



ღვთისმშობლის შობის სახელობის ტაძრის
მოზაიკა
გელათის მონასტერი, საქართველო
საკონსერვაციო–სარესტავრაციო პროექტი



1.5
REPORT



გელათის რეაბილიტაციის კომიტეტი
GELATI REHABILITATION COMMITTEE



Centro di
Conservazione
Archeologica

ღვთისმშობლის შობის სახელობის ტაძრის მოზაიკა

გელათის მონასტერი, საქართველო საკონსერვაციო-სარესტავრაციო პროექტი

1.5

ანგარიში

რობერტო ნარდი
არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრი – რომი

15 მარტი, 2025 წ



გელათის მონასტრის ღვთისმშობლის შობის სახელობის ტაძრის მოზაიკის საკონსერვაციო-სარესტავრაციო პროექტი შედგება: წინამდებარე დოკუმენტისგან, რომელიც წარმოადგენს ძირითად ტექსტურ მასალას; ასევე, ბუკლეტისგან, რომელიც აერთიანებს გრაფიკულ ცხრილებს, და ასახავს მოზაიკის ზედაპირის საკონსერვაციო მდგომარეობას და 2 დანართისგან, რომლებიც აერთიანებს კვლევით მასალას და იმ ექსპერტთა ანგარიშებს, რომლებმაც მონაწილეობა მიიღეს პროექტის ამოცანების განსაზღვრაში.

ქვემოთ მოყვანილია დოკუმენტების ჩამონათვალი, რომელიც კრავს პროექტს ერთ მთლიან დოკუმენტად:

1. საკონსერვაციო-სარესტავრაციო პროექტის ანგარიში;
2. გრაფიკული დოკუმენტაცია;
3. დანართი A:
 - ლაზერული სკანირება და ფოტოგრამმეტრული კვლევა.
 - თერმოვიზია და გეორადარული გამოკვლევა.
 - საკონსერვაციო-სარესტავრაციო ჩარევების ტესტირება
 - ღუდაბების შევსებისა და ინექციების ექსპერიმენტული პროგრამა
4. დანართი B:
 - კირქვისა და პიგმენტების სამეცნიერო ანალიზი.
 - მინის ტესერების მეცნიერული ანალიზი.
5. ხარჯთაღრიცხვა

დანართებში მოცემული დოკუმენტები თავიდან შედგენილი იყო იტალიურად. შემდეგ ავტომატურად ითარგმნა ინგლისურად „გუგლის“ მეშვეობით.





მადლიერების გამოხატვა

წინამდებარე კვლევა შესაძლოა როგორც არასდროს არის ნაყოფი მულტიდისციპლინური თანამშრომლობისა, რომელმაც თავი მოუყარა ჰუმანიტარული, ტექნიკური და რელიგიური განათლების მქონე სპეციალისტებს. ეს არის პროექტი, რომელმაც შეძლო გაერთიანებინა ენთუზიასტი კოლეგები და მეგობრები, რომლებმაც თავს უფლება მისცეს, გულუხვად და სიამოვნებით ჩართულიყვნენ მრავალმხრივ თანამშრომლობაში, რომლისგანაც მივიღეთ სიამოვნება უპირველესად ქმედითი, სასარგებლო და რაც ყველაზე მთავარია, დამაკმაყოფილებელი თანამშრომლობით.

იმ ადამიანთა სია, რომლებსაც გვინდა გულწრფელი მადლობა გადავუხადოთ, ძალზედ გრძელია. ამას ჩვენ სპონტანურად გავაკეთებთ, იერარქიის გარეშე, უბრალოდ, როგორც მოგვაგონდება ის დახმარება, რომელიც მათ გაგვიწიეს. მადლობა მამა კირიონს, დაუღალავ წინამძღოლს და ამ მთლიანი პროცესის მთავარ მამოძრავებელ ძალას, ასევე, მადლობა დავით ლორთქიფანიძეს, რომელიც მუდამ ჩვენთან იყო იმ იშვიათ შემთხვევებშიც კი, როდესაც ფიზიკურად სხვაგან იმყოფებოდა. მადლობა მიშა გაფრინდაშვილს, რომელიც გვეხმარებოდა ქმედითად და გულითადად, რასაც შეჩვეული არ ვართ და მადლობა, ასევე, მანანა ვარძელაშვილს ყველა იმ მხარდაჭერითი სამუშაოსთვის, რომელიც მან გასწია. უსაზღვრო მადლობა ეკატერინე გედევანიშვილს, რომელმაც მოზაიკის უძველეს ისტორიის სამყაროს კარი გაგვიღო და ასევე, ლეილა ხუსკივაძეს, რომელმაც თანამედროვე ისტორიის კარი გაგვიღო. მადლიერებით ვიხსენებთ ლადო გურგენიძეს, რომელიც ახლახან გარდაიცვალა, რომელმაც გაგვიზიარა არამარტო 80-იანი წლების სარესტავრაციო სამუშაოს საკუთარი გამოცდილება, არამედ, მოგვაწოდა ფასდაუდებელი ფოტოგრაფიული დოკუმენტაცია. მადლობა ქეთევან ასათიანს, რომელიც დაგვეხმარა დაგვედგინა ხანძრის პერიოდები, რომელმაც დააზიანა გელათი გასულ საუკუნეებში და ასევე, ასმათ ოქროპირიძეს, რომელიც დაგვეხმარა, მოგვეძია 80-იანი წლების რესტავრაციის ამსახველი ნახაზები. მადლობა ვატო ზესაშვილს დახმარებისა და ლოგისტიკური მხარდაჭერისთვის, რომელიც მან გაუწია პროექტს.

მადლობა არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრის წევრებს, რომლებმაც დიდი მონდომებით და პასუხისმგებლობით იკისრეს ამ უაღრესად მნიშვნელოვანი და ხიფათის წინაშე მდგარი ნამუშევრის გადარჩენა.

იმისათვის, რომ წინამდებარე დოკუმენტი მაქსიმალურად გასაგები ყოფილიყო საზოგადოებისთვის, გადავწყვიტეთ, გამოგვეყენებინა გამოსახულებები, რომლებიც ასახავს ტექსტში მოცემულ ტექნიკურ ოპერაციებს. ამისთვის ჩვენ გამოვიყენეთ ფოტოები, რომლებიც გადაღებულია გელათში 2024 წელს ჩარევების ტესტირებისას. სადაც ეს შეუძლებელი აღმოჩნდა იმის გამო, რომ დაგეგმილი პროცედურები სატესტო ეტაპზე არ იყო გათვალისწინებული, გამოყენებულ იქნა დოკუმენტური ფოტო მასალა, გადაღებული სინაის წმინდა ეკატერინეს მონასტრის ფერიცვალების მოზაიკაზე კონსერვაციო ჩარევების დროს (2005–2015 წწ.) და ფლორენციის იოანე ნათლისმცემლის ბაპტისტერიუმზე ამჟამად მიმდინარე სამუშაოების დროს. აღნიშნული ორივე ჩარევა და შესაბამისი სურათები მომზადებულია არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრის მიერ.



შინაარსი

მადლიერების გამოხატვა	4
შესავალი	7
კვლევა	9
ლაზერული სკანირება	10
ფოტოგრამეტრული კვლევა	10
ინტეგრირებული 3D მოდელის დამუშავება	11
მოდელის სიბრტყეზე პროექცირება	12
გრაფიკული და ფოტოგრაფიული დოკუმენტაცია	12
3D დაზიანებათა რუკის გამოსახულება	13
დაბალ პოლიგონური 3D მოდელის შექმნა	13
UV რუკა (სამგანზომილებიანის ორგანზომილებიანზე პროექცირება)	15
დაზიანებათა რუკის მოდელზე მეტრული გაანგარიშება	17
დოკუმენტაცია	18
თერმოგრაფიული გამოკვლევა	18
პაქიმეტრიული კვლევა	20
ენდოსკოპია	22
დეტალური ვიზუალური დაკვირვება Dino-Lite მიკროსკოპით	23
გეორადარული გამოკვლევა	23
დიაგნოსტიკური ანალიზი	26
ორიგინალი მასალები და შესრულების ტექნიკა	28
საფუძვლის ფენები	29
ტესერები	34
ტესერების გარეგნული მხარე	39
ტესერების ანალიზი	59
დასკვნები	60
საკონსერვაციო მდგომარეობა	62
საფუძვლის ფენების დაზიანება	63
ჩამოშლილი ნაწილები	64
ბზარები და ნაპრალები	66
დეფორმაცია	66
დაკარგული უბნები (ლაკუნები)	66
ტესერების დაზიანება	70
ლითონის ელემენტები	76
დაუდგენელი მასალა	78
შელესვა	79
ისტორიული ინტერვენციები	81
რისკის შეფასება	91
დაზიანება	91
რისკების მატრიცა	96
საველე და ლაბორატორიული შემოწმება	101
გაწმენდა	101
წინა ინტერვენციებიდან დარჩენილი შეღებილი ბათქაშის მოხსნა	103
ხსნადი მარილების მოცილება	105
ღრმა კონსოლიდაცია	106

თეთრი კირქვის ტესერების კონსოლიდაცია	106
შავი ასპიდის ტესერების კონსოლიდაცია	107
ესთეტიური ბალანსი/დასრულება	107
პრევენციული კონსერვაცია	110
დაგეგმილი აქტივობები	110
ტესერების ფიქსაცია და ორიგინალი დუღაბის ზედაპირული კონსოლიდაცია	113
მოზაიკის წინასწარი მშრალი წმენდა	115
გარსის კონსოლიდაცია	116
მცირე ზომის სექციების წინასწარი სველი წმენდა (სადაც ეს შესაძლებელია)	116
მოზაიკის ზედაპირის დამცავი საფარი	117
პრევენციული დამცავი სტრუქტურის მონტაჟი	118
სტრუქტურა 1: ადწერა	119
სტრუქტურა 1-ლი სცენარი: სტრუქტურის ზომების მორგება	121
სტრუქტურა მე-2 სცენარი	121
კონსერვაცია და რესტავრაცია	125
ტესერების მდგომარეობის გადამოწმება	125
ტესერების ფიქსაცია და ორიგინალი დუღაბის ზედაპირული კონსოლიდაცია	126
დაშლილი უბნების კონსოლიდაცია ინფილტრაციით	127
დაშლილი უბნების (დაახლოებით 20 მმ) კონსოლიდაცია	128
თითბერის სარჩების (კლამერების) კონტროლი, დამუშავება და ჯვრის ფორმის თავაკების მოხსნა	128
თითბერის კიდეების მოხსნა	129
მოზაიკის შიდა მხრიდან ლითონის არსებული ელემენტების მოხსნა	129
დამცავი საფარის მოცილება იმ უბნებიდან, რომელიც დაექვემდებარა პრევენციულ დაცვას	130
გარსის კონსოლიდაცია	130
თეთრი კირქვის ტესერების კონსოლიდაცია	130
შავი ღორღის ტესერების კონსოლიდაცია	131
სველი წმენდა	131
ხსნადი მარილების ამოღება	132
სიცარიელების (ლაკუნების) ინტეგრაცია ტესერებით	132
წინა ინტერვენციებიდან დარჩენილი შეღებილი ბათქაშის მოხსნა	135
შეღებილი ბათქაშის უბნების მოხსნა და დაფაზე განთავსება მუზეუმიზაციისთვის	137
შერჩეული მოხატული ნაღესობის რეპროდუცირება მოზაიკით	137
მოზაიკის კიდეების მობათქაშება	137
გარსის საბოლოო კონსოლიდაცია	137
საბოლოო წმენდა	138
ხსნადი მარილების საბოლოო ამოღება	138
საბოლოო ესთეტიური დამუშავება	139
დოკუმენტაცია	139
დასკვნები	140



შესავალი

წინამდებარე დოკუმენტი წარმოადგენს კვლევის იმ შედეგებს, რომელიც 2024 წელს რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრის კოორდინირებით, სპეციალისტების გუნდმა განხორციელა, რათა შეექმნათ საკონსერვაციო პროექტი მარიამ ღვთისმშობლის მოზაიკისთვის, რომელიც მდებარეობს საქართველოში, გელათის მონასტერში, და რომელიც 1994 წლიდან იუნესკოს მსოფლიო მემკვიდრეობის ნუსხაშია.

იგი ეფუძნება წინასწარ კვლევას, რომელიც ჩაატარა რობერტო ნარდინი და ანდრეინა კოსტანცი კობაუზი მათი ვიზიტის დროს 2023 წლის 14 და 15 ივლისს, რასაც მოჰყვა მომდევნო დღეებში გამხორციელებული 4 კვლევა, როდესაც გელათის რეაბილიტაციის საერთაშორისო კომიტეტთან ადგილზე გაიმართა სამუშაო შეხვედრა. სამუშაო პროგრამა, ფაქტიურად, დაიწყო 2024 წლის 15 იანვარს CCA-ს რომის სათაო ოფისში განხორციელებული კვლევითი ღონისძიებებით, ასევე კონვენტო დი სან ნიკოლა ბელმონტე სი საბინაში, ჩართული კონსულტანტების ინსტიტუტებში და გელათში. ოთხი სამუშაო კამპანია შედგა გელათში 2024 წლის მარტში, მაისში, ივლისსა და ნოემბერში.

პროექტი ჩართულია შემდეგი ინსტიტუტები: რომის ლა საპიენცა უნივერსიტეტის ფიზიკის დეპარტამენტი; ვენეციის უნივერსიტეტის IUAV-ს უძველესი მასალების ანალიზის ლაბორატორია (LAMA); პიზის უნივერსიტეტის სამოქალაქო და სამრეწველო ინჟინერიის დეპარტამენტი; ბერგამოს უნივერსიტეტის საინჟინრო ლაბორატორიების მომსახურების ცენტრი; მინის ექსპერიმენტული ლაბორატორია ვენეციაში; Metis-ის სამოქალაქო ინჟინერია, რომი.

კვლევაში მონაწილე სპეციალისტების საერთო რაოდენობა არის 27:

- ანა ბოტილიერო, რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრის კონსერვატორი; მასიმო კანალე, რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრი, ლითონდამუშავება; ემანუელე კანალე, რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრი, ლითონდამუშავება;
- მარია ელიზა კაპელეტო, რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრის კონსერვატორი;
- ფედერიკო კაპრიუოლი, პიზის უნივერსიტეტი, ACAS 3D პიზას პროგრამა, ციფრული დოკუმენტაცია და გადაწყვეტა;
- მარიამ ჩინელი, რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრის კონსერვატორი;
- გვია კოჩიტო, Metis ინჟინერია, რომი;
- დენი კოფეტი, ბერგამოს უნივერსიტეტის საინჟინრო ლაბორატორიები;
- ლუიჯი კოპოლა, ბერგამოს უნივერსიტეტის საინჟინრო ლაბორატორიები;
- ლუკა კოსკარელი, პიზას უნივერსიტეტი, პროგრამა ACAS 3D პიზა, ციფრული დოკუმენტაცია და გადაწყვეტა;
- ანდრეინა კოსტანცი კობაუზი, რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრის უფროსი კონსერვატორი; ფრანჩესკო დიანჯელუ, Metis ინჟინერია, რომი;
- ანდრეა დი მეო, პიზას უნივერსიტეტი, პროგრამა ACAS 3D პიზა, ციფრული დოკუმენტაცია და გადაწყვეტა;
- რობერტო ფალკონე, მინის ექსპერიმენტალური ლაბორატორია, ვენეცია, მეცნიერული ანალიზი;
- მიკელე მუზანო, Metis ინჟინერია, რომი;
- რობერტო ნარდინი, რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრი, პროექტის დირექტორი; ფაბრიციო ნოტო, Metis ინჟინერია, რომი;
- ანდრეა პიემონტე, პიზის უნივერსიტეტი, პროგრამა ACAS 3D პიზა, ციფრული დოკუმენტაცია და გადაწყვეტა;
- ჯიოვანი პიეტროპაპა, რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრი, კონსერვატორი;
- ჯიან მარიო პორკედუ, რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრი, უფროსი კონსერვატორი; სტეფანო რიდოლფი რომის ლა საპიენცას უნივერსიტეტი, ფიზიკის დეპარტამენტი;
- ლუკა რომანიულო, პიზის უნივერსიტეტი, პროგრამა ACAS 3D პიზა, ციფრული დოკუმენტაცია და გადაწყვეტა;
- პიერლუიჯი სიენა, ფრილანსერი, ვიდეოს გადაღება და ფოტო დოკუმენტაცია;
- მარტა ვალოტო, მინის ექსპერიმენტალური ლაბორატორია, ვენეცია, მეცნიერული ანალიზი;
- მარკო ვერიტა, ვენეციის უნივერსიტეტის IUAV-ს უძველესი მასალების ანალიზის ლაბორატორია (LAMA);
- ბენედეტა ვისკონტი, რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრი, კონსერვატორი;
- კიარა ძიძოლა, რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრი, უფროსი კონსერვატორი.

კვლევის საგანია ღვთისმშობლის შობის სახელობის ტაძრის აფსიდი, როგორც მოზაიკა, ასევე მოხატულობით აღდგენილი ნაწილი. კვლევის მიზანი იყო საკონსერვაციო გეგმის შემუშავება, რომელიც უზრუნველყოფდა საჭირო ინფორმაციას და ოპერაციულ დეტალებს ფაქტიური დაზიანების პრობლემის წყაროს მოხსნისა და მასალისა და სტრუქტურის აღსადგენად ჩარევებისთვის.

2023 წლის ივლისში პირველი ინსპექტირებისას გელათში, მოზაიკის მდგომარეობა იყო მძიმე, თუმცა არა დრამატული. ცხადი იყო ზოგიერთი მოცილებული ნაწილის არსებობა, თუმცა რაც დამცავ ბადედ გამოდგა, იყო თითბრის სარჩები, რომლებიც კარლო ბაკურაძემ ჩაამაგრა 1980-იანი წლების რესტავრაციის დროს. მარილის გამოკრისტალდება, არეალები ზედაპირული კონდენსაციით, რიგი ტესერების ზედაპირების დაზიანება და გარსის ჩამოვარდნა იყო ცხადი.

რაც არ იყო ნათელი ივლისში, არის მდგომარეობის სიმძიმე, რასაც ზემოქანთვლილი ფაქტორები განაპირობებდა.



ოთხი ინსპექციისა და თორმეტთვიანი კვლევის შედეგად, ზედაპირის ანალიზის, ინსტრუმენტული გამოკვლევების, დეგრადაციის ფორმების თემატური სქემების შედგენის, ფოტომასალასა და ისტორიული წყაროების შესწავლის გზით, მოზაიკასთან დაკავშირებული ჩვენი ცოდნა მნიშვნელოვნად გაღრმავდა და შესაძლებლობა მოგვცა, დაგვეთვალა, რომ მოზაიკა იმყოფება პროგრესირებადი და სწრაფი დეგრადაციის მდგომარეობაში და ამასთან ერთად, არსებობს მისი ჩამოშლის მაღალი რისკი.

პირველი ორი კვლევითი კამპანიის დროს, გელათში, ჩვენ გვიჩიქრდა დაგვეჩერებინა ვერდიქტი ინჟინრებისა, რომლებმაც გამოთვალეს, რომ მოზაიკის ზედაპირის 89% იყო მოცილებული კედლის საყრდენს. როგორც ინჟინრები ამბობდნენ, ციფრები ციფრებია და შესაბამისად მათზე არ დაობენ. მაგრამ შეფასებების ვალიდურობაში ჩვენ კარლო ბაკურაძის ტექნიკურმა ანგარიშმა დაგვარწმუნა, სადაც მისი გამოთვლით, მოზაიკის ზედაპირის 80% მოშორებული იყო საყრდენს 1985 წელს. ამდენად ეს იყო დამადასტურებელი გარემოება, რომელიც ყველა ეჭვს აქრობდა მიმდინარე შეფასებების მხრივ.

ამ რიცხვების მიუხედავად, მათ, ვინც დაკავებულია მოზაიკის კონსერვაციით იციან, რომ არა მხოლოდ მოცილების ხარისხი განაპირობებს პრობლემის სიმძიმეს, არამედ, ასევე, ზიანის სახე და მოშორებული უბნების პოზიცია. გელათის შემთხვევაში პანორამა უფრო ცუდია, ვიდრე შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ ჩამოთვლილი ყველა ასპექტის გათვალისწინებით. მოშორებული 89%-დან 35%-ზე მეტში მოზაიკასა და კედელს შორის დამორება 22 მილიმეტრია.

რამდენადაც შესაძლებელი იყო ინტერიერის სტრუქტურის კვლევა 5.5 მმ სისქის და 2 მეტრი სიგრძის ენდოსკოპიური ზონდით, დავადგინეთ მოზაიკის შიგნით ჰაერის ძლიერი ცირკულაციის ფართობები, წყლის გაღინება და მწერებისა და ბიოლოგიური შემოტევის არსებობა. მოშორებული ნაწილის კიდევ ერთი 35% მდებარეობს კონქის თაღის ზედა სექციაში, რომელიც მაქსიმალური ფიზიკური სტრესის არეალია. სურათი კიდევ უფრო შემამფოთებლად გამოიყურება, ვინაიდან გვაქვს გრძივი ბზარები, რომლებიც არ არსებობდა კარლო ბაკურაძის დროს.

არსებითმა კვლევამ დაადასტურა ყველა წინასწარ გაკეთებული შეფასება. შესაბამისად, რეკომენდაცია არის, არ შევუქმნათ რაიმე სახის სტრესული რისკი მოზაიკას. ეს ნიშნავს, რომ აფსიდისა და მოზაიკის სტრუქტურა ვერ, და უფრო სწორად უნდა ითქვას—არ უნდა დაექვემდებაროს არავითარ სტატიკურ ან ვიბრაციულ ზემოქმედებას, სანამ არ მოეწყობა მოზაიკისა და სტრუქტურის ინტეგრირებული დაცვის სისტემა, რომელიც იქნება დამოუკიდებელი სამუშაო ხარაჩოსგან. ეს სისტემა უნდა მოეწყოს გადაუდებელი პრევენციული საკონსერვაციო პროგრამის ფარგლებში, რომელიც უნდა იყოს დამოუკიდებლად ორგანიზებული ყოვლისმომცველი საკონსერვაციო-სარეაბილიტაციო ძირითადი პროგრამისგან, და რომელიც თავის მხრივ დაუყოვნებლივ განხორციელდება ხსენებული ღონისძიების შემდგომ. ხსენებული პროგრამა გულისხმობს პირდაპირი დაცვის ინტერვენციებს მოზაიკის ზედაპირზე - გარე კარკასის მოწყობის გზით, რომელიც იქნება სამუშაო ხარაჩოსგან დამოუკიდებელი და უზრუნველყოფს მოზაიკის სტაბილურობას. ის მოწყობილი იქნება მოზაიკის განსაკუთრებით კრიტიკული წერტილების მიხედვით, რაც უზრუნველყოფს შემდგომ ყველა საჭირო აქტივობის უსაფრთხო განხორციელებას.

ვიდრე აღნიშნული პრევენციული საკონსერვაციო ინტერვენცია არ დასრულდება, რეკომენდებულია გამოირიცხოს ნებისმიერი მოქმედება აფსიდის სტრუქტურაზე როგორც შიგნიდან, ასევე გარედან და ასევე გამოირიცხოს რაიმე ინტერვენცია თავად

მოზაიკაზე. მხოლოდ მაშინ, როდესაც მოზაიკის მთლიანი ზედაპირი იქნება გამაგრებული, უსაფრთხოების პირობებში დაიწყება საკონსერვაციო სამუშაოები და ინტერვენცია აფსიდის სახურავზე. თავდაპირველი სტრატეგია, რომელიც ცენტრმა შესთავაზა გელათის რეაბილიტაციის კომიტეტს, იყო ის, რომ დაგვეწყო მოზაიკის შესწავლა და შეგვექმნა საკონსერვაციო გეგმა, ვიდრე დავიწყებდით უშუალო ჩარევებს. დღეს ვიცით, რომ ეს მართებული სტრატეგია იყო. ერთი წელი გავიდა და ვიმედოვნებთ, რომ ეს დრო ფუჭად არ გასულა. დღეს ჩვენ უკეთ ვიცნობთ მოზაიკას, და შეგვიძლია წარმოვადგინოთ საკონსერვაციო პროექტი, რომელიც შეიცავს სტრატეგიას და პრაქტიკას. გეგმა ემყარება არტეფაქტის უკეთეს ცოდნას, მეცნიერულ გამოკვლევებს, ლაბორატორიულ შემოწმებებს და განხორციელებული ინტერვენციების შედეგად მიღებულ გამოცდილებას





სამუშაო პროგრამა დაიწყო 2024 წლის 15 იანვარს რომის არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრის (CCA) სათაო ოფისში, კონსულტანტ ინსტიტუტებსა და გელათში. ნოტა N1 (1. კონტრაქტი N 03-12-23 დათარიღებული 2023 წლის 15 დეკემბრით, ხელმოწერილი გელათის რეაბილიტაციის დროებითი კომიტეტისა და რომის არქეოლოგიური ცენტრის მიერ)

გელათში ჩატარდა 4 სამუშაო კამპანია 2024 წლის მარტში, მაისში, ივლისსა და ნოემბერში. ამ კვლევის მიზანს წარმოადგენდა მოზაიკის საკონსერვაციო პროგრამის მომზადება. ამისთვის პირველ რიგში უნდა გაგვეკეთებინა მოზაიკის ფოტო-რეალისტური სამგანზომილებიანი კვლევა, რომელიც გამოყენებული იქნებოდა შემდგომი კვლევებისა და დოკუმენტაციის საფუძვლად. მეორე, ჩვენ უნდა გაგვეხორციელებინა ზედაპირისა და სტრუქტურის საკონსერვაციო მდგომარეობის სრული დოკუმენტაცია. მესამე, დაიგეგმა მრავალმხრივი ინსტრუმენტული კვლევა, რათა შეგვემოწმებინა და დაგვედასტურებინა ის ვიზუალური ანამნეზი და დიაგნოზი, რომელიც კონსერვატორებმა დაადგინეს. მეოთხე, ჩვენ დავიწყეთ ისტორიული ცნობების მოგროვება და ბოლოს, ვაწარმოეთ ყველა მოძიებული მონაცემის შესწავლა და ინტერპრეტირება. ყოველივე ეს სინთეზირებულია წინამდებარე დოკუმენტში: აღმასრულებელი საკონსერვაციო გეგმა.

კვლევის ფოკუსი იყო მოზაიკის ბუნება, წარმოების ტექნიკა, ისტორიული მოვლენები, დეგრადაციის წარსული, მიმდინარე პროცესები და რისკების შეფასება, სტრუქტურული და გარემო კონტექსტი, რომელშიც განთავსებულია მოზაიკა, ეკლესია და მონასტერი.

კვლევის მიზანია ყველა საჭირო ინფორმაციის შეგროვება იმისათვის, რომ შეიქმნას „ათვლის წერტილი“, რომელშიც მოზაიკის არსებული მდგომარეობა დაფიქსირდება და „დაკრისტალდება“ სპეციალისტებისთვის გასაგები და გასაზიარებელი ფორმით. კვლევა ემსახურება მრავალ მიზანს — ერთის მხრივ, როგორც ფუნდამენტური დოკუმენტაცია მომავალი მესიერებისთვის მეცნიერებისა და მკვლევრებისთვის, ხოლო მეორეს მხრივ, როგორც აღმასრულებელი საკონსერვაციო პროგრამის დაგეგმვის საფუძველი.

კვლევა სტრუქტურირებულია ეტაპების მიხედვით, რაც შეიძლება შევაჯამოთ შემდგომში:

კვლევის ინსტრუმენტების მომზადება;
დოკუმენტირება და დიაგნოზირება;
კვლევა;
აღმასრულებელი საკონსერვაციო
გეგმის რედაქტირება. (სურათი 1)

კვლევის ინსტრუმენტების მომზადება

იმისათვის, რომ გადავსულიყავით დოკუმენტირებისა და შესწავლის პროცესზე, საჭირო იყო ინსტრუმენტები, რომლებიც ჩაწერდა მონაცემებს ლოგიკურ და ტოპოგრაფიულ ფორმატში და ამავე დროს მონაცემთა ბაზისა და მართვის ფუნქციასაც იტვირთავდა. ამისათვის კი აუცილებელი იყო თავდაპირველად მივყოლოდით ინსტრუმენტული კვლევის კამპანიას, რათა მიგვეღო საბოლოო ნახაზები, რომლებიც საფუძვლად დაედებოდა დოკუმენტაციას.

შესაბამისად, ჩვენ შევუდექით მოზაიკის კორპუსის ფოტო-რეალისტურ სამგანზომილებიან კვლევას.

კვლევისთვის გამოყენებული მეთოდოლოგია იყო ინტეგრირებული ლაზერული სკანირების და ფოტოგრამმეტრიის შერწყმით, რათა მიგვეღო მონაცემები, რომლებიც ოპტიმიზირებული იქნებოდა როგორც გეომეტრული ასევე ქოლორიმეტრული თვალსაზრისით.

ძალზედ მაღალი გარჩევადობის ციფრული ასლის მოპოვებით შესაძლებელი გახდა მთელი რიგი ინსტრუმენტების და დოკუმენტების მიღება, რომელიც საჭიროა დაზიანებათა რუკის (mapping) შექმნის, ვიზუალიზაციისა და ანალიზისთვის — როგორც მთლიან კომპოზიციასთან, ასევე ცალკეულ ტესერებთან მიმართებაში.

კვლევის მართვა ხდება როგორც სამგანზომილებიანი მოდელის უშუალო გამოყენებით, ასევე ორგანოზომილებიანი დოკუმენტებით, რომლებიც იწარმოება პროექტირების შედეგად მრუდი ზედაპირის სიბრტყეზე.

Activity	State of advancement			
	25%	50%	75%	100%
1 Full terrestrial laser scanner survey;				
2 Ultra-high-resolution photogrammetric survey;				
3 Metric Computation of the Mapping on the Model				
4 Integrated 3D Model Processing				
5 Creating the Graphic and Photographic for Documentation				
6 Plates of documentation reporting the actual state of the mosaic;				
7 Flexible Video Endoscope survey (new activity);				
8 Dino-lite magnified observation of mosaic surface (new activity);				
9 GeoRadar survey;				
10 Not-visible metal elements detection with a Pacometer (new activity);				
11 Surface survey by Thermo-vision;				
12 Scientific analysis of materials and deterioration forms;				
13 Historical research;				
14 In situ and Laboratory tests				
15 Conservation treatment tests				
16 Video documentation of the mosaic and of the study and documentation process;				
16 Executive Conservation Plan				



კვლევა



1. ფოტოგრაფიული კვლევა ჩატარდა ნიკონ D850 რეფლექს კამერით.

ლაზერული სკანერით კვლევა

ლაზერული სკანერით კვლევამ საშუალება მოგვცა სტრუქტურის გეომეტრია დაწვრილებით შეგვესწავლა, განგვესაზღვრა რეფერენს-სისტემა, რომელზეც სხვა კვლევებს ავაგებდით და მიგვედო კვლევის უწყვეტობა სხვადასხვა ნაწილებს შორის, რომლებიც ჩანს სტრუქტურასთან აგებული ხარაჩოს სხვადასხვა დონიდან. კვლევისთვის გამოყენებული ინსტრუმენტი არის ლეიკა RTC360 ლაზერული სკანერი (ფოტო 1), რომლის ტექნიკური მონაცემები მოცემულია 1-ლ დანართში. აღნიშნული ლაზერული სკანერი

უზრუნველყოფს სამგანზომილებიანი კოორდინატების სიზუსტეს 1.9 მმ-ს ფარგლებში 10 მეტრზე და სკანირების თითოეულ მომენტში იღებს 360°x300° კალიბრირებულ სფერულ გამოსახულებას 432 მეგაპიქსელით, HDR (High Dynamic Range – მაღალი დინამიური დიაპაზონის) რეჟიმში.

გადაღება განხორციელდა მაღალი გარჩევადობით, 3მმ სკანირების ბიჯით 10 მეტრზე და მჭიდრო საკონტროლო სადგურებით, რათა გამორიცხულიყო ნებისმიერი „ჩრდილის კონუსი“, რომელიც შეიძლება კონსტრუქციიდან გადმოწეული ელემენტების გამო წარმოქმნილიყო. გარდა ამისა, საკონტროლო სადგურები ისე განთავსდა, რომ არ დაფარულიყო ხარაჩოების ზონები და უზრუნველყოფილიყო წერტილოვანი ღრუბლის (Point Cloud) მოდელის მიღება, რომელიც ასახავს კონსტრუქციის ხარაჩოებისგან გათავისუფლებულ ზედაპირს სრული სამგანზომილებიანი ხილვადობით.

ფოტოგრამმეტრიული კვლევა

დეტალური ფოტოგრამმეტრიული კვლევა ჩატარდა ნიკონ D850 რეფლექს კამერით (ტექნიკური მონაცემები მოცემულია მე-2 დანართში), რომელიც აღჭურვილი იყო 60მმ და 105მმ მაკრო ფიქსირებული ფოკუსური მანძილის ლინზებით (ტექნიკურ მონაცემთა ცხრილი მოცემულია მე-3 დანართში). კამერა აღჭურვილია 45.4 მეგაპიქსელის სრული კადრის სენსორით (8256x5504), რომელიც 150სმ გადაღების საშუალო მანძილიდან გარანტირებულად იძლევა 0,11მმ და 0,06მმ დეტალების გარჩევადობას (GSD) ორივე ლინზის გამოყენებისას. ამ მახასიათებლების წყალობით, ფოტოგრამმეტრიული დოკუმენტები შეგვიძლია ვაწარმოოთ ძალიან მაღალი გარჩევადობით, რაც საშუალებას გვაძლევს დეტალური რეპრეზენტაციის 2:1 გადიდების მასშტაბით. იმისათვის რომ დავიცვათ გეომეტრიული მდგრადობა და ზედაპირის განათებასთან რადიომეტრიული რეაგირება, კადრის გადაღებისას, გამოსახულების ღერძი ყოველთვის ორთოგონალურად იყო ფიქსირებული გადასაღები ზედაპირის მიმართ. თუმცა, ასევე ხდებოდა კადრების გადაღება გამოსახულების ღერძით, რომელიც დახრილი იყო ზედაპირის მიმართ, რათა განგვესხვაკებინა ტესერებზე სინათლის ანარეკლი, განსაკუთრებით კი ოქროსფერ ტესერებზე. ამ ხერხით შესაძლებელი გახდა, აღმოგვეჩვენა ანარეკლი პოსტ წარმოების ფაზაში.

გადაღება განხორციელდა სწორად დაბალანსებული განათების პირობებში, Godox Witstro+ 400AR ტიპის რგოლოვანი განათების (მახასიათებლები მოცემულია დანართში 4) გამოყენებით, რომელიც ოპტიკასთან ერთიანდება. ამ ტიპის განათების გამოყენებას მრავალი უპირატესობა აქვს: ფიქსირებულ ობიექტზე ქოლორიმეტრიული განსხვავებები მინიმუმამდეა დაყვანილი უკვე გადაღების ეტაპზე, ხოლო სწრაფი ექსპოზიციის დროების შენარჩუნება შესაძლებელს ხდის თავიდან იქნას აცილებული მიკრო-გაბუნდოვნება, რომელიც ხარაჩოების ბუნებრივი რყევებით შეიძლება იქნას გამოწვეული.

და ბოლოს, პოსტ-წარმოების ფაზაში კადრების ფერის კალიბრაციის მიზნით ადგილზე დამაგრდა ფერის შემმოწმებელი. შემდგომ დამუშავება მოხდა დაკალიბრებულ IPS LED პანელზე.



ინტეგრირებული 3D მოდელის დამუშავება

მონაცემთა დამუშავება იყოფა ორ მაკრო ფაზად. პირველი ეხება ლაზერული სკანერის ნედილი მონაცემების დამუშავებას. გამოყენებული ლაზერული სკანერის ინსტრუმენტი საშუალებას იძლევა უკვე სავსე სამუშაოების ეტაპზე ვაწარმოოთ ცალკეული სკანირებების საწყისი წინასწარი გასწორება.

აღნიშნული წინასწარი გასწორება შესაძლებელი გახდა ინერციული სისტემების წყალობით, რომლებიც ინტეგრირებულია ინსტრუმენტში, ვიზუალური ინერციული სისტემის (VIS) ტექნოლოგიით, რომელიც აწარმოებს რა ინტეგრირებული კამერების რიგით მიღებული გამოსახულებების რეალურ დროში ფოტოგრამეტრიულ დამუშავებას, შესაძლებლობას გვაძლევს შევაფასოთ ინსტრუმენტის პოზიცია და მდებარეობა.

დამუშავების შემდგომ ფაზაში, წინასწარი გასწორება უმჯობესდება ღრუბლიდან ღრუბლამდე შეზღუდვის ბრძანების ჩამატებით და უახლოესი ინტერაქტიული წერტილის ალგორითმის (ICP) შეტანით.

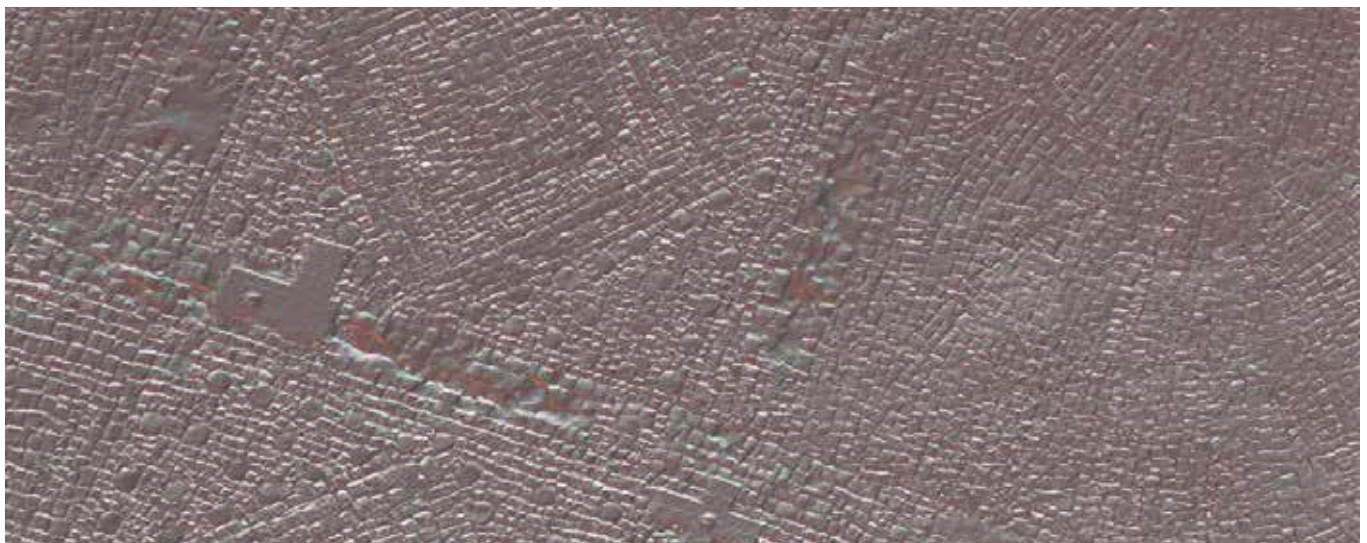
მას შემდეგ, რაც მიღებულია წერტილთა ღრუბელი, იგი მოქმედებს გეომეტრიულ შეზღუდვად ფოტოგრამეტრიისთვის.

ფოტოგრამეტრიული კვლევით მიღებული კადრები იწერება ლაზერულ სკანერზე თავად კადრში და ცალკეულ ფერად სკანერში, რომელიც კუბიკურ გამოსახულებად არის გარდაქმნილი, გამოვლენილი ჰომოლოგიური წერტილების ავტომატური ამოცნობით. ავტომატური გასწორების სიზუსტის დასადასტურებლად, გამოყენებული იქნა სპეციალურად ამ მიზნისთვის კოდირებული სამიზნეების სერია, რომლებიც აღიქმებოდა ლაზერული სკანირებით და მაღალი სიზუსტით იდენტიფიცირებადია გადაღებულ კადრებზე. აღნიშნული სამიზნეები მატერიალიზებული იქნა სტრუქტურაში ბათქამის კიდის ნაწილში.

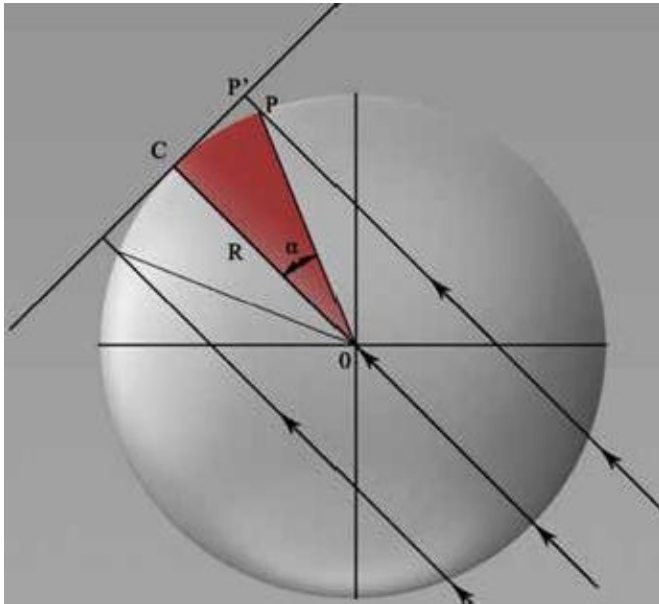
ლაზერულ სკანერზე კადრების გასწორების (ფოტო N2) და შეცდომების შემოწმების შემდეგ, ჩვენ გადავდით რეფერენს-ზედაპირის შექმნაზე (მაღალი პოლიგონალური ბადე-High Poly mesh) მაღალი გარჩევადობით (ფოტო 3).



2. კადრების გასწორება ლაზერულ სკანერზე და შეცდომების შემოწმება.



3. რეფერენს-ზედაპირი (High Poly mesh), რომელიც შექმნილია ინტეგრირებული 3D მოდელის დამუშავებისას.

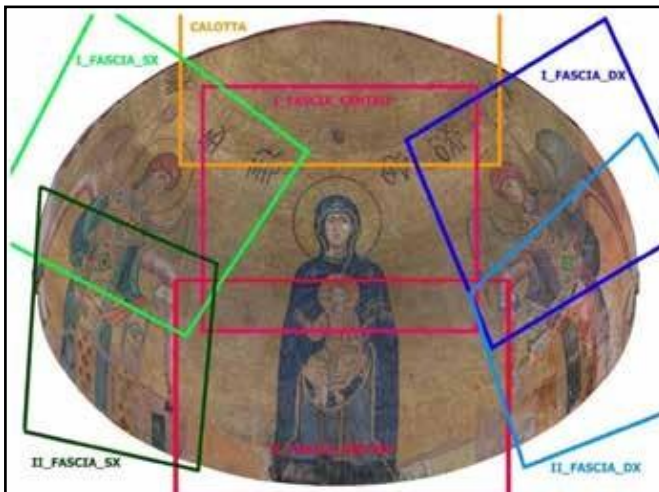


$$|CP| = R \cdot \sin \alpha \quad (1)$$

$$|CP'| = R \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

$$\Delta_L = R \cdot \sin \alpha \cdot (1 - \cos \alpha) \quad (3)$$

4. ორთოგრაფიულ-აზიმუტური პროექცირება, რომელიც მიღებულია გუმბათის სიბრტყითი გამოსახულებისთვის.



5. დოკუმენტაციისთვის აიპაღზე აქტირებული შვიდი ფოტოგრამეტრიული სქემა.

ეს ზედაპირი, რომელიც ხასიათდება პოლიგონების ძალზედ მაღალი რაოდენობით (1.4 მილიარდი პოლიგონი), აღწერს მოზაიკის ზედაპირს მილიმეტრული სიზუსტით. ზედაპირზე არსებული ნაპრალები, ბზარი, დეფორმაცია და წყვეტა თვალნათლივ ჩანს 3D მოდელზე.

ძალიან მაღალი გარჩევადობის მოდელი (მაღალ პოლიგონალური High Poly) იფარება ტექსტურით.

ამ ამ პროცესის შედეგად, ცალკეული ფოტოგრამეტრიული კადრის ქოლორიმეტრული ინფორმაცია გადადის მოდელის ზედაპირზე, რათა მივიღოთ დეტალები ძალიან მაღალი გარჩევადობისა და ჰომოგენური ასახვის (მეფინგის) მხრივ ქოლორიმეტრულ დონეზე (თითოეული კადრი ფერ-მესწორებულია ინდივიდუალურად).

საბოლოო ტექსტურა-მინიჭებულ 3D მოდელს აქვს შემდეგი მახასიათებლები:

- 1.4 მილიარდი პოლიგონი
- 16384 x 16384 პიქსელის 128 ტექსტურა
- 280 გეგაბაიტის კომპიუტერული წონა.

მოდელი წარმოადგენს საფუძველს მომდევნო ეტაპისთვის, რომელიც ზედაპირის მონაკვეთებად დაყოფასა და მათ სიბრტყეზე პროექცირებას გულისხმობს.

3D მოდელის უმაღლესი გარჩევადობით დამუშავების პარალელურად, იქმნება უფრო მსუბუქი 3D მოდელი (დაბალ პოლიგონალური - Low Poly), რომელიც ეფუძნება საბაზისო მოდელს, რათა მინიმუმამდე შემცირდეს სიზუსტის შეცდომები. ეს მოდელი იქნება საფუძველი “მეფინგის” 3D ვიზუალიზაციის ნაწილისთვის და რუკაზე დატანილი ზედაპირის გამომანგარიშებისათვის.

მოდელის სიბრტყეზე პროექცირება

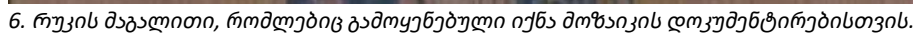
როგორც ცნობილია სიბრტყეზე ნახევარ გუმბათის წარმოჩენა ხასიათდება ხაზოვანი დეფორმაციით, რადგან მრუდე ზედაპირი მოკლებულია განვითარების შესაძლებლობას.

გუმბათის სამგანზომილებიანი გეგმარებითი გამოსახვისათვის მიღებული მეთოდოლოგია შეიძლება აღწეროთ, როგორც ორთოგრაფიული აზიმუტური პროექცია. ამ ტიპის პროექციაში, მოცემული რადიუსის მრუდის შემთხვევაში, ხაზობრივი დეფორმაცია პირდაპირ არის დაკავშირებული პროექციის წერტილის მანძილთან, რომელიც განლაგებულია სიბრტყის შეხების წერტილიდან და შესაბამისად კუთხესთან, როგორც ეს ნაჩვენებია ფოტო N4-ზე. იმის გათვალისწინებით, რომ აუცილებელია დეფორმაციების შენარჩუნება იმ ფარგლებში, რომლებიც შეესაბამება GSD-ის მიერ განსაზღვრულ პოტენციურ გამოსახვის მასშტაბს, ასევე რესტავრატორთა ოპერატიული საჭიროებების შესაბამისად, რომლებმაც განახორციელეს რუკაზე დატანა, შეთანხმებულ იქნა ზედაპირის დაყოფა პროექციის ზონებად, რაც სქემატურად წარმოდგენილია ფოტო 5-ში.

გრაფიკული და ფოტოგრაფიული დოკუმენტაცია

გადაღების ფაზაში ძველი დაიყო 3 ზონად, როგორც ეს განსაზღვრული იყო საგნის გეომეტრიით, მაგრამ უპირველეს ყოვლისა დაკავშირებული იყო ხარაჩოს განლაგებასთან.

ზონები დაექვემდებარა ორთო-პროექციას და ოპერაციის დასრულების შემდეგ, მივიღეთ შვიდი ფოტოგრამეტრიული ბაზისი, რომელიც გარდაქმნილ იქნა PSD ფორმატში და აქტირებულ იქნა iPad Pro 2023/2024-ში.



