedral. GESJ: Physics 2015, No.1 (13). p.p. 90-95.

The group would like to thank Ivane Javakhishvili M. Nodia Institute of Geophysics senior research scientist Doc. David Odilavadze, Levan Samkharauli National Forensic Bureau chief specialist Shalva Maisuradze, Academic Doctor of Chemistry, Scientific research firm "Gamma" President Doc. Vakhtang Gvakharia, National Agency for Cultural Heritage Preservation, Svetitskoveli of temple abbot, Archimandrite Seraphim Chedia, Art critic, art historian, Ketevan Abashidze, for assistance during dissertation theme compose.