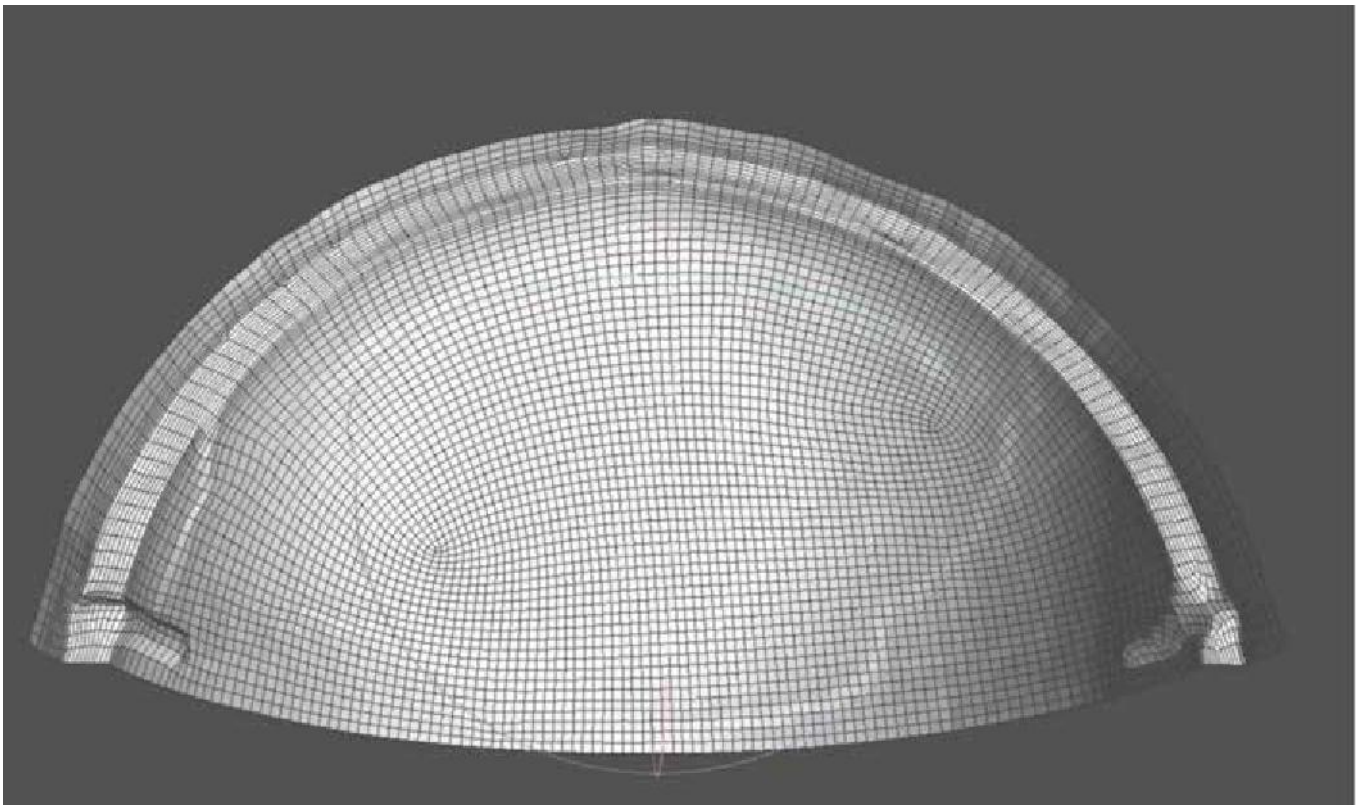
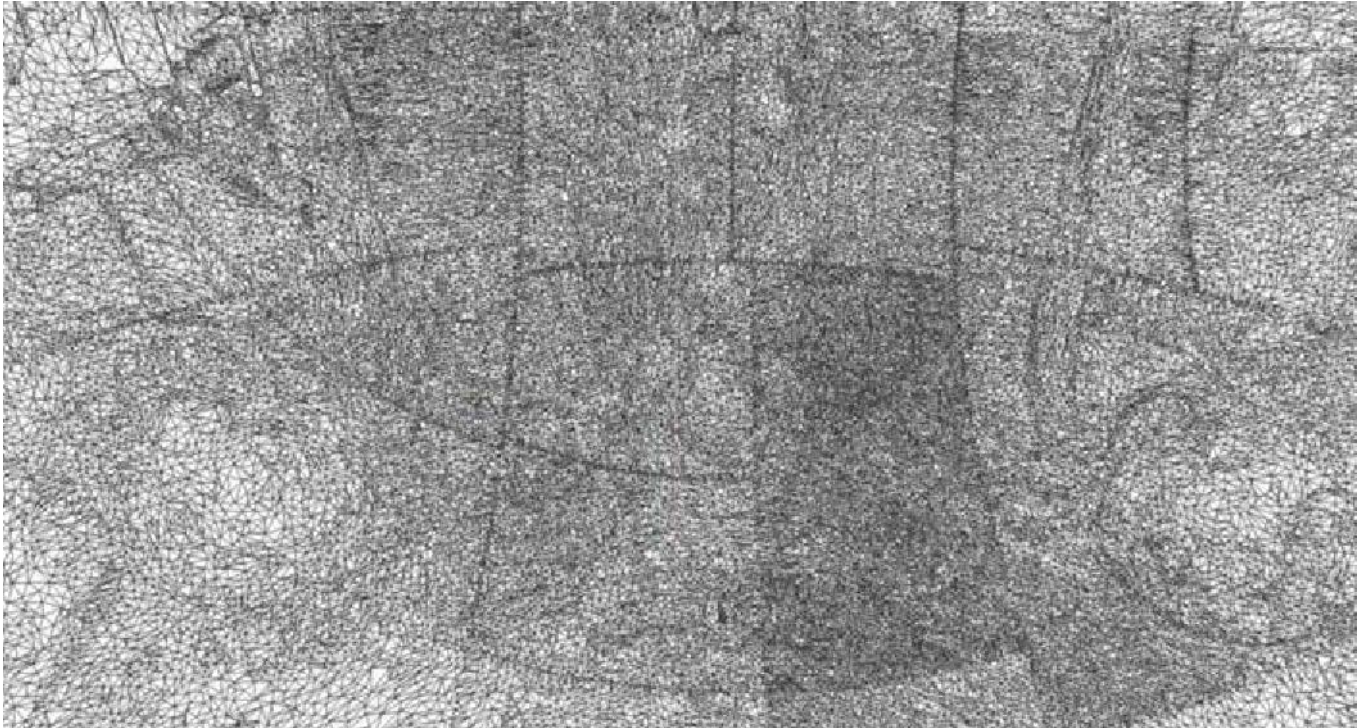
Apply



კვლევა

ამ პროცესის განმეორებით, ჩვენ ვიღებთ რეფერენს-3D მოდელს, რომელიც არის მსუბუქი და მართვადი (ფოტო 8-9). მას შემდეგ რაც მივიღეთ მსუბუქი მოდელი ჩვენ გადავდივართ ხელახალ ტოპოლოგიზაციაზე. შედეგად, მოდელის რეორგანიზება ხდება ისე, რომ

ერთი ელემენტი ხდება ოთხკუთხა (წინააღმდეგობრივი ელემენტი იყო სამკუთხა). ამრიგად, მთლიანი მოდელის მართვა არის ადვილი ოპერატორის მიერ, რომელიც ხელით გადადის UV რუკის შექმნაზე.



8-9. რეფერენს-3D-მოდელი.



UV რუკა (mapping)

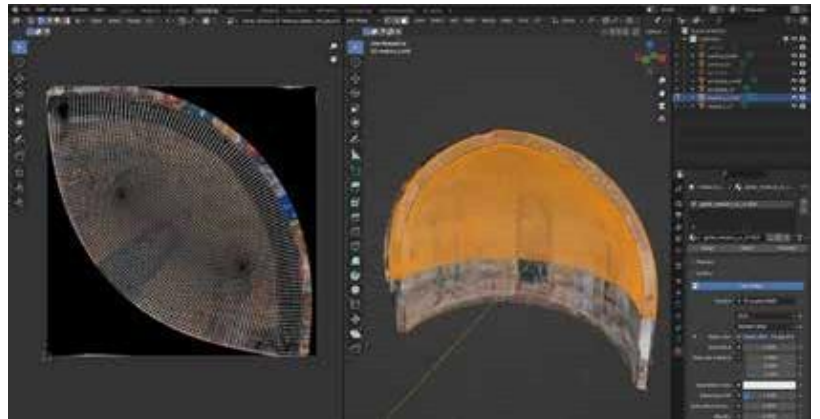
გამარტივებულ კვადრატულ მოდელზე განხორციელებული UV რუკის შედგენის პროცესის მიზანია მოცემული ფერის (ტექსტურის) ზედაპირზე გადანაწილება ისე, რომ UV-ს სივრცეში არსებული მიმდებარე ელემენტები შეესაბამებოდეს 3D მოდელში მიმდებარე ელემენტებს. ამასთან, იმის წყალობით, რომ კონქის აფსიდის სამგანზომილებიანი ზედაპირი არის გლუვი, ამოშვრილი ელემენტების გარეშე, UV ფორმატი წარმოდგენილი ბრტყელი რეპრეზენტაცია ზედმეტად გარუდებული არ არის და იძლევა იმ ბრტყელ პროექციებთან უშუალო კავშირის შესაძლებლობას, რომლებიც გახდა რუქაზე ასახვის საფუძველი (ფოტო 10).

აღწერილი პროცესი, რომელიც ასევე შეიძლება სრულად ავტომატურ რეჟიმში წარიმართოს, განხორციელდა ასისტირების რეჟიმში (ფოტო 11), რათა ექსპერტ-ოპერატორს საშუალება ჰქონოდა წარემართა პროცესი და მოეხდინა რეპრეზენტაციის ოპტიმიზირება.

კონქის აფსიდთან ერთად ასევე გამოკვლეულ იქნა მის ქვეშ არსებული მოხატული ნაწილი. ზედაპირის ამ ნაწილისთვის ბრტყელი რეპრეზენტაცია იყო უფრო მარტივი, რადგან იგი ფაქტურად, მსგავსია ცილინდრული ზედაპირისა, რომლის გამჟღავნება დეფორმაციების გარეშე არის შესაძლებელი (ფოტო 12).

ეს მოდელი 3 ნაწილად იყოფა: მეოთხედი სფერო, რომელიც უკავშირდება მოზაიკას; ცილინდრი ქვედა ნაწილში; კადრი ზედა ფართობზე.

მაღალი გარჩევადობის 3D რუკების (32,768 x 32,768 პიქსელი) მიღების შემდეგ, მათზე ხდება ცალკეული შრეების გადატანა იმ რუკიდან, რომლებიც წარმოიქმნა რესტავრატორების მიერ კომპიუტერულ პლანმეტზე გამოყენებული გრაფიკული ბაზისებიდან.



10. UV რუკის შედგენის პროცესი მსუბუქ ოთხკუთხედიან მოდელზე გამოიყენება მოცემული ფერის (ტექსტურის) განაწილების მისაღებად

11. UV რუკის შედგენის პროცესი წარიმართა ასისტირების რეჟიმში.

12. ქვეშ არსებული მოხატული ნაწილის კვლევა უფრო მარტივი იყო, რადგან იგი შექმნილია ცილინდრული ზედაპირის მსგავსად



კვლევა

რუკის გადატანის პროცესი არის ავტომატური და კონტროლდება ოპერატორის მიერ. თითოეული გადატანილი შრისთვის, ხდება შემოწმება, რათა დავრწმუნდეთ, რომ რუქაზე ასახული ცალკეული ტესერა შეესაბამება შესაბამის ტესერას UV ფორმატში. ფოტოები 13-16 აჩვენებს რუკის მაგალითებს, რომლებიც აისახება UV ფორმატში (ფოტო 13-16).



13-14. რუკის მაგალითები, რომლებიც აისახება UV ფორმატში. აქ მოცემულია მოშორებული ფართობების რუქა და ხსნადი მარილის კრისტალიზაცია



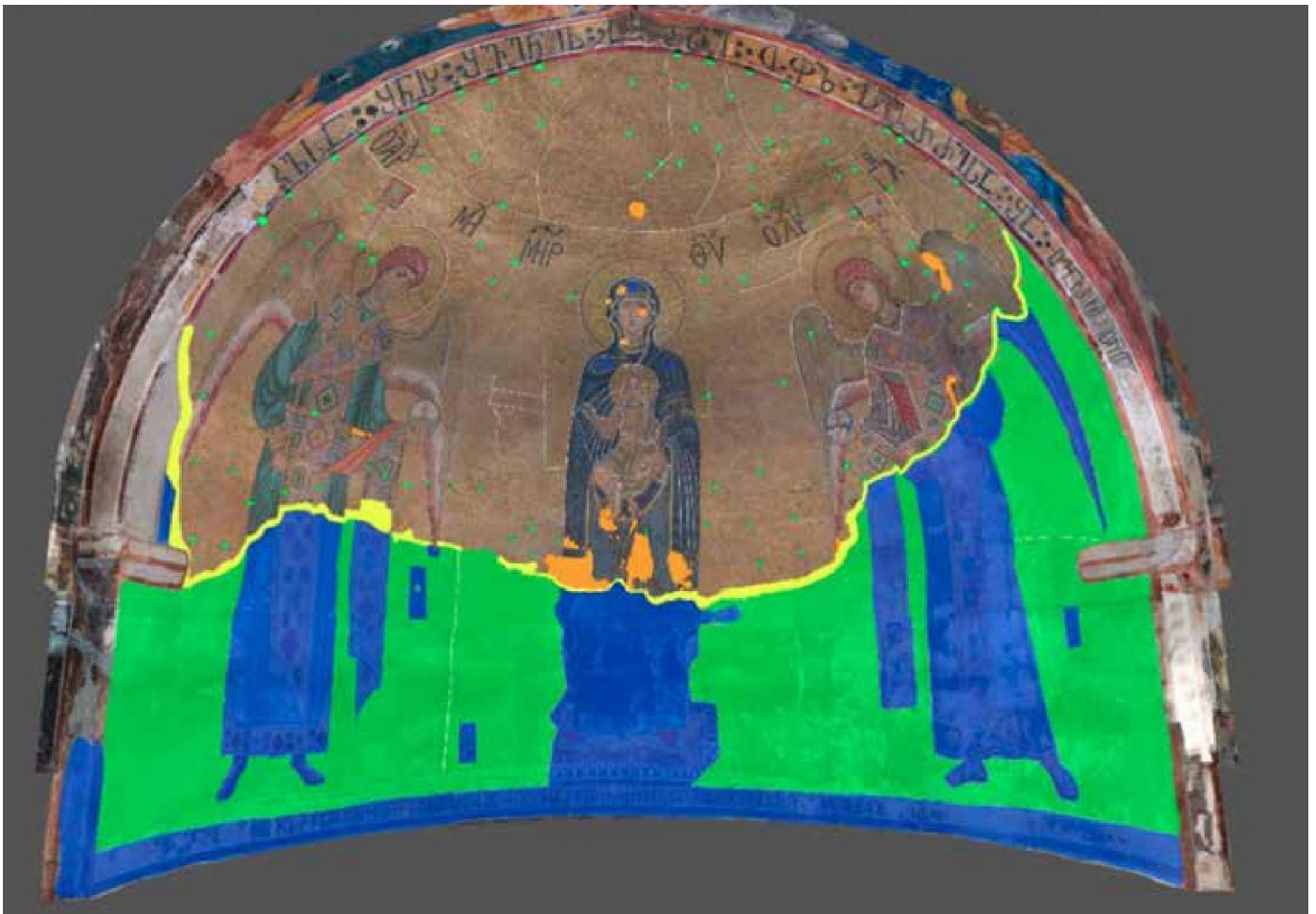
მოდელზე რუკის მეტრიკული გამოთვლის განხორციელება

მას შემდეგ რაც მიღებულია 3D მოდელი რუკის ყველა გადატანილი წერტილით, JRC Reconstructor პროგრამაში ვაგრძელებთ ცალკეული ფართობების გამოთვლას. სივრცობრივი აზომვა ამდენად არ არის მიახლოებული ბრტყელ ზედაპირთან, არამედ გამოიანგარიშება უშუალოდ მოზაიკის სიმრუდის მიხედვით.

პროცესი ავტომატიზებულია; თუმცა, მეტი კონტროლისთვის ვარჩიეთ ხელით განგვესაზღვრა ფართობი, რომლის გამოთვლა უნდა მომხდარიყო ყოველ ჯერზე.



15. ლითონის სამაგრების რუკის დეტალი



16. მოზაიკის ქვემოთ არსებული აფსიდის ყელის რუკის დეტალი



კვლევა

თერმოგრაფიული გამოკვლევა

დოკუმენტაცია

ზემოაღწერილი აღწერილი სამუშაოები აუცილებელი იყო, რათა შეგვექმნა გრაფიკული და ფოტოგრაფიული ბაზისები, რომელთა საფუძველზეც კონსერვატორები შეძლებდნენ შეექმნათ დოკუმენტაცია ყველა აღწერილი კომპონენტით, რომელსაც აუცილებლად მივიჩნევდით გელათის მოზაიკისთვის.

ფოტოგრაფიული მონაცემები (რომლებსაც ფოტოგრამმეტრიის მეშვეობით აქვთ სივრცული რიცხვითი სარეფერენციო სისტემა) გადატანილ იქნა ორ iPad-ზე, რომლებზეც დამუშავდა დოკუმენტაციის ლეგენდები.

დოკუმენტაციის მიზნები მრავალფეროვანია და კარგად არის ცნობილი. შესაძლოა გამოსაღები იყოს ზოგიერთის გამოყოფა, განსაკუთრებით გელათთან მიმართებაში. პირველი და აშკარა მიზანია რომ მოხდეს მოზაიკის ზედაპირისა და სტრუქტურის არსებული მდგომარეობის კრისტალიზება, რათა შეიქმნას „ათვლის წერტილი“, რომელიც მომავალი სამუშაოების საყრდენი გახდება და შესაძლოა დაეხმაროს წარსულის მოვლენების ინტერპრეტაციას.

კიდევ ერთი მიზანია ზედაპირებზე და მოზაიკის შიგნით არსებული გამორჩეული ელემენტების იდენტიფიცირება რათა დავეყოს და კლასიფიცირება მივცეთ იმ პრობლემებს, რომელთა გაგება მეტ-ნაკლებად რთულია.

შემდეგი შესაძლო მიზანი ამ ოპერაციისა არის ანომალიების გამოვლენა, რომლებიც გამოგვადგება მოულოდნელი ან ახალი ინფორმაციის დასადგენად.

გელათის შემთხვევაში საჭირო დოკუმენტაცია არის ორნარი: უნდა გაკეთდეს ხელით ციფრულ ბაზისზე კონსერვატორების მიერ, რომლებსაც ამ სპეციფიკურ სფეროში აქვთ გამოცდილება, რადგან პროფესიონალის უნარი, ანალიზი და სინთეზი გაუკეთოს მონაცემს, ვერ განმეორდება ინსტრუმენტალურად ან ავტომატურად.

კონტექსტუალურად, ჩვენ გადავწყვიტეთ მიგვემართა ინსტრუმენტული საშუალებებისთვის, რათა მიგვეღო ყველა ის ინფორმაცია, რომელიც უხილავი იქნებოდა შეუიარაღებელი თვალისთვის და ასევე შეგვეგროვებინა რაც შეიძლება მეტი მონაცემი - ობიექტური სისტემით ოპერატორის კრიტიკული განსჯისგან დამოუკიდებლად.

იმ გამოცდილების მიხედვით, რომელიც არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრს დაუგროვდა სინას მთაზე წმინდა ეკატერინეს მონასტერში ფერისცვალების მოზაიკაზე მუშაობისას და ფლორენციის წმინდა იოანეს სანათლავის მოზაიკაზე მიმდინარე სამუშაოებიდან, შეიქმნა პირობითი ნიშნების განმარტებები, რომელიც ითვალისწინებს გელათის ღვთისმშობლის მოზაიკის კონკრეტულ თავისებურებებს. ზედაპირის ანალიზის დასრულების შემდეგ, რომელიც ეყრდნობოდა კონსერვატორების უნარ-ჩვევებსა და გამოცდილებას, გადავდით ინსტრუმენტალურ კვლევაზე იმ მიზნით, რომ გადაგვემოწმებინა და დაგვედასტურებინა მეცნიერულ საფუძველზე ის შედეგები, რომლებიც უშუალო დაკვირვების შემდგომ მივიღეთ. ამ სახის დოკუმენტაცია გამოგვადგება „ობიექტურ“ არქივად, რომელიც ციფრულ ინფორმაციას დაეყრდნობა.

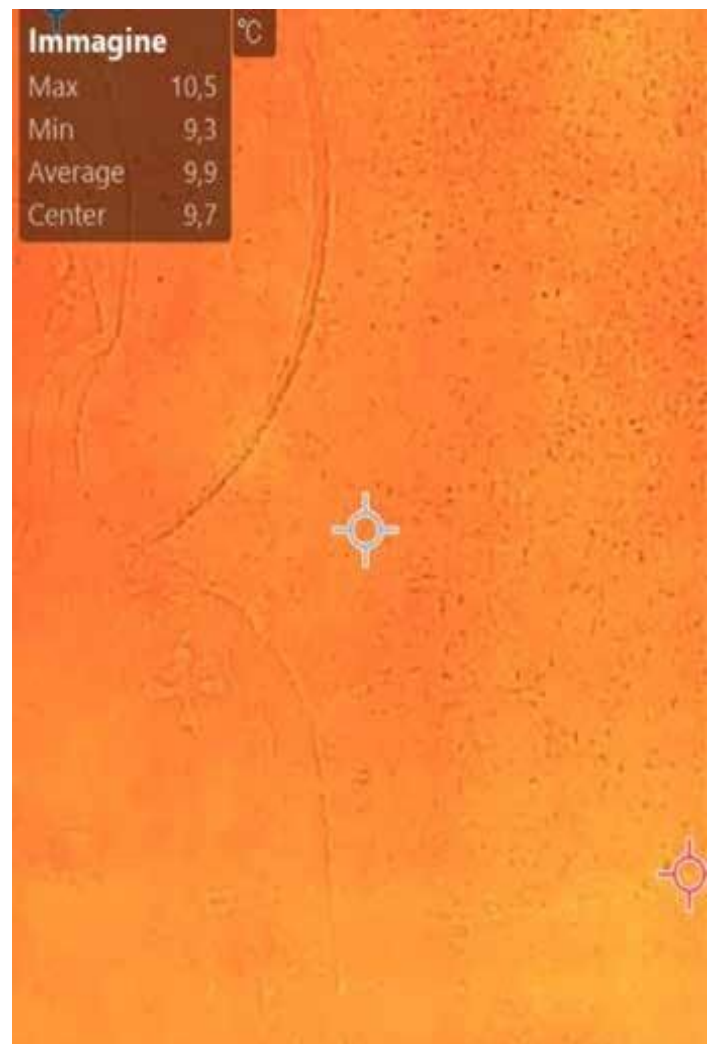
პირველი ტექნიკური კვლევა იყო თერმული გამოკვლევა, რომელიც საშუალებას გვაძლევს თერმული კამერის გამოყენებით აღმოვაჩინოთ თერმული წყვეტა გამოსაკვლევ ზედაპირზე. კერძოდ, ეს არაინვაზიური დიაგნოსტიკური კვლევა საშუალებას იძლევა დავიჭიროთ თერმული ენერგია, რომელსაც ასხივებს საგანი და გარდავქმნათ იგი ხილვად გამოსახულებად, რომელსაც თერმოგრამი ეწოდება.

გამოკვლევის მიზანია, ინფრაწითელი მონაცემების დამუშავებით, შემოწმდეს მოზაიკის ზედაპირის ქვეშ სტრუქტურული წყვეტის არსებობა (ფოტო N17).

კვლევის ტიპი: მოზაიკის ზედაპირის კვლევა ჩატარდა ორი განსხვავებული მეთოდით. პირველი, ე.წ. „პასიური“ მეთოდი გულისხმობს თერმოგრაფიული მონაცემების მიღებას არსებული გარემო პირობების ფონზე, თერმული სტიმულაციის გარეშე.

მეორე მეთოდი, ე.წ. „აქტიური“, ითვალისწინებს გათბობის წყაროს (კონვექციის) გამოყენებას, რაც იძლევა საშუალებას მოზაიკის ზედაპირის ქვედა ფენების რეაქციის გაძლიერებას. მოზაიკის კიდესთან არის ნაპრალი, რომელიც ცხელი ჰაერის შემვების საშუალებას იძლევა. აფხიდის ფართობის თერმული გამოკვლევა გართულდა ქვემოთ მოყვანილი ფაქტორების გამო.

ხარაჩოს ვერტიკალური ელემენტების პოზიცია ართულებს გადაღების ოპერაციას. კერძოდ, ხარაჩოს ზოგიერთი ნაწილი ხვდება საზომი ინსტრუმენტის ხელვის ველში და ზეგავლენას ახდენს მონაცემების სიზუსტეზე.



17. სტრუქტურული წყვეტის არსებობა მოზაიკის ზედაპირის ქვეშ, რაც გამოვლინდა ინფრაწითელი მონაცემების დამუშავების გზით.



თერმოგრაფიული გამოკვლევა მოზაიკის ზედაპირზე, სადაც ქარბობს ოქროს ტესერები ძალიან რთულია. ოქროს გამოსხივების უნარი (მასალის შესაძლებლობა გამოსხივოს რადიაცია იდეალური შავი სხეულის მიმართ) ძალზედ დაბალია (0.02), რაც იმას ნიშნავს, რომ მასალას შეუძლია აირეკლოს გარემო პირობები და წარმოშვას არასწორი **შეპრობლეშის** გადაჭრის მიზნით, გაზომვისთვის მომზადება მოიცავდა აფსიდის სივრცეში ყველა ხელოვნური განათების გამორთვას, რათა ზედაპირს „გაგრილების“ შესაძლებლობა მისცემოდა. დღის განმავლობაში შესრულდა რამდენიმე სატესტო გაზომვა, ხოლო ნამუადღევს მიღებული შედეგი აღიარებულ იქნა როგორც სანდო საშუალო მაჩვენებელი. კიდევ ერთი სიფრთხილე გადაღების ფაზაში უხეზოდა გადაღების ტექნიკას. ანარეკლის მინიმუმამდე დასაყვანად, გადაღება წარმოებდა ადგილის პერპენდიკულარულად სხვადასხვა სიმაღლეზე და ხარაჩოს გამოყენებით სიმაღლეზე არსებული უბნებისთვის. გარემო პირობებში გადაღება სტიმულაციის გარეშე: პირველი გადაღებისთვის გადაწყდა აფსიდის ნახევარ-სფერო გაგვეანალიზებინა მის ამჟამინდელ მდგომარეობაში გარემო ტემპერატურის და ტენიანობის პირობების შეუცვლელად. გადაღების საშუალო დისტანციად ავიღეთ 100სმ.

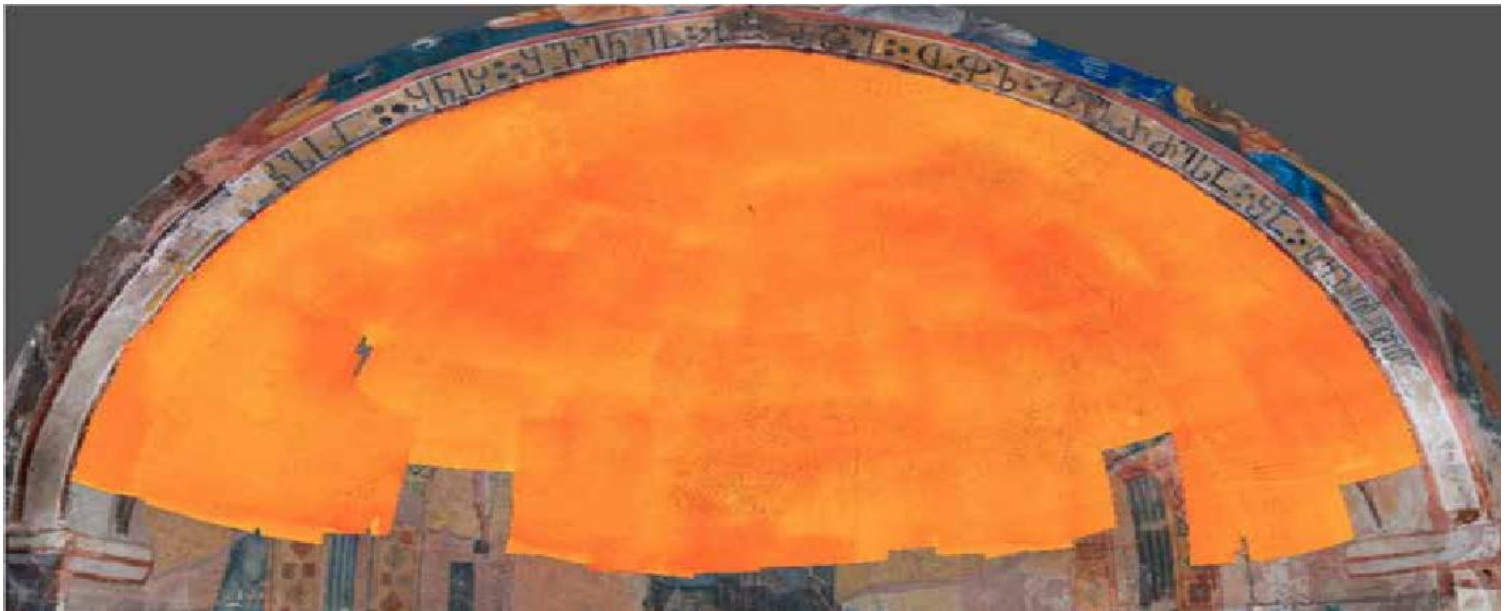
360 თერმული გადაღება განხორციელდა დაახლოებით 1 საათის განმავლობაში. ცალკეული სურათები გადაღებულ იქნა როგორც ინფრაწითელ, ასევე წითელ-მწვანე და ლურჯ ფერთა (RGB) რეჟიმში. ყოველი RGB სურათი აისახებოდა ზედაპირზე, რომელიც უკვე დასკანერებული იყო ლაზერული სკანერით. ამრიგად, მთელი თერმული გამოკვლევა იყენებდა 3D სკანს როგორც რეფერენს-ზედაპირს, რითაც თავიდან ვიცილებდით თითოეული გამოსახულების ზედაპირზე ხელით ასახვას. თერმული კამერის RGB გამოსახულების რუქაზე ასახვის ოპერაცია ლაზერულ კვლევაზე ხდებოდა ავტომატურად, სადაც პროგრამა ეძებდა ჰომოლოგიურ წერტილებს.

გარემო ტემპერატურა=20,3 გრადუსი ცელსიუსი

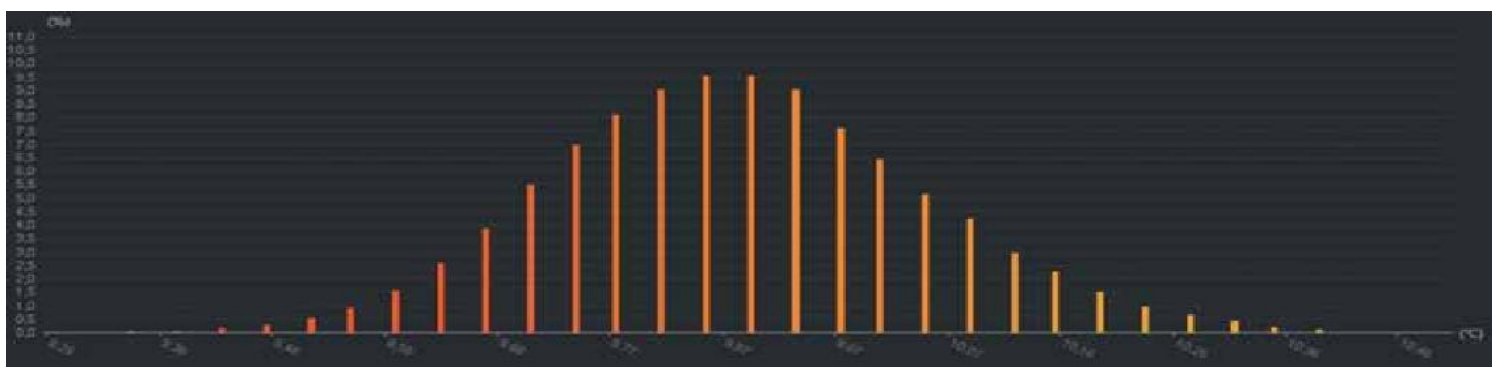
ტენიანობა = 19%

(ფოტო 18)

მიღებული საერთო სურათი აჩვენებს, რომ მოზაიკის ზედაპირის საშუალო ტემპერატურა დაახლოებით 8 გრადუსის ფარგლებში მუდმივ მაჩვენებელს ინარჩუნებს. თუმცა, უფრო ცივი ზონები დადგინდა მარჯვენა და მარცხენა კუთხეებში, კონქის აფსიდის ზედა ნაწილში და ქვედა ცენტრალურ ნაწილში (ფოტო 19).



18. თერმული კამერის RGB გამოსახულების რუქაზე ასახვის ოპერაცია



19. უფრო ცივი ზონები დადგინდა მარჯვენა და მარცხენა კუთხეებში, აფსიდის კონქის ზედა ნაწილში და ქვედა ცენტრალურ ნაწილში



მონაცემთა აღება თერმული სტიმულაციის გამოყენებით:

გადაღება თერმული სტიმულაციით მოზაიკის მარცხენა ნახევარზე იქ, სადაც ერთმანეთს უკავშირდება ჩარჩო და ღულაბი, არის ნახვრეტი საიდანაც შემვებული იქნა ცხელი ჰაერი. შემვება მოხდა ნელი, თანდათანობითი და კონტროლირებადი წესით.

კვლევა მიმდინარეობდა მთელი პროცესის განმავლობაში, რაც საშუალებას გვაძლევდა რეალურ დროში გვენახა ცხელი ჰაერის ნაკადის დინამიკა.

დროში ნაკადის მონიტორინგმა საშუალება მოგვცა დავკვირვებოდით, რომ არის გარკვეული ცარიელი სივრცე მოზაიკასა და ქვის წყობას შორის და რომ ეს ცარიელი სივრცე მინიმუმამდე დადის სამაგრების სიახლოვეს (უშუალოდ გამოკვლევის მონაკვეთებში).

და მართლაც, დავაკვირდით, რომ აირი ორად განიტოტა და შეავსო კიდეც ერთი ცარიელი სივრცე და შემდეგ იგივე ქვევა დაფიქსირდა ცენტრალურ არეალზე (ფოტო 21-24).

გამოკვლევამ თერმული სტიმულაციით მოგვცა მკაფიო შედეგები, რაც საშუალებას გვაძლევს წავიკითხოთ მოზაიკის ქვეშ არსებული შრეების ქვევა.

თუმცა, ეს გამოკვლევა განზრახ ჩატარდა შეზღუდული დროით, რათა თავიდან აგვეცილებინა ნებისმიერი სახის რისკი, რომელიც დაკავშირებული იყო მოზაიკის ღრუმი/ქვეშ არსებულ სტრუქტურაში ცხელი ჰაერის შემვებასთან.

პაქიმეტრიული კვლევა

პაქიმეტრი არის ციფრული ინსტრუმენტი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს არადესტრუქციული მეთოდით აღმოვაჩინოთ რკინის ელემენტების არსებობა და მიმართულება ქვის სტრუქტურაში.

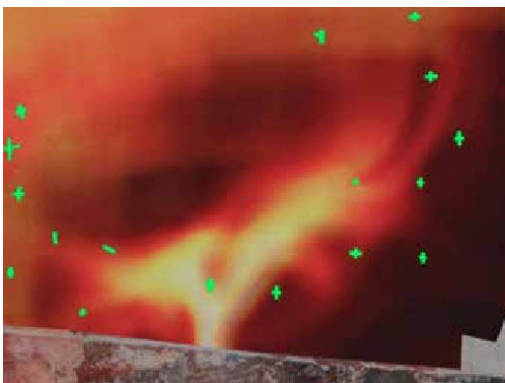
იგი შედის ეგრეთ წოდებულ მაგნიტურ მეთოდებში, რადგან იყენებს რკინის მაგნიტურ თვისებებს ქვის წყობაში რკინის არსებობის ლოკალიზაციისთვის. მისი მუშაობა ეფუძნება ელექტრომაგნიტური ინდუქციის პრინციპს.

ინსტრუმენტი შედგება მაგნიტური ველის გამოსხივებადი ზონდისგან, რომელიც მიერთებულია ციფრულ და აკუსტიკურ დამამუშავებელ ერთეულთან. ზონდი შექმნილია ისე, რომ გასრიადეს ქვის წყობის ზედაპირზე და მაგნიტური ველის მიმდებლობიდან შესაძლებელი ხდება მეტალის ელემენტების პოზიციის გარკვევა.

ინსტრუმენტი შედგება: ერთეულისგან, რომელიც ასხივებს და კითხულობს ელექტრომაგნიტურ ველს და გამოსხივებად-მიმღები ზონდისგან მაგნიტური ველისთვის.

პაქიმეტრი გამოყენებულ იქნა მოზაიკის შიგნით არსებული უხილავი მეტალის კომპონენტების აღმოსაჩენად. ჩვენ დავიწყეთ იმ განზრახვით, რომ ჯვარედინად გადავემოწმებინა ის მონაცემები, რომლებიც მივიღეთ კარლო ბაკურაძის მიერ განხორციელებული რესტავრაციის გამოსახულებების წყალობით, რათა შეგვემოწმებინა მათი სიზუსტე ან/და თანამიმდევრულობა. რადგან კვლევის შედეგები დადებითი იყო, ჩვენ გადაწყვიტეთ გაგვეფართოებინა გამოკვლევა მთლიან ზედაპირზე. ამან შესაძლებლობა მოგვცა გარედან დაგვედგინა უხილავი მეტალის არსებობის რიგი შემთხვევა, რომელიც არ იყო დაფიქსირებული 80-იანი წლების ინტერვენციის დოკუმენტებში.

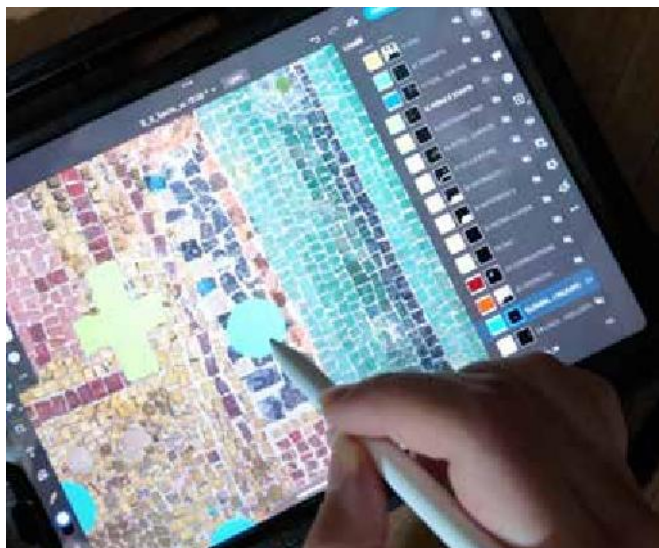
20-24. გადაღება თერმული სტიმულაციით





ამან შესაძლებლობა მოგვცა შეგვედგინა მატრიცა, რომელიც, ჩვენი აზრით, სრულად ასახავს მეტალის არსებობას მოზაიკის სტრუქტურის შიგნით, რამაც მნიშვნელოვანი სარგებელი მოგვითანა საკონსერვაციო ჩარევების შემდგომ განვითარებაში (ფოტო 25-28).

25-28. პაქიმეტრული პროცესი საშუალებას იძლევა არადესტრუქციულად აღმოვაჩინოთ ქვის სტრუქტურაში რკინის ელემენტების არსებობა და მიმართულება.





ენდოსკოპი

იმისათვის, რომ გამოგვეკვლია ცარიელი სივრცეები იქ, სადაც მოზაიკა მოშორებულია კედელს, ვიდეო ბოროსკოპი იქნა შეძენილი.

მოწყობილობა იწონიდა მხოლოდ 960 გრამს, ჰქონდა გამოსახულების, ვიდეოს და ზუმის ფუნქცია, ეკრანი გარჩევადობით 1024x768 პიქსელი, ინტეგრირებული LED განათებით და დატენვადი ელემენტებით 4 საათამდე უწყვეტი მუშაობის პერიოდით, ეს ყოველივე იდეალური იყო, რათა ჩაგვეტარებინა არადესტრუქციული გამოკვლევა.

ხუთ საფეხურიანი LED განათების წყალობით, განათების დარეგულირება ყოველთვის შეიძლებოდა გარემო პირობებთან. გამოსახულებისა და ვიდეოს შენახვა ხდება დილაკით, რომელიც უშუალოდ ვიდეო ბოროსკოპზე არის განთავსებული, რამაც საშუალება მოგვცა გამოსახულება და ვიდეო ჩაგვეწერა SD ბარათზე.

ასევე იყო შესაძლებელი, რომ 3-ჯერ გაგვედიდებინა გამოსახულება ზუმის ფუნქციით (ციფრულად), ისე რომ ხილვადი გამზდარიყო ყველაზე პატარა დეტალიც კი.

ხედვის მიმართულება სწრაფად და პირდაპირ გადაეცემოდა ბოროსკოპის წვერს - ჯოისტიკის საშუალებით და ამდენად შესაძლებელი იყო 360 გრადუსიანი მთელი გარშემოწერილობის ხედვა.

მოძრაობის გადაცემა ჯოისტიკიდან ბოროსკოპის წვერზე უზრუნველყოფილი იყო სერვო-ძრავით, რასაც ჰქონდა უპირატესობა მიგველო ბოროსკოპის წვერის უპრობლემო და ადვილი კონტროლი ვიწრო ხვრელებშიც, არხებშიც და რთულ კომპონენტებშიც. ტექნიკური აღწერილობისთვის იხილეთ დანართი.

ინსტრუმენტი შევიყვანეთ ღრუში, საიდანაც ვუკავშირდებით მოშორებულ მონაკვეთებს და ფენომენის სიდრმისეული გამოკვლევის საშუალება გვაქვს.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იყო მოულოდნელი მასალის აღმოჩენა, რომელიც დამატებულ იქნა 80-იანი წლების რესტავრაციის დროს, ახლად ჩამაგრებული ლითონის სარკების გასამყარებლად, ასევე, ბიოლოგიური წარმონაქმნები, და ტესერების დაზიანებული ღუდაბის მიმაგრების საფუძვლის კვალი.

მნიშვნელოვანი იყო აგრეთვე, ქვის კედლების უსწორმასწორო ზედაპირის დადებითი/უარყოფითი ანაბეჭდების ილენტიფიცირება იმ დუდაბზე, რომელიც მოზაიკას აკავშირებდა — რაც ცხადყოფს, რომ აღნიშნულ ზონებში მასალის დაკარგვა არ მომხდარა, არამედ (რაც კიდევ უფრო შემამფოთებელია) დაფიქსირდა კედლისგან მოზაიკის მკვეთრი მოცილება (ფოტო 29–30)



29-30. იმისათვის, რომ გამოგვეკვლია მოზაიკის უკან არსებული ცარიელი სივრცე, ვიდეო ბოროსკოპი იქნა გამოყენებული.



დინო-ლაითით (Dino-lite) გადიდებული დაკვირვება

ეს მარტივი, მაგრამ ეფექტიანი ტექნოლოგია გამოყენებულ იქნა მოზაიკის ტექნიკური დეტალების გამოსაკვლევად.

გადიდების წყალობით, რომელიც მერყეობს 10x-დან 200x- მდე და მაღალი გარჩევადობის სურათების გადაღების წყალობით, დაკვირვების ეს ტექნიკა ძალზედ სასარგებლოა. მაგალითად, დავადგინეთ ტერაკოტის ტესერების წარმომავლობა იმით, რომ გამოვავლინეთ გამინება (invetriatura) ტესერების იმ სექციაში, რომელიც გვიამბობს მათი წარმოშობის შესახებ: საყოფაცხოვრებო მოხმარების მოჭიქული კერამიკა, რომლის პარალელებიც გამოფენილია ქუთაისის მუზეუმში. (ფოტო 31-32).

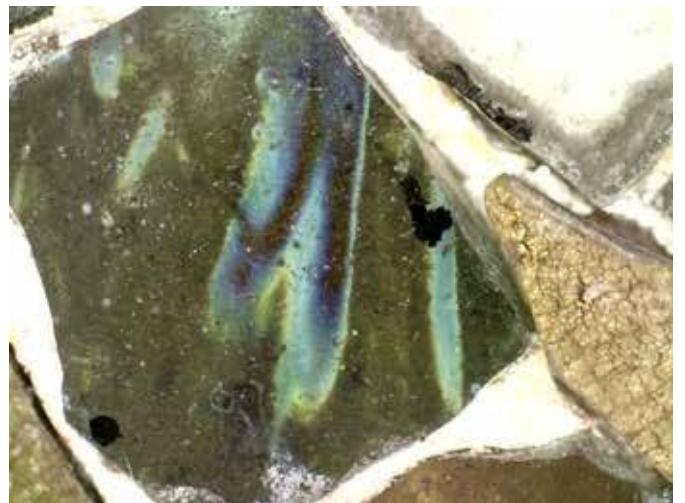
გეორადარული გამოკვლევა

2024 წლის 17-20 ნოემბერს ჩატარდა გეო-რადარული კვლევა. მისი მიზანი იყო ღვთისმშობლის მე-12 საუკუნის მოზაიკის დამჭერი ლითონის სტრუქტურების ან საყრდენების გამოვლენა, რომელიც ზედაპირზე არ ჩანდა. (ფოტო 33)

სკანირება განხორციელდა Bosch D-tect 200 რადარით, რომელიც იძლეოდა შესაძლებლობას გამოგვევლინა ის მონაკვეთები, სადაც მოზაიკა მიმაგრებული იყო ქვეშ არსებულ კედელზე ლითონის ელემენტებით. ინსტრუმენტი განარჩევს ლითონის საგნებს, ხის ელემენტებს, სადენებს და ელექტრო კაბელებს. საზომი ხელსაწყო იკვლევს სენსორის ველის ქვეშ (დაახლოებით 20 სმ) არსებულ სუბსტრატს და აღმოაჩენს საგნებს, რომლებიც განსხვავდება ზედაპირის მასალისგან.

ინსტრუმენტი მოძრაობს სუბსტრატზე ოდნავი დაწოლით მოხსნის ან შეცვლის გარეშე. როდესაც ხდება საგნის აღმოჩენა ნათურის სიგნალი წითლდება; თუ სიგნალის სიძლიერე არის ადექვატური, საზომის ეკრანი პულსირებს და გამოიცემა აკუსტიკური სიგნალი.

თუ არცერთი საგანი არის აღმოჩენილი, დისპლეი მიუთითებს გაგრძელებას, ხოლო ნათურის სიგნალი ყვითლდება.



31-32. დინო-ლაითით (Dino-lite) გადიდებული დაკვირვება



33. გეორადარული კვლევა ჩატარდა, რათა დაგვედგინა ლითონის შიდა ელემენტები



თუ ინსტრუმენტის მოძრაობისას, ისე რომ არ მოვაცილებთ მას ზედაპირს, გაგრძელების მითითება გამოირთვება, ნათურის სიგნალი მწვანდება, რაც მიუთითებს ობიექტების სრულ არარსებობაზე. თუ საზომი ხელსაწყო უახლოვდება საგანს, პულსაცია საზომ ეკრანზე იზრდება, ნათურის სიგნალი წითლდება და გამოიცემა აკუსტიკური სიგნალი. ობიექტიდან დაშორებისას საზომი ეკრანის პულსაცია კლებულობს. პატარა და დრმად მდებარე საგნების შემთხვევაში, ნათურის სიგნალი შეიძლება გაყვითლდეს, მაგრამ აკუსტიკური სიგნალი არ გამოიცემა. უფრო დიდი საგნების აღმოჩენის დროს საზომი ეკრანი მაღალი და უწყვეტი პულსაციით გვანიშნებს, ხოლო ნათურის სიგნალი რჩება წითელი. ყოველი სიგნალი შეესაბამება გრაფიკს, რომლის ინტერპრეტაციით შესაძლებელი ხდება ანალიზირებული ელემენტის ტიპის განსაზღვრა.

(ფოტო 34)

აღნიშნულ პრინციპებზე დაყრდნობით დასკანერდა მოზაიკის მთლიანი ზედაპირი დაწყებული უმაღლესი წერტილებიდან, მოხილური ხარაჩოს დახმარებით - უმაღლესი ნაწილით დამთავრებული, სადაც მოზაიკა სრულდება და მას ენაცვლება რესტავრაციის შედეგად შექმნილი მოხატულობა. სკანირების პარალელურად, ტაბლეტების გამოყენებით ყველა იდენტიფიცირებული ანომალია მოინიშნა და აისახა არსებულ ფოტოგრამეტრიულ ბაზისებზე, რომელიც ასხვავებს წერტილოვან და სივრცით ანომალიებს. აღნიშნული განხორციელდა კოდირებული მარკერების გამოყენებით, რომლებიც მატერიალიზებულია ზედაპირზე.

ანალიზი ხშირად წყდებოდა იმ ფაქტის გამო, რომ სკანირების პროცესში ჩვენ ვაცნობიერებდით, რომ გარსი არასტაბილური იყო. ამიტომ გადაწყდა მივყოლოდით მიზნობრივ ანალიზს, ინსტრუმენტის უწყვეტ რეჟიმში გამოყენების ნაცვლად.

(ფოტო 35)



34-35. გეორადარული კვლევა განხორციელდა შერჩევითი (მიზნობრივი) მეთოდით და არ გამოყენებიათ ფართო მასშტაბით დაფარვის სტრატეგია.

სკანირების პროცესში და მოწვევითა შემდგომი ინტერპრეტაციისას მოზაიკის ზედაპირის ქვეშ გამოვლინდა სამი ძირითადი კატეგორია:

1. წერტილოვანი ლითონის ელემენტები, სავარაუდოდ ლურსმნები, რომელთა თავაკის დიამეტრი იყო 3სმ-ზე ნაკლები.
2. უბნები, სადაც იყო მრავალი, მჭიდროდ განლაგებული ლითონის ელემენტები. სამწუხაროდ, ამ უბნებს თან ახლავს მნიშვნელოვანი ფონური ხმაური. წერტილოვანი ანალიზი ამ შემთხვევებში არაეფექტურია და არ ეხმარება ზონების დამახასიათებელ აღწერას.
3. უბნები, რომლებიც ხასიათდება ბადეებით ან ძაფისებრი ლითონის ელემენტებით. ეს უბნები წარმოადგენენ ბადისებრ ტიპურ ნიმუშს ან სტრუქტურას, რომელიც შექმნილია ძაფისებრი ელემენტებისგან თარგის მიხედვით „in a pattern“.

მასალას თან ახლავს გრაფიკული ლეგენდა, რომელიც ასახულია 3D ფოტოგრამეტრიულ რუკაზე

(ფოტო 36)

ეს კვლევა წარმოადგენს წინასწარ ანალიზს, რომელიც ჩატარდა საბაზისო ინსტრუმენტებით. კვლევა ჯერჯერობით მხოლოდ ნაწილობრივად დასრულებული, ვინაიდან აუცილებელია ჯერ ოქროსა და ვერცხლის ტესერების გარსების კონსოლიდაცია — ისინი ზედმეტად მყიფეა და ვერ იტანენ ხელსაწყოთან შეხებას. კვლევა გაგრძელდება უფრო მაღალი სიხშირის მქონე მოწყობილობით მას შემდეგ, რაც პრევენციული დაცვის ეტაპზე მოზაიკის ზედაპირი იქნება გამყარებული და გარსი კონსოლიდირებული.



36 გეორადარის მიერ აღმოჩენილი ლითონის შიდა ელემენტების რუკა



დიაგნოსტიკური ანალიზი

საჭირო იყო მეცნიერული ანალიზის გამყარება, რათა პასუხი გაგვეცა ზოგიერთ კითხვაზე, რომელიც უკავშირდებოდა მასალების ბუნებას და მათი კონსერვაციის მდგომარეობას. ღუდაბი, ტესერები, პიგმენტები და მარილები გაანალიზდა და შესწავლილ იქნა ინსტრუმენტალურად.

ოპტიკური მიკროსკოპ-სტერეოსკოპით (MO) მოხდა ტესერების ნიმუშების შესწავლა და ფოტოგრაფირება.

ტესერების ქიმიური შემადგენლობა განისაზღვრა რენტგენული მიკრო-ანალიზით, რისთვისაც გამოვიყენეთ ენერგიის დისპერსიული ტიპის რენტგენული მიკრო-ფლუორესცენციის სპექტრომეტრი (EDXRF) ოთხ ტესერას ჩაუტარდა მორფოლოგიური დახასიათების გამოკვლევა და კომპოზიტური კვლევა ელექტრონული მიკროსკოპის სკანირებით (SEM) და რენტგენის მიკრო-ანალიზით ენერგოდისპერსიაში (EDS მიკროანალიზი).

ანალიზისთვის გამოყენებული იყო სავსე ემისიის ელექტრონული მიკროსკოპი (FEG-SEM ApreoS LoVac, ThermoFisher), რომელიც აღჭურვილია ენერგიის დისპერსიული რენტგენული მიკროანალიზის სისტემით (Quantax 200 System, EDS Detector). პიგმენტები გამოკვლეულ იქნა მიკრო-FTIR SEM/EDS სისტემით. კირქვის ტესერები გამოკვლეულ იქნა მინეროლოგიურ-პეტროგრაფიული ანალიზით და დიფრაქტომეტრული ანალიზით. (ფოტო 37-38)



37. რუკა, სატესტო უბნების მითითებით



38. აფსიდის ზოგადი სურათი 1984 წლამდე



ორიგინალი მასალები და შესრულების ტექნიკა

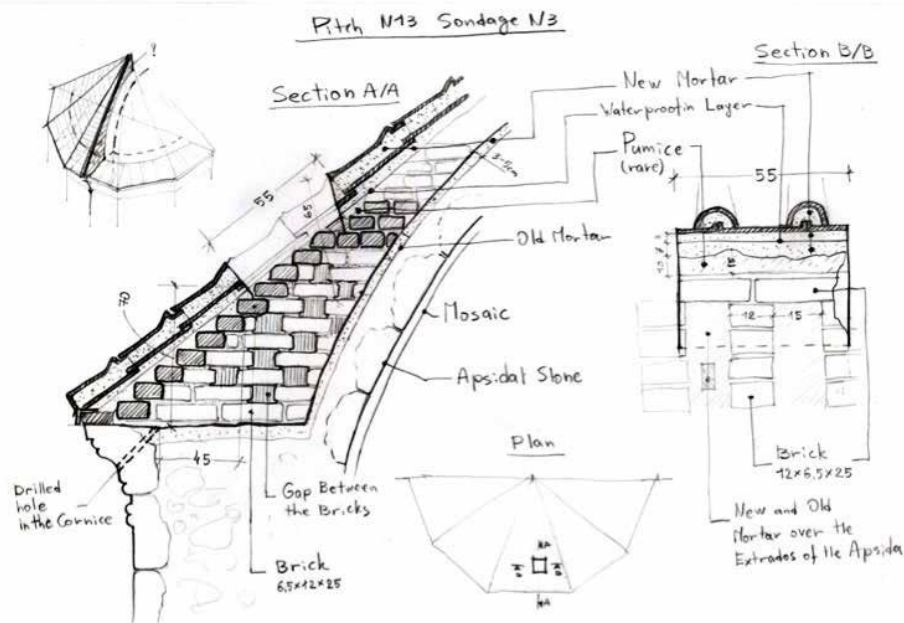
ღვთისმშობლის მოზაიკა შეიქმნა ეკლესიის აფსიდის კონქში. ის ნაწილი, რომელიც ერთ დროს მთლიანად მოზაიკით იყო მოპირკეთებული, იწყება ეკლესიის იატაკიდან 11 მეტრის სიმაღლიდან და უმაღლეს წერტილს აღწევს 18.17 მეტრზე. ძირიდან დაწყებული და წარწერით დამშვენებული სფერო ვერტიკალურად იზრდება დაახლოებით 290 სმ-ზე და გადადის აფსიდის ნახევარსფეროში, რომლის რადიუსი დაახლოებით 420 სმ-ია.

შედეგად, თავდაპირველად მოზაიკით მოჭედული საერთო ფართობი შეადგენდა 710 სმ-ს სიმაღლეში, 420 სმ-იანი რადიუსით, რაც ჯამში დაახლოებით 94 კვადრატულ მეტრს შეესაბამება. (ფოტო 1)

თავდაპირველი მოზაიკიდან დღეს შემორჩენილია კონქის მხოლოდ ზედა ნაწილი, რომელიც იწყება ეკლესიის იატაკიდან 13.77 მეტრიდან და აღის 18.17 მეტრის სიმაღლემდე, რაც არის 46.5 მ² (დასაშვები ცდომილებით 0.3 მ²). ნაწილი, რომელიც ფრესკად არის აღდგენილი ისტორიული ინტერვენციის დროს ფარავს 47.40 მ² (დასაშვები ცდომილებით 0.3 მ²).



1. მოზაიკის ქვედა ნაწილი, რომელიც ხანძრების დროს დაზიანდა, აღდგენილი იქნა მოხატულობითი რეკონსტრუქციით.



2. ჩანახატი, რომელიც ასახავს თაღის ნაწილს.

მოზაიკა განლაგებულია თაღის სტრუქტურაზე, რომელიც ნაშენია დოლომიტის ქვის ბლოკებით, როგორც ირკვევა ტარიელ კიპაროიძისა და ლაშა შარტავას კვლევიდან (2022 წ.)¹. (ფოტო 2)



13.11.2021

საფუძვლის შრეები

ქვიშაქვის ბლოკის სტრუქტურის შედარებით სწორი ზედაპირის გამო, მოზაიკა დაიგო საკმაოდ თხელ საფუძვლის ბაზაზე, რომლის საერთო სისქე 20მმ-ია. მიმდინარე პროექტის ფარგლებში ჩატარებული ანალიზების მიხედვით, რომელიც განხორციელდა მოზაიკიდან ამოღებულ ერთ-ერთ ტესერაზე არსებული ნარჩენი დუღაბის უმცირეს რაოდენობაზე, მოზაიკის საფუძვლის დუღაბი შედგება ორი შრისგან, რომელთაგანაც, თითოეული დაახლოებით 10 მმ. სისქისაა. ორივე შრე უპირატესად ხასიათდება ჰაერული კირის შემკვრელით და ძალიან მცირე რაოდენობის შემავსებლით, რომელიც ძირითადად, კაჟმიწოვანია². (იხილეთ დანართი რიდოლოფი). (ფოტო 3-4)

კარლო ბაკურაძის სარესტავრაციო ინტერვენციის ანგარიშის თანახმად, მოზაიკა სამ ფენად მოეწყო: „ქვის წყობაზე დადებული პირველი ფენა უფრო სქელია და კირში შერეულ ბზესა და კირს წარმოადგენს. ამ შრის სისქეა 8-10 მმ; როგორც ქიმიურმა ანალიზმა გვიჩვენა, 8-10 მმ სისქის მეორე ფენა, სუფთა კირია; მესამე ფენა წარმოადგენს მეორე ფენაზე დადებულ 2-3 მმ სისქის კირის თხელ ფენას (სამეცნიერო ლიტერატურაში მეორე და მესამე ფენას განიხილავენ როგორც ერთ ფენას).“³

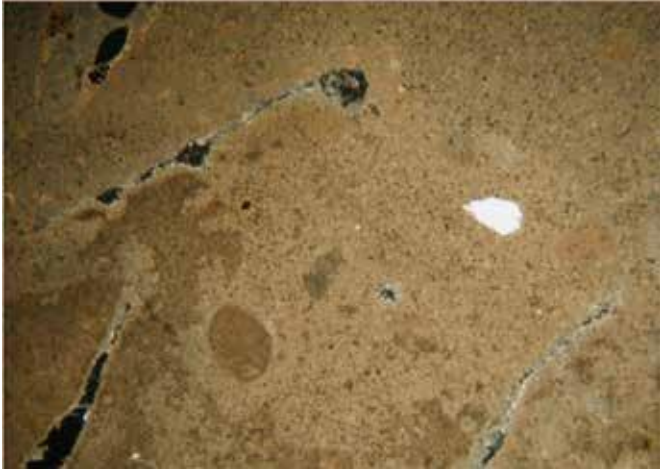
კარლო ბაკურაძის დიდი გამოცდილების გათვალისწინებით და იმ შესაძლებლობის გათვალისწინებით, რომელიც მას ჰქონდა, ღრმა და ფართო დაკვირვებები ეწარმოებინა მოზაიკაზე და მის მოსამზადებელ შრეებზე სარესტავრაციო ინტერვენციის დროს, ჩვენ უფრო მისი ინტერპრეტაციების გვჯერა ვიდრე ჩვენი საკუთარი მოსაზრებებისა.

3. დეტალი, რომელზეც ნაჩვენებია წინასწარი დამუშავების ორი შრე და ტესერას ხაზი.



4. ჩამაგრებული სექციის ფოტო.

1. თ. კიპაროიძე, ლ. შარტავა, „ტექნიკური ანგარიში ფოტო და გრაფიკული დოკუმენტაციით ახალი ზონდირების შესახებ“, თბილისი 2022
2. ს.რიდოლოფი, „პეტროგრაფიული თხელი-სექცია და XRF გამოკვლევის მეორე ანგარიში“, რომი, 2025 გვ.3-6
3. ლ. ხუსკივაძე „გელათის მოზაიკა“, თბილისი, 2005წ.



5 კირის ნიმუში და ძალზედ იშვიათი შემავსებელი ფორებიანი სტრუქტურით



6. ჩამაგრებული სეციის ფოტო.



7. ფოტოზე - კირის გუნდები და იშვიათად შემჩნეული შემავსებელი ნაწილაკები, რომლებიც ფორიანობით ხასიათდებიან MPOM ფოტომიკროგრაფი, გადაღებული გამტარ სინათლეში, ნიმუშის თხელ ნაჭერზე 80 x N+.

8-9. ჩალის ელემენტების დეტალები, რომელიც ჩამაგრებულია დულაბში



4. რობერტო ნარდი, შიდა ტექნიკური ანგარიში, წმინდა ეკატერინეს მონასტერი, 2015 წ.

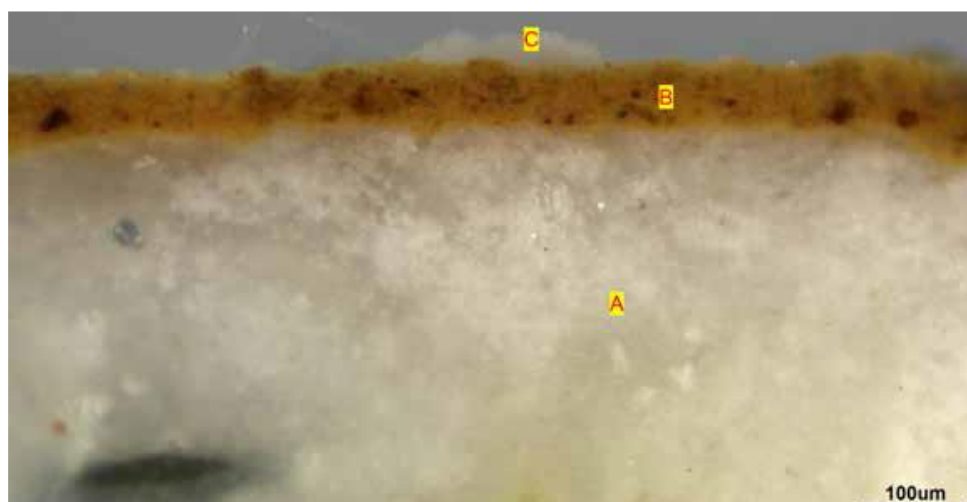
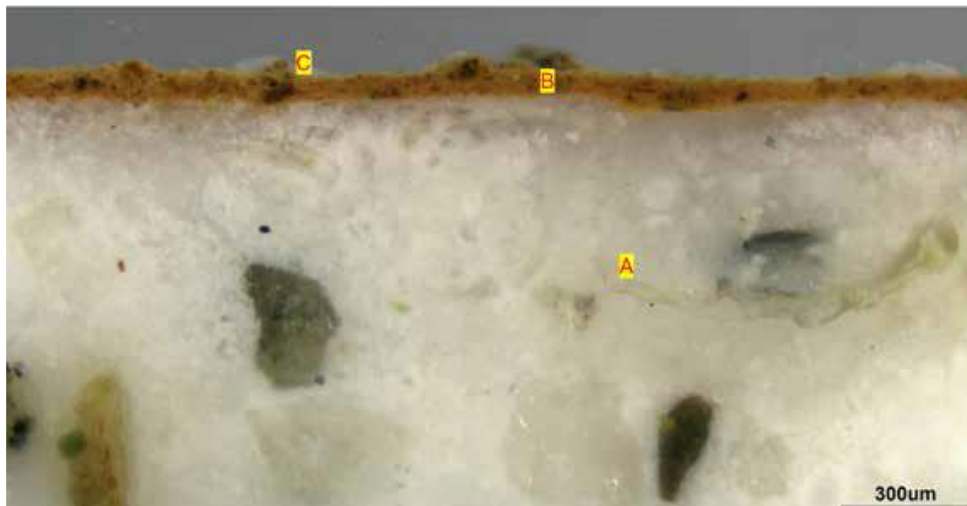
პირველ ნიმუშში ყავისფერი პიქტოგრაფიული დამასრულებელი ფენა, რომელიც ეფუძნება ჟანგმიწას და მოშავო-მოყავისფრო ფერის რკინის ოქსიდს, ბათქაშზე მშრალი წესით იყო დადებული (კარბონიზაციის ხაზით).

ნიმუში 1, ფოტო 11-13

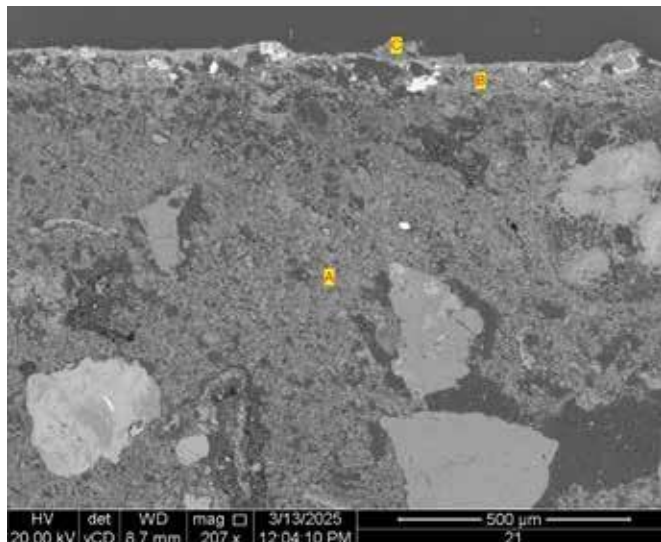
ფენა	შრის ბუნება კორელაციისთვის ოპტიკური მიკროსკოპისა და ESEM-EDS ანალიზს შორის
A	თეთრი ბათქაში სხვადასხვა ფორმისა და ფერის გაფანტული შემავსებლებით.
B	ყავისფერი მოხატული ზედაპირი სისქით 45-55 მკმ ხასიათდება კალციუმ კარბონატის არსებობით და პიგმენტირებულია ოქრით (ყვითელი, წითელი და ცოტა ყავისფერი ოქრა მანგანუმით) და რკინის ოქსიდით, რომელიც ასევე არის მუქი ფერის.
C	კალციუმ და მაგნიუმის კარბონატის თეთრი ნარჩენები. სისქე 0-30 მკმ.



11. ნიმუშის ფოტო ოპტიკური მიკროსკოპიდან.



12-13. MPOM ფოტომიკროგრაფი არეკლილ სინათლეში, განივი პრიალა სექცია

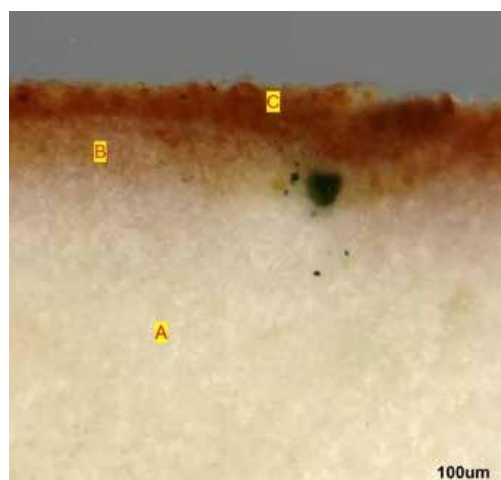
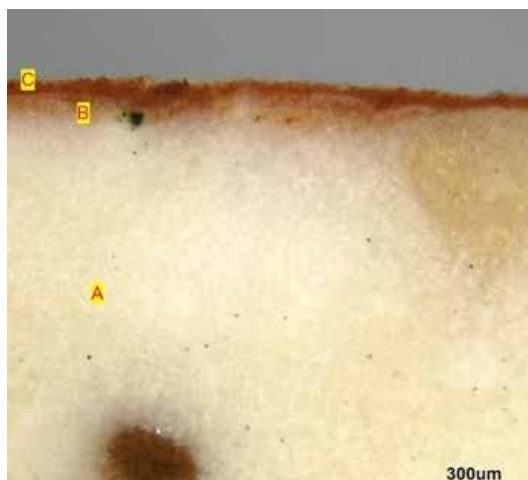


14. ESEM გამოსახულება უკუგანბნებული ელექტრონებით დაბალი ვაკუმის (LV) რეჟიმში

ნიმუშზე 2 შეინიშნება ბათქაშზე ახალდანადები ფერწერული დაფარვა (კარბონაციის ხაზის არარსებობა), რომელიც დაფიქსირდა რამოდენიმე გაფანტული ოქროსფერი მღებავი ნაწილაკი და იშვიათად — მწვანე მიწის პიგმენტი. ზედაპირი პიქტორიალური დასრულებით პიგმენტირებულია წითელი ოქრით რკინის ოქსიდის მაღალი შემცველობით.

ნიმუში 2, ფოტო 14-18

ფენა	შრის ბუნება კორელაციისთვის ოპტიკური მიკროსკოპისა და ESEM-EDS ანალიზს შორის
A	კალციუმ კარბონატის თეთრი შრე.
B	ოდნავ ნარინჯისფერი შრე ოქრის გაფანტული ნაწილაკებით და მწვანე გრუნტის ნაწილაკით. შრე შეიძლება დაიდო ახლად, რადგან კარბონიზაციის ხაზები არ ჩანს. სისქე 25-35 მკმ.
C	წითელი პიქტორიალური დასრულება, რომელიც ემყარება კალციუმ კარბონატს და წითელ ოქრას რკინის ოქსიდის მაღალი შემცველობით. სისქე 15-25 მკმ.

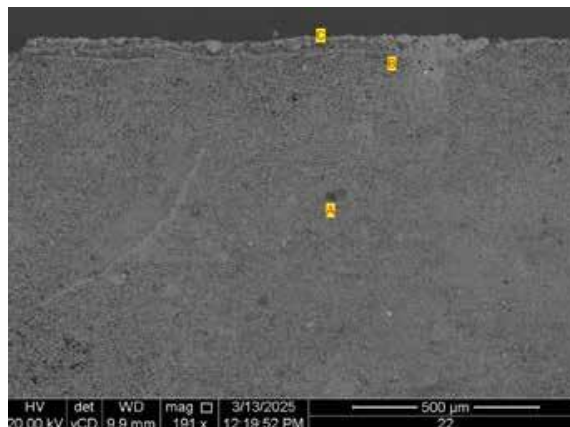


15-16. MPOM ფოტომიკროგრაფი არეკლილ სინათლეში, განივი პრიალა სექცია.



17. ნიმუშის (ზედა) ფოტო, როგორც ჩანს MPOM მიკროგრაფში.

18. (მარჯვნივ) ESEM მიკროსკოპის გამოსახულება უკუგანბნებული ელექტრონებით დაბალი ვაკუმის (LV) რეჟიმში

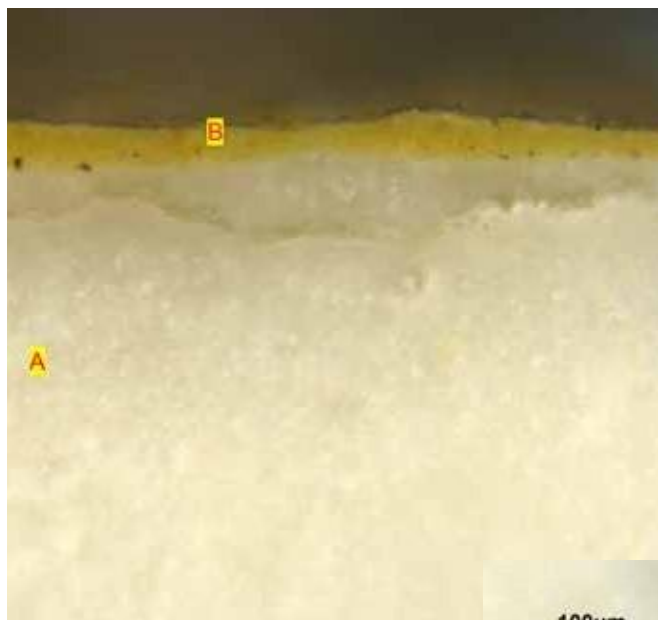
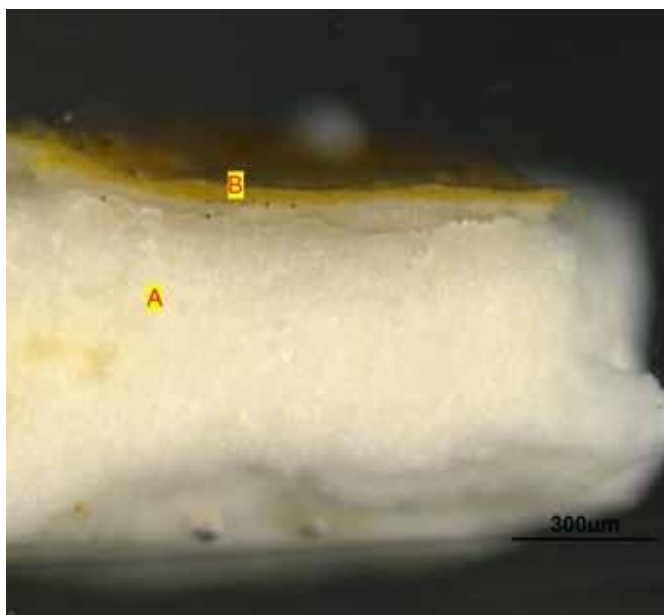


მე-3 ნიმუშის ყვითელი პიქტორიალური დასრულება შესრულდა ყვითელი ოქრით რკინის ოქსიდის მაღალი შემცველობით.

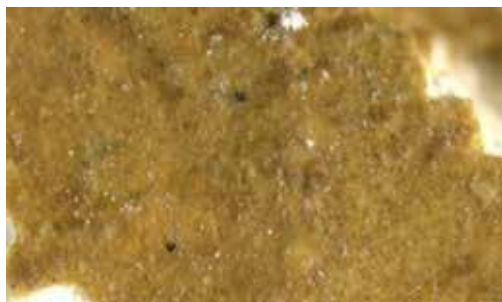
სცენარი, რომელიც შეგვიძლია დავინახოთ ანალიზიდან, არის ის, რომ თავდაპირველი დაფერვა — წითელი, ყვითელი და ნაცრისფერი პიგმენტებით — განხორციელდა მაშინ, როდესაც ბათქაშის შრე ჯერ კიდევ სველი იყო და ეს მოხდა ტესერების გამოყენების თანადროულად. ამის შემდეგ სხვა ფერი დაედო, როდესაც ბათქაში იყო მშრალი, რაც ნიშნავს, რომ მეტად შესაძლებელია ეს მომხდარიყო 1984-90 წლების რესტავრაციის პროგრამის დროს ან უფრო ძველი ინტერვენციებისას.

ნიმუში 3, ფოტო 19-22

ფენა	შრის ბუნება კორელაციისთვის ოპტიკური მიკროსკოპისა და ESEM-EDS ანალიზს შორის
A	კალციუმ კარბონატის თეთრი შრე.
B	წითელი პიქტორიალური დამასრულებელი შრე, რომელშიც გამოყენებულია კალციუმის კარბონატი და რკინის ოქსიდებით მდიდარი ყვითელი ოქრა; სისქე 20-30 მკმ.

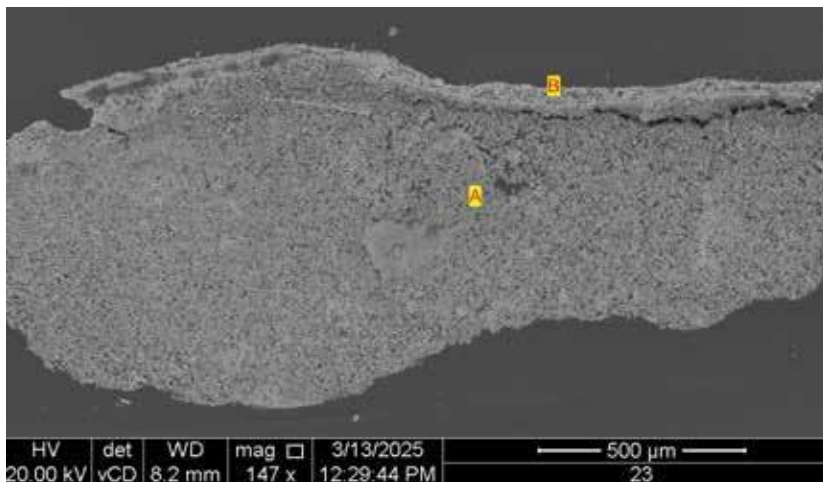


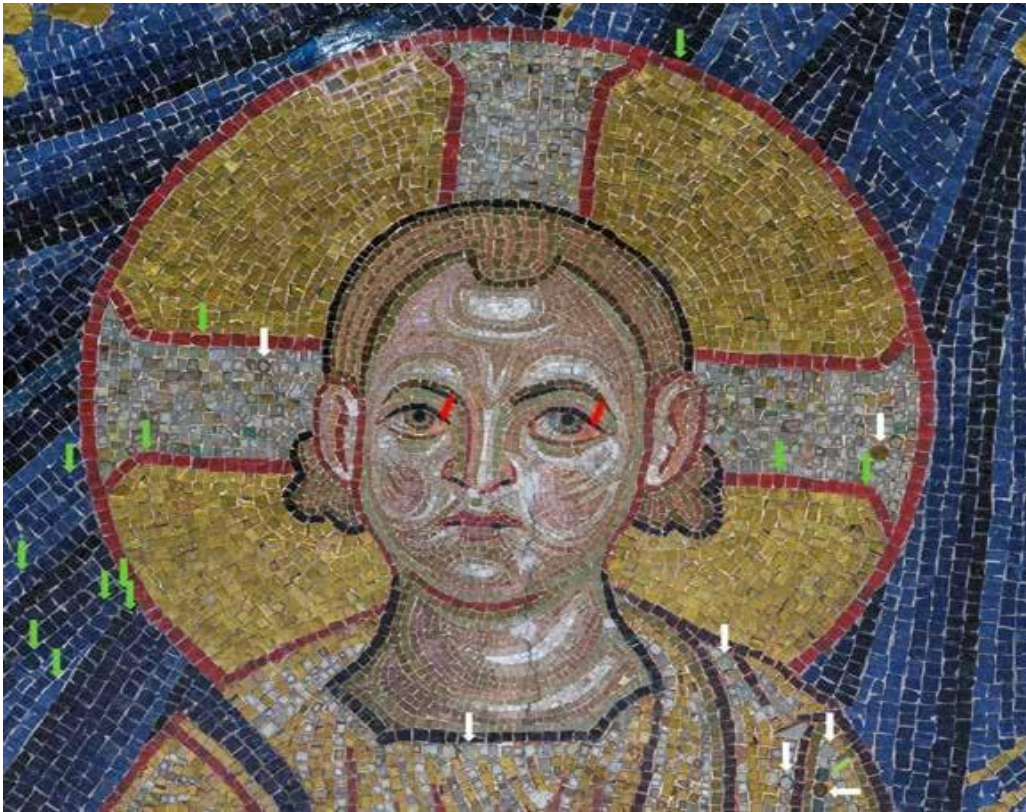
19-20. MPOM ფოტომიკროგრაფი არეკლილ სინათლეში, განივი პრიალა სექცია.



21. ნიმუშის ფოტო, როგორც ჩანს MPOM მიკროგრაფში.

22. ESEM მიკროსკოპული გამოსახულება უკუგანბნული ელექტრონებით დაბალი ვაკუუმის (LV) რეჟიმში





მოზაიკის უნიკალური თვისება არის ზოგიერთი წერტილის განზრახ ტესერების გარეშე დატოვება, სადაც წითელი ფონი ბზინავს, როგორც ეს არის ფიგურის თვალების არეალებში. ეს შეიძლება გამოწვეული ყოფილიყო მხატვრის სურვილით გაემდიდრებინა მოზაიკის დასრულებული კომპოზიცია პიქტორიალური ეფექტის დამატებით ტესერების მინის ქვედა ფენაზე, რაც ადასტურებს ლეილა ხუსკივაძის მოსაზრებას, რომელიც მან გამოთქვა მოზაიკის აღწერილობით ტექსტში.⁵ (ფოტო 23, წითელი ისრები)

ტესერები

ტესერები მოეწყო საფუძვლის ფენაზე მაშინ, როდესაც ის ჯერ კიდევ სველი იყო. დაბალი კუთხით განათებისა და ფოტოგრაფიული ანალიზის შედეგად შესაძლებელი გახდა მოზაიკის ზედაპირის ხაზობრივი არათანაბრობისა და ფონური ბათქაშის გადაფარვების იდენტიფიცირება: ეს ხაზები გამოწვეულია ე.წ. giornate-ით — ანუ იმ უბნებთან დაკავშირებული პერიმეტრული ხაზებით, რომლებდაც იყოფოდა სამუშაო პროცესი საფუძვლის ბათქაშის შრის გამაგრების დროის მიხედვით.“

ამ უბნებს იტალიური ტერმინით „giornate“ ეწოდება, რაც სიტყვასიტყვით „დღეს“ ნიშნავს, თუმცა შესაძლოა ეს ტერმინი გარკვეულწილად არაზუსტი ან შეცდომაში შემყვანიც იყოს: მათი ზუსტი ზომა განისაზღვრებოდა საფუძვლის ბათქაშის ფენის გამყარების დროით, რაც დამოკიდებული იყო კლიმატურ პირობებსა და სეზონზე, როცა მოზაიკის შექმნა მიმდინარეობდა.

მაგალითად, ცხელ და მშრალ კლიმატში (რაც იდეალური არაა მოზაიკის შესაქმნელად), ბათქაშის გამაგრების პროცესი გაცილებით სწრაფად ხდებოდა, ვიდრე ცივ და ნოტიო ამინდში.

ის ფაქტი, რომ კარლო ბაკურაძემ ნახა ჩალა (ბზე) ღუდაბის შემადგენლობაში, შეიძლება უკავშირდებოდეს ღუდაბში წყლის შენარჩუნების საჭიროებას და ღუდაბის გამრობის დროის შენელებას, ამდენად მოზაიკოსისთვის მეტი დროის მიცემას სამუშაოს დასასრულებლად.⁶

ამდენად, „giornate“-ს ცხრილი გავძლევს რიგ საინტერესო ინფორმაციას სამუშაო ტექნიკისა და მიმდინარეობის შესახებ, მაგრამ არაფერს გვუბნება სამუშაო დღეების რაოდენობის შესახებ. გაწმენდა საშუალებას მოგვცემს უფრო მეტი სიზუსტით წავიკითხოთ „giornate“-ს გადანაწილება. (ფოტო 24)

23. მაგალითისთვის ვხედავთ ქრისტეს სახის გამოსახულებიან უბანს ე.წ. „პიკის“ კიდეებით (მწვანე ისარი); ტესერებს, მომრგვალებული ფორმით (თეთრი ისარი); ადგილები, რომლებიც განზრახ დატოვებულია ტესერების გარეშე და მოხატულია წითელი ოქრით (წითელი ისარი)

24. (შემდეგი გვერდი) ფირფიტა giornate-ით

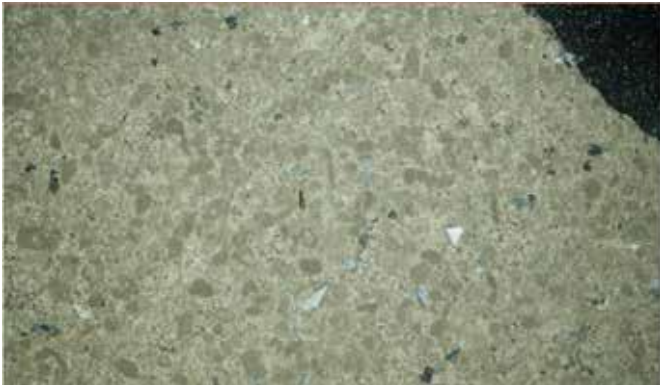
5. იქვე

6. კ. ბაკურაძე, ლ. ხუსკივაძე, „გელათის მოზაიკის რესტავრაცია“, თბილისი, 1990წ.





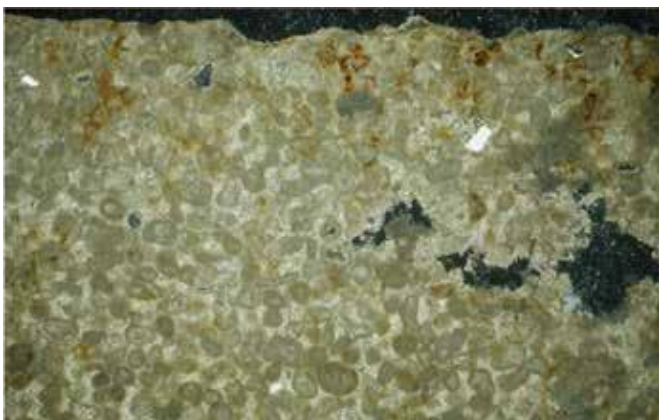
25 ჩამაგრებული სექციის ფოტო.



26. MPOM ფოტომიკროგრაფი გადაცემულ შუქში, თხელი სექცია, 40 x N+



27 ჩამაგრებული სექციის ფოტო.



28. MPOM ფოტომიკროგრაფი გადაცემულ შუქში, თხელი სექცია, 40 x N+

ტესერები მიეკუთვნება ორ ძირითად ჯგუფს: ქვა და მინა. პირველი გამოყენებულ იქნა სხეულის ტონალობების გადმოსაცემად, ხოლო მეორე, ყველა დანარჩენის, მათ შორის ფონის შესაქმნელად. მესამე ჯგუფი, რომელიც შემოიფარგლება მხოლოდ წითელ-ნარინჯისფერი ფერებით, შედგება ტერაკოტას ფრაგმენტებისგან დამზადებული ტესერებისგან, რომელიც გამოყენებულია მთავარანგელოზის ოლარის შიდა ნაწილის გადმოსაცემად.

ტესერები განსხვავდება ზომაში მათი სახეობის მიხედვით:

1. მეტალის ფურცლის ტესერები (ფონი, შიდა მხარე interior და ანგელოზების ფრთები), საშუალო ზომით 8x8 მმ;
2. ფერადი ტესერები (ფიგურების სამოსელი), საშუალო ზომით 10x10მმ;
3. სხეულის ტონალობები (სახეები, ფეხები, ხელები) საშუალო ზომით 5x5მმ.

ამ ზომების განვითარება გვეუბნება, რომ:

1. მეტალის ფურცლის ფონისთვის საშუალოდ გამოყენებულ იქნა 15 610 ერთეული ტესერა კვადრატულ მეტრზე;
2. ფიგურების სამოსელისთვის გამოყენებული იქნა საშუალოდ 10 000 ერთეული ტესერა კვადრატულ მეტრზე;
3. სხეულის ტონებისთვის გამოყენებული იქნა საშუალოდ 40 000 ერთეული ტესერა კვადრატულ მეტრზე.

გამოყენებული ტესერების მთლიანი რაოდენობა დაახლოებით არის 681 000 დღეს არსებული ნაწილისთვის, რომელიც იყოფა:

1. ოქროსა და ვერცხლის ფურცლის ტესერები: დაახლოებით 537 000;
2. ფერადი მინის ტესერები: დაახლოებით 108 000;
3. კირქვის ტესერები: 36 000.

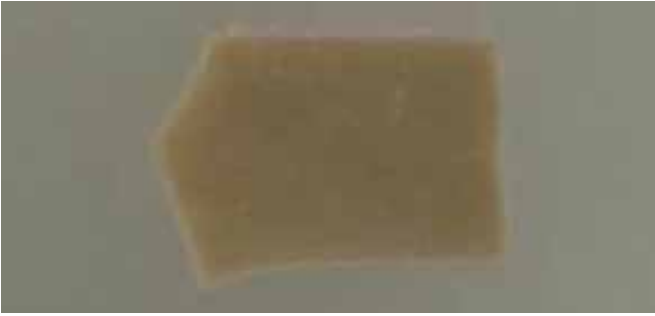
ფერწერის ტექნიკით განხორციელებული რეკონსტრუქციის მიხედვით, თავდაპირველად, ტესერების საერთო რაოდენობა იყო დაახლოებით 1 283 000, საიდანაც თითქმის 1 000 000 იყო ოქროს და ვერცხლის ლითონის ფურცლის ტესერა, რაც ადასტურებს შესრულების სიდიადეს და დამკვეთის ძალაუფლებას.⁷

ქვის ტესერებში, იდენტიფიცირებულია ხუთი ფერის ქვა: ოთხი მათგანი — მარმარილოს სხვადასხვა სახეობა (A–D), თეთრიდან ვარდისფრამდე შეფერილობით, ხოლო მეხუთე — ფიქალის მსგავსი მუქი ქანია, (E), რომელიც უახლოვდება შავს. ისინი გაანალიზებულ იქნა პროფესორ სტეფანო რიდოლფის მიერ (რომის ლა საპიენსას უნივერსიტეტი, სწავლების სფერო კულტურულ მემკვიდრეობაში გამოყენებული მენიერებები) (დანართი1).⁸ პირველი ჯგუფი (A–D) ძირითადად გამოიყენებოდა სხეულის ტონებისთვის და შედგება დანალექი კარბონატული ქვისგან, ხოლო მუქი შეფერილობის ტესერა (E), რომელიც შედგება სილიკატი ქვისგან, მიღებული რეგიონული მეტამორფიზმისგან, გამოყენებული იყო ფიგურებში, რათა გამოეკვეთათ ხაზები და პროფილები.

ოთხი ქვის ტესერადან, რომლებიც სხეულის ტონებად გამოიყენებოდა, ორი შეიძლება კლასიფიცირდეს ოლითურ კირქვად (ტესერა A და ტესერა B), ორივე შეიცავს იმჟიათ და სუფთა კვარცის ჩანართებს, ხოლო ტესერა B-ში თიხა-ოქრის მინერალის სუფთა დისპერსიას, რომელიც განსაზღვრავს ქვის მოყვითალო-ვარდისფერ ელფერს. (ფოტო 25-28)

7. ტესერების თვლა ხელით განხორციელდა 10x10 სანტიმეტრ კვადრატზე სამოსელის ადგილებში, რომელიც ფერადი ტესერათია გაკეთებული, სადაც 100 ტესერა იქნა დათვლილი; ორ 10x10 სანტიმეტრ კვადრატზე ორ ადგილას, სადაც სხეულის ტონები არის კირქვის ტესერით გადაწყვეტილი, დაახლოებით 400 ტესერა იქნა დათვლილი; ორ 10x10 სანტიმეტრ კვადრატზე ორი ფონის ადგილას დაახლოებით 156 ოქროს და ვერცხლის ტესერა იქნა დათვლილი.

8. ს. რიდოლფი, „პეტროგრაფიული თხელი-სექცია და XRF გამოკვლევა მეორე ანგარიში“, რომი, 2024წ.



29-30. ჩამაგრებული სექციის ფოტო.



31-32. MPOM ფოტომიკროგრაფი გადაცემულ შუქში, თხელი სექცია, 40 x N+

დანარჩენი ორი ტესერა (C და D) კლასიფიცირდება ძალიან სუფთა მიკრიტულ კირქვებად, გარკვეული მიკროფოსილია ტესერა C-ში, შეიძლება მივაკუთვნოთ პლანქტონურ ფორამინიფერას, ხოლო მიკროფოსილია არ აღმოჩნდა ტესერა D-ში. (ფოტო 33-34)



33. ჩამაგრებული სექციის ფოტო.

34. MPOM ფოტომიკროგრაფი გადაცემულ შუქში, თხელი სექცია, 40 x N+





სიას ასრულებს ტერაკოტის ტესერები, რომლებიც გამოყენებულია მთავარანგელოზის ოლარის შიდა ნაწილისთვის. (ფოტო 35-36)

მინის ტესერა კლასიფიცირდება შემდეგ სახეებად:

- ლითონის ფურცლის ტესერა, როგორც ოქროსი, ასევე ვერცხლის;
- ნახევრად-გუმჭვრი ფერადი ტესერა ლურჯ, მწვანე, ყავისფერ-იისფერ ტონებში (მინის პასტა);
- გამჭვრი წითელი და შუქგამტარი შავი ტესერა.

მინის ტესერას განსაკუთრებული ბუნებიდან და მათი დომინანტური როლიდან გამომდინარე, რომელსაც მასალის ეს კატეგორია ასრულებს გელათის ღვთისმშობლის მოზაიკის კომპოზიციაში, გადაწყდა, რომ გაგვეგრძელებინა ლაბორატორიული კვლევა არადესტრუქციული ტექნიკის გამოყენებით, რათა გამოგვეკვლია მათი ბუნება და საკონსერვაციო მდგომარეობა.



35. ტერაკოტის ტესერები

36. ტერაკოტის ტესერას დეტალი გადაღებული დინოლაითის მიკროსკოპით





ეს კვლევა ჩატარდა პროფესორმა მარკო ვერიტამ ვენეციის უნივერსიტეტ IUAV -დან, უძველესი მასალის ანალიზის ლაბორატორიაში (LAMA) (დანართი 2) ⁹; კვლევა ეფუძნებოდა ვენეციის მინის ექსპერიმენტული სადგურის (დანართი 3) ¹⁰ მიერ მოწოდებულ ანალიტიკურ მონაცემებს, სადაც მოზაიკიდან აღებული ორიგინალი ნიმუშები გაიგზავნა საქართველოს კულტურული მემკვიდრეობის დაცვის ეროვნული სააგენტოს¹¹ მიერ გაცემული ნებართვით 22/1531.

გამოკვლევა ჩატარდა ქვემოთ წარმოდგენილი პირობების და ამოცანების შესაბამისად:

1. მოზაიკის მაკროფოტოების შესწავლა, რათა დაგვედგინა სხვადასხვა სახის მინის ტესერები და მათი საკონსერვაციო მდგომარეობა;
2. სხვადასხვა სახის წარმომადგენლობითი ნიმუშების დადგენა, რომლებიც დაექვემდებარება ლაბორატორიულ ინსტრუმენტალურ ანალიზს;
3. ყველაზე შესაბამისი ლაბორატორიის შერჩევა, სადაც ტესერას ანალიზი გაკეთდებოდა არადესტრუქციული მეთოდით, რათა კვლევის დასრულების შემდეგ, ტესერები თავის ადგილზე დაგვბრუნებინა მოზაიკის კომპოზიციამ.
4. ლაბორატორიის პერსონალის დახმარება, რათა რაც შეიძლება ზუსტად განგვესაზღვრა მინის მასალის ქიმიური შემადგენლობა, დაგვედგინა ყველაზე მნიშვნელოვანი შემადგენელი კომპონენტები და დაგვეზუსტებინა დეგრადაციის ფორმები;
5. შედეგების დამუშავება და ინტერპრეტირება და ანგარიშის მომზადება.

ნიმუშებად ტესერების შერჩევა შემდეგი კრიტერიუმებით მოხდა:

- მინიმალური რაოდენობის მოგროვება, რომელიც აუცილებელია მინის მასალის სხვადასხვა სახის და მათი საკონსერვაციო მდგომარეობის შესახებ კითხვებზე საპასუხოდ; თავს ვარიდებით ნიმუშების აღებას მოზაიკის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ნაწილებიდან;
- ნიმუშის აღება სულ მცირე ერთი მინის პასტის ფერის მიხედვით, გარდა გაუმჭირი წითელისა და შუქგამტარი შავისა, რადგან მათი ნიმუშად აღება დამუშავების ამ ეტაპზე პოტენციურად საზიანო იქნებოდა ორიგინალი მასალისთვის;
- ლურჯი მინის პასტის აღება ნიმუშად მოზაიკის სხვადასხვა მონაკვეთიდან; ეს ტესერები შერჩეულ იქნა იმ მიზეზებით, რომლებიც ქვემოთ არის ახსნილი;
- სხვადასხვა ფერის ტონალობის ოქროს ფურცლის ტესერების ნიმუშად აღება მოზაიკის სხვადასხვა მონაკვეთიდან;
- დაზიანების სხვადასხვა ხარისხის მქონე ვერცხლის ფურცლის ტესერების ნიმუშად აღება.

ყველა ტესერა იქნა შესწავლილი და ფოტოგრაფირებული სტეროსკოპური ოპტიკური მიკროსკოპით (MO). გამეტი ერთეული ტესერის ქიმიური შემადგენლობა განისაზღვრა მიკრო-რენტგენული ანალიზის მეთოდით, Bruker M4 TORNADO ტიპის ენერგოდისპერსიული მიკრო-რენტგენული ფლუორესცენციის (μEDXRF) სპექტრომეტრის გამოყენებით. ინსტრუმენტი აღჭურვილია როდუმის (Rh) რენტგენული მილისა და პოლი-კაპილარული ოპტიკის მქონე სისტემით (ლაქის ზომა დაახლოებით 25 მიკრონია), ასევე — 30 მმ² აქტიური ზედაპირის მქონე სილიციუმის ენერგოდისპერსიული დეტექტორით (SDD)¹². სამიდან ხუთ გაზომვამდე განხორციელდა თითოეული ნიმუშის მორიასებულ ზედაპირზე შემდეგი ანალიტიკური პარამეტრებით: ძაბვა — 50 კილოვოლტი, დენი — 200 მიკრო ამპერი, ერთეული გაზომვის რეალური ხანგრძლივობა — 600 წამი. სპექტრომეტრი დაკალიბრებული იყო სერტიფიცირებული სტანდარტული მინის ნიმუშებით.

ოთხი ტესერა შემდგომი მორფოლოგიური და ქიმიური მახასიათებლების შესწავლისთვის გამოკვლეულ იქნა სკანირებადი ელექტრონული მიკროსკოპიის (SEM) და ენერგოდისპერსიული რენტგენული მიკროანალიზის (EDS) მეთოდებით. კვლევებისთვის გამოყენებული იყო ველის ემისიის მქონე სკანირებადი ელექტრონული მიკროსკოპი (FEG-SEM ApreoS LoVac, ThermoFisher), რომელიც აღჭურვილია ენერგოდისპერსიული რენტგენული მიკროანალიზის სისტემით (Quantax 200 System, EDS დეტექტორი XFlash 6|60, Bruker), 60 მმ² აქტიური ზედაპირის მქონე სილიციუმის დეტექტორით (SDD). იმისათვის რომ ანალიზი მაღალი ვაკუუმის პირობებში ჩატარებულიყო, საჭირო იყო, რომ ნიმუშების ზედაპირი გამტარი გამხდარიყო მასზე რამდენიმე ათეული ნანო მეტრის სისქის კარბონის ფენის დატანით ვაკუუმის პირობებში.

ქვემოთ მოტანილია ტესერების ფოტოები, გადაღებული ოპტიკური მიკროსკოპით (MO) — როგორც დამუშავების გარეშე, ისე გაპრიალებული სახით; ასევე მოცემულია მათზე ჩატარებული μEDXRF ანალიზით მიღებული ქიმიური შემადგენლობების მონაცემები. შედეგად, SEM/EDS მიკროსკოპული ანალიზების შედეგები აისახა ანგარიშში.

ტესერების ვიზუალური მხარე

(ოპტიკური მიკროსკოპით არეკლილ/გადაცემულ სინათლეში)

შუშის პასტების შემადგენლობაში იკვეთება ფერადი მინისებური მატრიცა და ნახევრად გამჭვირვალე კრისტალური კომპონენტები, რომლებსაც ახასიათებთ სხვადასხვა ზომის მარცვლოვანი სტრუქტურა და დიდი რაოდენობით ბუშტუკების არსებობა. კრისტალური ფაზა ყველაზე მეტი რაოდენობით იკვეთება ღია ტონალობების ტესერებში. ამ ტესერების ზედაპირი ზომიერ საკონსერვაციო მდგომარეობაშია, გამომარელების, ირიდისცენციისა და აქერცვლის ზომიერი ფენომენით, რაც შეცვლილი მინის თხელი შრეების წარმოშობის გამო, არის დამახასიათებელი მინის მოზაიკის ტესერების დაზიანების პროცესებისთვის.

9. მ. ვერიტა, მეცნიერული გამოკვლევების ანგარიში, ვენეცია, 2024 წ.

10. რ. ფალონე, ნ. ფავარო, მ. ვალოტო, ვენეციური მინის ექსპერიმენტალური სადგური, ანგარიშის ნომერი 000210569, ვენეცია, 2024 წ.

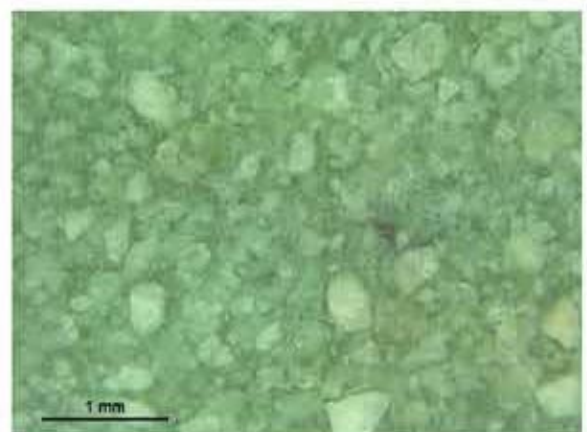
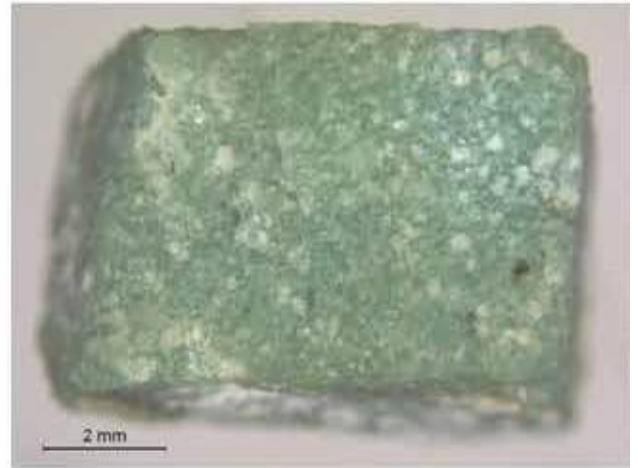
11. ყველა ნებართვის გამგეში ორგანო არის სსიპ საქართველოს კულტურული მემკვიდრეობის დაცვის ეროვნული სააგენტო: მოზაიკის კომპოზიციიდან ტესერების ნიმუშების აღების ნებართვა (ინტერვენციის ნებართვა) ვალდებულებით, რომ ნიმუშები თავის ადგილზე დაბრუნდეს 2024 წლის 13 დეკემბრისთვის; ნიმუშების დროებით საზღვარგარეთ საქართველოდან იტალიაში ლაბორატორიული გამოკვლევებისთვის გატანის ნებართვა: N22/1531 გაცემულია 2024 წლის 24 მაისს მათი საქართველოში დაბრუნების ვალდებულებით არაუგვიანეს 2024 წლის 1-ლი ოქტომბრის; იმის გათვალისწინებით ლაბორატორიულ გამოკვლევებს იტალიაში დაგეგმილზე მეტი დრო დასჭირდა, ახალი განცხადების საფუძველზე 2024 წლის 2 ოქტომბერს გაცემულ იქნა ახალი ნებართვა N22/2928 ნიმუშების დასაბრუნებლად საქართველოში და მასალათა დაბრუნების ახალ თარიღად განისაზღვრა არაუგვიანეს 2024 წლის 30 ნოემბერი.

არეალი 1 - ნიმუში 1 ვერცხლი;



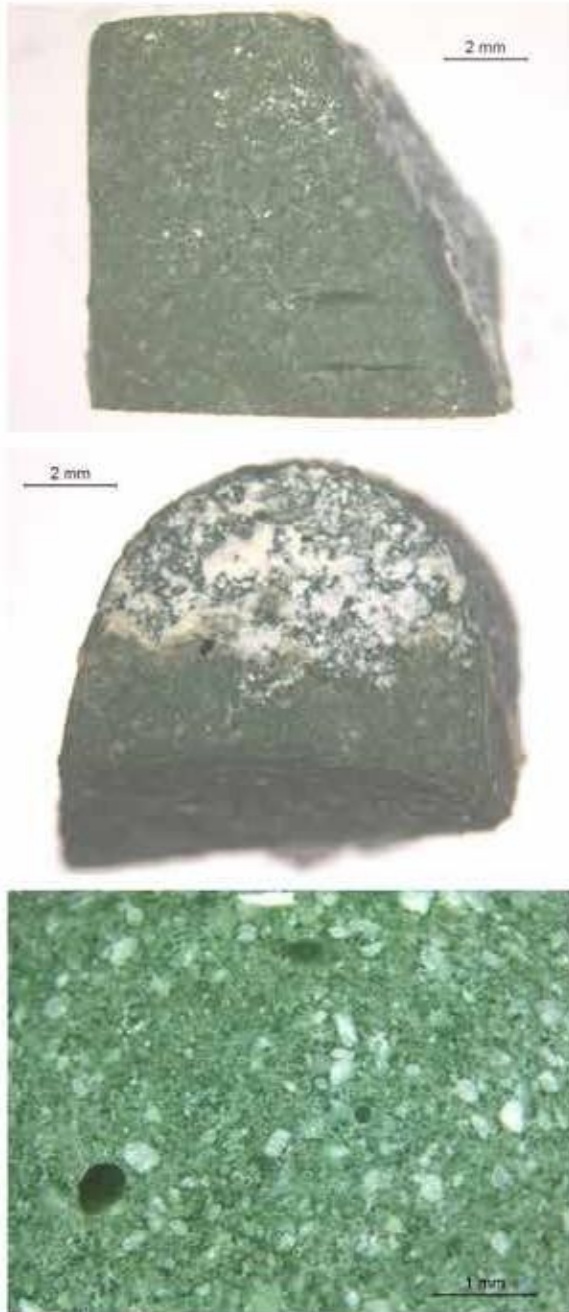
ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო
არეალი 1 ნიმუში 1; ზედა თავიდან
ძირამდე: წინა მხარე, გვერდი და
გაპრიალეებული მხარე

არეალი 3 - ნიმუში 3a - მწვანე მინის პასტა



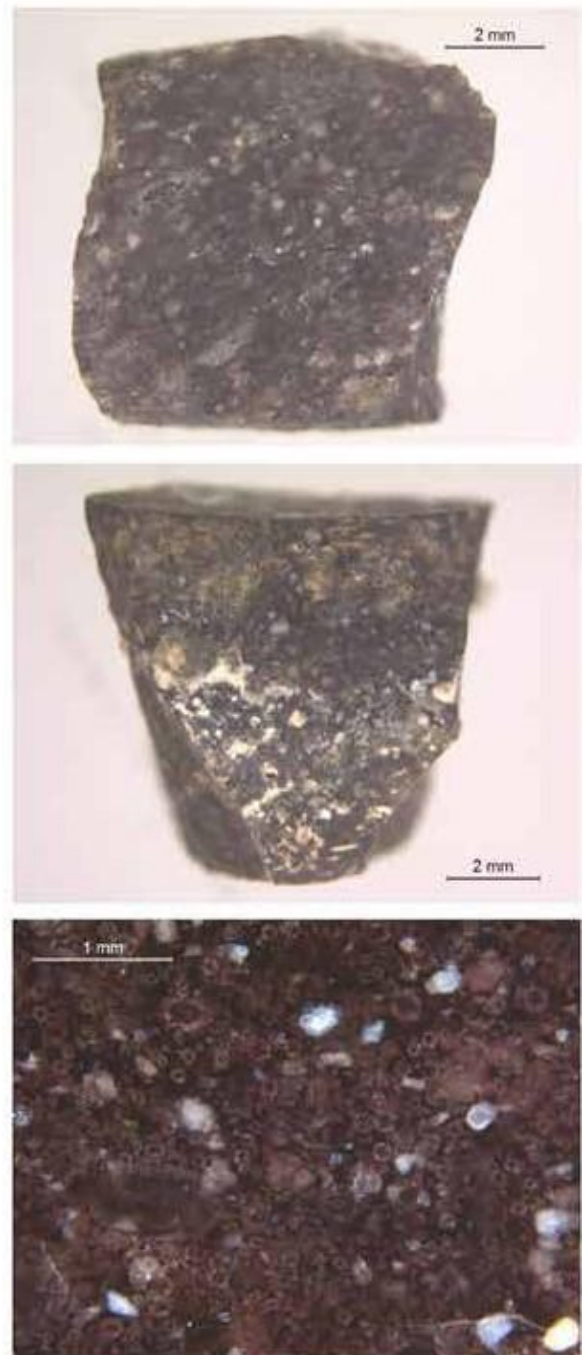
ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო
არეალი 3 ნიმუში 3a; ზედა თავიდან
ძირამდე: წინა მხარე, და გვერდი
გაპრიალეებული სხვადასხვა გადილებით

არეალი 3 - ნიმუში 3c - მწვანე მინის პასტა



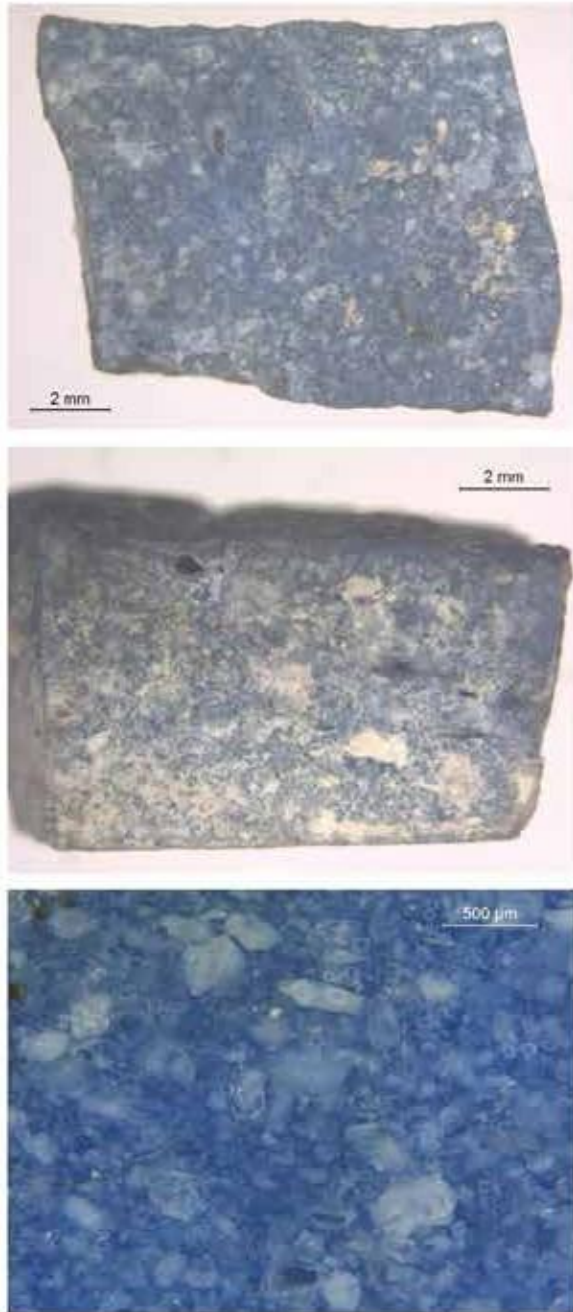
ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო
 არეალი 3 ნიმუში 3c; ზედა თავიდან
 ძირამდე: წინა მხარე, გვერდი და
 გაპრიალებული გვერდითი ნაწილი
 სხვადასხვა გადიდებით

არეალი 4 - ნიმუში 4 - იისფერი მინის პასტა



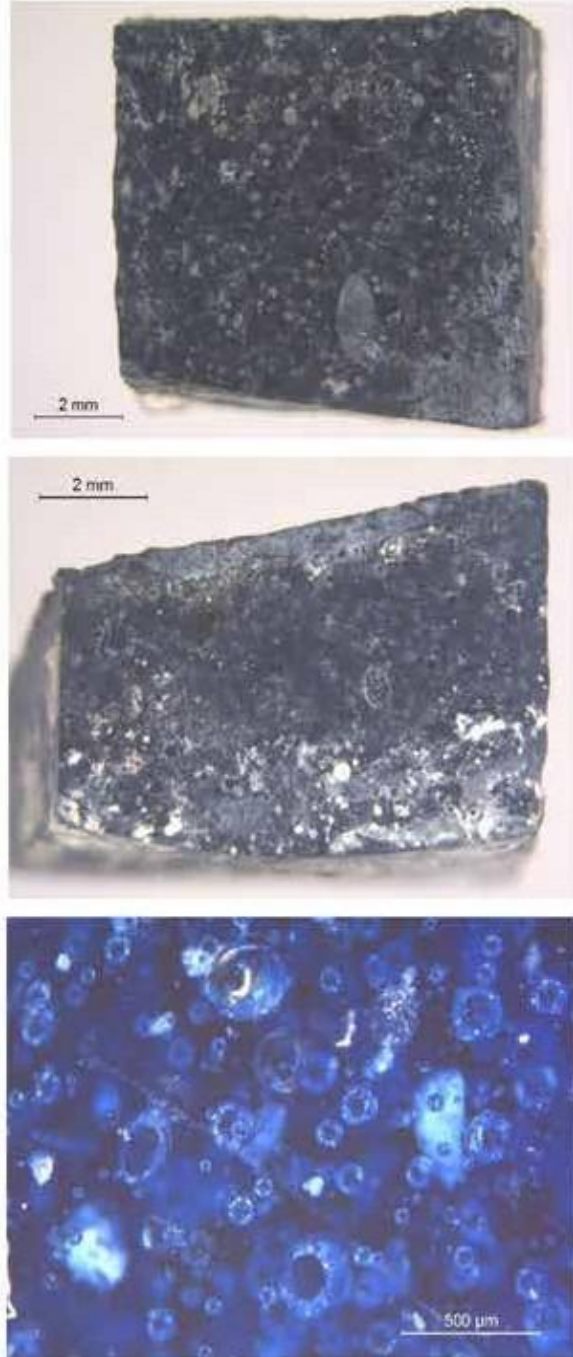
ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო
 არეალი 4 ნიმუში 4; ზედა თავიდან
 ძირამდე: წინა მხარე, გვერდი და
 გაპრიალებული გვერდითი ნაწილი
 სხვადასხვა გადიდებით

არეალი 5 - ნიმუში 5 - ღია ლურჯი მინის პასტა



ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო
 არეალი 5 ნიმუში 5; ზედა თავიდან
 ძირამდე: წინა მხარე, გვერდი და
 გაპრიალებული გვერდითი ნაწილი
 სხვადასხვა გადიდებით

არეალი 6 - ნიმუში 6a - ლურჯი მინის პასტა



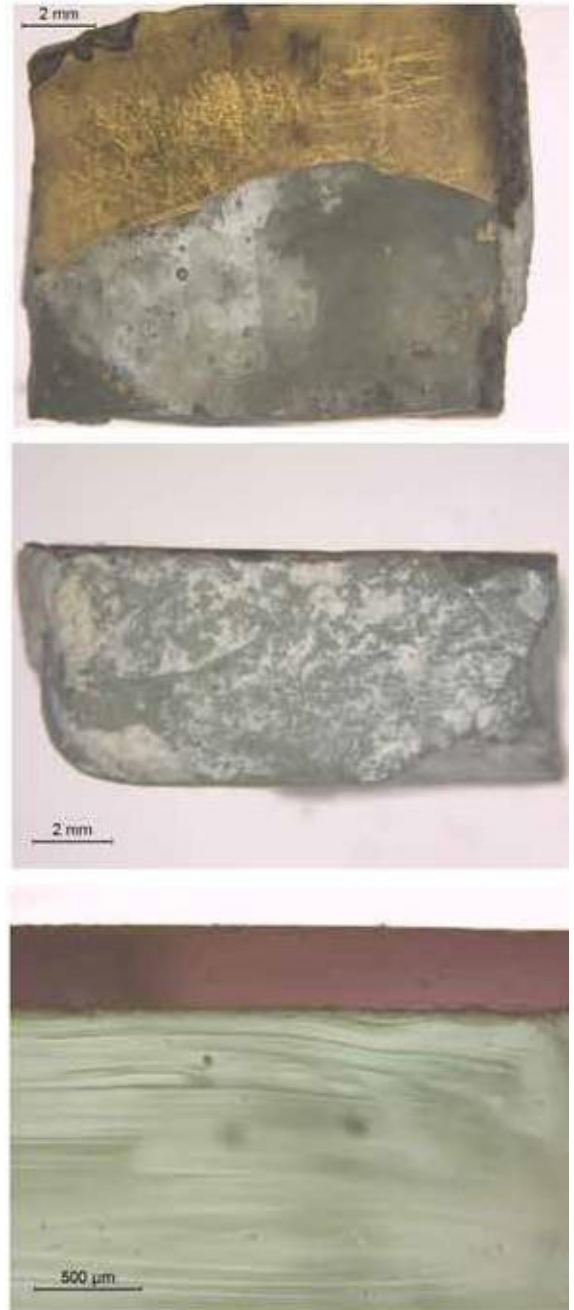
ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო
 არეალი 6 ნიმუში 6a; ზედა თავიდან ძირამდე:
 წინა მხარე, გვერდი და გაპრიალებული გვერდითი
 ნაწილი სხვადასხვა გადიდებით

არეალი 7 - ნიმუში 7a - ვერცხლი



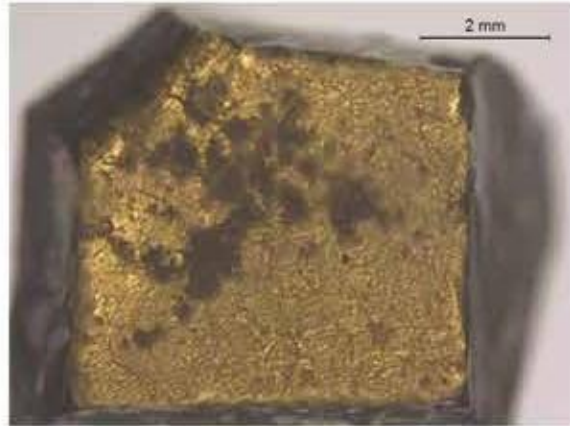
ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო
 არეალი 7 ნიმუში 7a; ზედა თავიდან
 ძირამდე: წინა მხარე, მხარე და
 გაპრიალებული მხარე

არეალი 8 - ნიმუში 8a - რესტავრაციის ოქრო



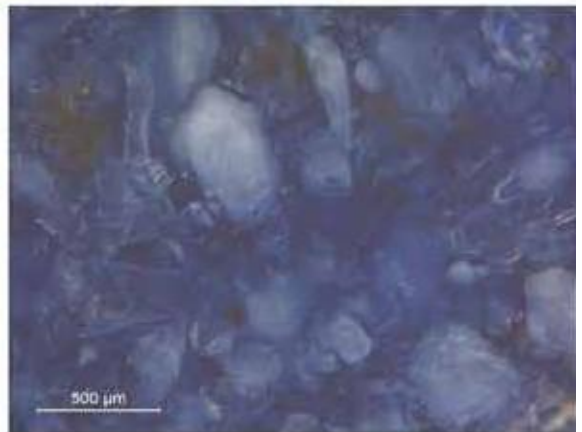
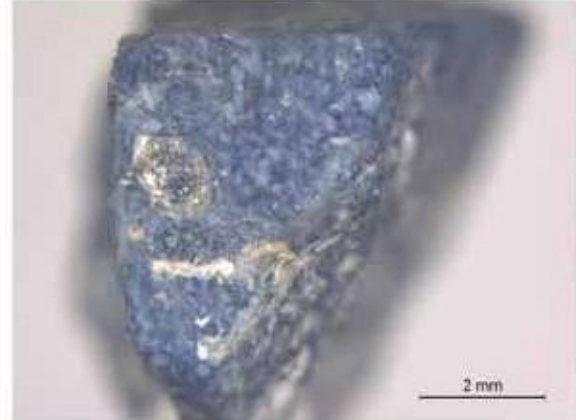
ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო
 არეალი 8 ნიმუში 8a; ზედა თავიდან
 ძირამდე: წინა მხარე, გვერდი და
 გაპრიალებული გვერდითი ნაწილი
 სხვადასხვა გადილებით

არეალი 8 - ნიმუში d - ოქრო შავი საფუძვლით



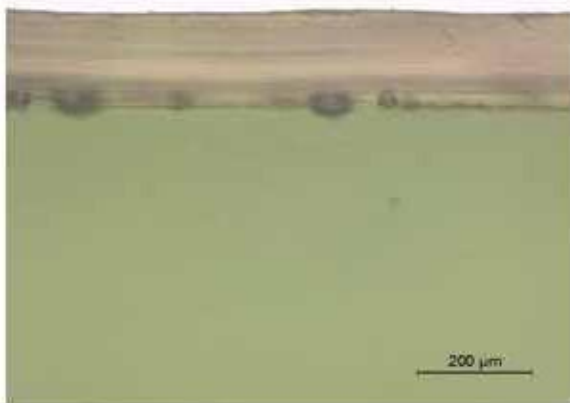
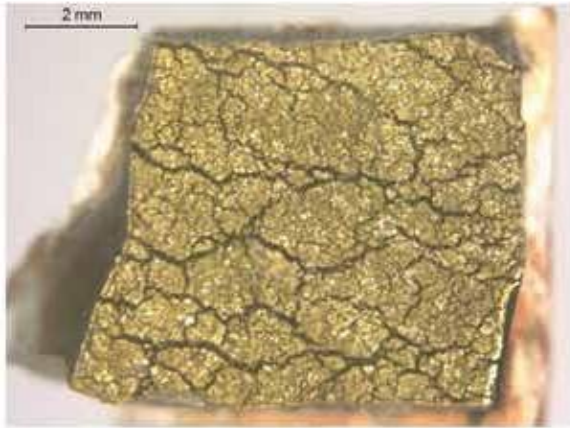
ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო
 არეალი 8 ნიმუში 8d; ზედა თავიდან
 ძირამდე: წინა მხარე, გვერდი და
 გაპრიალებული გვერდითი ნაწილი
 სხვადასხვა გადილებით

არეალი 10 - ნიმუში 10 - ლურჯი მინის პასტა



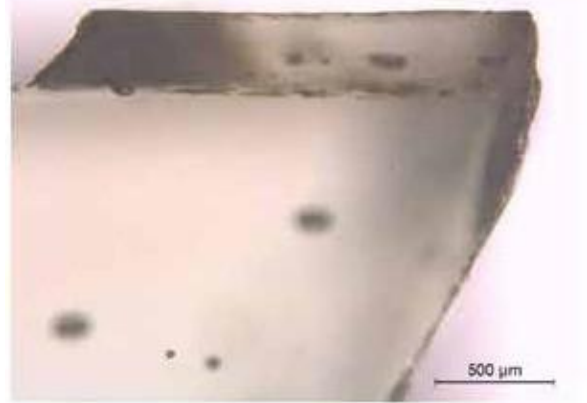
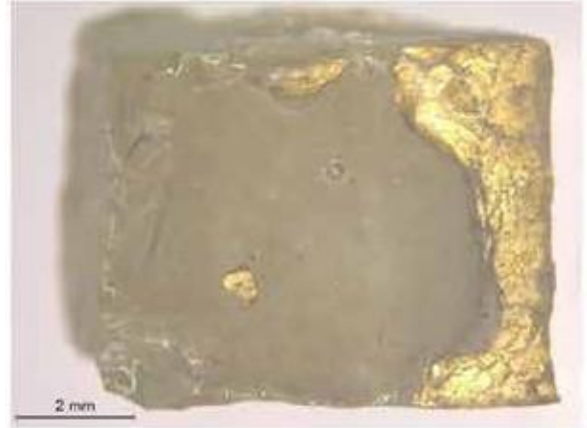
ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო
 არეალი 10 ნიმუში 10; ზედა თავიდან
 ძირამდე: წინა მხარე, გვერდი და
 გაპრიალებული გვერდითი ნაწილი
 სხვადასხვა გადილებით

არეალი 13 - ნიმუში 13a - ოქრო



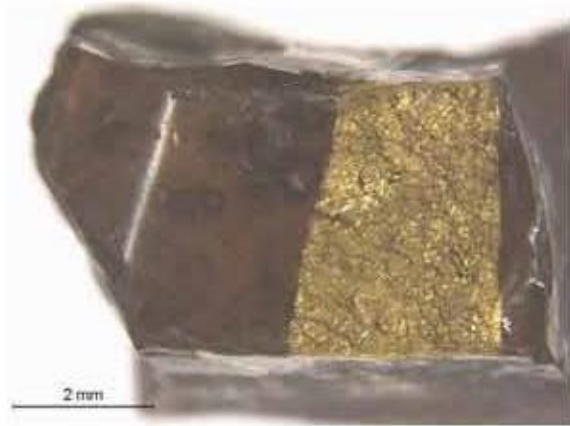
ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო არეალი 13 ნიმუში 13a; ზედა თავიდან ძირამდე: წინა მხარე, გვერდი და გაპრიალებული გვერდითი ნაწილი სხვადასხვა გადიდებით

არეალი 13 - ნიმუში 13 - ოქრო



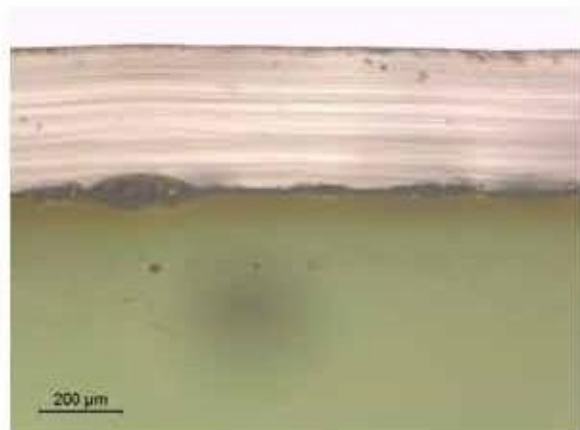
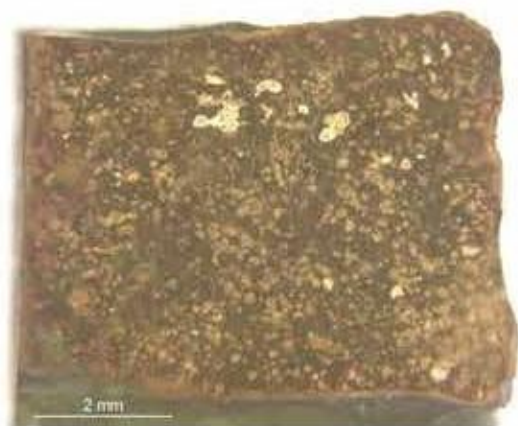
ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო არეალი 13 ნიმუში 13b; ზედა თავიდან ძირამდე: წინა მხარე, გვერდი და გაპრიალებული გვერდითი ნაწილი სხვადასხვა გადიდებით

არეალი 13 - ნიმუში 13c - ოქრო



არეალი 13-ის ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო ტესერას ნიმუში 13c; ზედა თავიდან ძირამდე: წინა მხარე, და გვერდი სხვადასხვა გადიდებით

არეალი 14 - ნიმუში 14 - ოქრო



არეალი 14-ის ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო ნიმუში 14; ზედა თავიდან ძირამდე: წინა მხარე, გვერდი და გაპრიალებული მხარე სხვადასხვა გადიდებით

არეალი 13 - ნიმუში 13 - ოქრო



ტესერას ოპტიკური მიკროსკოპის ფოტო არეალი 13 ნიმუში 13d; ზედა თავიდან ძირამდე: წინა მხარე, გვერდი და გაპრიალებული გვერდითი ნაწილი სხვადასხვა გადილებით

SEM/EDS ანალიზი

როგორც შევთანხმდით, შემდეგი ტესერები დაექვემდებარა SEM/EDS გამოკვლევას:

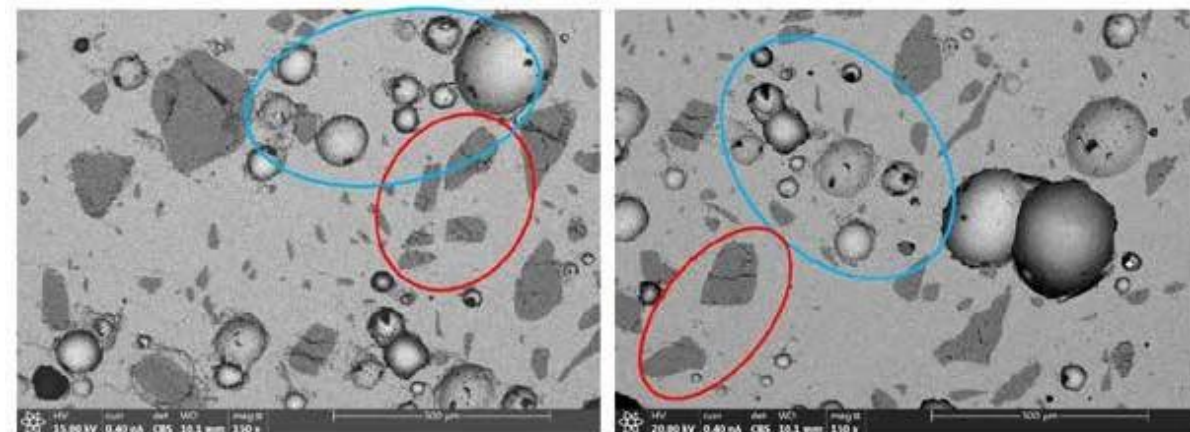
- 3c - მწვანე/ყვითელი მინის პასტა
 - 6a - ლურჯი მინის პასტა
 - 13c - ოქროს ფურცელი
 - 7b - ვერცხლის ფურცელი, გარსის ნაწილთან ერთად, რომელიც მოცილებულია საფუძველს
- SEM მიკროსკოპული დაკვირვება ასევე განხორციელდა მეორადი ელექტრონის რეჟიმში

(ETD დეტექტორით მიღებული გამოსახულებები) გამოკვეთავს ნიმუშის ზედაპირის ტოპოგრაფიას, ხოლო უკუგაგზავნილი ელექტრონების რეჟიმში (CBS დეტექტორით მიღებული გამოსახულებები) შეინიშნება კომპოზიციური განსხვავებები სხვადასხვა ნაწილის ფერი ტონალობით. ტესერებისთვის 3c, 6a და 13c წარმოდგენილია მხოლოდ უკუგაგზავნილი ელექტრონების რეჟიმში მიღებული SEM გამოსახულებები, ხოლო ტესერა 7b-სთვის — როგორც მეორეული, ასევე უკუგაგზავნილი ელექტრონების რეჟიმში მიღებული SEM გამოსახულებები. EDS მიკრო-ანალიზები ჩატარდა ელექტრონული სხივის ენერგიისა და დენის შემდეგი პარამეტრებით:

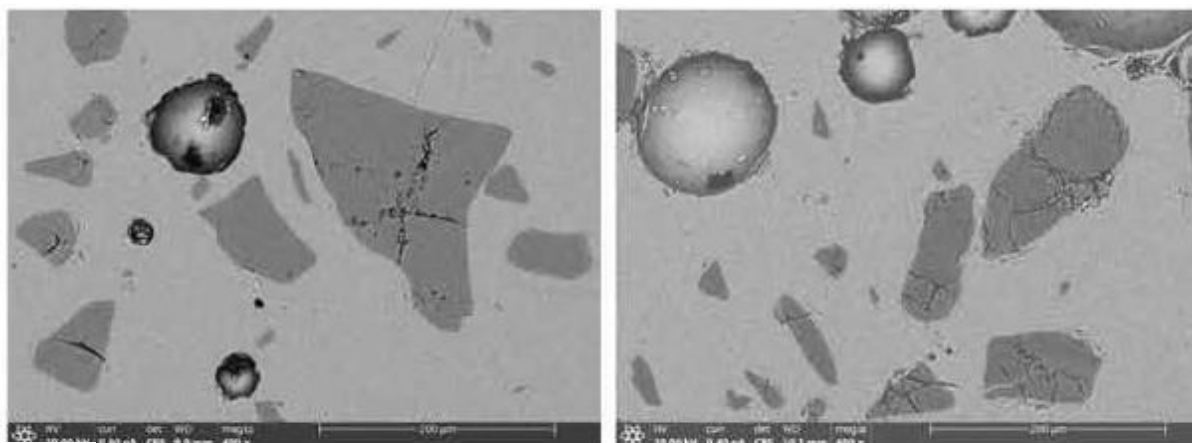
20კვტ და 0.4 ნა ყველა ნიმუშისთვის (3c-6a-13c და 7b), 10კვტ და 0.8 ნა ზოგი ანალიზისთვის, რომელიც განხორციელდა ვერცხლის ფურცლის ტესერა 7b-ს შეცვლილ ზედაპირზე. EDS მიკრო-ანალიზი ჩატარდა მონაკვეთზე რომლის ზომა მერყეობდა რამდენიმე ასეული მკმ² (ზოგადად თხელი შრეების დანალექების და კრისტალიზაციის წერტილოვანი ანალიზის შემთხვევაში) რამდენიმე ასეული მკმ² (ზოგადად პოტენციურად არაჰომოგენური მინის საშუალო ანალიზის შემთხვევაში), სკანირების დრო იყო 100 წამი თითოეულისთვის. ანალიტიკურ პირობებში გამოყენებული მინიმალური გარჩევადი რაოდენობა იყო დაახლოებით 0,2% უმეტესი გაანალიზებული ოქსიდებისთვის. მნიშვნელოვანია აღვნიშნოთ, რომ გამოყენებული EDS მიკრო-ანალიზის ტექნიკა ვერ არჩევს მსუბუქ ელემენტებს, კერძოდ წყალბადს (H).

ტესერებში 3c-6a-13c ანალიზი განხორციელდა გაპრიალებულ სექციებზე გვერდითი მხარის გაპრიალებული ზედაპირის შესაბამისად (ორთოგონალურად დაქვემდებარებულ ზედაპირზე). გაპრიალება შესრულდა თანმიმდევრულად უფრო წვრილმარცვლოვანი სილიკონ-კარბიდის სახეხი ქაღალდით - მარცვლის ზომით 1200-დან 4000-მდე.

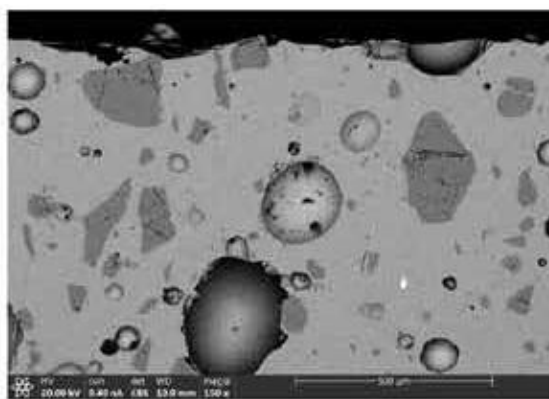
ტესერა 7b-ზე ანალიზი განხორციელდა ექსპონირებულ ზედაპირზე, რაც გამოწვეული იყო შრის მოცილებით. გაანალიზდა როგორც შრის მინა, ასევე საყრდენის მინა და ვერცხლის ფოლგის მონაკვეთი, რაც შესაძლებლობას იძლევა ზედაპირის შესაძლო ცვლილებების შეფასებისთვის.



3



39. ტესტრა 3c - უფრო დეტალური SEM გამოსახულებები, სადაც ჩანს კვარცის ბუშტუკები და მინარევი



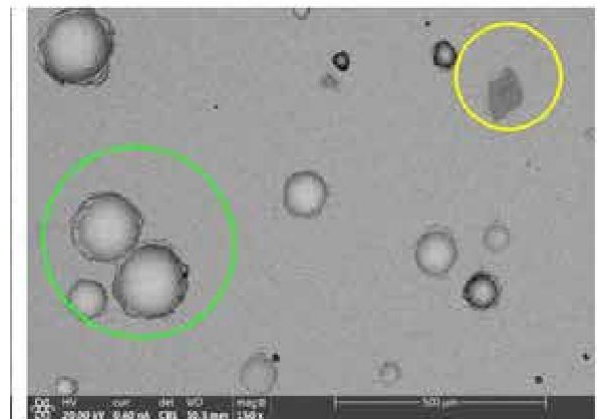
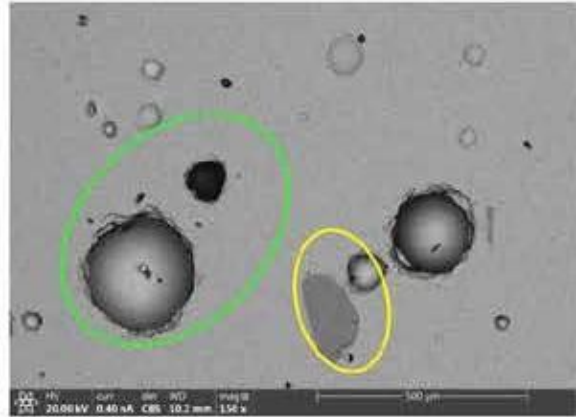
გაპრიალებული ნიმუშის სკანირებადი ელექტრონული მიკროსკოპით (SEM) მიღებული გამოსახულება, გადაღებული ექსპოზიციური ზედაპირის მონაკვეთში

ტესტრა 3c - მწვანე-ყვითელი მინის პასტა:

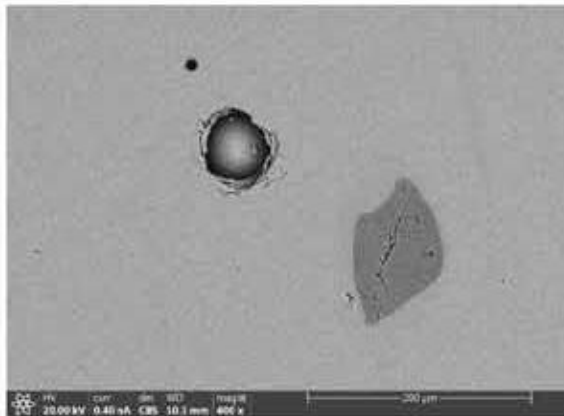
მრავალრიცხოვანი ბუშტუკები აღმოჩნდა ტესტრას ბზინვარე სექციაში, რომელთა მოცულობა დაახლოებით 10მკმ იყო, ხოლო მინიმალური და მაქსიმალური მოცულობა 20მკმ და 450მკმ (ნახევარსფერული ღრუები მონიშნულია ლურჯად ფოტო 38-ზე). ასევე განირჩევა მრავალი კრისტალური მინარევი, რომელიც შედგება კუთხოვანი მარცვლებისგან, მოცულობა მერყეობს 10მკმ-დან 350მკმ-მდე (საშუალო ნაცრისფერი მარცვლები მონიშნულია წითლად ფოტო 38-ზე და ნაჩვენებია უფრო დეტალურად დიდი გადიდებით ფოტო 39-ზე). ეს ჩანარები, რომლებიც მხოლოდ სილიკონის (Si) და ჟანგბადისგან (O) შედგება, მიეკუთვნება კვარცის მარცვლებს. ფერადი მინისებრი ფაზა იყო ერთი ფორმისა და ჰომოგენური, არ იქნა აღმოჩენილი წვრილი ხაზები უკუგანბნევის ელექტრონებში ანდა ზოლები, რომლებიც ასოცირდება მნიშვნელოვან კომპოზიციურ არაჰომოგენურობასთან. მხოლოდ მინის ფაზის შემადგენლობის თვისობრივი და ნახევრად რაოდენობრივი საშუალო, რომელიც გაანალიზდა ტესტრას მბზინავი სექციის სხვადასხვა წერტილზე (იხილეთ დანართი B) გამოხატულია პროცენტული სიდიდით ოქსიდის წონის მიხედვით უმეტესი ელემენტებისთვის გარდა ქლორისა (Cl). ექსპოზიციური ზედაპირის სიახლოვეს, გაპრიალებულ სექციაში არ იქნა აღმოჩენილი ცვლილებების ან/და ზედაპირის მიკრობზარების ნიშნები.

ტესერა 6a - ლურჯი მინის პასტა:

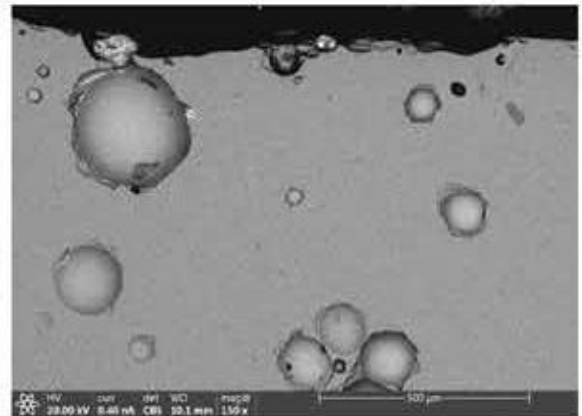
მრავალრიცხოვანი ბუბტუკები აღმოჩნდა ტესერას ბზინვარე სექციაში, რომელთა მოცულობა დაახლოებით 10მკმ იყო, ხოლო მინიმალური და მაქსიმალური მოცულობა 20მკმ და 850მკმ (ნახევარსფერული ღრუები მონიშნულია ლურჯად ფოტო 40-ზე). ასევე აღმოჩენილ იქნა იშვიათი კრისტალური მინარევები, რომლებიც შედგება კუთხოვანი მარცვლებისგან მოცულობით 30მკმ-დან 200მკმ-მდე (საშუალო ნაცრისფერი მარცვლები მონიშნულია ყვითლად ფოტო 40-ზე და ნაჩვენებია უფრო დეტალურად მაღალი გადიდებით ფოტო 41-ზე). ეს ჩანართები, რომლებიც მხოლოდ სილიკონის (Si) და ჟანგბადისგან (O) შედგება მიეკუთვნება კვარცის მარცვლებს. ფერადი მინისებრი ფაზა იყო ერთი ფორმისა და ჰომოგენური, არ იქნა აღმოჩენილი წვრილი ხაზები უკუგანბნევის ელექტრონებში, არც ზოლები, რომლებიც ასოცირდება მნიშვნელოვან კომპოზიციურ არაჰომოგენურობასთან. მხოლოდ მინის ფაზის შემადგენლობის თვისობრივი და ნახევრად რაოდენობრივი საშუალო, რომელიც გაანალიზდა ტესერას ბზინავი სექციის სხვადასხვა წერტილზე (იხილეთ დანართი B), გამოხატულია პროცენტული სიდიდით ოქსიდის წონის მიხედვით უმეტესი ელემენტებისთვის გარდა ქლორისა (Cl). ექსპოზიციური ზედაპირის სიახლოვეში დაფიქსირდა დეგრადაციის ნიშნები და/ან ზედაპირული მიკრობზარები (ფოტო 42).



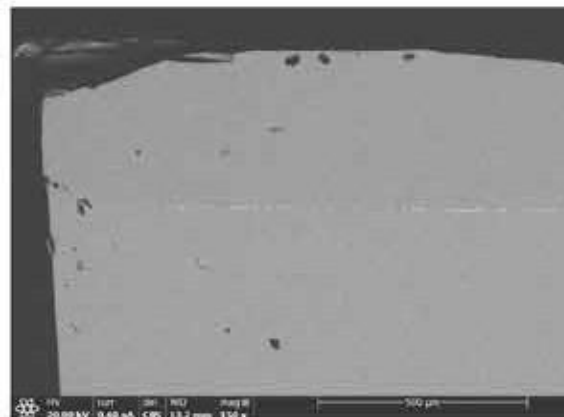
40. ტესერა 13c



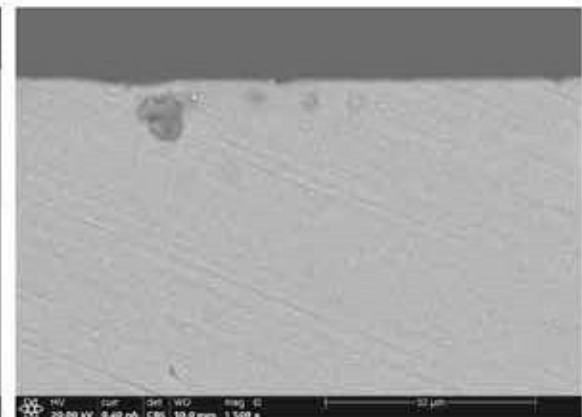
41. ტესერა 13c



41. ტესერა 13c



43. ტესერა 13c SEM გამოსახულება უკუგანბნევის ელექტრონში



43. ტესერა 13c SEM გამოსახულება უკუგანბნევის ელექტრონში

ტესერა 13c ოქროს ფურცელი:

ტესერას მინისებრ სექციაში გარსის სისქე იყო დაახლოებით 370 მკმ. საფუძველი და გარსის მინა იყო ერთი ფორმის და ჰომოგენური: უკუგანბნევის ელექტრონებში არ იქნა აღმოჩენილი წვრილი ხაზები ან ზოლები, რომლებიც უკავშირდება მნიშვნელოვან კომპოზიციურ არაჰომოგენურობას (ფოტო 43).

დანახული გარსის ზედაპირის ახლოს ბზინვარე სექციაში არ იქნა აღმოჩენილი ცვლილების ან/და ზედაპირული მიკრობზარების ნიშნები. ოქროს ლითონის ფურცელი, რომლის სისქე გაცილებით ნაკლებია ვიდრე 1მკმ (სისქე გაიზომა და დაახლოებით 300 ნმკ აღმოჩნდა) იყო უწყვეტი და კარგად შენახული (ფოტო 44). მისი შემადგენლობა გაანალიზდა სექციის სხვადასხვა წერტილში EDS მიკრო-ანალიზით: შემადგენელი ლითონი იყო უმეტესად ოქრო (Au 97,5%) მცირე ვერცხლის შემადგენლობით (Ag 2,5%). საფუძველისა და გარსის მინის თვისობრივი შემადგენლობა იყო იგივე, მცირედი გადახრით ზოგი ელემენტის კონცენტრაციაში, კერძოდ მანგანუმის (Mn), რკინის (Fe), ფოსფორის (P) და კალციუმის (Ca). ზოგიერთ EDS სპექტრს შორის შედარება, რომელიც საფუძველის და გარსის მინის ანალიზით არის მიღებული, მოცემულია ფოტო 45-ზე; საშუალო ნახევრად რაოდენობრივი შემადგენლობა მოცემულია დანართ B-ში.

ტესერა 7b ვერცხლის ფურცელი:

ტესერის ექსპოზიციურ ზედაპირზე ჩატარდა SEM დაკვირვებები და EDS მიკროანალიზები, იმ უბანზე, სადაც გარსის ნაწილი მოსწყდა საყრდენს, და დაფიქსირდა ფსევდო-არეკვლადი ვერცხლისფერი ლითონის ფირფიტის ნარჩენები, დაახლოებით 2 მმ² ფართობის ზონაში, ტესერის ცენტრალურ ნაწილში (ფოტო 46).

გარსის (cartellina) მინა

გარსთან მიმართებაში, SEM დაკვირვებამ გამოავლინა ძლიერ მიკრო-დაბზარული და აქერცლილი მინის ზედაპირი, ზედაპირული ფენის მნიშვნელოვანი ნაწილის ამრევებითა და მიკრობზარების ქვედა შრეში გავრცელების ნიშნებით (ფოტო 47). ტესერის ლატერალურ ზედაპირზე ჩატარებული გაზომვებით დადგინდა, რომ ამრევების პროცესში მყოფი შრის სისქე შეადგენდა დაახლოებით 10 მიკრომეტრს (ფოტო 48). მინის გარსის EDS მიკროანალიზი განხორციელდა 20კვტ და 10კვტ-ზე როგორც ზედაპირზე, რომელიც იყო შრის აქერცვლის პროცესში, ასევე აქერცვლის შედეგად გამოჩენილ ქვედა ზედაპირზე; შედარებისთვის, ანალიზი შესრულდა მინის არ დაზიანებული ზედაპირის შესაბამის უბანზე. “არ აღმოჩენილა მნიშვნელოვანი განსხვავება EDS სპექტრს შორის, რომელიც მიღებული იყო 20კვტ და 10კვტ პირობებში: ორივე ანალიტიკურ პირობაში, როგორც აქერცლილ მინაში, ასევე აქერცლილი შრის ქვეშ არსებული ზედაპირის მინაში აღინიშნება ძლიერი დეალკალიზაცია, აჩვენა რა ნატრიუმის (Na) მნიშვნელოვანი შემცირება გარსის შედარებით მთლიან მინასთან შედარებით.

ფოტო 49 აჩვენებს შედარებას EDS სპექტრს შორის, რომელიც მიღებულია 20 კვტ-ით გაანალიზებულ სხვადასხვა არეალში; დანართი B-ში მოცემული ცხრილი 17 გვაძლევს თვისობრივი კომპოზიციური ანალიზის და ნახევრად რაოდენობრივი საშუალოს შედეგებს EDS 20კვტ-ით გაანალიზებულ სხვადასხვა არეალზე.

საფუძვლის მინა:

საფუძვლის ზედაპირზე, რომელიც გამოჩნდა გარსის ნაწილის მოცილების შედეგად, SEM დაკვირვებამ (ფოტო 50) გამოავლინა მინისებრი ზედაპირის არსებობა ლითონის ფოლგის გარეშე და ძლიერი მიკროდაბზარულობა ტესერას კიდეებთან ახლოს, უწყვეტი ლითონის ფოლგის ნარჩენი პორციები ტესერას ცენტრალურ ნაწილში და მიკრონაწილაკების/მიკროკრისტალების დანალექი შუა მონაკვეთში. მინისაფუძვლის EDS მიკროანალიზი განხორციელდა 20კვტ-ით როგორც იმ მინის ზედაპირზე, რომელიც არ შეიცავდა ლითონის ფოლგას და ტესერის კიდეებთან ძლიერი მიკრობზარებით იყო დაზიანებული, ასევე, შედარებისთვის — არადაზიანებული მინის ზედაპირის შესაბამის უბანზე. დანართი B-ში ცხრილი 17 აჩვენებს თვისობრივი და ნახევრად რაოდენობრივი კომპოზიციური საშუალოს EDS ანალიზის შედეგებს 20კვტ-ით: მიკროდაბზარული ზედაპირის მინა იყო ძლიერ დეალკალიზებული, აჩვენებდა რა ნატრიუმის (Na) მნიშვნელოვან შემცირებას, ეს სიგნალი შედარებულია საფუძვლის შეუცვლელ მინასთან, რომელიც გაანალიზებულ იქნა ბზარებში.

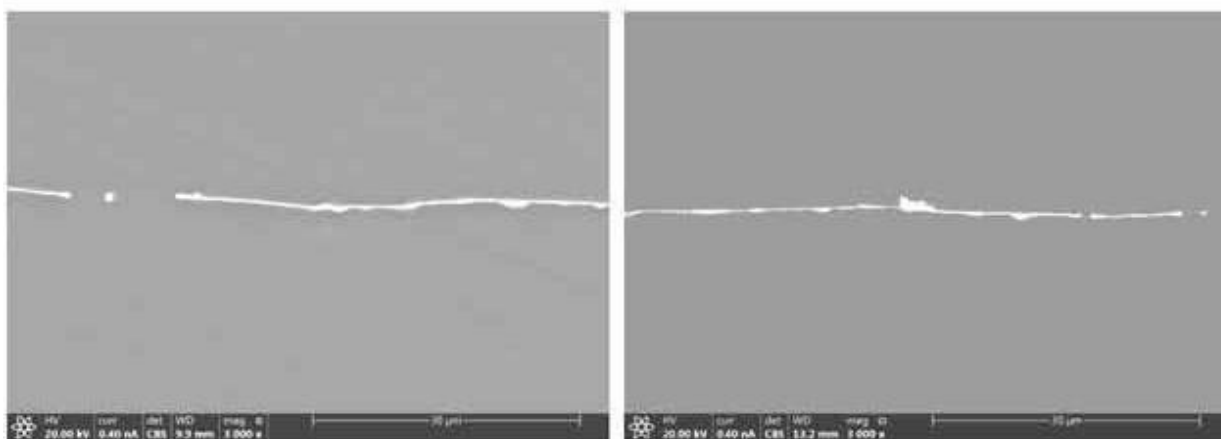
ვერცხლის ფოლგა და მისი დაზიანებისა და ალტერაციის პროდუქტები:

SEM ანალიზში ლითონის ფოლგის ნარჩენები ტესერას ცენტრალურ ნაწილში ჩანდა, რომ იყო შედგენილი თხელი უწყვეტი ფირფიტის ნაწილებისგან (ფოტო 51). EDS სისტემაში განხორციელებული შემადგენლობის ანალიზის თანახმად, უწყვეტი თხელი ფირფიტა შედგებოდა ექსკლუზიურად ვერცხლისგან (Ag >99%).

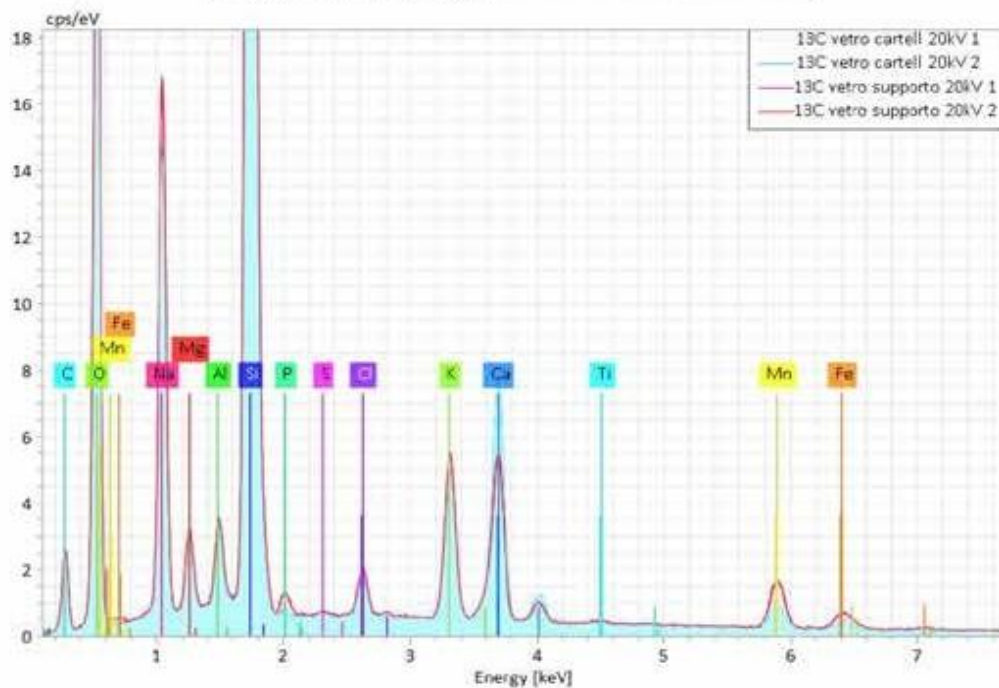
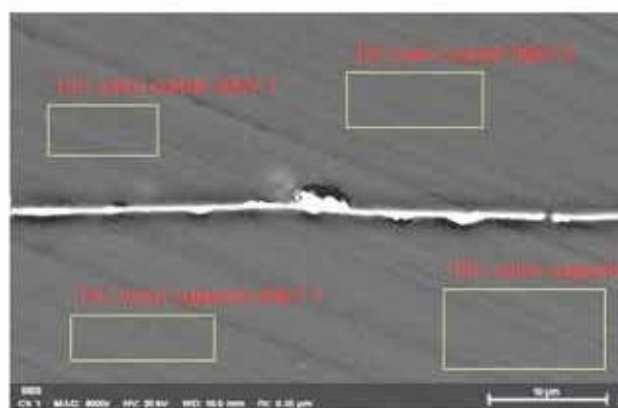
რაც უფრო ვშორდებოდით ტესერას ცენტრალურ ნაწილს უწყვეტი ლითონის ფოლგების ნაწილები იყო სულ უფრო ფრაგმენტირებული და ავლენდა სულ უფრო მეტად ფორიან სტრუქტურას, ვიდრე არ გადავიდოდა ექსკლუზიურად ფორებიან მასალაზე, რომელიც შედგებოდა მიკრონაწილაკების/მიკროკრისტალების კომპაქტური შემავსებლებისგან (ფოტო 52). როგორც ნაჩვენებია ფოტო 53-ზე მიკრონაწილაკების/მიკროკრისტალების შემავსებლებში EDS ანალიზით აღმოჩნდა ქლორი (Cl) ვერცხლთან (Ag) კავშირში: ეს შეიძლება განიხილებოდეს როგორც ვერცხლის ფოლგის ალტერაციის პროდუქტი, რომელსაც განაპირობებს ქლორგამოვლილი აგენტით გამოწვეული ქიმიური ზემოქმედება და კოროზია.

მინის ზედაპირზე ცვლილების სხვა შედეგები:

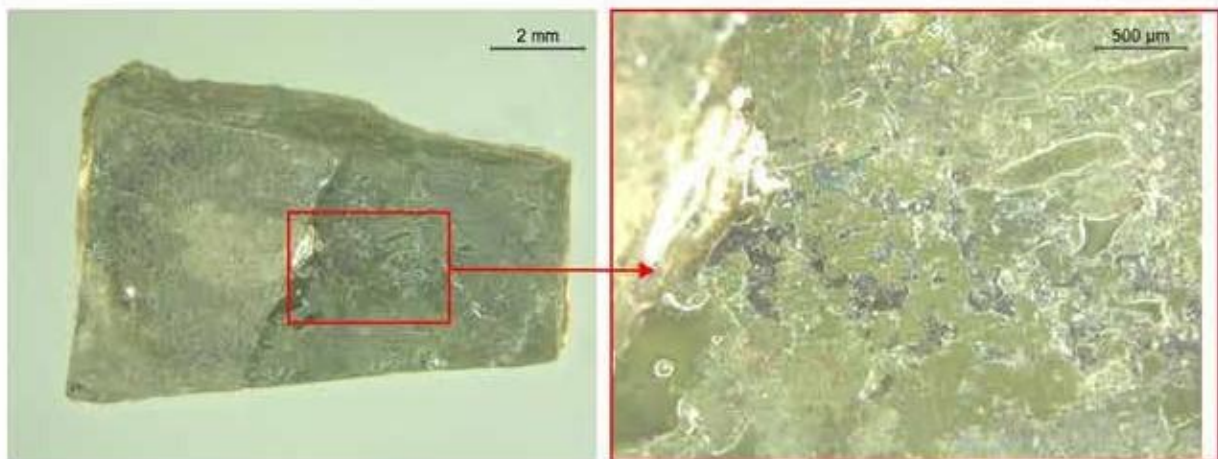
მიკროკრისტალური ნალექი იქნა აღმოჩენილი მინის გარსის ზედაპირზე: აღმოჩენილია მიკროკრისტალური ნალექები, რომლებიც მიეკუთვნება ერთფეროვან ფაზას, და რომლის ძირითადი კომპონენტებია გოგირდი (S), ჟანგბადი (O), ნატრიუმი (Na) და კალციუმი (Ca) კვალი. მინის საფუძვლის ზედაპირზე, მიკრონაწილაკების აგრეგატებისა და ქლორის (Cl) და ვერცხლის (Ag) საფუძველზე წარმოქმნილი კრისტალების გარდა, იდენტიფიცირდა კიდევ რამდენიმე მიკროდეპოზიტი კრისტალური ბუნების. ისინი ძირითადად მიეკუთვნებიან ორ ფაზას: ფაზა, რომლის ძირითადი კომპონენტებია გოგირდი (S), ჟანგბადი (O), ნატრიუმი (Na) და კალციუმის (Ca) კვალი, და მეორე ფაზა, რომელიც შედგება გოგირდის (S), ჟანგბადის (O) და კალციუმის (K) საფუძველზე.



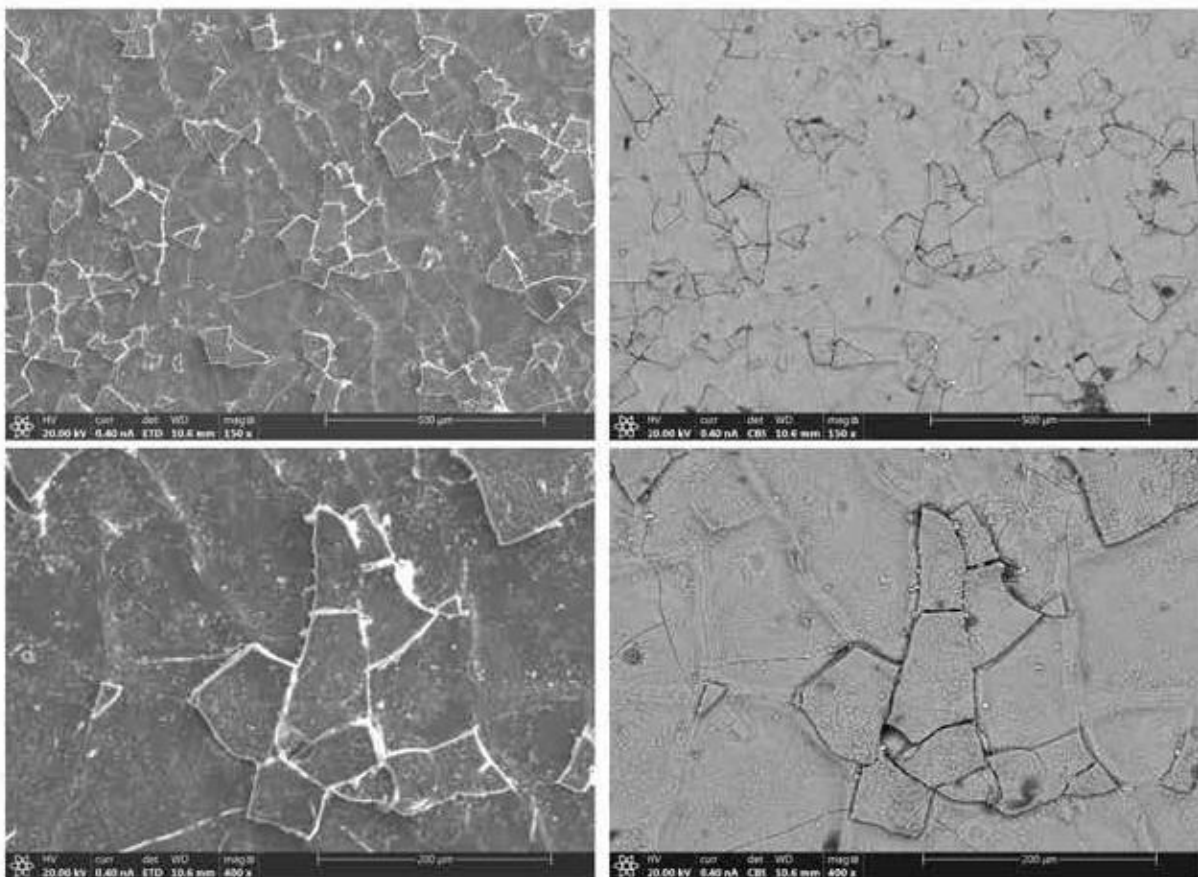
44. ტესერა 13c უკუგაბნევის ელექტრონის SEM გამოსახულებები, სადაც ჩანს ოქროს ფოლგა ტესერის გაპრიალებულ სექციაში



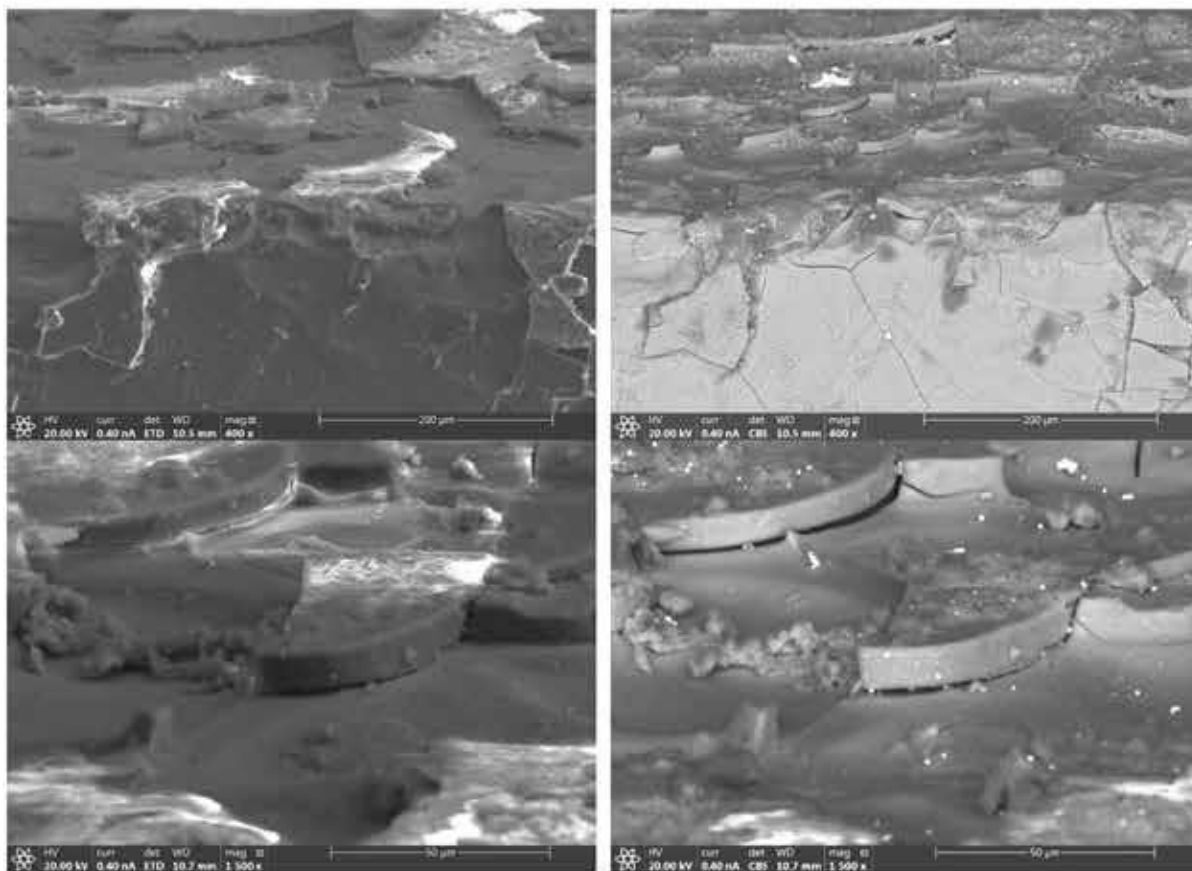
45. ტესერა 13c-ს შედარება ზოგიერთ EDS სპექტრს შორის, რომელიც მიღებულია 20კვტ-ზე საფუძვლის მინასა და გარსთან. გაანალიზებული არეალები მითითებულია ზემოთ SEM გამოსახულებაში



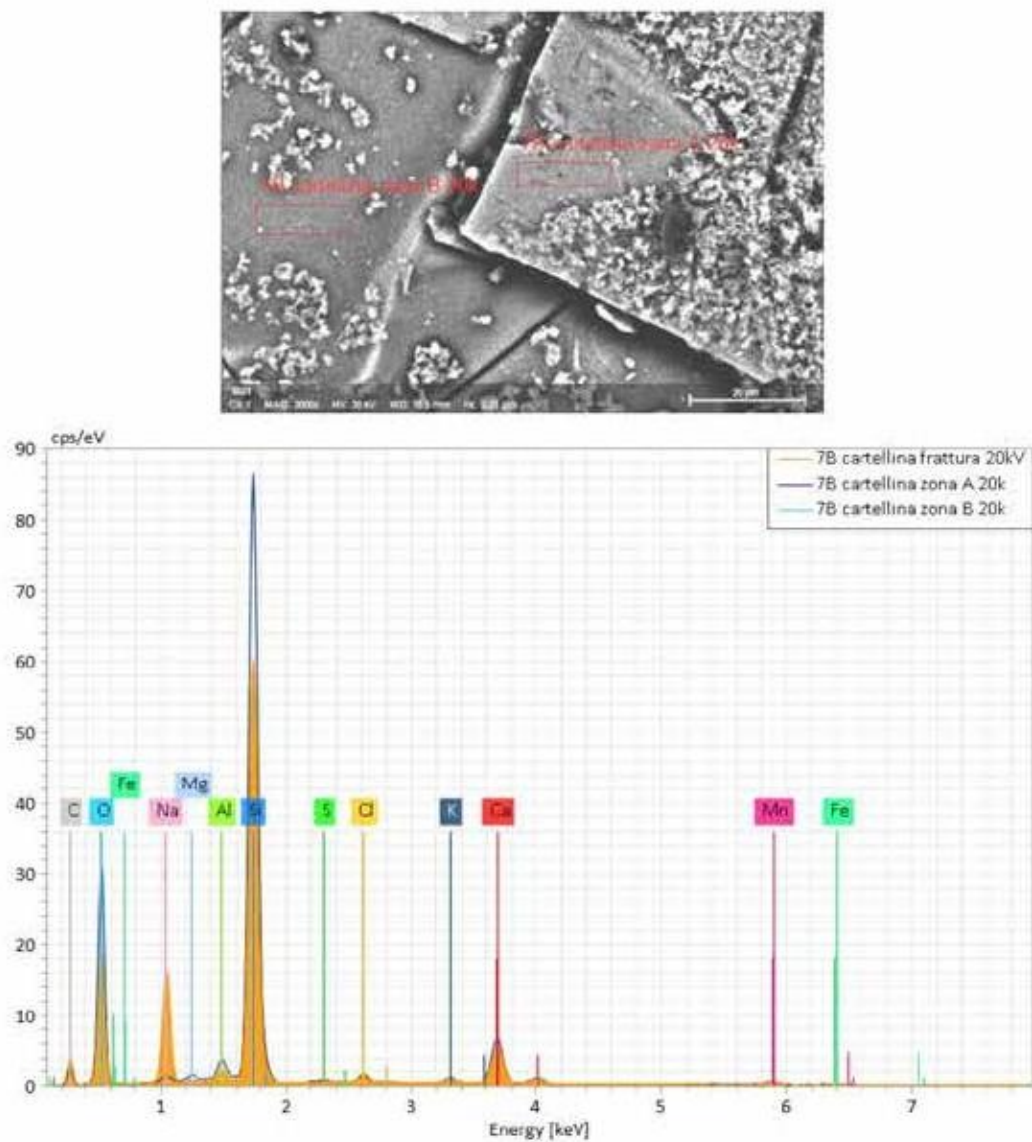
46. ტესტის ობიექტის ექსპოზიციური ზედაპირის ოპტიკური მიკროსკოპის გამოსახულებები, სადაც გარსის ნაწილი მოცილებულია საფუძველს (მარცხენა გამოსახულება) და ნაცრისფერი ფსევდო-რეფლექტური ვერცხლის ლითონის ფოლგის ნარჩენები, რომელიც წარმოდგენილია ობიექტის ცენტრში (მარჯვნივ დეტალური გამოსახულებით)



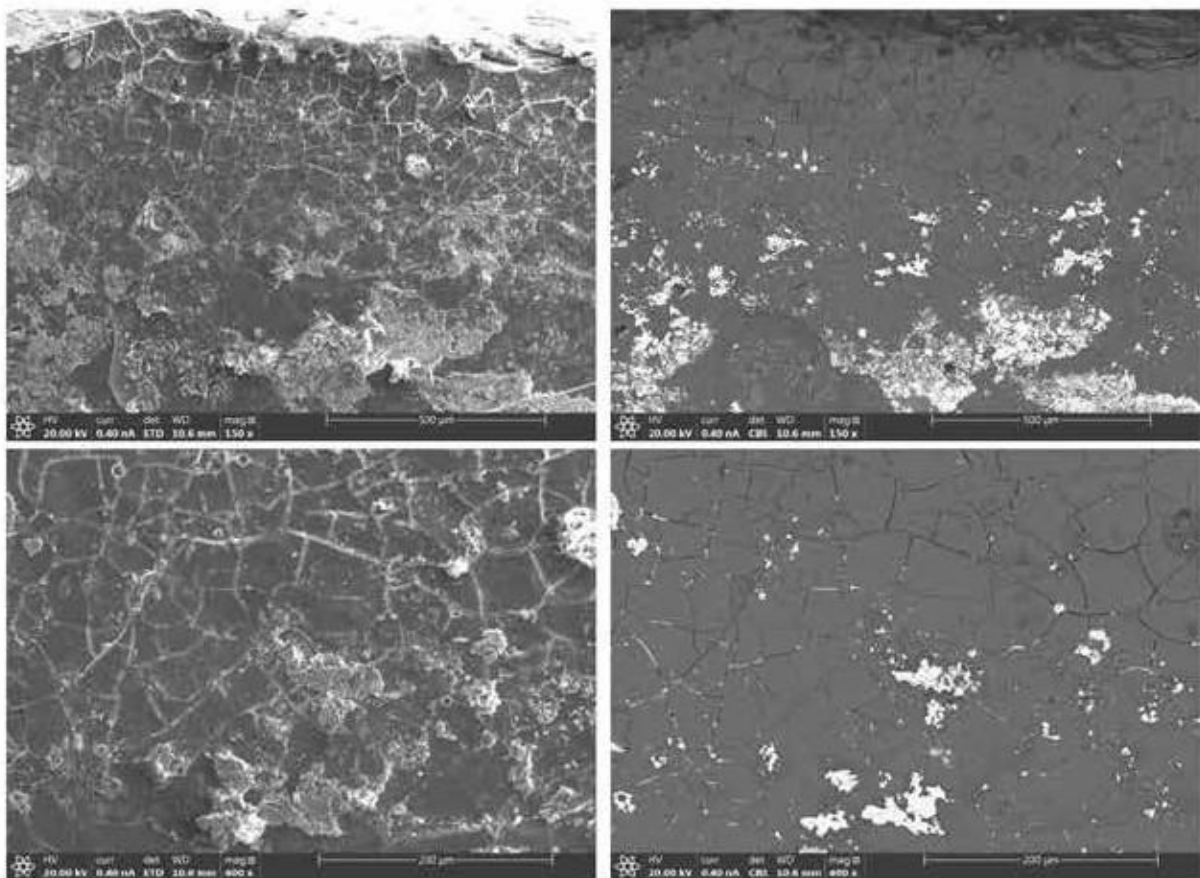
47. ტესტის 7b SEM გამოსახულებები (მარცხნივ მუორად ელექტრონებში, მარჯვნივ უკუგანბნვის ელექტრონებში), რომელზეც ჩანს გარსის ექსპოზიციური ზედაპირი



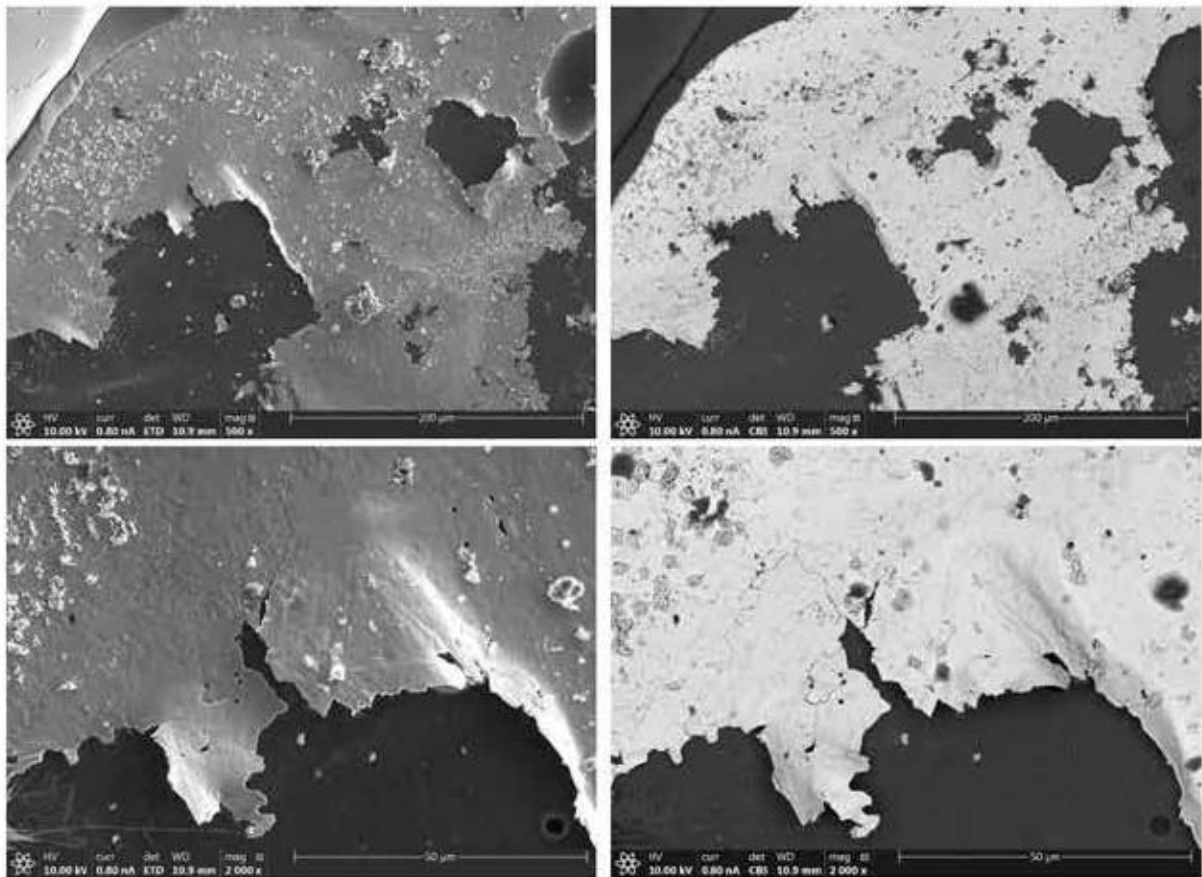
48. ტესერა 7b SEM გამოსახულებები (მარცხნივ მეორად ელექტრონებში, მარჯვნივ უკუგანბნევის ელექტრონებში), რომელზეც ჩანს მინის გარსის ზედაპირის აქერცვლის ფაზა



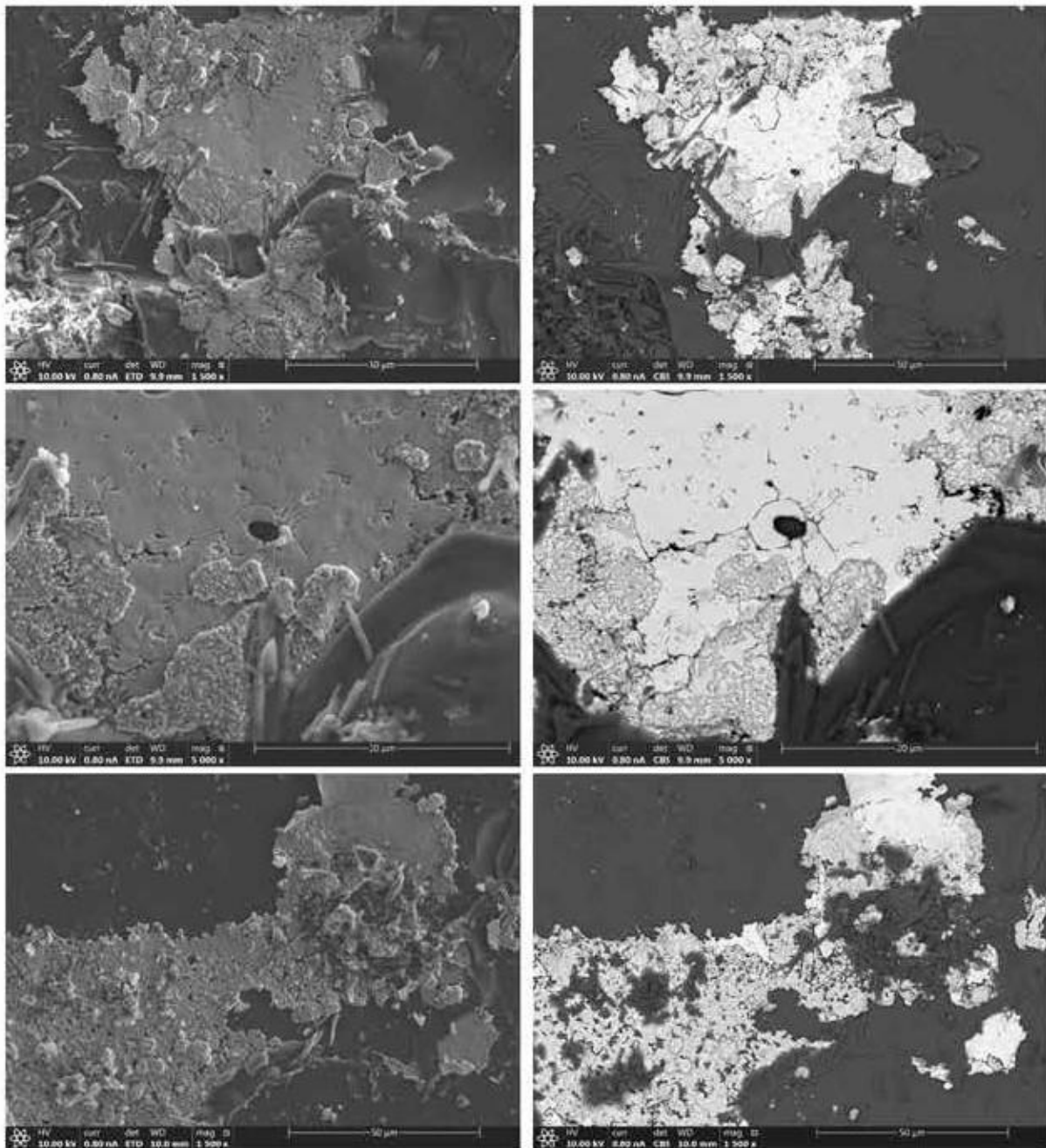
49. ტესერა 7b 20კვტ EDS სპექტრი გარსის ზედაპირის ზონებიდან ნაჩვენებია ზემოთ SEM გამოსახულებაში, მუდარებისთვის, მინის დაბზარულ ზედაპირზე



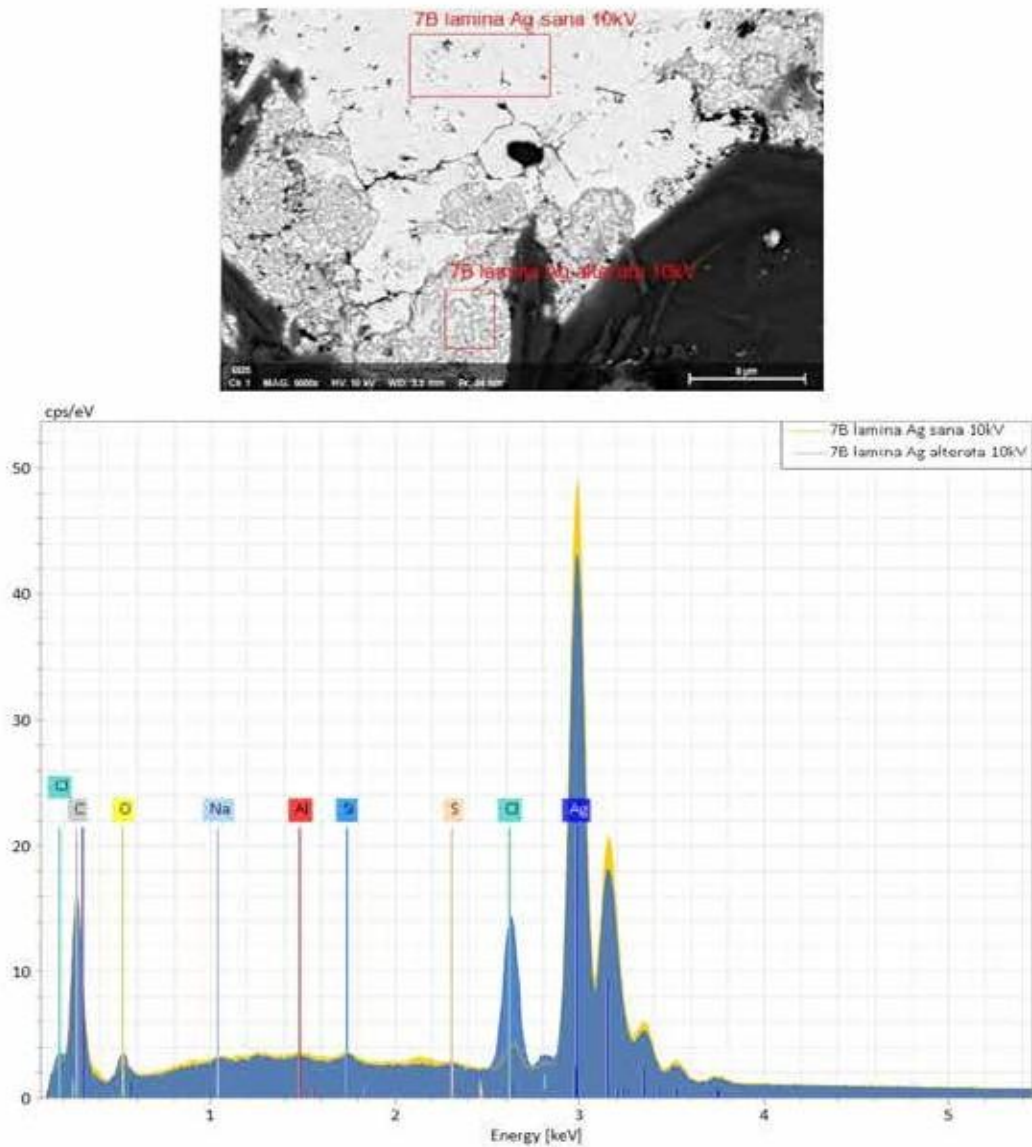
50. ტესერა 7b SEM გამოსახულება (მარცხნივ მუორადი ელექტრონებით, მარჯვნივ უკუგანბნევის ელექტრონებით) საფუძველი შრის ზედაპირის, მიკრობზარებით და დანალექებით ობიექტის კიდეების გასწვრივ



51. ტესერა 7b SEM გამოსახულებები (მარცხნივ მეორად ელექტრონებში, მარჯვნივ უკუგანბნევის ელექტრონებში), სადაც ჩანს „ჯანმრთელი“ უწყვეტი ვერცხლის ლითონის ფოლგის ფურცელი, რომელიც მიკრულია საფუძვლის ზედაპირზე ობიექტის ცენტრალურ ნაწილში



52. ტესურა 7b SEM გამოსახულებები (მარცხნივ მეორად ელექტრონებში, მარჯვნივ უკუგანბნევის ელექტრონებში), სადაც ჩანს „შეცვლილი“ ფოროვანი ვერცხლის ლითონის ფოლგის ფირფიტის ნარჩენები



53. ტესურა 7b EDS სპექტრი 10კვტ-ით, რომელიც შეესაბამება SEM ზედა გამოსახულებაზე მოცემულ ვერცხლის ლითონის ფირფიტის არეალს, რომელიც შეესაბამება „ჯანმრთელი“ უწყვეტი ფირფიტის ნაწილს და „შეცვლილი“ ფოროვანი ფირფიტის ნაწილს

54. (შემდეგი გვერდი) კალიუმისა და მაგნიუმის სხვადასხვა კონცენტრაცია ქმნის სამ სხვადასხვა ჯგუფს ტესურების მინის საფუძველზე ლითონის ფურცლებით



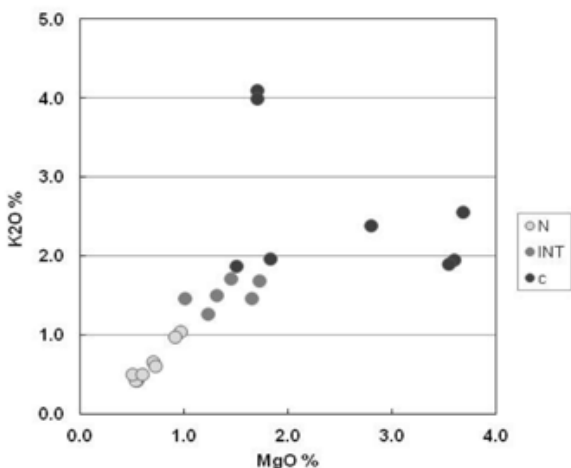
ოქროსა და ვერცხლის ფურცლებით დაფარული ტესერების ექსპოზიციური ზედაპირიც საკონსერვაციო თვალსაზრისით არასახარბიელო მდგომარეობაშია. ლითონის ფურცლებით დაფარული უმეტესობა ტესერების უკანა მხარის ზედაპირი (ხილული ზედაპირის საპირისპირო მხარეს) არის უხეში, რომელზეც ტერაკოტას მსგავსი მოწითალო ან მოყვითალო ფერის ფხვნილის ნარჩენებია. ეს ზედაპირები წარმოიქმნა მაშინ, როდესაც მინა, პლასტიკურ მდგომარეობაში, მოთავსდა ცეცხლგამძლე ფხვნილის შრეზე და გარსის მხრიდან მასზე (პიცა) ხდებოდა დაწოლა, რათა მიღწეულიყო შრეებს შორის მტკიცე კავშირი. ფხვნილი, ცხელი ფორმირების დროს მოქმედებს გამათავისუფლებელ აგენტად და არ აძლევს დამდნარ მინას შესაძლებლობას მიეკრას ყალიბის ზედაპირს. სხვა ტიპის ტესერებში უკანა მხარე შედარებით გლუვია და არ შეიმჩნევა ფხვნილის მიკრული ნარჩენები. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ფერადი მინის პასტები, აღრეული ვერცხლის ტესერები და გარკვეული რაოდენობის ოქროს ტესერები.

ტესერების ანალიზი

საბაზისო მინა

დაკვირვების შედეგად ვლინდება, რომ მინის საფუძვლის ფენა ძირითადად არის გამჭვირვალე, შეუფერადებელი, რომელიც მიღებულია სათხევადების გაღნობით და აგენტების მინად გადაქცევით. მინის პასტების საბაზისო შემადგენლობა გამოითვლება ანალიზიდან შეფერილობის, მინის გამჭვირვალობის გამომწვევი და მასთან და დაკავშირებული ელემენტების კონცენტრაციების გამოკლებით; დარჩენილი ოქსიდების კონცენტრაცია, რომელიც მიეკუთვნება სათხევადებელს და სილიციუმის ორჟანგს, გამოითვლება 100%-მდე.

დაკვირვების შედეგად ვლინდება, რომ ყველა ტიპის მინა ძირითადად შედგება სილიციუმის ორჟანგისგან (SiO_2), სოდის ოქსიდისგან (Na_2O), კალციუმ ოქსიდისგან (CaO) და ამიტომ იწოდება სოდა-კირქვა-სილიციუმის მინებად. ერთი გამონაკლისია ოქროს ფურცლის ტესერა, რომელსაც ასევე აქვს ტყვიის მაღალი შემცველობა (PbO დაახლოებით 15%), რომელიც, როგორც ჩვენთვის ცნობილია კარლო ბაკურაძის 1980-იანი წლების ინტერვენციებიდან, მოდის სანქტ-პეტერბურგის კათედრალიდან და ამდენად გამოირიცხა შემდგომი გამოკვლევებისგან. შემდეგ დიაგრამაზე დაკვირვებით, სადაც მითითებულია კალიუმისა და მაგნიუმის კონცენტრაცია, აღვნიშნავთ, რომ ნიმუშები ქმნიან სამ განსხვავებულ ჯგუფს; იგივე განსხვავება შეიმჩნევა სამ ჯგუფში სხვა ელემენტების კონცენტრაციების, კერძოდ ფოსფორისა და სოდის ანალოგიურ გრაფიკზე დატანით. განსხვავება შეიძლება განიმარტოს სათხევადების შეცვლის მხრივაც, როგორც ქვემოთ არის განხილული.



ნატრონის ტიპის მინა

ყველაზე კომპაქტური ჯგუფი კალიუმის ($\text{K}_2\text{O} < 1\%$), მაგნიუმის ($\text{MgO} < 1\%$) და ფოსფორის (P_2O_5 0.1%) დაბალი კონცენტრაციით, ხოლო სოდის ($\text{Na}_2\text{O} \approx 2\%$) მაღალი კონცენტრაციით წარმოადგენს ნატრონის ტიპის მინებს, რომელიც არის სოდის კარბონატზე დაფუძნებული მინერალი და ასოცირებულია მცირე რაოდენობის ქლორიდებთან და სულფატებთან, ზოგადად მოიპოვება ეგვიპტეში. იგი გამოიყენებოდა როგორც სათხევადებელი შერეული კაჟმიწოვან-კირქვიან ქვიშასთან, რომელიც ასევე მოიპოვება ეგვიპტეში ანდა ხმელთაშუაზღვის ლევანტის ზონაში. ეს ჯგუფი მოიცავს პირველ ვერცხლის ფურცლის ტესერებს 1, 7a და 7b, ასევე ოქროს ფურცლის ტესერებს 13d.

ნატრიუმიან მცენარეულ ფერფლზე დაფუძნებული მინა

სინჯების ის ჯგუფი, რომელთაც ახასიათებთ შედარებით მაღალი კალიუმისა და მაგნიუმის (2%-ზე მეტი) და ფოსფორის (0.2%-ზე მეტი) შემცველობა, მიეკუთვნება ნატრიუმიან მცენარეულ ფერფლზე დაფუძნებულ მინებს. ეს ფერფლი მიღებულია ჰალოფიტური (მარილიან ნიადაგზე მზარდი) მცენარეებისაგან, რომლებიც ფართოდ არიან გავრცელებულნი ხმელთაშუაზღვისპირეთში, განსაკუთრებით — ლევანტის რეგიონში. ისინი ძირითადად შედგება სოდისა და კალციუმის კარბონატებისგან და გამოიყენებოდა მინის სათხევადებლად შერეული სილიციუმის ორჟანგთან. ეს ჯგუფი მოიცავს ოქროს ფურცლის ტესერებს ძალიან გაფანტული კომპოზიციური სიდიდებით; კერძოდ, ტესერა 13b (უფრო მინა) განსხვავდება სხვა ოქროს ტესერებისგან (ძალზედ მუქი და მომწვანო მინა) და 13a-სგან. ბოლო ორს, რომლებიც კომპოზიციით ერთმანეთის ძალზედ მსგავსია, აქვს უჩვეულო მახასიათებელი ის, რომ აქვთ საკმაოდ განსხვავებული შემადგენლობა საფუძვლესა (მომწვანო) და გარსს (უფრო) შორის.

შუალედური ტიპის მინა

მესამე სინჯთა ჯგუფს ახასიათებს კალიუმისა და მაგნიუმის ისეთი შემცველობა, რომელიც შუალედურ პოზიციას იკავებს ნატრონისა და ნატრიუმიანი ფერფლის ჯგუფებს შორის, ხოლო ნატრიუმისა და ალუმინის შემცველობა შედარებით დაბალია და მიახლოებულია ნატრონის ჯგუფის მახასიათებლებს. ეს ჯგუფი შედგება მხოლოდ შეფერილი მინის პასტისგან. მცენარეების უმრავლესობის აზრით, შუალედური ქიმიური შემადგენლობის მინები მიიღებოდა ნატრონის ტიპისა და ნატრიუმიანი ფერფლის ტიპის მინების ერთობლივი დნობით. ნატრონის ტიპის მინის წარმოება შეწყდა VIII–IX საუკუნეების პერიოდში და მისი ადგილი დაიკავა ახალმა — ნატრიუმიანი ფერფლის ტიპის მინამ. ამ ერთი ტიპიდან მეორეზე გადასვლა მყისიერი არ ყოფილა — გარდამავალი პროცესი რამდენიმე საუკუნეს გაგრძელდა და მხოლოდ XII – XIII საუკუნეების დასაწყისში დასრულდა, როდესაც მინის წარმოებაში უკვე ექსკლუზიურად ნატრიუმიანი ფერფლის ტიპის მინა გამოიყენებოდა. ეს ჰიპოთეზა გამართებულია იმ ფაქტით, რომ შუალედური რომელიც წარმოებული იყო მე-9 და მე-13 საუკუნეებს შორის პერიოდში. კერძოდ, შუალედური შემადგენლობა ნაპოვნი იქნა ტესერას ანალიზში ბიზანტიის მოზაიკებიდან იტალიაში (ტორჩელო, მონრეალე), საბერძნეთში (ოსიოს ლუკა, დაფნი) და თურქეთში (ჰიერაპოლისი).

ლითონის ფურცლის ტესერები

გელათის მოზაიკის ოქროს არეალებზე დაკვირვებისას, შეიმჩნევა განსხვავებული ტონალობის მონაკვეთები. ამ ტესერების გარეგნული მხარე დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის გარსისა და საფუძვლის მინის ფერზე. ნიმუშად აღებული ტესერების ანალიზმა აჩვენა, რომ მათი გარეგნობა შეესაბამება სხვადასხვა კომპოზიციური ჯგუფის ტესერებს:



- 1. უფრო მინა როგორც გარსისთვის, ასევე საფუძვლისთვის ნატრონის ტიპის შემადგენლობით საფუძვლისა და გარსის იდენტურია (ან ძალიან მსგავსია): ვერცხლის 1, 7a და 7b (საფუძველი ოდნავ მომწვანო ფერში ამ უკანასკნელში) და ოქროს ტესერები 13d (საფუძველი ოდნავ მოყვითალო ფერში);
- 2. უფრო მინა როგორც გარსისთვის, ასევე საფუძვლისთვის; ნატრიუმის ნაცრის ტიპის შემადგენლობა თანაბარია საფუძვლისთვის და გარსისთვის: ოქროს ტესერები 13b;
- 3. უფრო მინის გარსი და მომწვანო საფუძველი ნატრიუმის მცენარის ნაცრის ტიპის შემადგენლობით; მნიშვნელოვანი განსხვავება არის საფუძვლის შემადგენლობაში გარსთან შედარებით: ოქროს ტესერები 13;
- 4. ძალიან მუქი ზეთისხილისფერი მწვანე მინა (ჭრილში შავი შეფერილობით) როგორც გარსისთვის, ასევე საფუძვლისთვის ნატრიუმის ნაცრის ტიპის შემადგენლობით, შეფერილი რკინით და მანგანუმით; საფუძვლისა და გარსის იდენტური;
- 5. საფუძვლის უფრო მინა და მოყავისფრო-იისფერი გარსი, სამრეწველო ტიპის ნედლეულით მიღებული შემადგენლობა, რომელიც ასევე შეიცავს ტყვიას: სანქტ პეტერბურგი, სარესტავრაციო ტესერები;

ყველა ლითონის ფურცლის ტესერას მინის საბოლოო ფერი (სრულიად ან ნაწილობრივ გაუფერულებული, ღია მწვანე ან ყვითელ ფერში) მიღებულ იქნა მანგანუმით, მიუხედავად მინის ტიპისა. სანქტ პეტერბურგიდან მიღებულ ორ ტესერაში მინის შეფერვა განზრახ განხორციელდა: საყრდენი ფენა გაუფერულებულია მანგანუმისა და სტიბიუმის დამატებით, ხოლო გარსი შეფერილია მანგანუმით და ინტენსიურად დამუშავებულია რკინისა და მანგანუმის შენარევით.

ფერადი მინის პასტა

ყველა ფერადი მინის პასტის საბაზისო მინის შემადგენლობა შუალედური ტიპისაა.

სადებაზი ნივთიერება

- ლურჯი - კობალტი გამოყენებული იქნა სადებაზ ნივთიერებად, დამატებულია მოკრძალებული რაოდენობით (CoO დაახლოებით 0,1%). მე-19 საუკუნემდე მისი დამატება ხდებოდა მინერალის სახით, რომელშიც კობალტი ასოცირდებოდა სხვა ელემენტებთან. თანამედროვე ელემენტების გამოვლენით შესაძლებელია გავყვეთ გამოყენებული მინერალის კვალს და რიგ შემთხვევებში გავიგოთ მისი წარმოშობა და თარიღი. გელათის მოზაიკის ლურჯი ტესერები შედგებილია იგივე მინერალით, სადაც კობალტი ასოცირდება რკინასთან და ჩანს ასევე სპილენძის და ტყვიის კვალი. ამ მინერალის წარმოშობა უცნობია, მაგრამ იგი გამოიყენებოდა რომის პერიოდიდან და რამდენადაც ცნობილია არაუგვიანეს მე-13 საუკუნისა.
- მწვანე - ამ ტესერების მინა შედგებილი იყო სპილენძის დანამატებით. ყვითელ-მწვანე ტესერები ასევე გაანალიზდა SEM-EDS სისტემით, რათა შეგვემოწმა, თუ იქნა ყვითელი პიგმენტები (კრისტალური ნაწილაკები) გამოყენებული ტონის შესაცვლელად, რაც გამოკვლევამ არ დაადასტურა.
- იისფერ-ყავისფერი - გაანალიზებული ტესერები შედგებილი იყო მანგანუმით, რომლის კონცენტრაცია (დაახლოებით 2%) უფრო მაღალი იყო, ვიდრე რკინის კონცენტრაცია (1,5%).

მინის გამჭვირვალობის ჩამხშობი

გამჭვირვალობის ეფექტი მიღწეული იყო ბუმბუკების დიდი რაოდენობითა და მსხვილად დაფუჭული კვარცის მარცვლების დამატებით, რომლებიც როგორც კუთხოვანი, ასევე მომრგვალებული ფორმის იყო. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ

გამოყენებული იყო დაფუჭული კვარცი და მისი დამატება მოხდა უშუალოდ გამდნარ მინაში, ჩამოსხმის წინ, მოზაიკის ფირფიტების ეს მეთოდი ეფექტიანობით არ გამოირჩევა. ეს ტექნიკა ეფექტიანობით არ გამოირჩევა (ის მინის გაუმჭირვალეს კი არ ხდის, არამედ ნახევრად გამჭვირვალეს, და საშუალებას აძლევს მიიღოს მაქსიმუმ სამი-ოთხი ფერის ელფერი), თუმცა არის ძალიან ეკონომიური და მარტივად გამოსაყენებელი. დღემდე არსებული მონაცემებით, სავარაუდოა, რომ ეს ტექნიკა, მოზაიკური ტესერების წარმოების მიზნით, ექსკლუზიურად ბიზანტიურ კონტექსტში განვითარდა და სავარაუდოდ VIII-IX საუკუნეებში, და შემდგომშიც გამოიყენებოდა, სულ მცირე XV საუკუნემდე, არა მხოლოდ ბიზანტიურ, არამედ სხვა მინის დამამზადებელ ცენტრებშიც.

დასკვნა

გელათის მოზაიკიდან მოხსნილი მინის მოზაიკის ტესერების ანალიზმა, რომელიც ვენეციური მინის ექსპერიმენტული სადგურის ლაბორატორიებში (მურანო, ვენეცია) ჩატარდა, საშუალება მოგვცა დაგვედგინა, რომ შედებილი მინის პასტა შედგება ნატრიუმ-კირქვა-სილიციუმის მინისგან, რომლის შემადგენლობა გარდამავალია ნატრონის ტიპის და ნატრიუმის ნაცრის ტიპის შემადგენლობებს შორის, გაუმჭირვალეა დაფუჭული კვარცის და ჰაერის ბუმბუკების დამატებით. ლურჯი ტესერები შედგებილია კობალტის მინერალით, რომელიც შეიცავს რკინას, ასევე სპილენძისა და ტყვიის კვალს. ამ მახასიათებლების კომბინაციას მივყავართ მე-10 და მე-13 საუკუნეებს შორის პერიოდის ბიზანტიური მინის ტექნოლოგიასთან. ამდენად ეს არის ტესერები, რომლებიც ორიგინალ მოზაიკას განეკუთვნება.

სამი ვერცხლისფურცლოვანი ტესერა და ტესერა 13d (ოქროს) ნატრონის ტიპის მინით არის დამზადებული და მიიჩნევა გელათის ორიგინალური მოზაიკის შემადგენელ ელემენტებად. დანარჩენ ოქროსფურცლოვან ტესერებს კი განსხვავებული ქიმიური შემადგენლობა აქვთ, რაც მიუთითებს სხვადასხვა ადგილით ჩარევებზე, რომლებიც განხორციელდა XV-დან XIX-XX საუკუნეების ფარგლებში და მოიცავდა ოქროს ველების აღდგენას, მათ შორის — ორიგინალი ტესერების ჩანაცვლებით. თუ ტესერა 13b-ის შემადგენლობა მიუთითებს მინის წარმოებაზე XVI-XVII საუკუნეებში, ხოლო სანქტ-პეტერბურგიდან წარმოშობილი ტესერები — XIX საუკუნის ბოლოსა და XX საუკუნის დასაწყისის პერიოდზე, ტესერების ორი ნიმუში (13), რომლებიც ერთმანეთის იდენტურია, თუმცა მათი საყრდენის მინის შემადგენლობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება „კარტლინას“ შემადგენლობისგან, გაცილებით რთულად დასათარიღებელია. ამგვარი განსხვავება ავტორს არც ერთ სხვა ნიმუშში არ დაუფიქსირებია და მსგავსი შემთხვევა არც სხვა ავტორთა მიერ გამოქვეყნებულ ანალიზებში მოიხსენიება. ამ ტესერების ქიმიური შემადგენლობა შეუთავსებელია მინის წარმოებასთან როგორც XVI საუკუნემდე, ასევე — XIX საუკუნის შუახვეის შემდეგ. საბოლოოდ, იმავე დროით პერიოდს უნდა მიეკუთვნებოდეს მუქი ფერის ტესერებიც, რომლებიც ასევე სანქტ-პეტერბურგიდანაა.

ტესერების ტექსტურის დეტალური ანალიზის შედეგად საინტერესო გარემოება გამოიკვეთა: დაფიქსირდა მრგვალი ფორმის ვერცხლისფერი ფურცლით (მეტალის ფოლით) დაფარული ტესერები, რომლებიც ოდნავ აღემატება ზომით სტანდარტულ ტესერებს, ასევე — უსწორმასწორო ფორმის ოქროსფერი ფურცლის ტესერები. ისინი მოზაიკის კომპოზიციაში ჩასმულია ყოველგვარი გამოკვეთილი სისტემის გარეშე, რაც შესაძლოა მიუთითებდეს მეორადად გამოყენებულ ტესერებზე. (იხ. ფოტო 23, თეთრი ისრები და ფოტო 55).



56. ტესერები ვერცხლის ფურცლით, რომელიც ამოჭრილია მრგვალი ფორმით და არ შეესაბამება დანარჩენი ტესერების პროფილს.

ამ პირველადი კვლევის დროს, კიდევ ერთი საინტერესო დაკვირვება გამოიკვეთა: არის შეფერილი ტესერების დიდი რაოდენობით არსებობა, რომლებიც ჩაჭრილია მოზაიკის ფირფიტების კიდეების გასწვრივ, ე.წ. „პიცას“ ფორმით. ეს მიუთითებს სულ მცირე ორ მნიშვნელოვან მომენტზე: პირველი, მოზაიკა აშკარად ახლად შეღებილი ტესერებითაა შექმნილი, რომლებიც ფირფიტებიდან, ე.წ. „პიცებიდან“ — იქნა დაჭრილი; მეორე, ოქროსა და ვერცხლის ფურცლის ტესერები, რომელთაც არ აქვთ პიცის კიდეების კვალი და შესაბამისად არ არსებობს მტკიცებულება მათი ადგილზე მოჭრისა, და შესაძლოა, მინიმუმ ნაწილობრივ მეორადად იყვნენ გამოყენებულნი. (ფოტო 23 მწვანე ისარი და ფოტო 56) აღნიშნული ჰიპოთეზა შეიძლება შეესაბამებოდეს ზემოთ აღნიშნულ მრგვალი ვერცხლისფერი ფურცლის ტესერების არსებობასაც.

სარესტავრაციო ინტერვენციის ერთ-ერთი იმედისმომცემი ასპექტი, გარდა ტესერების მასალის და ქვედა შრეების რესტავრაციისა, იქნება თავდაპირველი ოსტატობის კვალის სიდრმისეული შესწავლა. წარსულის სარესტავრაციო ინტერვენციებიდან წარმოქმნილი ბათქამის გაწმენდა და მოცილება ტექნიკური დეტალების გამოვლენის შესაძლებლობას მოგვცემს, რაც უაღრესად მნიშვნელოვანია ამ გრანდიოზული ნამუშევრის ყველა საიდუმლოს წასაკითხად, და რისი საშუალებაც დღესდღეობით, ინფორმაციის ნაკლებობის გამო, არ გვძლევს.

რაც შეეხება ფერთა პალიტრას, რომელიც მოზაიკისთვის გამოიყენეს, შეგვიძლია უეჭველად განვაცხადოთ, რომ ის ძალზედ მდიდარია: 22 ფერი. აქედან ორი არის ლითონის ფურცელი, ოთხი არის კირქვა, ერთი არის შავი ქვა, ერთი არის ტერაკოტა და 14 არის მინის პასტა. საინტერესოა აღვნიშნოთ, რომ ლეილა ხუსკივაძე, რომელსაც პირდაპირი წვდომა ქონდა კარლო ბაკურაძის გამოცდილებასთან, თავის პუბლიკაციაში ჩამოთვლის 31 ინდივიდუალურ ფერს. განსხვავება შეიძლება აიხსნას იმ ფაქტით, რომ იგივე შეფერილობის პიცაში სხვადასხვა ფერის წვრილი ხაზები შეიძლება ვნახოთ. ძალიან საინტერესო იქნება გაწმენდითი ღონისძიებების დასრულების შემდეგ, როდესაც ყველა ტესერას ზედაპირი გამოჩნდება თავისი ფაქტიური ბუნებით, გადავამოწმოთ ფერთა პალიტრის რეალური შემადგენლობა. (ფოტო 57)

შენიშვნის სახით მოგვყავს ფერთა სია, რომელსაც გვთავაზობს ლეილა ხუსკივაძე.¹²

	ხიჩვა მახაჩილოსავით თეთრი		საშალო მწვანე
	ხიჩვა მახაჩილოსავით ყვითელი		მწვანე ზეთისხილისფერი
	ხიჩვა მახაჩილოსავით სპილოს ძვლის ფერი		მწვანე ჩაბახდანი
	ხიჩვა მახაჩილოსავით ვახისფერი		შავი მომწვანო
	შავი ქვა		შავი იისფერი
	მოყავისფრო ნოტიანი		ნოტიანი
	სისფერი		იისფერი
	ლუჩი		ლუჩი ყავისფერი
	შავი ლუჩი		ყავისფერი
	მწვანე მოლუჩო		შავი ყავისფერი
	ოქროსფერი		ვახსხილისფერი

57. ტესერების ფერთა პალიტრა

12. ლ. ხუსკივაძე, იქვე, გვ.40. ოქროსფერი, ვერცხლისფერი, მუქი ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერი, შავი, სრულიად შავი, მუქი ყავისფერი, ღია ყავისფერი, მოყვითალო ყავისფერი, მოწითალო ყავისფერი, წითელი კაშკაშა წითელი, აგურისფერი, ვარდისფერი, იასამნისფერი, მწვანე, მუქი ზეთისხილისფერი მწვანე, ბალახისფერი, ღია მწვანე, მუქი მწვანე, მალაქიტის მწვანე, ზღვის მომწვანო, ლილა-ქვა, წყლის ფერი, ხასხასა ლურჯი ფერი, მონაცრისფრო ლურჯი, ღია ლურჯი, ცისფერი ლურჯი, მონაცრისფრო.



საკონსერვაციო მდგომარეობა

ამ ქმნილების საკონსერვაციო მდგომარეობის შეფასების მსჯელობისას, იშვიათად შეხვდებით ისეთ საპირისპირო მოსაზრებებს, როგორებსაც გელათის მოზაიკაზე დამკვირვებლები გამოთქვამდნენ. ჩვენ მოვისმინეთ ძალზედ მშვიდი მოსაზრება, რომ კონსერვაციის მდგომარეობა კარგია და ამავე დროს დრამატული მოსაზრებები გარდაუვალი კატასტროფის შესახებ. თავად ჩვენი მოსაზრებები იცვლებოდა ადგილზე ვიზიტის ხანმოკლე პერიოდში, სიმართლე არის ის, რომ გელათის მოზაიკის საკონსერვაციო მდგომარეობის სირთულე წარმოადგენს ალბათ მისი გადარჩენის მთავარ რისკს. იმის თქმა გვინდა, რომ რაც უფრო ვისაზრებდით მის რეალურ მდგომარეობას, სულ უფრო მეტად ვაცნობიერებდით, რომ მოზაიკის ყოველდღიური რისკების არაჯეროვნად შეფასება იქნებოდა ფატალური შეცდომა.

ასევე იშვიათია ისეთი პრეცედენტი, როგორიცაა, 1980-იან წლებში კარლო ბაკურაძის ხელმძღვანელობით ქართული გუნდის მიერ განხორციელებული სარესტავრაციო ინტერვენცია რომელშიც არა მხოლოდ გადამწყვეტი ინიციატივები იქნა მიღებული მოზაიკის გადასარჩენად, არამედ განხორციელდა ძალზედ პროგრესული პროცედურები, რომელსაც დღეს ძალზედ თანამედროვეს ვუწოდებდით, განსაკუთრებით ინტერვენციის დროს არტეფაქტის მდგომარეობის აღწერის მხრივ და რაც გაკეთდა მისი დოკუმენტირების მხრივ. ეს დოკუმენტები გადმოგვცა მთლიანად, როგორც აღწერილობით ნაწილში, ასევე გრაფიკულ კომპონენტში. (ფოტო 1)

ამ პრივილეგიით გვჯერა, რომ უპირანი იქნება კონსერვაციის მდგომარეობის თავი გავხსნათ კარლო ბაკურაძის ციტირებით მისი ანგარიშიდან: „...გელათის მოზაიკის ბედ-იღბალმა 1970-იანი წლების მიწურულიდან სპეციალისტთა და მთელი ქართული საზოგადოების ყურადღება მიიპყრო.

იგი გამოწვეული იყო გელათის მახლობლად, მოწამეთის ქვის კარიერებში წარმოებული გამუდმებული აფეთქებებით, რამაც სერიოზული საფრთხე შეუქმნა მთლიანად გელათის მონასტერსა და, კერძოდ, მის მოზაიკასაც. ჩვენი საზოგადოების შემფოთება ჟურნალ-გაზეთების ფურცლებზე მაშინვე აისახა, რამაც დადებითი შედეგი გამოიღო. აფეთქებები შეწყდა, გელათის მოზაიკა კი სასწრაფო შველას ითხოვდა. უბრალო დამთვალეიერებელს ამ მოზაიკის დაცულობა, შესაძლოა, კარგადაც მოჩვენებოდა, მაგრამ სპეციალისტის გამოცდილ თვალს არ გამოჰპარვია მისი რეალური მდგომარეობა.

გელათის მოზაიკის სარესტავრაციო სამუშაოები მისი დაცულობის მძიმე მდგომარეობით იყო გამოწვეული. პირველ რიგში, შემფოთებას იწვევდა ის, რომ მოზაიკის დარჩენილი ნაწილი ძირითადად მოცილებული უყო კედელს და და ჩამოქცევის რისკის წინაშე იდგა. კედელზე, მოზაიკის ფართობის მხოლოდ 15% აღმოჩნდა მიმაგრებული, ხოლო მოზაიკური ნაღესობის 80%-ზე მეტი - მოშორებული მის საფუძველს.



1. კარლო ბაკურაძე ხარაჩოზე 80-იანი წლების სარესტავრაციო სამუშაოებზე



ამ ნაღესობის ქვის წყობიდან მოცილება არც თუ ისე დიდი იყო - იგი 1 მმ-დან 20 მმ-მდე მერყეობდა. მოზაიკის ნაღესობასა და მის საფუძველს შორის არსებული ჰაერის მოძრაობა განსაკუთრებით ქარის დროს ძლიერდებოდა. გარდა ამისა, მოზაიკას ალაგ-ალაგ კენჭები ჩამოცვენოდა და დაბზარვოდა.

საკმაოდ შესამჩნევი ბზარი იესოს სახეს მთელ მარცხენა მხარეს ჩამოსდევდა. მოზაიკის დაცულობის გაუარესებაზე, უდავოდ, გარკვეული როლი ითამაშა ახლომდებარე ქვის კარიერების აფეთქებამ და აგრეთვე იმ დიდმა რყევებმა, რომლებიც თვითმფრინავების ამ ტერიტორიაზე გადაფრენასთანაა დაკავშირებული. მაგრამ მისი მძიმე მდგომარეობის უმთავრესი მიზეზი, ალბათ, მაინც თვით ტაძრის ავარიული მდგომარეობა უნდა ყოფილიყო. როგორც ჩანს, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში კონქიდან წვიმის წყალი ჩამოდიოდა და ქვის წყობასა და ნაღესობას შორის იღვრებოდა. ამ მიზეზით, განსაკუთრებით მოზაიკის ქვედა ნაწილი დაზიანდა -

დაახლოებით ფიგურების თეძოებიდან მოყოლებული, ვინაიდან სინესტე მეტწილად სწორედ ქვემოთ უფრო აკუმულირდებოდა. ამიტომაცაა, ალბათ, რომ აქ შერჩენილი

მოზაიკის კირის ნაღესობა შედარებით უფრო სუსტი იყო, რაც დაამტკიცა ამ ნაწილის გრუნტის გამოკვლევამ. XVI საუკუნის ბოლოს მოზაიკის ეს დაზიანებული ნაწილი შეუღესავთ და მოუხატავთ, ხოლო XIX საუკუნეში განმეორებითი შეღესვის შემდეგ კვლავ მოუხატავთ ზეთის საღებავებით. შეღესილი აღმოჩნდა მოზაიკის ამ ნაწილის ოქროს ფონი (4 მ²) მისი გასწორების მიზნით. რაც შეეხება ფიგურებზე შერჩენილ მოზაიკურ კენჭებს, მათი გამაგრება და დაფრვა მეტად უხეშად იყო შესრულებული. განსაკუთრებით დაზიანებული აღმოჩნდა მოზაიკის აღნიშნული მონაკვეთის სამხრეთ ნაწილი - აქ მოზაიკური კუბურებიც მეტი აკლდა და შეღესილობაც უფრო სუსტი იყო. მოზაიკური საფუძვლის ხსნარის სისუსტემ თავი იჩინა აგრეთვე მიქაელის მარჯვენა და გაბრიელის მარცხენა ფრთების გაბაცებულ კონტურებში, რომლებსაც უხეშად გადასმული ჰქონდა მოსაზღვრე კენჭებზე გადასული შავი ფერი. დაზიანებული აღმოჩნდა საკმაოდ მოზრდილი ცალკეული მონაკვეთები მოზაიკის ზედა ნაწილშიც, რომლებიც თავის დროზე კირის ხსნარით შეუსკიათ, გაუკეთებიათ მხატვრული ტონირება და შემდეგ მოზაიკური წყობის მიბაძვით პატარ-პატარა ოთხკუთხედად დაუხაზიათ. დაზიანების დიდი ლაქები შეიმჩნეოდა მიქაელის თმაზე, ნაწილობრივ მის შარავანდზე და გაბრიელის თმის კონტურიდან შარავანდის კონტურამდე მონაკვეთზე. გაბრიელის თმის ბაფთის ნაწილს თეთრა ჰქონდა გადასმული, ხოლო ბაფთის შემამკობელი ქვების იმიტაცია გადმოცემული იყო ბაცი ლურჯით. წრიული ფორმის დიდი შავი ლაქა (86×86 სმ) იკვეთებოდა გაბრიელის შარავანდის ზემოთაც. დიდად იყო დაზიანებული გაბრიელის ლაბარუმიც.

ღმრთისმშობლის გამოსახულებაში დაზიანება შეეხო მის სახეს, თავსა და ყელს. შედარებით მოზრდილ ლაქას ქმნიდა ზეთის საღებავებით შესრულებული მონაკვეთი ღმრთისმშობლის მარჯვენა დაწვე. ჩვენს პრაქტიკაში ასეთი ლაქები ხშირად შეგვხვდარი. მაგალითად, ყინწისის ღმრთისმშობლის, ალვანის ნათლისმცემლის სახეებზე ლაქების წარმოშობა გამოწვეულია ლაქუნების შეღესვით და შედეგად წარმოქმნილი ზედაპირის დაბინდვით.

თვით დაზიანება კი ამ შემთხვევაში ისრის სროლის შედეგია უთუოდ. მაგრამ გელათში, ისევე, როგორც ალავერდში, იგი უფრო ნატყვიარს ჰგავს. ამ მიზეზებით ამოვარდნილი რამდენიმე კენჭი, როგორც ჩანს, შემდგომში იწვევდა სხვა კენჭების ცვენას, რასაც, უთუოდ, ღამურებიც უწყობდნენ დიდად ხელს. ჩვენი მუშაობის პროცესშიც ყოფილა შემთხვევები, როდესაც ღამურები ჩამოეკიდებოდნენ სუსტად მიმაგრებულ კენჭებს და თავისი ფოსოდან აგდებდნენ.

კენჭების ამოცვენის შედეგად დარჩენილი ფოსოები ზოგჯერ ხსნართაც არ ივსებოდა და თეთრი ლაქების ჩასაქრობად პირდაპირ ფუნჯით იყო შეღებილი, თანაც საკმაოდ უხეშად. ზოგან რესტავრაციის შემდეგ ამოვარდნილი კენჭების ფოსოები თეთრ ლაქებად დარჩენილიყო (მაგ., მთავარანგელოზთა შარავანდებზე).

ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ შავი წერტილები, რომლებიც გაბნეულად გვხვდება სხვადასხვა ადგილზე (მაგალითად, მთავარანგელოზ გაბრიელის შარავანდზე), წარმოიქმნება ოქროს ტესერებზე მოთავსებული მინაქრის/მინის თხელი ფენის აქერცვლის შედეგად. როგორც ცნობილია, ასეთი ტესერების მისაღებად მინის/მინაქრის, ზოგჯერ შეფერადებულის, ზედა და ქვედა ფენებს შორის ოქროს ათავსებენ და შემდეგ შესაბამის კუბურებად ჭრიან. მოზაიკის მბზინავ ზედაპირზე ის ტესერები, რომლებმაც დაკარგეს მინაქრისა ან მინის ზედა ფენა, აღიქმებიან როგორც ჩამქრალი და ჩამუქებული წერტილები².

ვფიქრობ, არ შეიძლება არ გაგიზიაროთ ის პოზიტიური დამოკიდებულება, რომელიც დღეს ჩამოგვიყალიბდა ჩვენი ქართველი კოლეგების პროფესიონალიზმის ხარისხთან დაკავშირებით, რომლებმაც 1980-იან წლებში იკისრეს გელათის მოზაიკის გადარჩენის პასუხისმგებლობა. მოზაიკის საკონსერვაციო მდგომარეობის აღწერა ძალზედ დეტალურია და ცხადი. ცუდი ამბავია ის, რომ ბევრ მონაკვეთთან დაკავშირებით, შეგვიძლია ამოვიცნოთ დღეს ნანახი პრობლემები, ეს არის ნიშანი იმისა, რომ აგრესორი ისევ მოქმედებს. ეს სამწუხაროდ ადასტურებს იმას, რომ არტეფაქტზე ინტერვენციის დროს, მიუხედავად რამდენად კომპეტენტურია რესტავრატორების გუნდი, თუ პრევენციული საკონსერვაციო პრობლემები არ გადაწყდა, როგორც არის არქიტექტურული სტრუქტურის რეაბილიტაცია, ან გარემო პირობებში ჩარევა (კლიმატის კონტროლი), რისკები არ აღმოიფხვრება.

ამ გრძელი და საინტერესო შესავლის შემდეგ, გადავიდეთ მოზაიკის დღევანდელ საკონსერვაციო მდგომარეობის განხილვაზე — დავიწყეთ საფუძვლის ფენებიდან და თანმიმდევრულად გადავიდეთ მოზაიკის ზედაპირზე.

საფუძვლის ფენების დაზიანება

საფუძვლის ფენები შედგება კირის ღუღბისგან, კაჟმიწოვანი შემავსებლისგან და ჩალისგან: ისინი ქმნიან მოზაიკის სამ შრიან საფუძველს, სუბსტრატსა და ზედაპირის მოსწორებულ შრეს. მას შემდეგ, რაც ნარევი არსებული წყალი გამოშრობის პროცესში აორთქლდება, ხსნარი ბუნებრივად სტაბილურ მდგომარეობაში გადადის — თუ, რა თქმა უნდა, გარე ფაქტორები არ ჩაერევა.



გელათის შემთხვევაში საფუძვლის ფენები არის ძალზედ დეგრადირებული თითქმის 89% მოცულობით იმ ფართობისა, რომელზეც მოზაიკა დღეს არის წარმოდგენილი: ისინი არის გაფხვიერებული, დაბზარული, მოცილებული ან წყლით ჩამორეცხილი, განსაკუთრებით იმ მონაკვეთებში, სადაც მოცილება ძლიერად აღინიშნება, მოსამზადებელი ფენებიდან ერთი მაინც, ჩვეულებრივ ღრმა ფენა, საერთოდ აღარ არსებობს. სხვა მრავალი მონაკვეთის შემთხვევაში კი ფენები დაბზარულია და სტრუქტურულად არასაიმედო.

განშრევა

ჩვენ გვაქვს საქმე განშრევის სამ ტიპთან, რომელიც დამოკიდებულია იმ ფენაზე, რომელსაც შეეხო: პირველი არის განშრევა დოლომიტის ბლოკებისგან აგებულ კედლის სტრუქტურასა და ყველაზე ღრმა შრეს შორის; მეორე არის განშრევა ღრმა შრესა და შუალედურ შრეს შორის; მესამე განშრევა არის მოსწორების შრესა და ქვეშ არსებულ შრეს, ასევე მოსწორების შრესა და ტესერებს შორის. უკანასკნელ შემთხვევაში, ვინაიდან შრის სისქე თხელია (დაახლოებით 2მმ), ორ განშრევებულ დონეს შორის განსხვავება პრაქტიკულად შეუძლებელია. იმ მონაკვეთებში, სადაც განშრევა განსაკუთრებით დიდია (რუკაზე აღნიშნულია წითლად), ღრმა ფენა ფაქტობრივად აღარ არსებობს (განშრევის რუკა).



2-5. მოზაიკის განშრევებულ ფართობზე შეგვიძლია დავინახოთ ღუდაბის თავდაპირველი საფუძვლის ნარჩენები. შეგვიძლია ასევე ვნახოთ დაუდგენელი მასალა, რომელიც ჩამაგრდა 1980-იანი წლების რესტავრაციების დროს.





ნ.გაწურეველი მონაკვეთის სქემა



ბზარები და ნაპრალები

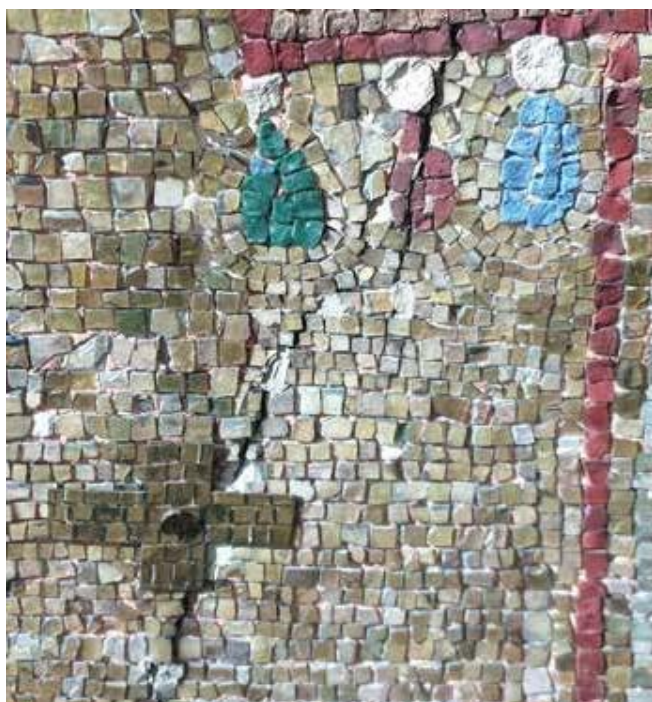
მოზაიკის სტრუქტურაზე ზემოქმედების კიდევ ერთი ფორმა არის დეფორმაციები — აშკარად შესამჩნევი ბზარები და ნაკლებად თვალსაჩინო ნაპრალები, რომლებიც ჩანს ტესერების კომპოზიციურ ზედაპირზე. ისინი არ აზიანებს უშუალოდ ტესერებს, არამედ მათ ქვეშ მდებარე საფუძვლის ფენებს. ეს დაზიანებები გამოწვეულია სუბსტრატის დეფორმაციებით, თუმცა, ასევე შეიძლება იყოს ის საფასური, რომელიც მოზაიკამ გადაიხადა გარე ფაქტორებით გამოწვეული ვიბრაციის გამო, როგორიც არის მოწამეთას კარიერზე აფეთქებების შედეგად წარმოქმნილი ვიბრაციები.

დეფორმაცია

მოზაიკის ზედაპირზე ეს ანომალიები გამოწვეულია საფუძვლის ფენებში არსებული პრობლემებით. გამობერილი და მტვრით ამოვსებული განშრევებული არეალები, წარმოშობის ისეთ მონაკვეთებს, რომლებიც არა მხოლოდ განშრევებულად აღიქმება, არამედ არღვევს მოზაიკის ზედაპირის თანაბარ სიბრტყეოვანობას. რაც, გარდა ესთეტიკური პრობლემისა, მოზაიკის (ნაპრალებისა და დეფორმაციების სტაბილურობასაც სერიოზულ საფრთხეს უქმნის (ბზარებისა და დეფორმაციების რუკა)

ლაკუნები (სიცარიელები)

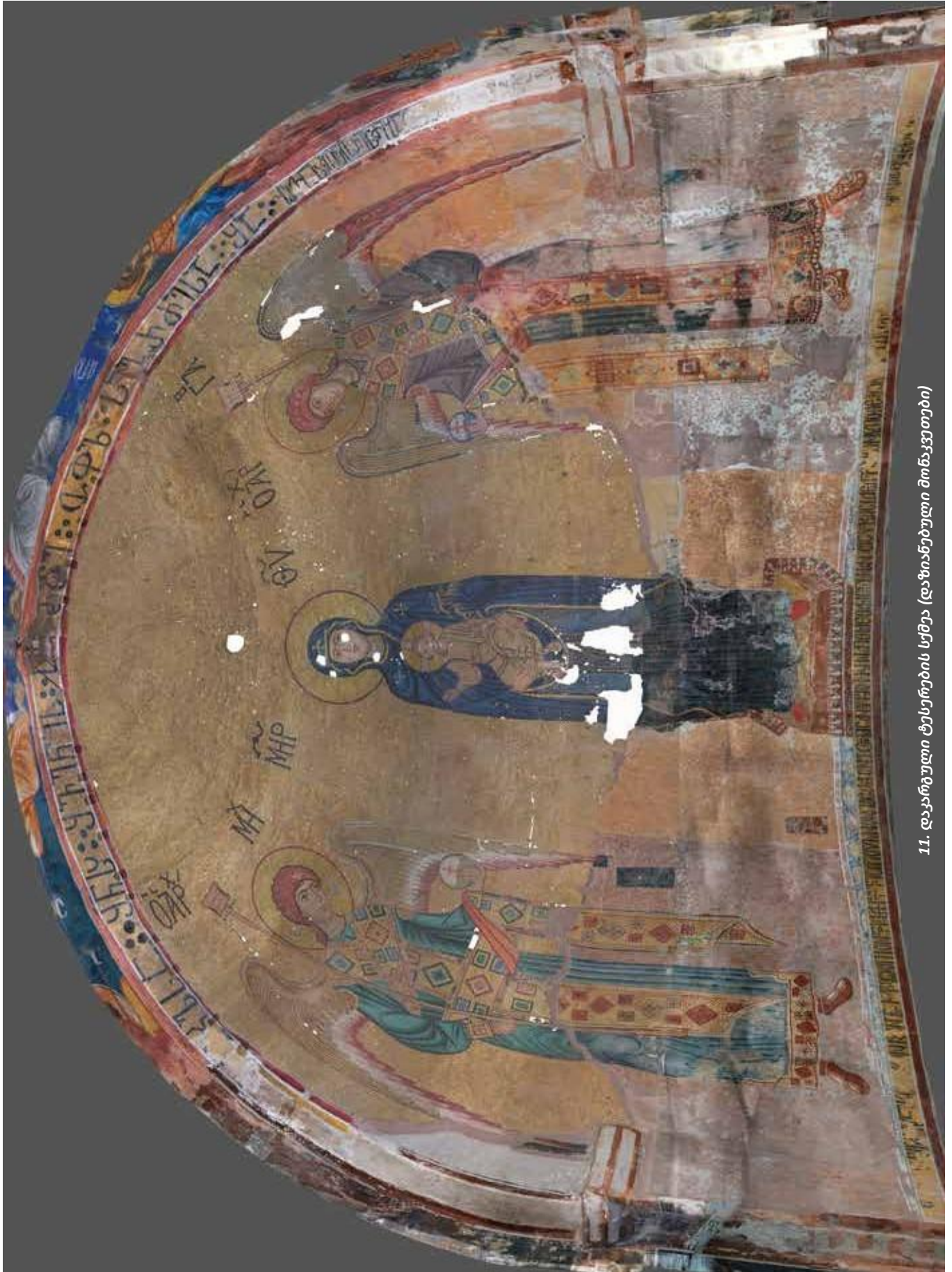
მოზაიკაზე მოცულობითი და წერტილოვანი მონაკვეთები, რომლებიც დღეს ტესერების გარეშეა დარჩენილი, წარმოადგენს ზემოხსენებული მოვლენების ტრაგიკულ კულმინაციას. ეს არის ის საფასური, რაც მოზაიკამ გადაიხადა გამათანაბრებელი და დამაკავშირებელი ფენების დაშლის შედეგად. ლაკუნები არამხოლოდ გამოუსწორებელი დაზიანების მაჩვენებელია, არამედ წარმოადგენს ძლიერი დესტაბილიზაციისა და პოტენციური რისკის წყაროსაც, რადგან აღარ ასრულებს მოზაიკის ტექსტურის ერთიანობის ფუნქციას. დღევანდელი მდგომარეობით, მოზაიკის ტესერების დანაკარგის საერთო ფართობი შეადგენს 11,700 სმ²-ს, რაც მთელი ზედაპირის დაახლოებით 2.5%-ს შეესაბამება, ანუ დაახლოებით 16,000 ტესერას. (ლაკუნების რუკა) (ლაკუნების დეტალური რუკა)



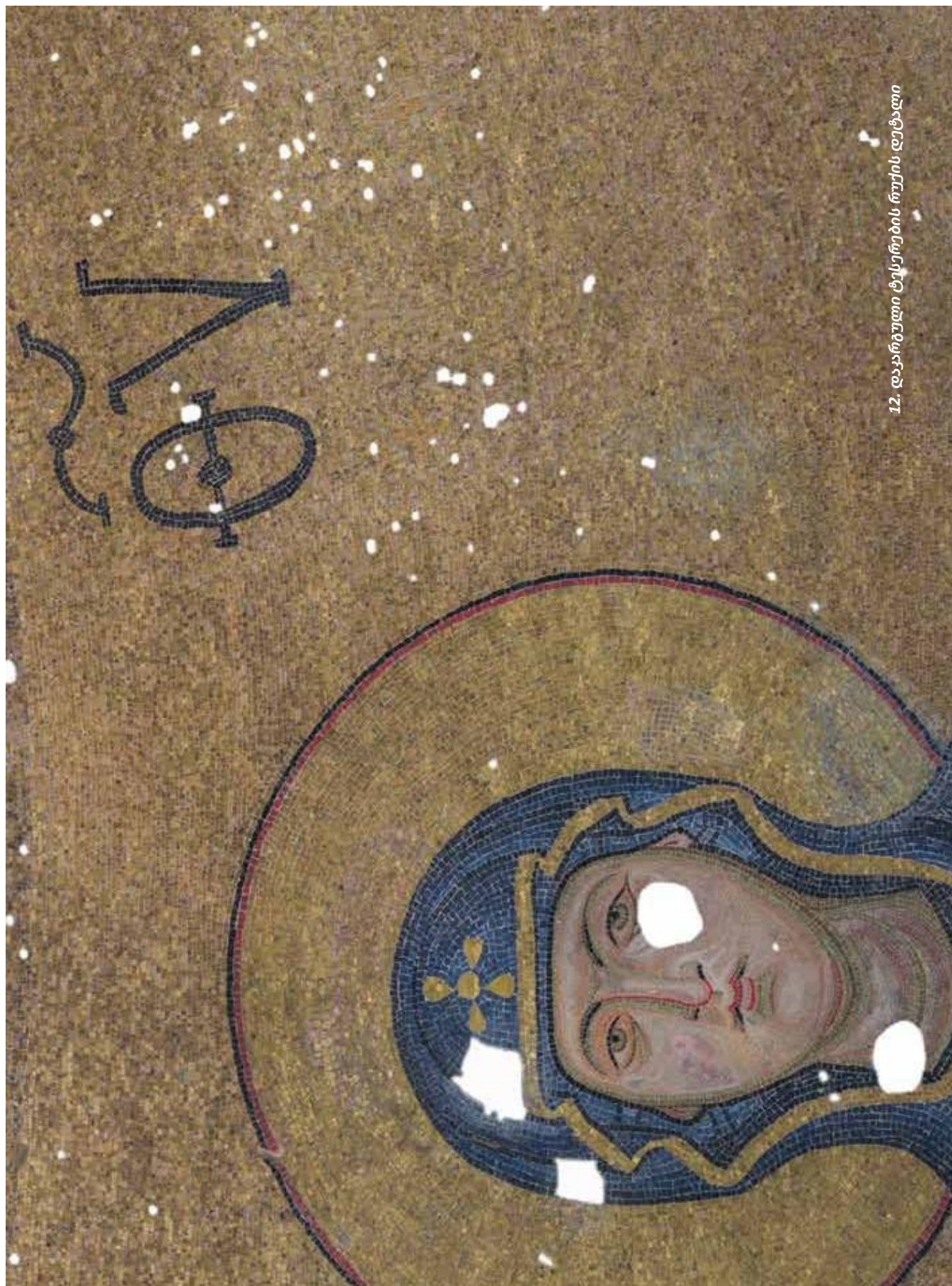
7-9. მოზაიკის ზედაპირი დღეს რამდენიმე ნაპრალით არის დადღასმული.



10. ნაპრალებისა და ღეფორმაციების სქემა



11. დაკარგული ტესერების სქემა (დაზიანებული მონაკვეთები)



12. დაკარგული ტესერების რუქის ლუტალი



ტესერების დეგრადაცია

ტესერები შედგება კირქვისგან, ტერაკოტასგან, მინისგან, პასტისგან, ოქროსა და ვერცხლის ფურცლისგან. ამ მასალებს ერთმანეთისგან მნიშვნელოვნად განსხვავებული მყიფეობის ხარისხი აქვთ.

ქვის მასალებიდან პირველი ოთხი - კირქვის ტესერები, მათი კრისტალური ტექსტურის, წვრილმარცვლოვნობისა და დაბალი ფორიანობის გამო, მდგრადია დეგრადაციის მიმართ; რაც შეეხება მეხუთე სახეობას - ბუნებრივ ჰოლოკრისტალურ ქვას, რომელიც მუქი ყავისფერი-შავი ფერისაა და შეიცავს ნაცრისფერ ფურცლოვან მინერალებს, და რომელსაც ახასიათებს ფენობრივი სტრუქტურა, მნიშვნელოვნად მოწყვლადია გარემო ფაქტორების მიმართ. შედეგად, მასზე აშკარაა აქერცვლის ფენოშენი.

რაც შეეხება მინის ტესერებს, ამ კატეგორიის ნებისმიერი არტეფაქტი, რომელიც გარემო ფაქტორების ზემოქმედების ქვეშ ექცევა, განიცდის მხოლოდ ზედაპირულ ცვლილებებს, რადგან მინა არაფოროვანი მასალაა. ეს ზოგადად ნელი პროცესია, რომელიც დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის მინის ქიმიურ შემადგენლობასა და საკონსერვაციო გარემოს - ერთობლივ ზემოქმედებაზე; შედეგად მიღებული დეგრადაცია ზოგჯერ იმდენად უმნიშვნელოა, რომ შეიარაღებული თვალითაც კი შეუმჩნეველია, მაშინ როდესაც სხვა შემთხვევაში ის აღწევს იმ დონეს, რომ საფრთხეს უქმნის თავად არტეფაქტის შენარჩუნებას. ამგვარი მოვლენები განსაკუთრებით რთული შესაფასებელია, რადგან ისინი არამხოლოდ მრავალი ფაქტორის კომბინაციით არის გამოწვეული, არამედ განვითარდა ძალიან ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში. მოზაიკურ ტესერებთან დაკავშირებით კი დეგრადაციის მიზეზების განსაზღვრა კიდევ უფრო რთულდება, რადგან დროთა განმავლობაში ისინი განსაკუთრებულ სიტუაციაში აღმოჩნდა (ხანძარი, კედლებიდან ინფილტრაცია, არაჯეროვანი რესტავრაცია და სხვა), რისი მიკვლევა ზოგადად რთული ან შეუძლებელია.



13-16. კრისტალიზებული ხსნადი მარილების მაგალითი



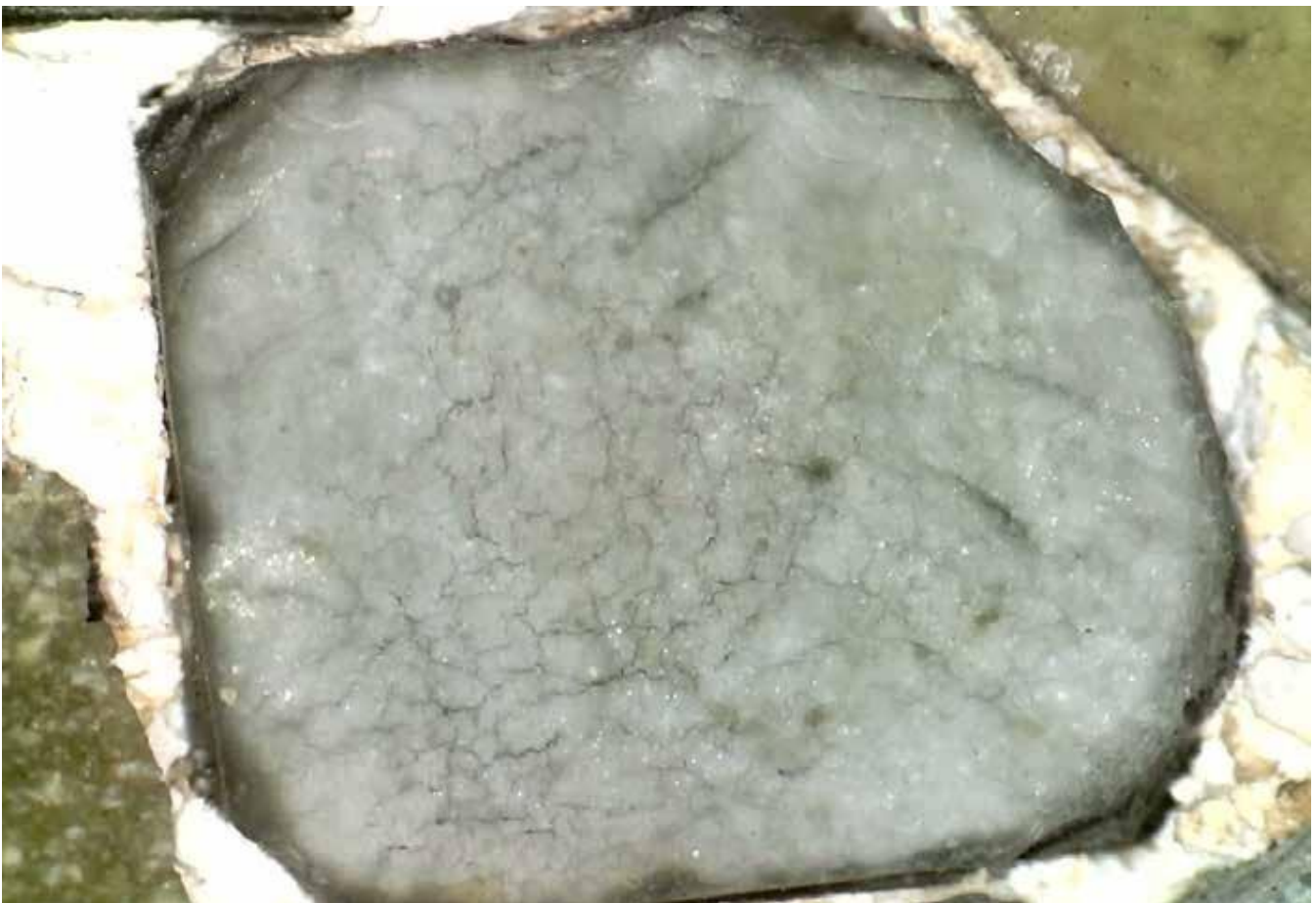
ვერცხლის ფურცლოვანი მინის ტესერებს, განსაკუთრებით, ახასიათებს დეგრადაციის პროცესის მნიშვნელოვნად განვითარებული ნიშნები. ამ ტესერებში დაზიანება სპეციფიკურ სახეს იღებს — იგი კონცენტრულად ვრცელდება კიდიდან ცენტრისკენ, როგორც ეს, მაგალითად, კარგად ჩანს ტესერა 7a-ს ფოტოზე. შედეგად, ფირფიტის სიკაშკაშე იკარგება და, პროცესის პროგრესირების პარალელურად, ხდება გარსის მორღვევაც. თავად სტრუქტურა ამ ტიპის ტესერებს განსაკუთრებით მოწყვლადს ხდის და აჩენს მათ მიმართ დეგრადაციის პროცესებისადმი მაღალი მგრძნობელობის ტენდენციას.

შედგენილია რა სამი შრისგან (ლითონის თხელი ფირფიტა მოქცეულია მინის ორ ფენას შორის) და მიღებულია ფირფიტების დაჭრით, ამ ტესერების გვერდითი მხარის ზედაპირი ვერცხლის თხელ ფირფიტას ტოვებს ატმოსფეროს ზემოქმედების ქვეშ. ამ მონაკვეთებში, არასასიკეთო გარემო პირობებში, ან კონკრეტული აგრესიული მოვლენის შემთხვევაში ვერცხლმა შესაძლოა განიცადოს ჟანგვა.

ამ ტიპის ტესერების დაზიანების ანალიზმა ზოგადად აჩვენა გოგირდისა და ვერცხლის მუქი ნაერთის ფორმირება. ამდენად, მოულოდნელი იყო გელათის ვერცხლის ტესერების ანალიზში ქლორისა და ვერცხლის ნაერთის ფორმირების აღმოჩენა. დაზიანების პროცესის პროგრესირებას ასევე უწყობდა ხელს ამ ტესერების ნატრონის ტიპის მინის ქიმიური შემადგენლობა. როგორც ცნობილია, მინის მასალები, მათი ქიმიური შედგენილობის შესაბამისად, განსხვავებულად რეაგირებენ და შესაბამისად, განსხვავებულად განიცდიან ცვლილებებს გარემოსთან შეხებისას.



17-18. მინის ტესერა ვერცხლის ფურცლით აჩვენებს დაზიანების შორსწასულ ფენომენს კონკრეტული გამოსახულებით, როდესაც დაზიანება კონცენტრულად ტესერას კიდეებიდან ცენტრისკენ ვრცელდება.





გელათის ვერცხლის ტესერების მინა ყველაზე ნაკლებად გამძლეა გაანალიზებულთა შორის როგორც ნატრიუმის მაღალი კონცენტრაციის (Na_2O 17.5-22%), ასევე კალციუმის შედარებით მცირე კონცენტრაციის გამო (CaO 6-7.4% ტესერა 7a და 7b-სთვის). არსებობს არაერთი კრიტიკული გარემო პარამეტრი მინის მასალის შესანახად. აქედან უმთავრესია მაღალი ტენიანობა და ზედაპირზე კონდენსაციის წარმოშობა.

ამ შემთხვევაში წყლის თხელი ფენა, რომელიც მოხვდა მინაზე, იწყებს მასზე კოროზიულ მოქმედებას გამოტუტვის რეაქციებით (მინიდან ტუტეს გამოღება) და კოროზიით (სტრუქტურული ბადის განადგურება და მტვრევალი შრეების ფორმირება, როგორც არის სილიციუმის გელი). ამ მხრივ, ვერცხლის ფირფიტის კოროზიის შედეგად „კარტელინას“ მინისა და მისი საყრდენის შრის შორის წარმოქმნილი თხელი ღრუ სივრცე, განსაკუთრებით არასახარბიელო გარემოდ იქცევა, რომელიც აჩქარებს მინის დეგრადაციის პროცესს. ამ სივრცეში ვითარდება ლპობადი და მტვრევალი მინის ფენები და ტუტე მარილები (ნატრიუმის სულფატი). ეს მოვლენები მკაფიოდ გამოიკვეთა SEM-EDS ანალიზის შედეგად.

დასკვნის სახით, შეიძლება აღინიშნოს, რომ დეგრადაციის ფენომენი თვალსაჩინოა ყველა ტესერაში.

უფრო გამოკვეთილად შავი ღორღის ტესერებში, ნაწილობრივ ტერაკოტაში, ფართოდ ოქროს ტესერებში, მაგრამ ძალზედ გამოკვეთილად მხოლოდ ვერცხლის ტესერებში, რომელთაგან ბევრი არასაიმედო და მოწყვლად საკონსერვაციო მდგომარეობაშია.

როგორც ჩანს, ეს ფენომენი დაიწყო (ან მნიშვნელოვნად დაჩქარდა) მეტალის ფენის ოქსიდაციით, რის შედეგადაც წარმოიქმნა არაბუნებრივი ქლორისა და ვერცხლის ნერთები, რასაც თან მოჰყვა გარშემო არსებული მინის კოროზია და და დეგრადირებული მინის სილიციუმის გელის ტიპის და მარილიანი დანალექების ნატრიუმის სულფატის ტიპის მტვრევალი შრეების ფორმირება.

გელათის მოზაიკა და კედლის მოხატულობა აჩვენებს მარილების არსებობის მნიშვნელოვან ნიშნებს, რომელთაც, ყველაზე მეტად ვხედავთ კრისტალიზებულ მდგომარეობაში და ვერ ვხედავთ გახსნილ მდგომარეობაში.

ორივე შემთხვევაში, შედეგად გვაქვს კირქვისა და ტერაკოტის ტესერას ფხვნილად ქცევა, ღორღის ტესერების აშრეება, მინის გამოთეთრება და გარსის ცვენა.

მეცნიერული ანალიზი, რომელიც განხორციელდა მოზაიკის სამ განსხვავებულ წერტილში, მიუთითებს მარილების შემდეგ შემადგენლობას:

ნიმუში 1: ძირითადად კალციტი, სელენიტი (კალციუმის სულფატის დიჰიდრატი) და პორტლანდიტი (კალციუმის ჰიდროქსიდი);

ნიმუში 2: კალიუმის ნიტრატი, აფტიტალიტი (კალიუმის და ნატრიუმის სულფატი);

ნიმუში 3: ძირითადად კალიუმის ნიტრატი, კვარცი და აფტიტალიტი (ნატრიუმის და კალიუმის სულფატი) უფრო მცირე რაოდენობით, პლაგიოკლასის კვალი. (იხ. 13-ე, 16-ე და 19-ე ფოტო).

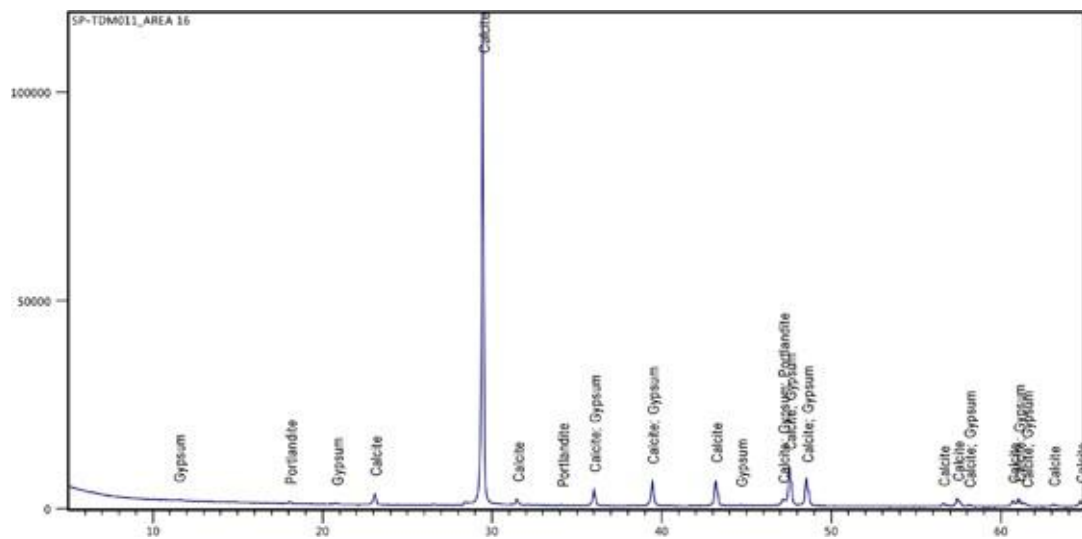
გადამწყვეტი საკითხია ამ მარილების წარმოშობა. ერთი ჰიპოთეზა, რომელიც წინასწარი შეხვედრების დროს წამოიჭრა, იყო ის, რომ ეს მარილები გამოვიდა მოზაიკის უკანა მხრიდან, ანუ დოლომიტის ქვის ბლოკების სტრუქტურულიდან, რომელიც შესაძლოა ნელ-ნელა უშვებდეს სტრუქტურულ მარილებს. მაგრამ ანალიზის შედეგებმა არ დაადასტურეს ეს ჰიპოთეზა, რადგან აფსიდაში არ იქნა ნანახი დოლომიტისთვის დამახასიათებელი მარილების კვალი $[\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2]$ ანუ მაგნიუმის კარბონატის და მაგნიუმის კარბონატის ჰიდრატის ფაზები. სტრუქტურულიდან, მარილების კიდეც ერთი შესაძლო წყარო შეიძლება განისაზღვროს იმ შევსებებით, რომელიც წარსულში განხორციელდა თადის გარე ზედაპირზე ცემენტის დუღებით. ეს შეიძლება დაკავშირებული იყოს კალციუმის სულფატის (სელენიტის) (CaSO_4) არსებობასთან, თუმცა ის ფაქტი, რომ მხოლოდ მისი ნაკვალევი იქნა აღმოჩენილი, ამ ჰიპოთეზას გამორიცხავს როგორც ძირითადი წყაროს. მარილის დალექვა მოზაიკის ზედაპირზე ეკლესიის შიდა გარემოდან რჩება ძირითად მიზეზად. ეს მარილები შესაძლოა შემოდნული იყოს ატმოსფეროდან მომდინარე დამაბინძურებელი ელემენტების შედეგად.⁴ ან წარსულში განხორციელებული ჩარევის დროს, გაწმენდის მიზნით გამოყენებული მასალიდან,

Specie mineralogica	Stima di abbondanza relativa*	Metodo di prova
Calcite CaCO_3	+++	UNI EN 13925-2: 2006
Gesso $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Tr	UNI EN 13925-2: 2006
Portlandite $\text{Ca}(\text{OH})_2$	Tr	UNI EN 13925-2: 2006

dove i simboli stanno per:

+++	Componente principale	+	Componente presente in piccola quantità
++	Componente presente in quantità media	tr	Componente presente in tracce
*	Dati indicativi e soggetti ad elevati margini di errore nel caso di argille, fillosilicati e zeoliti.		

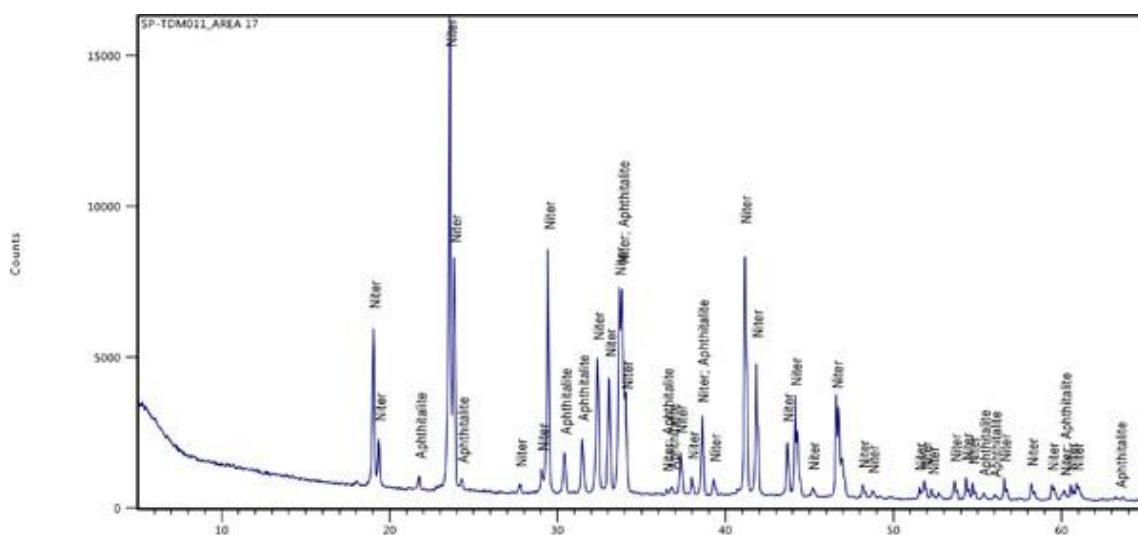
4. ს. ლაუე, იქვე, “შეჯამება და დისკუსია”, გვ. 8-10;



Specie mineralogica	Stima di abbondanza relativa*	Metodo di prova
Niter KNO_3	+++	UNI EN 13925-2: 2006
Aphthalite $\text{K}_3\text{Na}(\text{SO}_4)_2$	+	UNI EN 13925-2: 2006

- dove i simboli stanno per:

- +++ Componente principale
- ++ Componente presente in quantità media
- * Dati indicativi e soggetti ad elevati margini di errore nel caso di argille, fillosilicati e zeoliti.
- + Componente presente in piccola quantità
- tr Componente presente in tracce

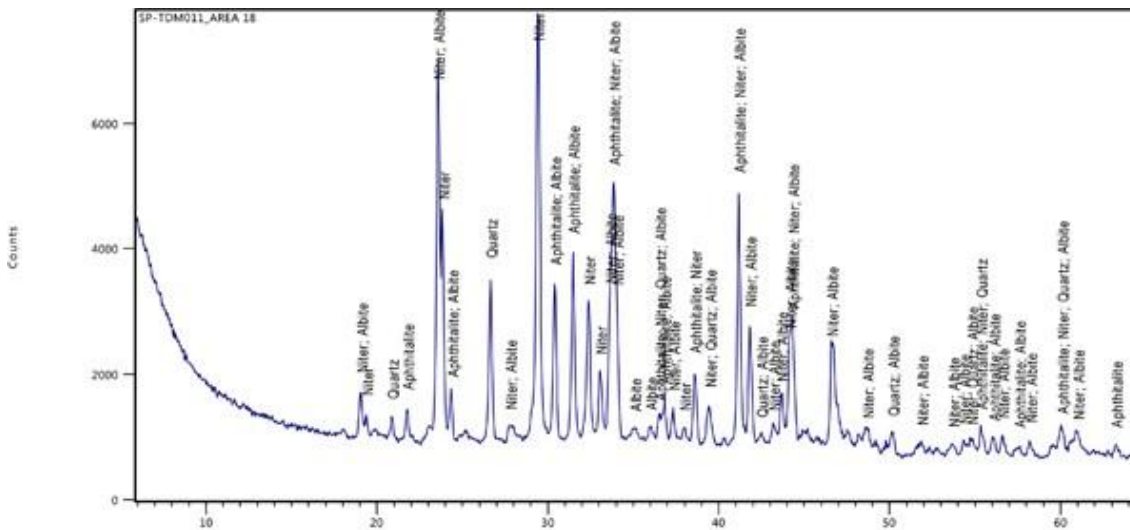




Specie mineralogica	Stima di abbondanza relativa*	Metodo di prova
Niter KNO_3	+++	UNI EN 13925-2: 2006
Aphtitalite $\text{K}_3\text{Na}(\text{SO}_4)_2$	++	UNI EN 13925-2: 2006
Quarzo SiO_2	++	UNI EN 13925-2: 2006
Plagioclasio $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	Tr	UNI EN 13925-2: 2006

- dove i simboli stanno per:

- +++ Componente principale
- ++ Componente presente in quantità media
- * Dati indicativi e soggetti ad elevati margini di errore nel caso di argille, fillosilicati e zeoliti.
- + Componente presente in piccola quantità
- tr Componente presente in tracce





19. ხსნადი მარილის კრისტალოზაციის, დეფორმაციის და აშრუვების სქემა



საკონსერვაციო მდგომარეობა

როგორც ეს ივარაუდა ვენეციის მინის ექსპერიმენტულმა სადგურმა: „...ასეთი მიკრო-ნაწილაკებისა და მიკროკრისტალების აგრეგატებში EDS ანალიზმა გამოავლინა ქლორის (Cl) არსებობა ვერცხლთან (Ag) ასოცირებულად: სავარაუდოდ, ეს წარმოადგენს ვერცხლის მეტალის ფირფიტის - ქლორის შემცველი აგენტის ზემოქმედებისა და კოროზიის შედეგად, წარმოქმნილ დეგრადაციის პროდუქტებს“⁵ პროფ. მარკო ვერიტა „... მოულოდნელია გელათის ვერცხლის ტესერების ანალიზში დანახული ქლორისა და ვერცხლის ნაერთის ფორმირება,“⁶ პროფ. შტეფენ ლაუე „... უნდა განისაზღვროს ზედაპირზე ტუტე ელემენტების მაღალი შემცველობის მიზეზი. ხომ არ მოხდა კედლის მხატვრობის გარკვეულ პერიოდში დამუშავება ისეთი საკონსერვაციო მასალით, რომელიც შეიცავს ტუტეებს?“⁷

პროფ. სტეფანო რიდოლფი, თავის ტექნიკურ ანგარიშში მიანიშნებს კალიუმის ნიტრატის ორგანულ წარმოშობაზე, რომელიც დიდი რაოდენობით იქნა ნანახი და გაანალიზებული მარილის ნიმუშებში.⁸ ან ის შესაძლოა იყოს ცხოველური წარმოშობის, რადგან კარლო ბაკურაძე თავის ანგარიშში მიუთითებს დამურების კოლონიის გავრცელებულ არსებობაზე: „... ამ მიზეზებით ამოვარდნილი რამდენიმე კენჭი, როგორც ჩანს, იწვევდა შემდგომში სხვა მიმდებარე კენჭების ცვენას, რასაც, უთუოდ, დამურებიც უწყობდნენ დიდად ხელს. ჩვენი მუშაობის პროცესშიც ყოფილა შემთხვევები, როდესაც დამურები ჩამოეკიდებოდნენ კენჭებს და სუსტად მიმაგრებულთ თავის ბუდიდან აგდებდნენ.“⁹ ამ სიტყვებით, კარლო ბაკურაძე არამარტო გვუბნება, რომ დამურები აგდებდნენ და აზიანებდნენ ტესერებს, არამედ საშუალებას გვაძლევს განვმარტოთ კოლონიის არსებობა და შემდგომი ექსტრემენტების (გუანოს), კერძოდ კი ნიტრატების დალექვა. მარილების წარმოშობა კვლავ ღია საკითხად რჩება და იგი იქნება მომავალი კვლევების საგანი და განხილვის თემა. ეს კვლევები ჩატარდება გლობალური და ჰოლისტური მიდგომით, რომელიც მოიცავს ეკლესიის მთლიანობასთან და მის შიდა თუ გარე გარემო პირობებთან დაკავშირებული ინფორმაციის ჯვარედინ ანალიზს.

ტესერების ზედაპირზე კიდევ ერთი ელემენტი წარმოდგენილია მუქი ფერის აპკით, რომელიც ფონური ტესერების ტიპის მიხედვით სხვადასხვა ინტენსივობით ფარავს ზედაპირს. ეს მუქი აპკი დარჩა შავი კვამლისგან ორი ხანძრის შედეგად, რომლებსაც გავლენა ჰქონდა მოზაიკაზე XVI და XIX საუკუნეებში. მინის აბსიდური მოზაიკისთვის მიყენებული ზიანის მასშტაბი არ უნდა იქნას შეფასებული როგორც უმნიშვნელო. ის ფაქტი, რომ დღეს მისი 50%-ზე მეტი უკვე დაკარგულია, ამაზე თავად მეტყველებს. შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ ცეცხლის ალღები, რომლებიც ადის მაღლა ეკლესიის სახურავისკენ, წვდება აფსიდის კედლებს, და კონქის ზედა მონაკვეთებს, მიემართება გუმბათის სარკმლებისკენ. ასეთ შემთხვევაში წარმოქმნილი კვამლი ილექება ზედაპირებზე და გაცივების პროცესში ქმნის მყარ, ცხიმოვან ნაღებს.

ეს ნაღები, სავარაუდოდ, XVI და XIX საუკუნეების რესტავრატორების ყურადღების მთავარი საგანი იყო. როგორც ჩანს, მხოლოდ მეორე ინტერვენციის დროს მოხერხდა მისიარსებითად შემსუბუქება. რჩება მნიშვნელოვანი კითხვა, რა მასალა გამოიყენეს ამ მიზნით. მათ შესაძლოა გამოიყენეს საპონი ან ქლორის ბაზაზე

დამზადებული სხვა აგრესიული მასალა, რომელიც უნდა გვახსოვდეს, რომ პირველად სინთეზირებულ იქნა 1700-იანი წლების შუა ხანებში. მნიშვნელოვანია დავაზუსტოთ, რომ წვის კვალი, რომელსაც ზედაპირზე დღესაც ვხედავთ, არ წარმოადგენს შემფოთების მიზეზს, რადგან ის არ არის აქტიური აგრესორი. ეს იქნება მხოლოდ ესთეტიური ჩარევა, მოშორდება წმენდის დროს, და როგორც ცდებმა აჩვენა, შესაძლებელია. (იხ. ფოტო 11- 12)

ლითონის ელემენტები

1980-იანი წლების სარესტავრაციო ინტერვენციის დროს მრავალი თითბრის სარჭი ჩამაგრეს ქვის წყობაში მოზაიკის დამჭერად. ვიზუალური კვლევის და ინსტრუმენტული გამოკვლევის (გეო-რადარი და პაკომეტრი) შედეგად, შეგვიძლია წარმოვადგინოთ ლითონის შემდეგი სამი სამაგრის სახეობა:

A. თითბრის საკონსერვაციო სარჭი ჩამაგრებულია მილისში, რომელიც მოთავსებულია ქვის კვადრებში, ხოლო ზედა ნაწილში ჩახრახნილია ჯვრის ფორმის თითბრის ფირფიტით. ეს სარჭები გამოყენებული იყო, რათა კედლიდან მოცილებული მოზაიკის არეალები მიემარებინათ სტრუქტურაზე ; (ფოტო 20)



19. თითბრის სარჭის მაგალითი, რომელიც გამოყენებული იყო 80-იან წლების რესტავრაციის დროს

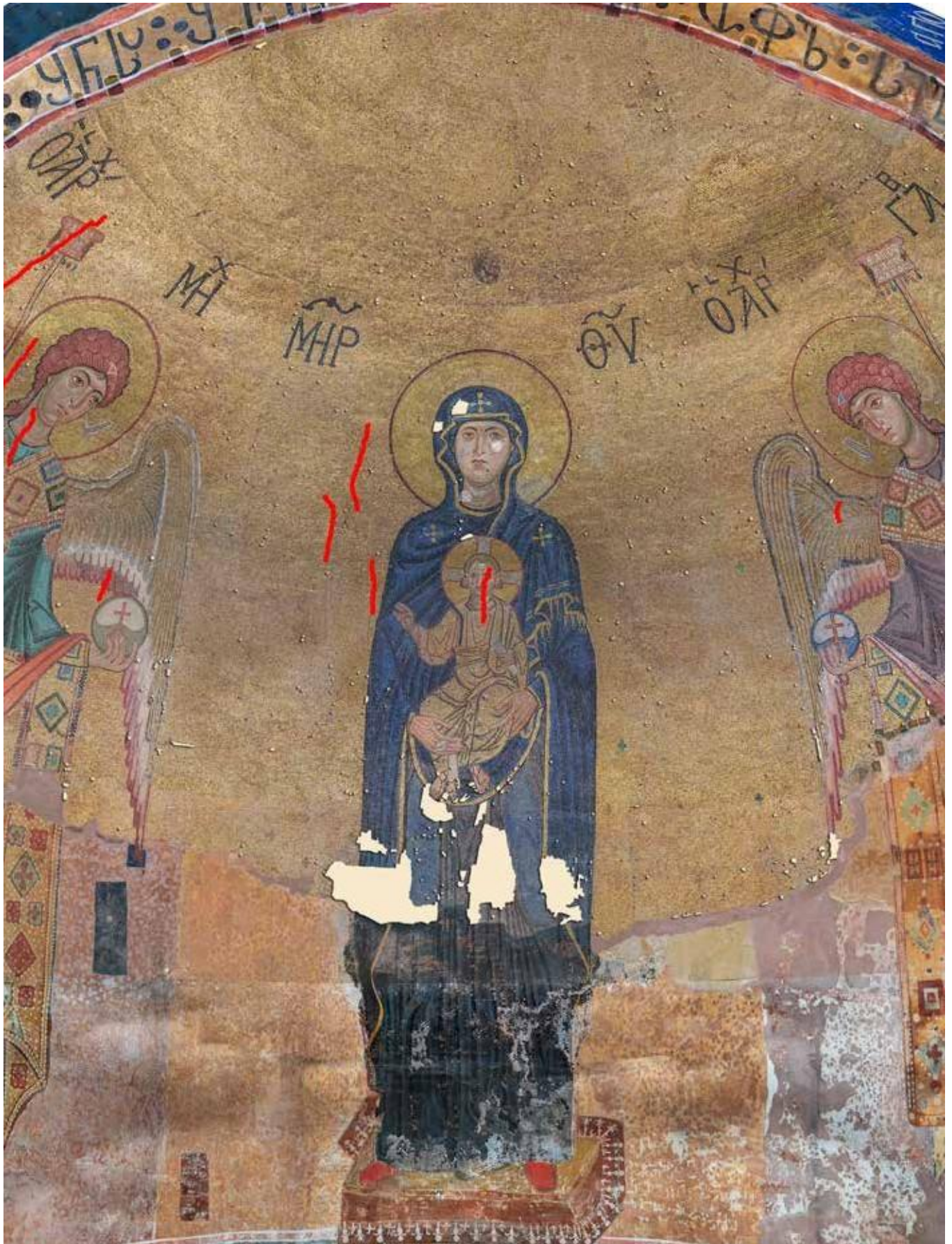
5. რ. ფალკონე, ნ. ფავარო, მ. ვალოტო, მინის ექსპერიმენტალური სადგური, ანგარიში 000210569, ვენეცია 2024, გვ.24

6. მ. ვერიტა, ტექნიკური ანგარიში, ვენეცია 2024, გვ. 6

7. ს. ლაუე, იქვე, "შეჯამება და დისკუსია", გვ. 8-10

8. ს. რიდოლფი, არს მენზურა, გელათის მონასტერი, დიაგნოსტიკური გამოკვლევა, ტექნიკური ანგარიში, რომი 2024

9. კ. ბაკურაძე, ლ. ხუსკივაძე, გელათის მოზაიკის რესტავრაცია, თბილისი, 1990წ.



21. დაზიანებული მონაკვეთების და ნაპრალების რუკის დეტალი



B. V და Z მოყვანილობის თითბრის ფირფიტები ჩახრახნილია ქვის ბლოკის შიგნით მილისში. ეს ფირფიტები გამოყენებული იყო დამჯერ კიდეებად; (ფოტო 22)

ზემოსენებული ჯგუფი შედგება 135 ელემენტისგან, რომლის დანახვა შესაძლებელია; 108 უხილავია, რომლებიც ინსტრუმენტალურად დაზადგინეთ;

C. ძაფისებრი ლითონის ელემენტები, რომლებიც ჩამჯდარია ბადისმაგვარი ფორმით გამთანაბრებელ შრეში, რომელშიც მოზაიკის განმრეველები ნაწილები იყო განთავსებული. ეს ელემენტები მიმაგრებულია ქვაზე მოღუნული ფოლადის ლურსმნებით. ეს ელემენტი არის 5. ისინი აღმოჩენილ იქნა ინსტრუმენტალურად, ხოლო ორი დადასტურებულია ფოტოთი. (ფოტო 23)

მიგვაჩნია, რომ ამ წესით მოქმედების გადაწყვეტილება იყო მართებული A და B ტიპების შემთხვევაში. ამ სარჭების გამოყენებამ საშუალება მისცა მოზაიკას დღემდე მოედნა. მიუხედავად ამისა, აუცილებელია აღვნიშნოთ, რომ შიდა სარჭებზე ჩამაგრებული ჯვრები, რომლებიც ატმოსფერულ ზემოქმედებას ექვემდებარება, ავლენს ოქსიდაციის ნიშნებს, რის შედეგადაც, წარმოიქმნება სპილენძის ქლორიდი. აღნიშნული ელემენტები საჭიროებს მოხსნას. (ფოტო N24)



23. ლითონის მავთულები, რომელიც მოზაიკის დუღაბის საფუძველში გაჩნდა 80-იანი წლების რესტავრაციის დროს



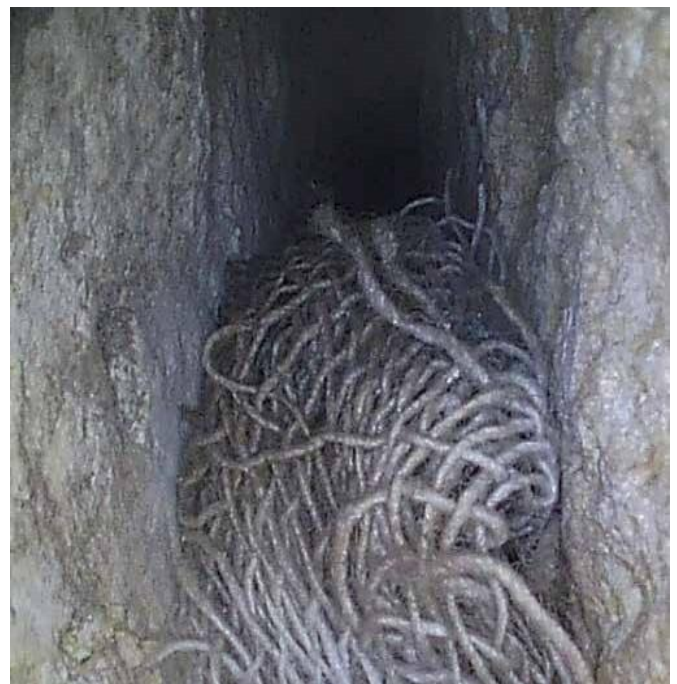
24. V და Z მოყვანილობის თითბრის ფირფიტები



22. თითბრის სარჭის ჯვრისმოყვანილობის თავი

დაუდგენელი მასალა

თითბრის სარჭების სიახლოვეს, მოზაიკაში დაუდგენელი მასალის სფერული ძაფისებრი გროვა იქნა აღმოჩენილი. ეს მასალა არ უნდა იყოს ლითონის, რადგან იგი არ აღმოუჩენია არც გეორადარს და არც პაკომეტრს. ჩვენი აზრით ეს შეიძლება იყოს გადაწყვეტა, რომელსაც რესტავრატორებმა მიმართეს, რათა დაეცილებინათ მოზაიკა კედლიდან თითბრის სარჭების ჩამაგრების დროს. საინტერესო იქნება უფრო მეტი შევითყოთ ამ მასალის წარმოშობის შესახებ. (ფოტო 25)



25. დაუდგენელი მასალა, რომელიც ენდოსკოპით იქნა დანახული

**მოხატვა**

როგორც ლითონის სარქების შემთხვევაში, მოხატვა (შელესვა) მოზაიკის ამჟამინდელი მდგომარეობის მნიშვნელოვან ელემენტს წარმოადგენს. ეს არის შედეგი სულ მცირე სამი სარესტრავრაციო ინტერვენციისა, რომელიც ერთმანეთის მიყოლებით განხორციელდა ბოლო 5 საუკუნის მანძილზე და ერთმანეთისგან ძალიან განსხვავდება. კარლო ბაკურაძისგან ვიცით, რომ მისი მუშაობის დროს მრავალი და განსხვავებული ნაღესობა გამოიკვეთა მოზაიკის ზედაპირზე, რაც წინა ინტერვენციების ცხადი შედეგი იყო. ზოგი დატოვებული იყო ყავისფრად, ზოგი დასრულებული იყო იისფრად, სხვა კი მიანიშნებდა რომ მოზაიკის გამოსახულების სიმულაციას ახდენდა. (ფოტო 26-27). ბათქამის ნაწილი იქნა მოხსნილი და შეცვლილი, ხოლო საკმაოდ დიდი პროცენტი დატოვებული. ამას დამატა შელესვა, რომელიც 1984-90 წლების ინტერვენციის დროს განხორციელდა იმ მეთოდებით, რომლებსაც დეტალურად განვიხილავთ კარლო ბაკურაძის ინტერვენციისადმი მიძღვნილ თავში. საინტერესო ცნობას იძლევა ფართოდ დადებული ბათქამი მუქი ლურჯი ფონით, რომლითაც სავარაუდოთ მე-19 საუკუნის დასაწყისში მოზაიკის ქვედა ნაწილი მოაწესრიგეს. როგორც ამას მოწმობს მე-19 საუკუნის შუა პერიოდის დიდებული ისტორიული ფოტო¹⁰, მეორე ხანძრის შემდგომი რესტავრაციის დროს, მოზაიკის გამაგრება გადაწყვიტეს მარტივი, თუმცა, დავამატებდი, წინდახედული გზით: იგი დაფარეს თხელი ფენის ნაღესობით. მოგვიანებით ეს ნაღესობა მუქი ფერით შეიღებდა, რომელიც შავი კვამლის შეფერილობას მოგვაგონებს.

ალბათ ეს არის დასტური, რომ იმ დროისთვის მოზაიკის ზედაპირები ჯერ კიდევ საფუძვლიანად არ იყო გაწმენდილი. შესაბამისად, ამ ჩარევის მიზანი, იყო მოზაიკის ქვედა ნაწილის კონსოლიდირება, გასწორება და ერთ ფორმაში მოყვანა ფერადოვნების თვალსაზრისით, დაზიანებული და დაკარგული ნაწილებს შორის კავშირის აღსადგენად. (ფოტო 28)

26-27. შავი კვამლის ნაკვალევი დღესაც შესამჩნევია მოზაიკის ზედაპირზე



10. ფოტო განეკუთვნება ეროვნული მუზეუმის არქივს და იგი მოგვაწოდა პროფ. დავით ლორთქიფანიძემ



28. ნალოვზის სვემა



ისტორიული ინტერვენციები

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, წყაროებიდან ვიცით, რომ გელათის მონასტერი ორჯერ გახდა ვანდალიზმის მსხვერპლი, ერთხელ 1508 წელს და კიდევ 1759 წელს. ორივე შემთხვევაში ეკლესიას ცეცხლი წაუკიდეს.¹

ამ მოვლენების მტკიცებულება შეიძლება ვნახოთ მოზაიკის ფრაგმენტებზე მდგომარეობაში, რომლის 50%-ზე ოდნავ მეტი არის შემორჩენილი და შავი კვამლის კვალი ისევ არის შესამჩნევად მოზაიკის ზედაპირზე.

ისტორიული ფოტოდან ვიცით, რომ 1874 წლამდე მოზაიკა ალღა და ქვედა ნაწილი ხელახლა შეიღესა ფიგურალური ფრესკებით და ნაწილობრივ მუქი ფონით. (ფოტო 1)

ეს გასაოცრად მნიშვნელოვანი მტკიცებულებაა, რომელიც გვადლევს მთელ რიგ ინფორმაციას. პირველი, ფრესკის კომპონენტი იმ ფართობზე, რომელიც ერთ დროს მოზაიკას წარმოადგენდა, უფრო დიდია, ვიდრე არის დღეს. ეს ნიშნავს, რომ მოზაიკის ნაწილი, გარკვეული პერიოდის განმავლობაში დაფარული იყო ბატქამით.

ამის ერთადერთი ახსნა არის ის, რომ ხანძრის შემდეგ (პირველი ან მეორე ხანძრის) რესტავრატორმა ან ხატმწერმა გააცნობიერა დარჩენილი მოზაიკის არასტაბილურობა და შესაძლოა ჩამოშალა მისი ნაწილი, მაგრამ შეინარჩუნა იმდენი, რამდენიც შეიძლებოდა. მაშინ არსებული ერთადერთი საშუალება იყო, დაფარათ ბატქამის ფენით, რომელზეც მუქი ლუქჩი საღებავის ფენა დაიტანეს.

ფოტოზე დაკვირვებით ნათელი ხდება, რომ რესტავრაცია ემსახურებოდა არა მხოლოდ მოზაიკის გადარჩენილი ნაწილის შენარჩუნებას, არამედ მთლიან კომპოზიციაში გარკვეულწილად ვიზუალური აღქმადობის დაბრუნებასაც — ერთის მხრივ, დაკარგული ფიგურების ნაწილობრივი აღდგენის გზით, ხოლო მეორეს მხრივ — ერთგვაროვანი ქრომატული ფონის შექმნით, რომელიც, სავარაუდოდ, თანხვედრაში იყო იმ შავ კვამლთან, რომელიც იმ დროისთვის ისევ ფარავდა ეკლესიის კედლების ზედაპირს. ეს ფოტო საშუალებას გვადლევს ჯეროვნად შევაფასოთ მოზაიკის დაცულობის მდგომარეობა მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში. მაგალითად, ზედა მარჯვენა ჩაღრმავებულ ნაწილში ჩანს დიდი ნაპრალი; დაზიანება ეტყობა ღვთისმშობლის სახეს; აღსანიშნავია, რომ მაცხოვრის ფეხი იმ დროისთვის უკვე მოხატვით არის შევსებული და არაერთი პატარა ნაპრალი და სიცარიელე ჩანს მოზაიკის მთლიან ზედაპირზე. ზოგადად ჩვენ ასევე ვიგებთ, რომ ზედაპირი ეფექტურად არის დაფარული ჩამუქებით, როგორც ეს ჩანს იესოს მარჯვენა ხელზე. კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ინფორმაცია არის ის, რომ აფსიდის ქვედა ნახევარი მთლიანად განიცდის მარილის კრისტალიზაციის მძიმე ფენომენს - ნათელი ნიშანი იმისა, რომ პრობლემა გაცილებით ძველია, ვიდრე თანამედროვე გარემოს დაბინძურება და, რომ უნდა დავუშვათ ჰიპოთეზა, რომ სახურავის მდგომარეობა მაშინაც სავალალო იყო, რაც წვიმის წყალს საშუალებას აძლევდა შეედრია ქვის წყობის სტრუქტურაში. ბოლოს, აღსანიშნავია, რომ ოქროს ზოლი,



1. მოზაიკის გამოსახულება დათარიღებული 1974 წლით

ჩვილის ფეხის ქვეშ გადის, მაშინ როდესაც ბაკურაძის რეკონსტრუქციაში ფეხი ამ ზოლზე მდებარეობდა. როგორც მოსალოდნელი იყო, არ ჩანს ლითონის ელემენტები.

ზოგი რამ, რაც ფოტოებიდან შევნიშნეთ, იყო კარლო ბაკურაძის მიერ ოსტატურად გადაღებულ ფოტოებზე მისი ინტერვენციის დასაწყისში. წარმოგიდგენთ ყველაზე მნიშვნელოვან მათგანს. მაცხოვრის ქვედა ნაწილის ფოტო საშუალებას გვადლევს დეტალურად განვიხილოთ ფეხის პოზიცია და ძველი ნახატის სახით აღდგენა, ასევე მრავალი ნაპრალი და სიცარიელე, რომელიც ცვლის მის ზედაპირს (ფოტო 2)



2. იესოს ტერფის ფოტო - 80-იანი წლების რესტავრაციამდე

1. შემოქმედის გულანი (Q103b), 1749, საქართველოს ხელნაწერთა ეროვნული ცენტრი (მოგვიანებით დამატებული წარწერა), მოგვანოდა ქეთევან ასათიანმა



შემდეგ ფოტოზე ვხედავთ მთავარანგელოზი მიქაელის ქვედა ნაწილს, რომელიც ჯერ კიდევ დაფარულია ნაღესობის ფენით, მოხატულია მუქ-ლურჯად და სივარდილები წერტილებად აღნიშნული. (ფოტო 3)

მოზაიკის ტესერებზე დადებული ფენა მკაფიოდ ჩანს ფოტოზე 4 და შესაძლებელია მისი ვიზუალურად შეფასება. (ფოტო 4)

3-4. გამოსახულებაზე ვხედავთ მუქ ნაღესობას, რომელიც გადმოდის მოზაიკაზე





ფოტო 5 გვაძლევს შემდეგ მნიშვნელოვან ინფორმაციას: რესტავრატორი, რომელიც წინ უსწრებდა ბაკურაძეს, იყენებდა სულ მცირე ორ ტექნიკას სივარდილების შესავსებად: ერთი, ცარიელი სივრცის ამოვსება ყავისფერი ფონით; მეორე, ფონის ყვითელ ტონში დაფერვა, რომელზეც ხაზები მოხატული იყო ფუნჯით, რათა მოზაიკის ტექსტურის სიმულაცია მოეხდინა. (ფოტო 5) ეს ფოტო აღსანიშნავია, რადგან მასზე ჩანს მარიამის სახის 1984 წლის დაზიანებები, რომლებსაც დღესაც ვხედავთ. და საბოლოო ფოტო, რომელიც გვინდა წარმოგიდგინოთ არის ის, რომელზეც ჩანს მთავარანგელოზი მიქაელის გამოსახულების ქვედა ნაწილი: ვხედავთ რომ მუქ-ლურჯად მოხატული ნაღესობის ქვეშ ჩანს ანგელოზის ფრთის ფრანგმენტის კვალი.

ეს არის ნათელი დასტური ორი რესტავრაციის არსებობისა, რომლებიც მოჰყვა ხანძრებს; და რასაც ჩვენ ვხედავთ მოზაიკის ქვედა ნაწილში, შავ ფონად, სავარაუდოდ, მეორე რესტავრაციის შედეგია, შესრულებული 1759 წლის შემდეგ. (ფოტო 6-7)



5. ორი სხვადასხვა ტექნიკა, რომელიც სივარდილების შევსებისთვის გამოიყენეს 80-იანი წლების რესტავრაციამდე



6. ორი რესტავრაციის არსებობის მტკიცებულება, რომლებიც მოჰყვა ხანძრებს

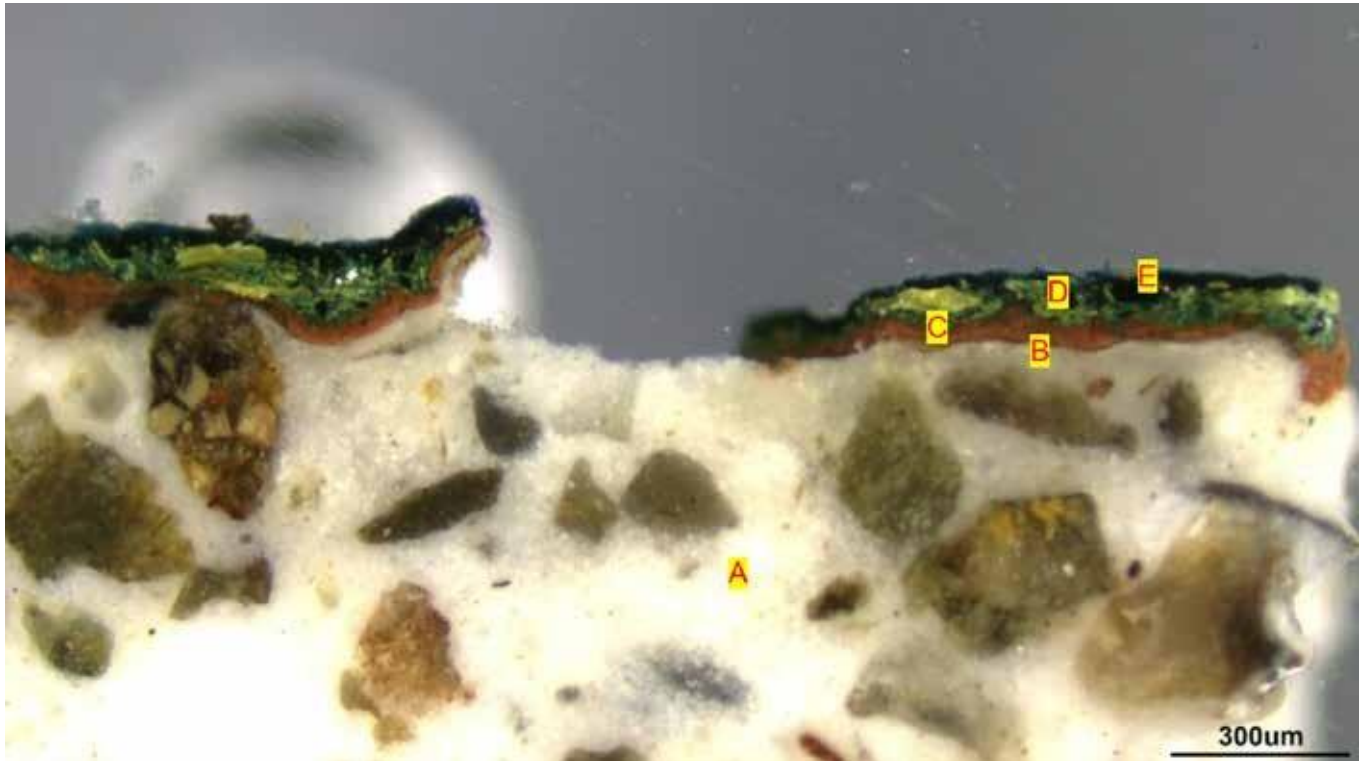


7. მარიამის სახის გამოსახულება, რომელზეც 1984 წელს ჩანს იგივე დაზიანებები, რომლებსაც ვხედავთ დღესაც.



აქედან ვიგებთ, რომ წითელი ფერწერული დასრულება, რომელიც წითელი ოქრით კირის ნალესობაზე იქნა დატანილი, გაფანტული იყო სხვადასხვა ფორმისა და ფერის შევსებებს შორის.

სტრატეგრაფია გრძელდება მწვანე ფერწერული ფენით, რომელიც შედგება აურიპიგმენტისგან ყვითელი (რომლის უფრო დიდი ფრაგმენტების ნახვა შეიძლება) და პრუსიული ლაჟვარდისგან. პრუსიული ლაჟვარდის ლურჯი შრე გავრცობილი იყო ზედაპირზე.



ეს მონაკვეთი გამოკვლეულ იქნა SEM/EDS ანალიზით და მიკრო-FTIR მოწყობილობით და შედეგებმა გვაჩვენეს, რომ გვაქვს:

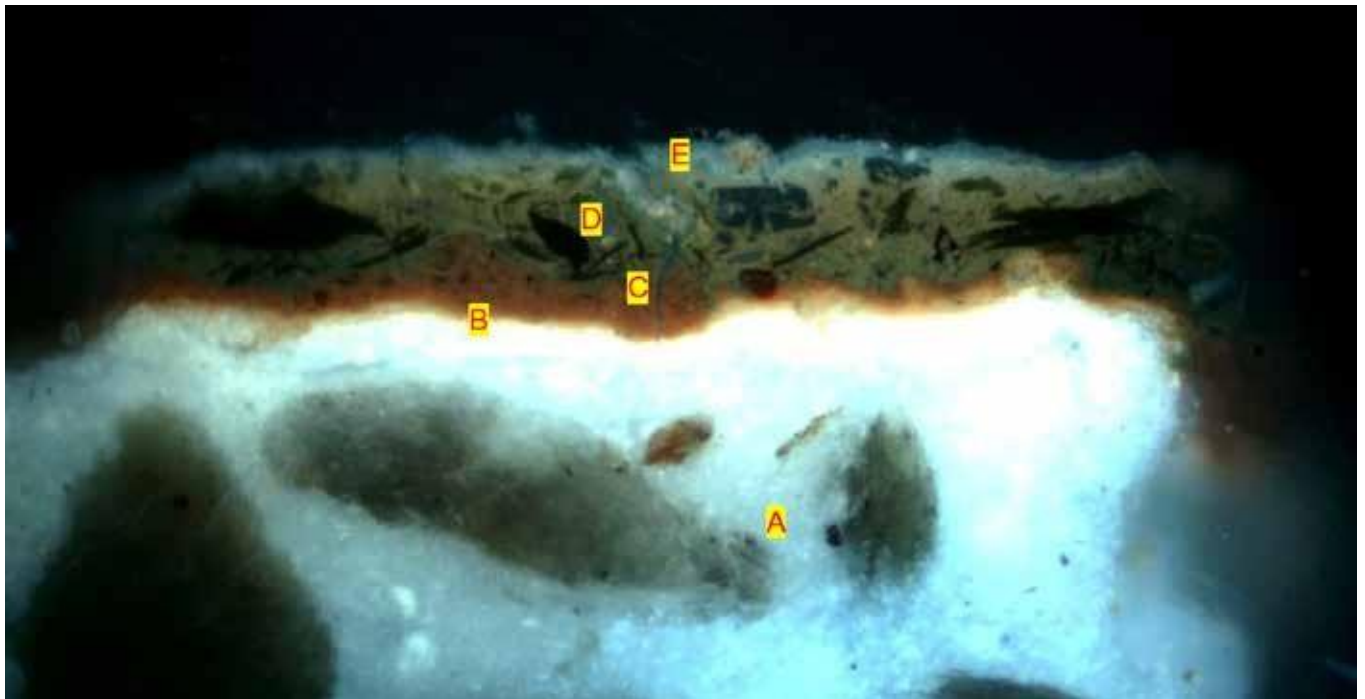
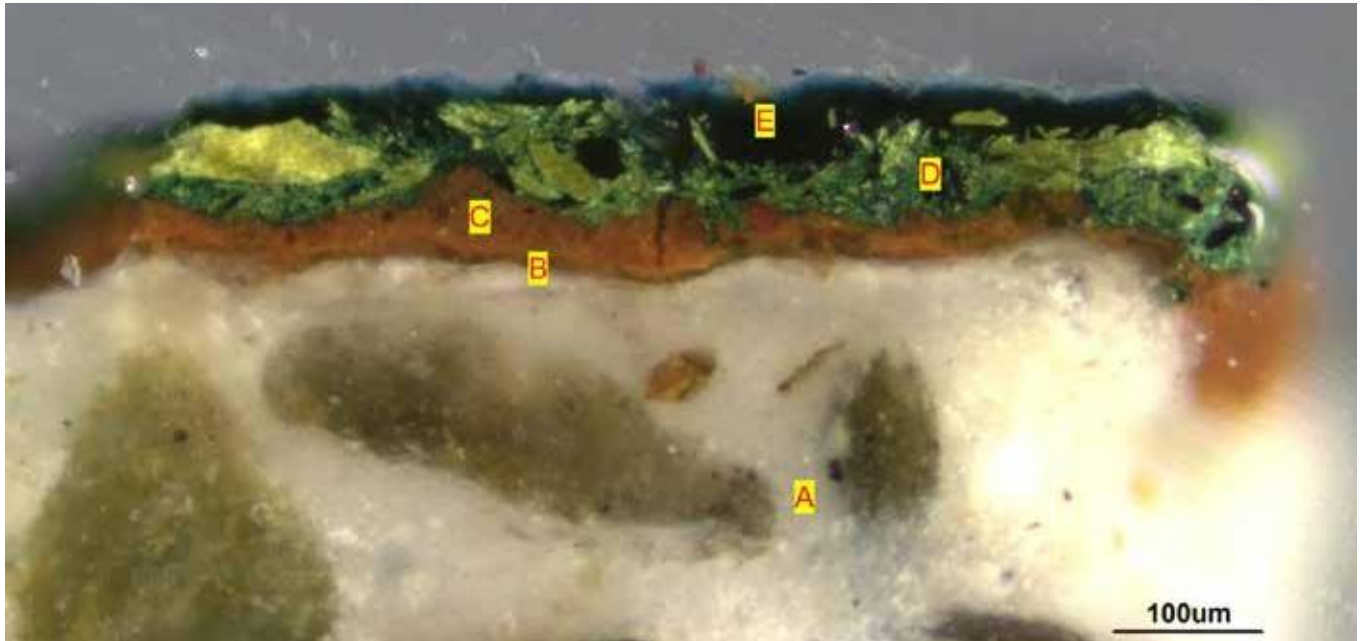
ფენა	ფენის ბუნება კორელაციისთვის ოპტიკური მიკროსკოპისა და ESEM-EDS ანალიზს შორის
A	თეთრი ნალესობა კირის საფუძველზე სხვადასხვა ფორმისა და ფერის გაფანტული შემავსებლებით.
B	ორგანული ბუნების თხელი ფენა. მაქსიმალური სისქე 10მკმ.
C	წითელი ფენა, სისქით 15-25მკმ კალციუმის კარბონატით და წითელი ოქრით
D	წითელი ფენა, სისქით 45-50მკმ აურიპიგმენტით და პრუსიული ლაჟვარდით.
E	პრუსიული ლაჟვარდის თხელი შფენა სისქით 15-20მკმ.



ამ მხრივ კარლო ბაკურაძემ დაგვიტოვა საოცარი ჰიპოთეზა, რომლის დადასტურება ან უარყოფა არ შეგვიძლია: „XVI საუკუნის ბოლოს მოზაიკის ეს დაზიანებული ნაწილი შეუღესავთ და ფრესკით მოუხატავთ, ხოლო XIX საუკუნეში განმეორებითი შეღესვის შემდეგ კვლავ მოუხატავთ ზეთის საღებავებით.“²



ნიმუშის ფოტო, როგორც ჩანს MPOM მიკროგრაფში





8. ხარაჩოს გამოსახულება 1984-90 წლების სარესტავრაციო კამპანიიდან

როდესაც კარლო ბაკურაძე პირველად შეეხო მოზაიკას, მას უნდა ეგრძნო შიშის ჟრუანტელი. არა იმდენად ხარაჩოს გამო, რომელზეც ავიდა, რომლის უსაფრთხოების სტანდარტებში შეგვიძლია ალბათ ეჭვი შევიტანოთ (ფოტო 8), არამედ იმის გამო, რა მდგომარეობაც დახვდა. მოზაიკა მნიშვნელოვანწილად იყო აცილებული ქვის წყობის საფუძველს, სავსე სივრცეებით, სხვადასხვა სახის ამოვსებებით, რომელიც წინააღმდეგობაში მოდის ორიგინალ ტექსტურასთან, ჭეჭყიანი და ჯერ კიდევ ნაწილობრივ დაფარული შავი კვამლით.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ 1980-იანი წლები იყო დრო, როდესაც მოზაიკის - ადგილზე კონსოლიდაციის ტექნიკა, პირველ ნაბიჯებს დგამდა და მხოლოდ 1980-იანების ბოლოს ჩამოყალიბდა სრულფასოვან, კოდიფიცირებულ მეთოდად. ამდენად, კარლო ბაკურაძე ამ კომპლექსურ ინტერვენციას საკმაოდ შეზღუდული ტექნიკური საშუალებებით გაუმკლავდა. მაგრამ მისი მეთოდოლოგიური მიდგომა არ იყო შეზღუდული, რადგან მიღებული გადაწყვეტილებები გააზრებული და საჭირო იყო. კიდევ ერთხელ გავიხსენოთ მისი სიტყვები, რათა დავაფასოთ მისი სტრატეგია: „ჩვენ მივიჩნიეთ გელათის მოზაიკების გადასარჩენად კონსერვაციის ყველაზე შესაბამისი მეთოდოლოგია“.

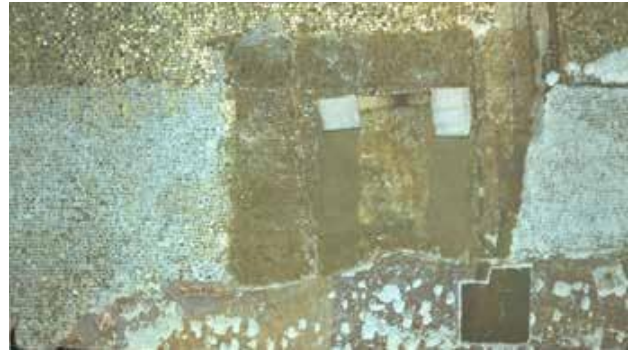
ცნობილია მოზაიკის კონსერვაციის სამი სახეობა:

1. როდესაც იხსნება როგორც მოზაიკა, ასევე ბათქამიც, და მოზაიკა გადააქვთ ახალ ბათქაშზე - მის რეკონსტრუქციას ახდენენ ან ორიგინალ ბათქაშზე, თუ იგი კარგ მდგომარეობაშია, ან სხვა, ახალ ფენაზე.
2. როდესაც მოზაიკას მოცილებული აქვს საფუძველი, მაგრამ იგი მყარია, ისევე, როგორც ბათქაში, და შესაძლებელია მათი დამუშავება, ხერხდება მათ შორის არსებულ სივრცეებში შემაკავშირებელი სითხის (წებო, კირი და სხვა) ჩაშვება.
3. როდესაც მოზაიკის გამაგრება ხდება ლითონის ფირფიტების, ე. წ. კლამერების საშუალებით.

როგორც დადგინდა, წლების მანძილზე გამონაჟონმა წყალმა და სინესტემ უარყოფითად იმოქმედა გელათის მოზაიკის საფუძველზე და კირის ნალესობაზე. საფუძველსაც და კირის ნალესობის უკანა მხარესაც დაკარგული აქვს უნარი, მიიღოს რაიმე შემაკავშირებელი სითხე, რომელიც ამ შემთხვევაში სიმძიმედ დაწვებოდა შელესილობას. ამ ზედაპირების დამუშავებაც ფიზიკურად შეუძლებელი იყო. ამიტომ ყველაზე გამართლებულად გელათის მოზაიკისათვის ჩვენ მივიჩნიეთ მისი გამაგრება ძირითადად ლითონის ფირფიტებით, რომელიც მოზაიკასა და მის შელესილობას საიმედოდ დაიჭერდა. და მაინც, ერთ შემთხვევაში ჩვენ მოგვიხდა კონსერვაციის პირველი ხერხისათვის მიგვემართა.



ეს ეხება ღმრთისმშობლის გამოსახულების სამოსის მთელ კალთას (4 მ²) და ნაწილობრივ მის შარავანდს, რომლებიც ისე იყო მოცილებული კედელს, ხოლო შელესილობა დაშლილი - კირი მკვდარი და გაფხვიერებული, რომ მათ არც კლამერის გამოყენება და არც ნაპირების გამაგრება არ უშველიდა. ჩვენ იძულებული ვიყავით ნაწილ-ნაწილ მოგვეხსნა ეს არეალი, გამოგვეცვალა საფუძველი და ისევ თავის ადგილზე დაგვებრუნებინა. ასე დავყავით მთელი ეს არეალი 12 ნაწილად და შევასრულეთ ზემოთ აღნიშნული სამუშაოები. შემდეგ შევავსეთ დაკარგული ადგილები და მოვახდინეთ მხატვრული ტონირება. ამ სამუშაოს ჩვენ მოვანდომეთ ერთი წელი. (ფოტო 9-10)



მოზაიკის დანარჩენი ნაწილი ჩვენ გავამაგრეთ კონსერვაციის მესამე ხერხით. მოზაიკის ფიქსაცია კლამერების საშუალებით ერთ-ერთი გავრცელებული მეთოდია დღეს მოზაიკის რესტავრაციისას. ჩვენს მიერ გამოყენებული კლამერი წარმოადგენს თითბრის ღერძს, რომელიც ჯვრული ფორმის სპილენძის ფირფიტითაა დაბოლოებული (აღრე კლამერი რკინისა იყო). მოზაიკის კლამერებით გამაგრებისას ჩვენ ამ მეთოდის ძირითადი პრინციპებით ვხელმძღვანელობდით. უპირველესად, განისაზღვრება მოზაიკის ამობურცული უბანი. წინასწარ კალკაზე 1:1-ი მასშტაბის ბადეს ხატავენ ისე, რომ კვადრატებს შორის მანძილი ზუსტად იყოს გათვლილი და ტესტირებას ეწეებათ ნომრები. მის გარშემო მიმდებარე ფართობს, გასამაგრებლად, ეპოქსიდის ხის წებოთი, თხელ ქსოვილს (დოლბანდი) აკრავდნენ. ამობურცულ ფართობსაც ეკრება ქსოვილი, გამოჭრილი იმის მიხედვით, თუ როგორი ფორმის ფირფიტით ვამაგრებთ ამ ადგილს. წებოს გამრობის შემდეგ ამ ქსოვილს ლანცეტით იღებენ. მასზე გადმოდის მოზაიკის კენჭები, რომლებიც ნალესობისგან იწმინდება. იწმინდება აგრეთვე ამ ფართობის შელესილობის განსაზღვრული ფენა. მის ქვეშ მოქცეული ნალესობა სხვადასხვა ზომის ბურღით (ჯერ 5 მმ-იანი, შემდეგ კი 7- და 10 მმ-იანით) იხვრიტება, რათა რყევა ნაკლები იყოს. ბოლოს ბურღი 3-5 სმ-ის სიღრმეზე ქვაში შედის. გაბურღული ქვის მთელ სიღრმეში იდგმება კლამერის ღერძი, რომელსაც შიგნიდან და გარედან ხრახნილი აქვს, და რომელიც ეპოქსიდის წებოთი ქვის ზედაპირის სისწორეზე მაგრდება. როდესაც წებო გამრება, კლამერის ამ დეტალთან ქანჩის საშუალებით ამოღებული კენჭების ადგილას ჩასმული სპილენძის ფირფიტა მაგრდება. ეს ფირფიტა მჭიდროდ უნდა მიეკრას ნალესობას. (ფოტო 11)



9-10. ორიგამოსახულება, რომლებიც მოზაიკის მოხსნის პროცესს აჩვენებს.

11. გამოსახულებაზე არიან ბაქურაძის გუნდის წევრი რესტავრატორები. მარცხნივ ვხედავთ ახალგაზრდა ლადო გურგენიძეს.





ამის შემდეგ იწყება ამოღებული ტესერების თავის ადგილზე ჩამაგრების პროცესი. ეს ადგილები თანდათან ივსება ნალესობით (ჯერ ნახევრამდე, დარჩენილი ნაწილი - ისევ ნახევრამდე, ხოლო ბოლომდე მისი შევსება ხორციელდება ნალესობის იმ მასით, რომელსაც ამოღებულ მოზაიკურ კენჭებს უცხებენ). ამ ტესერების ჩამაგრება შესაბამის ზედაპირზე წებოთი ხდება. მოზაიკური ზედაპირის გასამაგრებლად საჭიროა, დარტყმის შემარბილებელი ჯოხის მეშვეობით მას მიეკრას ლამინირებული ქაღალდი, რბილი მასალის რამდენიმე ფენა (სახვევებისა და ჰიგიენური ხელსახოცების რამდენიმე ფენა) და კიდევ ხის ფირფიტა. როდესაც წებო გამაგრდება, ტესერებს შორის სივრცე ივსება იმავე ტონალობის კირით, როგორშიც ისინი იყვნენ მოთავსებულნი. ამის შემდეგ ქსოვილი მიმდებარე არეალიდანაც იხსნება. ცხადია, ის ტესერები, რომელიც თავის ადგილს დაუბრუნდა, გვერდით არსებულ კენჭებზე უფრო მაღალი აღმოჩნდა იმდენად, რამდენადაც აქ ჩასმული სპილენძის ფირფიტის სისქეა, ანუ 2 მმ-ით. მაგრამ ეს მოზაიკას არც დასტყობია. მომავალში კი რესტავრატორი ამ ადგილს საჭიროების შემთხვევაში ახლო მანძილიდან ადვილად იპოვის. (ფოტო 12)

ასეთი სახის სამუშაოს ჩვენ მივმართავდით იმ შემთხვევაში, როდესაც დაზიანებული იყო დიდი სიბრტყეები, რომელთა ნალესობის ორივე ფენა კედლისაგან იყო მოშორებული. თუკი დაზიანების არე მცირე იყო, ჩვენ სხვა ვარიანტს ვიყენებდით. ქსოვილის აკვრის გარეშე ჩვენ ვიღებდით ორ ან სამ, იშვიათად ერთ ტესერას, ქვამდე ჩავდიოდით ბურღით, ისევ ვამაგრებდით ქვაში კლამერის ღერძს, მაგრამ სპილენძის ფირფიტას უკვე მოზაიკის ზემოდან ვაკრავდით. ტონირების შემდეგ ამ ფირფიტებს ძნელად თუ გამოარჩევთ მიმდებარე კენჭებისაგან. თვით მოზაიკისათვის ისინი არავითარი ზიანის მომტანნი არ არიან და არც ზედმეტ ტვირთად აწევა მას. ამ შემთხვევაში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი უნდა იყოს ის ცვლილება, რომელიც

ჩვენ კლამერის ზომასთან დაკავშირებით შემოვიტანეთ. კლამერის გავრცელებულ სიდიდესთან შედარებით ჩვენ იგი დავაპატარავეთ. ჩვენს მიერ გამოყენებული კლამერის ღერძის სიგრძე უდრის 5 სმ, ხოლო მისი დამაგვირგვინებელი სპილენძის ფირფიტის სისქე 2 მმ-ია. რესტავრატორ მილორად მედიჩის აზრით, თუ ამ სიდიდის კლამერს შეუძლია მოზაიკა მჭიდროდ დააფიქსიროს, რა თქმა უნდა, მისი მხატვრული ეფექტი უდავოა - იგი ნაკლებად შესამჩნევია მოზაიკურ ზედაპირზე. გელათში გამოყენებული კლამერების სანდოობაში ჩვენ ეჭვი არ გვპარება და ამდენად, ჩვენს მიერ შერჩეული კლამერების ზომა სავსებით გამართლებული ჩანს. (ფოტო 13)

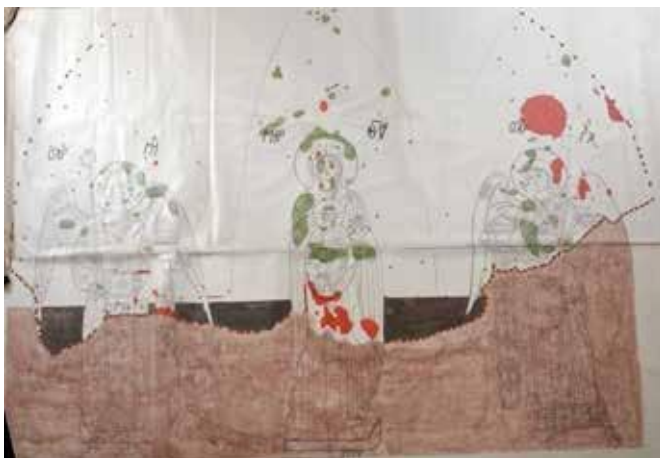


12. კარლო ბაჟურაძე, როდესაც ის ავსებს დაზიანებულ მონაკვეთს ტესერების ჩამაგრებით

13. ღვთისმშობლის გამოსახულების ქვედა ნაწილი დაზიანებული მონაკვეთის შეღებილი ტესერებით შევსების პროცესში



გელათში ჩატარებული სამუშაოები, გარდა მოზაიკის ფიქსაციისა, ტესერების გაწმენდას, სივარეულების შევსებასა და კორექციასაც მოიცავს. ტესერებს უნდა მოშორებოდა ზოგ შემთხვევაში ჭუჭყი, ზოგჯერ კი - ზეთის საღებავი, რაც ნამდვილად დიდ სირთულეს წარმოადგენდა. სივარეულის შევსებასა და კორექციას ჩვენ მივმართავდით მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ეს ეხებოდა, თუ შეიძლება ასე ითქვას, მხატვრულად ნაკლებად „შემოქმედებით“ ადგილებს, მაგალითად, ფონს, ან შარავანდს.



ის ადგილები კი, სადაც ოსტატის სტილისტური ხელწერა უნდა იყოს გამჟღავნებული, ჩვენ ვარჩიეთ, ხელუხლებლად დავუტოვებინა. ამის საილუსტრაციოდ გამოდგება, მაგალითად, ღმრთისმშობლის მარჯვენა ღაწვის დიდი ლაქა, შესრულებული ზეთის საღებავით, რომელსაც ჩვენ არ შევხებივართ. ჩვენ მოვაცილეთ XIX საუკუნის ნალესობა როგორც მოხატულობას, ასევე მოზაიკას. მოზაიკის ქვედა ნაწილში მთლიანად გავამაგრეთ ახლად გამოჩენილი ფონური მოზაიკა, შესაბამისი შევსებებით — ქვემოდან მეტალის ფირფიტებისა და კირის ხსნარის გამოყენებით. აღდგენილი მოზაიკური ფონი აქ შედარებით ბაცია, ვინაიდან მის კუბურებს შორის ჩასულია კირის ხსნარი, რომელიც თეთრ ფერშია დატოვებული. აღდგა ის საკმაოდ მოზრდილი მონაკვეთები, რომლებიც მოზაიკის იმიტაციას წარმოადგენდნენ.“³

ის რაც ძალიან გვაოცებს ბაკურაძის მიდგომაში, არის მისი ყურადღება დოკუმენტაციისადმი და კორექციების არტისტული ხარისხი, რომელიც დაფერილი დუღაბით განხორციელდა. ჩვენამდე მოღწეულია მოცულობითი და დეტალებით მდიდარი რუკები. (ფოტო 14-16)

14-16. გრაფიკული დოკუმენტაცია, რომელიც 1984-90 წლების რესტავრაციის დროს გაკეთდა



3. ბაკურაძე, იქვე, გვ. 4-6



მისი ნამუშევარი იმდენად ვირტუოზულია, რომ მისი პანო ინახება და გამოფენილია ქუთაისის მუზეუმში. (ფოტო 17-19) გარდა ამ დეტალისა შეგვიძლია ვთქვათ, რომ სიზუსტე, რომლითაც ბაკურაძე აღწერს იმ ვითარებას, რომელთანაც მოუწია გამკლავება, სრულად შეესაბამება იმ ოპერაციული გადაწყვეტილებების ხარისხს, რაც მან პრაქტიკაში გამოიყენა. და თუ კიდევ ერთი კომენტარი დავამატებთ, საკმარისია რომ მხოლოდ წარმოვიდგინოთ ის ალტერნატიული სცენარი, რომელიც 1980-იანი წლების მასშტაბური და გადამწყვეტი ჩარევის შედეგად შეიძლებოდა განვითარებულიყო. სცენარი, რომელიც არ განხორციელდა ქართველი რესტავრატორის თანამედროვე ხედვის წყალობით.



და ბოლოს, გვინდა გავიხსენოთ ჯგუფის კიდევ ერთი წევრი, რომელიც 1980-იან წლებში მუშაობდა მოზაიკაზე, ლადო გურგენიძე, რომლის შეხვედრის სიამოვნება გვქონდა გელათის მოზაიკის ხარაჩოზე ვიზიტისას და რომლის წადილსაც, გაუზიარებინა იმ ინტერვენციის გამოცდილება, ვაფასებთ. ლადომ უდიდესი გულუხვობით გვიამბო ჩარევის დაუწერელ დეტალებზე და მოგვანოდა ფოტოდოკუმენტაცია, რომელიც დღეს ჩვენთვის მეტად ფასეულია საჭირო შედარებების განხორციელებაში. მას ჩვენს დიდ პატივისცემას გამოუხატავთ და მადლობას ვუხდით. (ფოტო 20)

17. ქუთაისის მუზეუმი. კარლო ბაკურაძე. გელათის მარიამ ღვთისმშობლის გამოსახულება
18. ქუთაისის მუზეუმის მთავარი დარბაზი.
19. ქუთაისის მუზეუმი. კარლო ბაკურაძე. მიქელ მთავარანგელოზის გამოსახულება.
20. ლადო გურგენაძე გელათში ვიზიტის დროს 2023წ.



რისკების შეფასება

უშუალო და კატასტროფული შედეგები

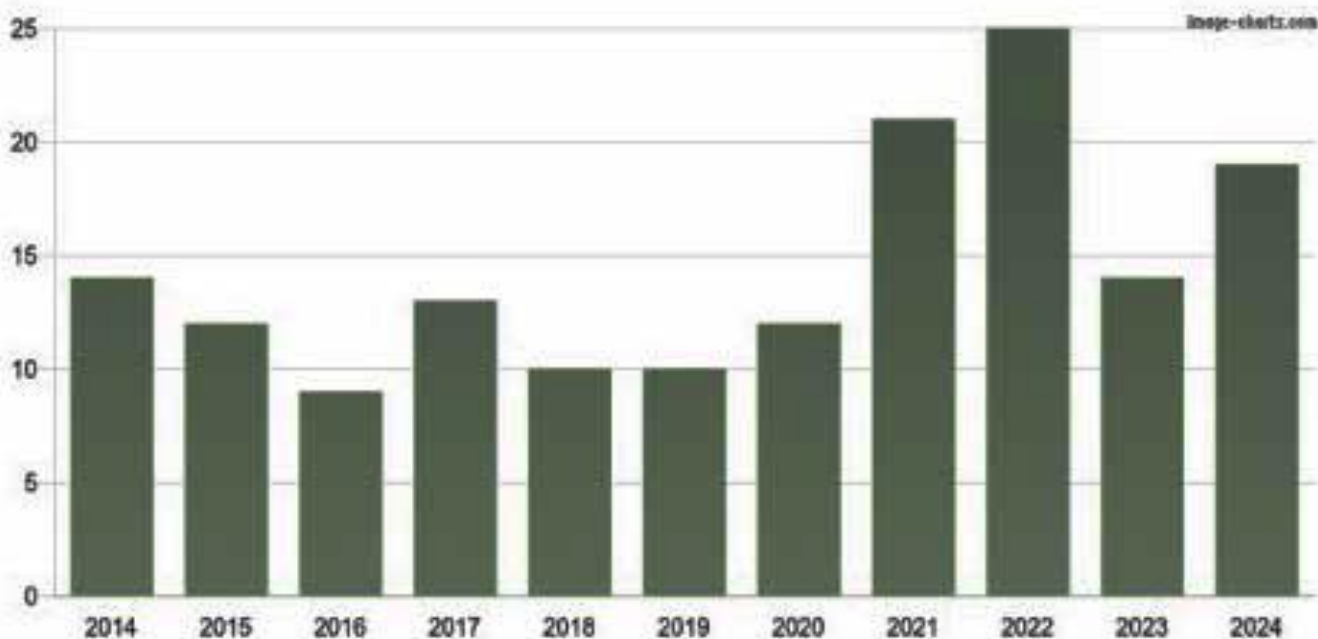
მიწისძვრები

ქუთაისიდან 300 კმ (186 მილი) რადიუსში, სულ დაფიქსირდა 4 ან მეტი მაგნიტუდის სიმძლავრის 146 მიწისძვრა გასული 10 წლის მანძილზე. საშუალოდ ეს უდრის 14 მიწისძვრას წელიწადში ან ერთს - თვეში. უხეშად რომ ვთქვათ, ქუთაისის სიახლოვეში, მიწა საშუალოდ იძვრის ყოველ 25 დღეში.

შედარებით დიდი რაოდენობის მიწისძვრა მოხდა ქუთაისის ახლოს 2022 წელს. ამ წელს სულ 25 მიწისძვრა (4+ მაგნიტუდის სიმძლავრის) დაფიქსირდა ქუთაისიდან 300 კმ რადიუსში. ყველაზე ძლიერი იყო 5.3 მაგნიტუდის (ფოტო 1-2).¹

ალბათობა: სავარაუდო; სიმძიმე: მაღალი.

ყოველწლიური მიწისძვრები
ქუთაისიდან 300კმ რადიუსში 4 ან
მეტი მაგნიტუდის სიმძლავრით



MAGNITUDE	EARTHQUAKES	PERCENTAGE
MAG. 4	140	95.89%
MAG. 5	6	4.11%
MAG. 6	0	0.0%
MAG. 7	0	0.0%
MAG. 8	0	0.0%
MAG. 9	0	0.0%
MAG. 10	0	0.0%

Strongest earthquakes near Kutaisi

STRONGEST IN 10 YEARS:	STRONGEST SINCE 1900:
MAG 5.3 On Sep 27, 2022 18:08	MAG 7 On Apr 25, 1991 13:12

ყველაზე ძლიერი
მიწისძვრები
ქუთაისის ახლოს

1. ქუთაისის მიწისძვრების ანგარიში, <https://earthquakelist.org/georgia/imereti/kutaisi/#latest-earthquakes-mag-2-distance-smart>.



მტორმები

კარლო ბაკურაძის, ლეილა ხუსკივაძის და ჩვენ მიერ გამოკითხული მრავალი ადამიანის ცნობით, ქარი, წვიმა და თოვლი აგრესიულია გელათში. ეს დღესაც ნათელია გუმბათის სარკმლებზე, რომელიც მარტივად აგურით იქნა ამოშენებული ეკლესიაში წყლისა და ქარის შეღწევისგან დასაცავად. ეს ფენომენი გელათში კატასტროფული ხასიათისაა და ზოგი დაზიანება, რომელსაც ვხედავთ მოზაიკაზე, სავარაუდოდ სწორედ ამ ფაქტორებით არის გამოწვეული. მაგალითად, დაკვირვებამ აჩვენა, რომ ქარი მუდმივად და ძლიერი ბიძგებით აღწევს საკურთხელოს სახურავში არსებულ ღიობში, საიდანაც ის აღწევს და ცირკულირებს მოზაიკის მოცილებულ ფენებსა და კედლის საფუძველს შორის. როგორც აღნიშნულია ტარიელ კიპაროიძისა და ლაშა შარტავას კვლევაში ² ვენტილაცია მიზანმიმართულადაც კი იქნა გამოყენებული კონსერვაციის მიზნებისთვის.³ ეს ფენომენი ახალი არ არის, რადგან კარლო ბაკურაძე ასევე ახსენებს მას თავის ანგარიშში. ⁴ რაც შეეხება წყლისა და ქარის შეღწევას, ზედმეტია ამაზე საუბარი, რადგან იმ ზიანის მასშტაბი, რაც ამ ფაქტორებმა შეიძლება მიაყენოს მოზაიკის შიდა ღუბის ფენებს, ტესერებსა და მარილების გახსნისა და მიგრაციის სისტემას, მეტისმეტად აშკარაა. კარლო ბაკურაძე ასევე, წუხდა ამ პრობლემის გამო 1980-იან წლებში. (ფოტო 3).

ალბათობა: სავარაუდო; სიმძიმე: მნიშვნელოვანი.



ყინვა

სველი ან ოდნავ ნოტიო ზედაპირის შემთხვევაში ყინვას ზიანის მოტანა შეუძლია: დაწყებული ტესერების ზედაპირული განშრევებით, ტესერების ჩამოვარდნით და საფუძვლის ფენის შიდა ღუბის გაფხვიერებით დამთავრებული.

ალბათობა: ნაკლებად სავარაუდო; სიმძიმე: ზომიერი.



ხანძრები, ვანდალიზმი, ომი

ისტორიიდან ვიცით, რომ გელათის მონასტერი და კერძოდ, ეს ეკლესია სულ მცირე ორი ხანძრის მსხვერპლი გახდა ბოლო 5 საუკუნის განმავლობაში. პირველი 1508 წელს გააჩინეს თათრებმა (ოსმალეთის თურქებმა), მეორე კი 1759 წელს ჩრდილოეთის ტომმა [ლუკები]. ამ ხანძრების კვალი მიკროსკოპით განირჩევა დიდ ნაპრალში აფსიდის შეზენილი ნაწილის საფუძველში, სადაც მოზაიკის 50%-ზე მეტი პრაქტიკულად წაშლილია, და ასევე შედარებით მსუბუქად — შავი კვამლის ნალექით, რომელიც მოზაიკის გარკვეულ უბნებზე ისევ შემორჩა, მიუხედავად იმისა, რომ მე-18, მე-19 და მე-20 საუკუნეებში მათი გაწმენდა უნდა მომხდარიყო. (ფოტო 4). მიუხედავად იმისა, შეგვიძლია იმედიანად ვიყო, რომ ვანდალიზმი მომავალში არ განმეორდება, ხანძრის რისკის იგნორირებას ვერ მოვახდენთ, რადგან ასეთი რისკი მუდამ არსებობს მომლოცველობის ადგილებში, სადაც არის ნოხები, ფარდები, ხის ნივთები, სანთლები და იწვის საკმეველი.

კარლო ბაკურაძე ახსენებს ომის რისკებთან დაკავშირებულ პრობლემას, როდესაც საუბრობს მოზაიკაზე, დაბალ სიმაღლეზე მფრენი სამხედრო თვითმფრინავების ზეგავლენაზე, და ეს არ არის მრავალი წლის წინანდელი საკითხი.

ალბათობა: სავარაუდო; სიმძიმე: მაღალი.

საკონსერვაციო ინტერვენციის ნაკლებობა

მოზაიკის ამჟამინდელი მდგომარეობის გათვალისწინებით, ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საფრთხეს შემდგომი საკონსერვაციო ღონისძიებების არგანხორციელება წარმოადგენს. პრაქტიკულად ეს ნიშნავს — არაფრის გაკეთებას, რაც მოზაიკას მთლიანად დაუცველს ტოვებს ყველა იმ რისკის მიმართ, რაც დღეს უკვე რეალურ საფრთხედ აღიქმება.

ალბათობა: ნაკლებად სავარაუდო; სიმძიმე: ზომიერი.



1. ღიობი აფსიდის სახურავზე ქარის შემოდქვის საშუალებაა.
2. ალი აჩვენებს, როგორ შეუძლია ქარს ცირკულირება მოზაიკის უკან მხარეს.
3. კვამლის კვალი ჯერ კიდევ ატყვია ზედაპირს.

2. თ. კიპაროიძე, ლ. შარტავა, „ტექნიკური ანგარიში ფოტო და გრაფიკული დოკუმენტაციით ახალი ზონდირების შესახებ“, თბილისი 2022

3. თავდაპირველად, ვინტილაციის იდეა კედლების გამოსაშრობად გული არ არის. მაგრამ, არ იქნება სწორი ფორსირებული ცირკულაციის შექმნა მოზაიკის უკან, რომელიც კოლაპსის რისკის ქვეშ არის.

4. კ. ბაკურაძე, იქვე, გვ. 2

5. ნახსენებია შემოქმედი გულანის ხელნაწერში (Q103b), რომელიც შედგენილია 1749 წელს (საქართველოს ხელნაწერთა ეროვნული ცენტრი), მოგვარდა სპეციალისტმა ქეთევან ასათიანმა;

6. კ. ბაკურაძე, იქვე, გვ. 2



არასათანადო ინტერვენციები

კულტურული მემკვიდრეობის ისტორია აღნიშნულია არასათანადო საკონსერვაციო ინტერვენციების ნეგატიური მაგალითების გრძელი სიით. მოზაიკების შემთხვევაში, ეს ხშირად გულისხმობს მოზაიკური ზედაპირების მოხსნას და მათ ხელახლა გადატანას ცემენტზე, სინთეტიკურ მასალებზე ან სხვა მრავალგვარ საფუძველზე – ისეთზე, რომელთა შერჩევაშიც ადამიანური მოუფრთხილებლობა და დაუფიქრებლობა აღარ გვაოცებს. ასეთ ჩარევებთან დაკავშირებული რისკი მეტად რეალურია.

ალბათობა: ნაკლებად სავარაუდო; სიმძიმე: მაღალი.

ურბანიზაცია

გელათის მოზაიკა არის უნიკალური და ერთიანი კონტექსტის ნაწილი, რომელიც აერთიანებს ეკლესიას, მონასტერს და გარშემო არსებულ ლანდშაფტს. ამ ერთი მთლიანობის ერთობის გათვალისწინებით, შეიძლება საკონსერვაციო სამუშაო ჩატარდეს.

ალბათობა: სავარაუდო; სიმძიმე: მნიშვნელოვანი.

ნელი და კუმულაციური შედეგები

ახლა გაავანალიზოთ რისკ-ფაქტორები ნელი და კუმულაციური შედეგებით.

ვიბრაცია

1970-იან წლებში, გელათის მოზაიკა მნიშვნელოვანწილად დაზარალდა მოწამეთას ქვის კაირებზე განხორციელებული აფეთქებების შედეგად. შესაძლოა, მოზაიკის ნაწილის კედლის სტრუქტურულიდან მოცილების მთავარი მიზეზი, სწორედ ამ აფეთქებების შედეგი ყოფილიყო, რომელიც შემდგომ, კარლო ბაკურაძის მიერ, თითბერის სარქებით იქნა მიმგრებული. ამ ფენომენის შესაჩერებლად, საჭირო გახდა საზოგადოებრივი აზრით მხადაჭერილი მოძრაობა და პრესის კამპანია.⁷ დღეს საკმარისი იქნება მოზაიკის სტრუქტურის სიმტკიცის აღდგენა მისი კონსოლიდაციითა და მოცილებული უბნების უკან არსებული ფარული ღიობების შევსებით.

ალბათობა: შესაძლებელი; სიმძიმე: მნიშვნელოვანი

არადეკვატური ფარდობითი ტენიანობა

მაღალი ფარდობითი ტენიანობა ხელს უწყობს მოზაიკის ზედაპირზე კონდენსაციის გაჩენას. ეს კი ააქტიურებს მინის, ლითონის ფირფიტის და ტესერების დეგრადაციას, რაც იწვევს ორიგინალი მასალის თანდათანობით დაზიანებას ტესერების და გარსის ამოვარდნის ჩათვლით. ამასთან, ფარდობითი ტენიანობის მერყეობამ შეიძლება გამოიწვიოს მარილის არასტაბილურობა, რაც ეხმარება გახსნადობისა და კრისტალიზაციის პროცესს, რომელიც განსაკუთრებით საზიანოა მოზაიკისთვის და დეკორირებული ზედაპირისთვის.

ალბათობა: ძალზედ სავარაუდო; სიმძიმე: მნიშვნელოვანი.

ხსნადი მარილები

წინა თემასთან მჭიდრო კავშირშია ხსნადი მარილების არსებობის პრობლემა გელათის ეკლესიის დეკორირებული კედლის ზედაპირზე. მათ უხვად ვხვდებით მოზაიკაზე და კარგად გვესმის, რომ ეს საკითხი მნიშვნელოვანი პრობლემაა მოხატული ზედაპირებისთვის.

მოზაიკის შემთხვევაში, შევძელით, დაგვედასტურობინა, რამდენად მჭიდრო კავშირი აქვს ამ პრობლემას სეზონურობასა და შესაბამის კლიმატურ პირობებთან, ასევე შევძელით, შეგვესწავლა ზედაპირებზე არსებული თვალსაჩინო დაზიანებებიც.

ალბათობა: ძალზედ სავარაუდო; სიმძიმე: მნიშვნელოვანი.

დაბინძურება

მიუხედავად იმისა, რომ დაბინძურება დღეს არ ჩანს პრობლემად, ხსნადი მარილების არსებობა გვეუბნება, რომ წარსულში ეს იყო პრობლემა.⁸

ალბათობა: ძალზედ ნაკლებად სავარაუდო; სიმძიმე: ზომიერი.

მიკროორგანიზმები

ამ ეტაპზე ეს გარემოება, როგორც ჩანს, არ წარმოადგენს მნიშვნელოვან პრობლემას მოზაიკის ზედაპირებისთვის. თუმცა, გარკვეულ პირობებში - როგორიცაა ფარდობითი ტენიანობა, ტემპერატურა და მარილების არსებობა, მიკროორგანიზმების გაჩენის რისკი კვლავ რჩება და ფარულ საფრთხეს წარმოადგენს, განსაკუთრებით ზედაპირებზე, სადაც შესაძლოა იყოს წინა სარესტავრაციო ინტერვენციების ორგანული ნარჩენები ან ბიოლოგიური ნარჩენები.

ალბათობა: ნაკლებად სავარაუდო; სიმძიმე: ზომიერი.

მწერები და ცხოველები

ენდოსკოპური გამოკვლევებიდან (ფოტო 5) ჩვენ დავინახეთ, რომ მოცილებული მოზაიკა ზიანდება მასში მწერების შეღწევითა და მათი სტრუქტურაში ცხოველმყოფელობით. ამან შეიძლება მექანიკური ზემოქმედება იქონიოს და გააფხვიეროს ღუდაბი, ასევე იქონიოს ქიმიური ზემოქმედება ღუდაბის კალციუმის კარბონატზე თავდასხმით - მათი მეტაბოლიზმისმქავე პროდუქტების გამო.

რაც შეეხება ცხოველებს, კარლო ბაკურაძისგან⁹ ვიცით, რომ ღამურები იყო პრობლემა როგორც მის ინტერვენციამდე, ასევე ინტერვენციის განმავლობაში. გარდა მექანიკური ზიანისა, რომელსაც ეს ცხოველები აყენებენ ტესერებს, მათი ექსკრემენტების დალექვა ქმნის ორგანული ნარჩენის წყაროს მარილის მაღალი შემცველობით.

მწერების პრობლემა აღმოიფხვრება მოზაიკის უკან ცარიელი სივრცეების ამოვსებით. ცხოველები ახლა აქტიურ პრობლემას არ ქმნიან და ნებისმიერი ორგანული დანალექი მოშორდება გაწმენდის შედეგად.

ალბათობა: სავარაუდო; სიმძიმე: ზომიერი.



4. ობობები და სხვა მწერები იქნა აღმოჩენილი მოზაიკის მოცილებული არეალის მიგნით

7. ნ. ღვინეაძე „...აგებულია აღმამეხელის მიერ!“, გაზეთი „კომუნისტი“, 1988 წლის 1-ლი იანვარი.

8. შტეფენ ლაუე „ღვთისმშობლის ეკლესია (გელათი) მარილის ანალიზი ნაწილი II.“, პოტსდამი, 2024

9. კ. ბაკურაძე, იქვე, გვ.3



წარსული სარესტავრაციო ინტერვენციები

ცნობილია, რომ ეკლესიამ განიცადა ორი ხანძარი, მე-16 და მე-18 საუკუნეებში. შესაბამისად, გარკვეული სიზუსტით, შეგვიძლია განვმარტოთ, რომ ხანძრებს მოჰყვა სულ მცირე ორი სარესტავრაციო ინტერვენცია.

რა მასალა გამოიყენეს კონსოლიდაციისთვის, შევსებისთვის და, რაც უფრო მნიშვნელოვანია, გასაწმენდად, დღეს არ ვიცით. თუმცა ვიცით, რომ ქლორის კვალი იქნა ნაპოვნი ვერცხლის ფურცლოვან ტესერებში, რომელმაც გააქტიურა ორიგინალი მასალის შეუქცევადი და ძალზედ დამაზიანებელი ღებრადაციის ფორმა. რაც შეეხება მასალას, რომელიც მოზაიკის კონსოლიდაციისთვის გამოიყენეს, გვაქვს რამდენიმე მინიშნება, რომლებიც საინტერესო დასკვნების გაკეთების საშუალებას გვაძლევს. მაგალითად, ის ფაქტი, რომ მოზაიკის ქვედა ნაწილის კონსოლიდაციისთვის, რომელიც ორი ხანძრის შედეგად მძიმე მდგომარეობაში აღმოჩნდა, რესტავრატორებმა გადაწყვიტეს მოზაიკაზე ნალესობის ფენა დაედოთ და შემდეგ მუქ ლურჯ ფერად შეეღებათ. ეს არის ნათელი დასტური იმისა, რომ მოზაიკა ჭკარტლისგან ჯერ კიდევ მუქი იყო. ასევე ვიცით კარლო ბაკურაძისგან, რომ როდესაც მან რესტავრაცია დაიწყო 1984 წელს, მოზაიკაზე აღმოჩნდა არაერთი ჩანართი მოხატული შელესილობით ნაპრალების ამოსავსებად. (ფოტოდ 7) ჩვენ დღესაც გვხვდება ამ ჩარევების კვალი, და ზოგიერთ შემთხვევაში, აღმოჩენილია პურპურინი — მოზაიკის ოქროსფერ ტესერათა სიმულაციის მიზნით. ზოგადად, ამ მასალას არ დაუზიანებია მოზაიკა. თუმცა, კარგი პრაქტიკა იქნება, რომ მოვხსნათ და შევცვალოთ სტაბილური და ორიგინალთან თავსებადი მასალით, თუმცა სხვა საკითხია ჩანართები, რომლებიც, როგორც ჩანს, რკინისგან არის დამზადებული და ბადისებრად არის ჩასმული კირხსნარში მოზაიკის ხელახალი დაფიქსირების მიზნით 1980-იანი წლების ჩარევისას. ეს წარმოადგენს რისკის ელემენტს, რადგან რკინა არასტაბილურია და დროთა განმავლობაში იჟანგება და იბერება.

ალბათობა: საკარაუდო; სიმძიმე: მცირე.



სანთლებისა და საკმევლის კვამლი

სალოცავი სივრცის ბუნებრივი ფუნქციონირება გულისხმობს სანთლებისა და საკმევლის გამოყენებას როგორც ლიტურგიის ძირითად ელემენტებს.

სამწუხაროდ, ამ ლიტურგიის შედეგად წარმოიქმნება კვამლი, მდიდარი ცხიმებით, რომელიც ედება შიდა გარემოს. კვამლი ადის და ედება ზედაპირს, ჩვენს შემთხვევაში, ფრესკებს კედლებზე და მოზაიკას აფსიდაზე. ნადებს, რომელიც წარმოიშობა ამ პროცესის შედეგად, სამი ნეგატიური მახასიათებელი აქვს:

- 1. მისი დაფარვით ბუნება თანდათან ბინდავს ზედაპირს.
- 2. მისი მუქი ტონი, რომელიც ჩრდილავს ზედაპირის ფერს და თანდათან აქვეითებს მოზაიკის მინის ანარეკლის ძალას.
- 3. ცხიმოვანი და წებოვანი ზედაპირის შექმნა, რაც იდეალურ პირობებს ქმნის მტვრის ჰაერში დაგროვებისთვის.

შორს ვართ იქიდან, რომ საუკუნეების მანძილზე დადგენილი ლიტურგიის პრაქტიკის ცვლილება შემოგთავაზოთ, სანაცვლოდ შეგვიძლია პროცესი გავაუმჯობესოთ იგივე ჩვეულებების შენარჩუნებით, მაგრამ ნეგატიური შედეგების მკვეთრი შემცირებით.

ალბათობა: ძალზედ საკარაუდო; სიმძიმე: ზომიერი.

მტვერი

მტვერი - ერთგვარი ფარული აგრესორია, რომლის დამაზიანებელი მოქმედება გამოიხატება ნელი და კუმულაციური შედეგებით. მისი შემოტანა გამუდმებით ხდება ძეგლზე მომლოცველების და ტურისტების მოძრაობით, რომელიც იწვევს უმცირესი ნაწილაკების ჰაერში ფრქვევას, რომლებიც ედება როგორც მოზაიკის, ასევე ფრესკების ზედაპირს.

ზედაპირი, რომელიც საკმევლებიდან ამოსული ბოლის შედეგად წებოვანი და ცხიმოვანი - წარმოადგენს იდეალურ გარემოს მტვრის აკუმულირებისთვის, რომელიც ეკვრის და შიგ ალწევს მასალებში და კიდევ უფრო ამძიმებს მის მდგომარეობას.

დაბინძურება არამხოლოდ ხელს უშლის მოზაიკის აღქმადობასა და ბზინვარებას, არამედ მან შეიძლება ხელი შეუშალოს სხვადასხვა მასალის თვისებებს.

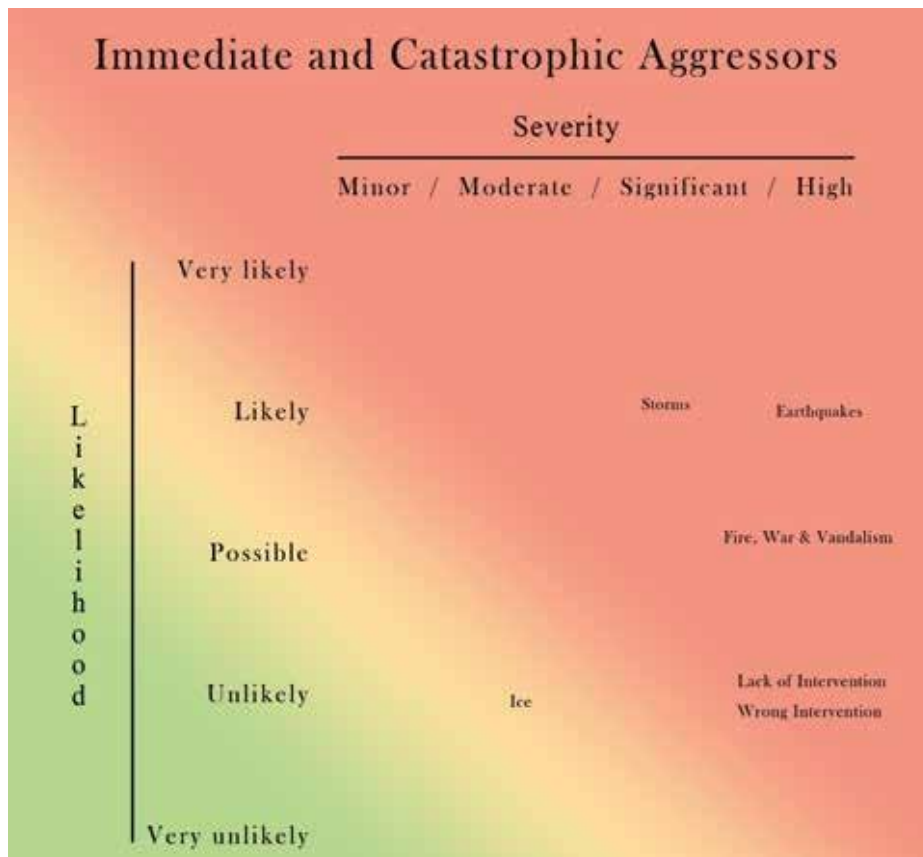
შეფასებულია, რომ მტვრის დაგროვებამ შეიძლება გამოიწვიოს ღებრადებისა და გარჩევადობის თანდათანობითი დაკარგვა, რაც დროთა განმავლობაში ხელს შეუშლის მოზაიკის აღქმას.

ალბათობა: ძალზედ საკარაუდო; სიმძიმე: ზომიერი.

5. სქემა, რომელიც 1984-90 წლების რესტავრაციის დროს გაკეთდა

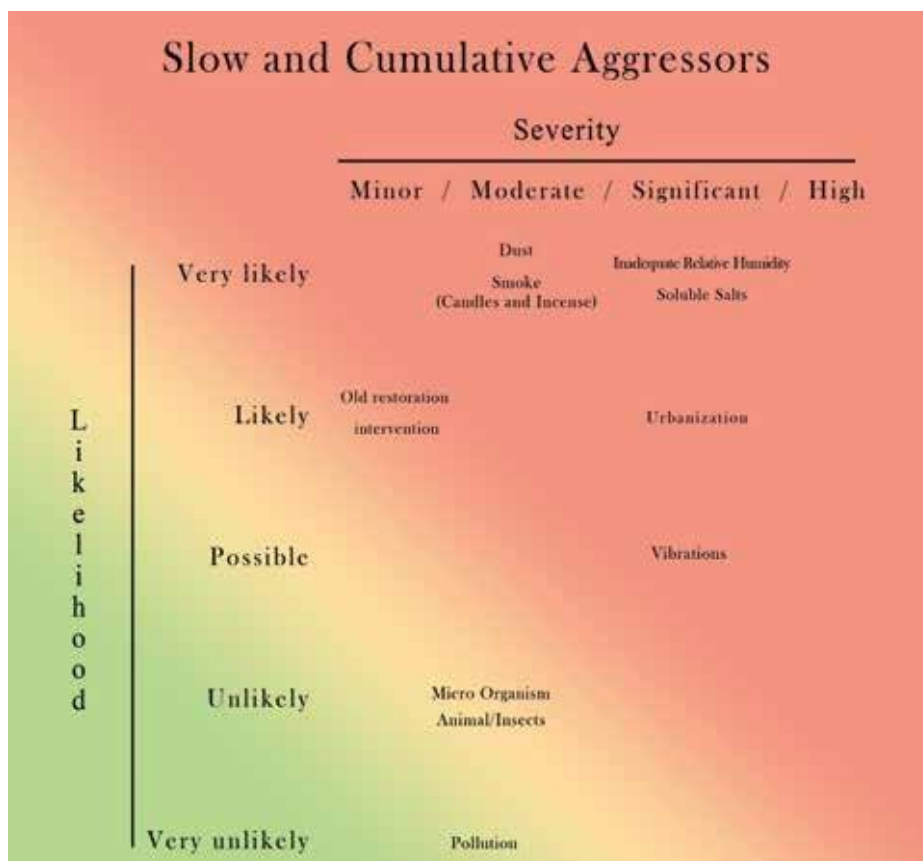


რისკის მატრიცა



რისკების მატრიცა არის აღიარებული შეფასების ინსტრუმენტი, რომელიც გამოიყენება ჩვენს ძეგლთან დაკავშირებული რისკების იდენტიფიცირებისა და ვიზუალიზებისთვის. შემდეგ ტაბლოზე წარმოდგენილია ყველა რისკფაქტორი, რომელიც დაუკავშირეთ ალბათობისა და სიმძიმის სიდიდეებს. ამ ორი ფაქტორის ერთმანეთზე გადამრავლებით მივიღეთ რისკის ინდექსი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს, რაოდენობრივად დავადგინოთ და შევადაროთ სხვადასხვა აგრესორის ზემოქმედება.

ჩანართი 1. უშუალო და კატასტროფული აგრესორების სიმძიმე და ალბათობა



ჩანართი 2. ნელი და კუმულაციური აგრესორების სიმძიმე და ალბათობა

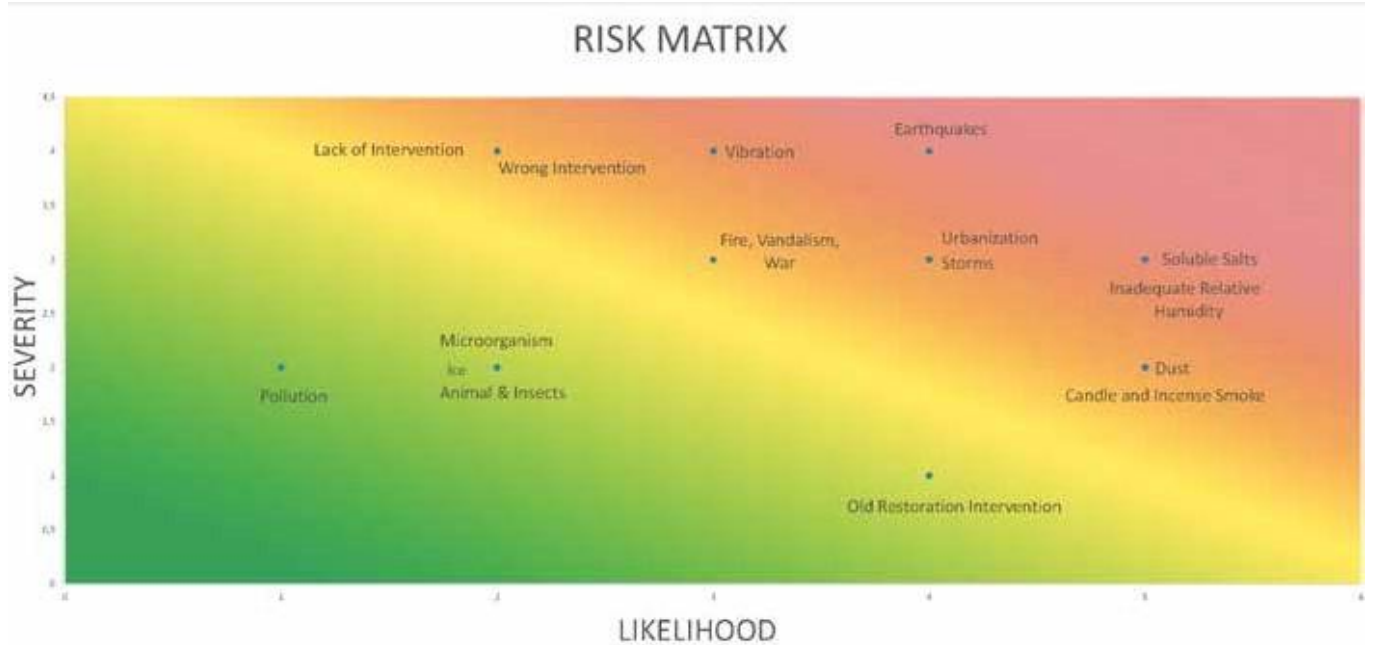
id	აგრესორები	რისკის აღწერა	ზეგავლენის აღწერა	აღბობა	სიმძიმე	რისკი (*)(%)
4	მიწისძვრები	უკანასკნელ 10 წელიწადში ქუთაისში აღირიცხა 146 მიწისძვრა სიმძლავრით 4 ან მეტი მაგნიტუდა, რაც საშუალოდ უდრის 14 მიწისძვრას წელიწადში.	სტრუქტურული ზიანის რისკი მოზაიკისთვის და მთლიანად ეკლესიისთვის არის მაღალი, რაც პოტენციურად იწვევს მხატვრული და კულტურული მთლიანობის დაზიანებას	4	4	16
12	ხსნადი მარილები	ხსნადი მარილების არსებობა მოზაიკის ზედაპირზე არის პრობლემა, რომელიც უკავშირდება განსხვავებულ კლიმატურ პირობებს.	ეს მარილები ხელს უწყობენ ზედაპირის დეგრადაციას და მათ შეიძლება გამოიწვიონ ესთეტიური და სტრუქტურული ზიანი.	5	3	15
11	არაადექვატური ფარდობითი ტენიანობა	მაღალი ფარდობითი ტენიანობა ხელს უწყობს კონდენსაციის ფორმირებას, რაც აზიანებს მოზაიკის მასალას.	ორიგინალი მასალის დაზიანებამ შეიძლება გამოიწვიოს ტესერებისა და სამაგრების ჩამოცვენა, რაც დააზიანებს მოზაიკას.	5	3	15
მტკვრის ტერიტორიაზე	მტკვრები	გელათის რეგიონში ხშირია ქარი, წვიმა და თოვლი, რაც იწვევს სტრუქტურულ ზიანს, განსაკუთრებით მოზაიკისთვის.	ამ ელემენტების ზემოქმედების ქვეშ ხანგრძლივად მოქცევა ძლიერ დააზიანებს მოზაიკას და დააჩქარებს მის დეგრადაციას	4	3	12
ხანძარი, ომი, ვანდალიზმი	ხანძარი, ომი, ვანდალიზმი	მონასტერმა განიცადა ისტორიული ხანძრები და ამჟამად არის რისკი - აალებადი მასალების არსებობის გამო. ვანდალიზმი და ომით გამოწვეული ზიანი ასევე გასათვალისწინებელია.	ხანძარს შეუძლია არსებითი ზიანი მიყენოს მოზაიკას და სტრუქტურას, ხოლო კონფლიქტებს შეუძლია გამოიწვიოს გარე და სტრუქტურული ზიანი.	3	4	12
ურბანიზაცია	ურბანიზაცია	ურბანიზაციამ შეიძლება შეცვალოს გარემო ლანდშაფტი, რაც ხელს უშლის მონასტრის ვიზუალურ და მხატვრულ მთლიანობას და მის სულიერ მნიშვნელობას.	მომსახურების სერვისების განვითარებამ შეიძლება გამოიწვიოს მოძრაობის ინტენსივობის, ხმაურისა და ჰაერის დაბინძურების ზრდა, რაც საფრთხეს უქმნის ადგილის სიმშვიდეს და სულიერებას.	4	3	12
მტკვრი	მტკვრი	მტკვრი, რომელიც მომლოცველების და ტურისტების მოძრაობით მტუტდება, აქტიურად ედება მოზაიკის ზედაპირს, რაც გამძაფრებულია ცხიმოვანი დანალექით სანთლებისგან და საკმევლიდან	მტკვრის აკუმულაცია ხელს უშლის ხელოვნების ნიმუშის ვიზუალურ მთლიანობას და მას შეუძლია ქიმიურად და ფიზიკურად შეცვალოს ორიგინალი მასალა, რაც იწვევს სიკაშკაშისა და დეტალების თანდათანობით დაკარგვას	5	2	10
კვამლი	კვამლი	სანთლებისა და საკმევლის გამოყენება ლიტურგიული პრაქტიკის დროს ქმნის ცხიმიან კვამლს, რომელიც ედება ზედაპირს და განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს ფრესკებსა და მოზაიკაზე.	ცხიმიანი დანალექი არამარტო შლის მოზაიკის ვიზუალურ სიგზაძეს და სიკაშკაშეს, არამედ ხელს უშლის მასალის თვისებებს და აჩქარებს დეგრადაციას	5	2	10
ვიბრაცია	ვიბრაცია	მოზაიკამ ზიანი განიცადა ქვისკარიერებზე მიმდინარე აფეთქებების შედეგად, რამაც გამოიწვია განმრეკება და კონსოლიდაციის საჭიროება.	ვიბრაციები იწვევს მასალის დეფორმაციას და ქმნის მისი კედლის საყრდენიდან შესაძლო მოცილების რისკს	3	3	9
არასწორი ინტერვენცია	არასწორი ინტერვენცია	ცუდად შესრულებულ საკონსერვაციო ინტერვენციას შეუძლია კიდევ უფრო დააზიანოს მოზაიკა, როგორც არის ზედაპირის მოცილება ან შეუსაბამო მასალების გამოყენება.	ასეთი შეცდომები აკნინებს მოზაიკის სტაბილურობას და ესთეტიურ მხარეს და იწვევს შეუქცევად ზიანს.	2	4	8
საკონსერვაციო ინტერვენციის ნაკლებობა	საკონსერვაციო ინტერვენციის ნაკლებობა	მოზაიკის მდგომარეობის იგნორირება და საკონსერვაციო ინტერვენციის განუხორციელებლობა - კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლს აქტიური რისკების წინაშე დააყენებს.	ეს გამოიწვევს დაზიანების დაჩქარებას და ისტორიული და კულტურული ღირებულებების მუდმივ დანაკარგს	2	4	8
წარსული სარესტრავრაციო ინტერვენციები	წარსული სარესტრავრაციო ინტერვენციები	ეკლესიამ განიცადა ორი ხანძარი, მე-16 და მე-18 საუკუნეებში. შესაბამისად, სავარაუდოა რომ ამ ინციდენტებს მოჰყვა სულ მცირე ორი სარესტრავრაციო ინტერვენცია.	უცნობ მასალას, რომელიც კონსოლიდაციისთვის, შესავსებად და წმენდისთვის გამოიყენეს, შეიძლება შეუქცევადი დაზიანება გამოეწვია, განსაკუთრებით ვერცხლის ფურცლებზე ნაპოვნი ქლორის კვალის გამო.	4	1	4
მიკროორგანიზმები	მიკროორგანიზმები	დღეს ეს არ უნდა იყოს პრობლემა, რომელიც მოზაიკის ზედაპირზე გავლენას ახდენდეს; თუმცა ტენიანობისა და ტემპერატურის კონკრეტულ პირობებში მიკროორგანიზმების გამრავლების რისკი ყოველთვის მაღალია.	მათ შეუძლიათ გამოიწვიონ ბიოლოგიური ზიანი და ზედაპირის მდგომარეობის გაუარესება, თუ უკონტროლოდ დატოვდებიან.	2	2	4
ცხოველები და მწერები	ცხოველები და მწერები	მოცილებულ მოზაიკაში მწერების არსებობამ შეიძლება დააზიანოს მასალა და წარმოშვას სტრუქტურული ზიანი, ხოლო ღამურები დამატებით რისკს წარმოადგენს.	მწერები ხელს უწყობენ მასალის დეგრადირებას, ხოლო ღამურის ექსკრემენტებს შეუძლია ხელი შეუმაღლოს მოზაიკის სტაბილურობას.	2	2	4
ყინვა	ყინვა	ყინვამ ტენიანობის პირობებში შეიძლება გამოიწვიოს მოზაიკის დაზიანება, როგორც არის განმრეკება და დუღაბის გაფხვიერება.	გაყინვის პროცესი შესაძლოა მნიშვნელოვანი დაზიანების და მოზაიკის ტესერების დაკარგვის მიზეზი გახდეს	2	2	4
დაბინძურება	დაბინძურება	მიუხედავად იმისა, რომ დღეს აქტიურ პრობლემას არ ქმნის, წარსული მიგვიითობებს გარემოს დაბინძურების შესაძლო ზემოქმედებაზე.	ისტორიულმა დამაბინძურებლებმა შესაძლოა ზიანი მიყენეს კედლის ზედაპირებსა და მოზაიკას, რაც არსებულ მდგომარეობას კიდევ უფრო ამძიმებს.	1	2	2



გრაფიკულად გამოვსახეთ ყველა იდენტიფიცირებული აგრესორი, მოვახდინეთ მათი კლასიფიცირება ორი ძირითადი პარამეტრის მიხედვით: ალბათობის ინდექსი და სიმძიმე.

თითოეული აგრესორის პოზიცია მატრიცაში იძლევა ნათელ ვიზუალურ გამოხატულებას და ასახავს, თუ რომელი რისკი საჭიროებს დაუყოვნებლივ ყურადღებას და რომელზე დაკვირვება ნაკლები გადაუდებლობით არის შესაძლებელი.

ეს მიდგომა საშუალებას მოგვცემს პრიორიტეტი მივანიჭოთ საკონსერვაციო და დაცვით ინტერვენციებს, რაც უზრუნველყოფს ჩვენი ძვირფასი მემკვიდრეობის პოტენციური საფრთხეების უფრო ეფექტურ მართვას.



იმისათვის, რომ შევაფასოთ, რამდენად გადაუდებლად არის რეკომენდებული აგრესორების წინააღმდეგ მიმართული მოქმედება დეგრადაციის შესაბამისი პროცესების შესაჩერებლად, თითოეულ მათგანს მივაკუთვნეთ სიჩქარისა და ზემოქმედების მასშტაბის რიცხვითი მნიშვნელობა:

- 1 ნელი და კუმულაციური პროცესებისთვის,
- 2 სწრაფი და კატასტროფული პროცესებისთვის.

ამ სისწრაფის კოეფიციენტის რისკის ინდექსზე გადამრავლებით შევქმენით ტაბულა, რომელშიც თითოეულ აგრესორს ინტერვენციის პრიორიტეტის სიდიდე მივანიჭეთ.

აგრესორი	ალბათობა	სიმძიმე	რისკი	სიჩქარე	პრიორიტეტი
მიწისძვრა	4	4	16	2	32
ხანძარი, ომი, განძალიშში	3	4	12	2	24
შტორმი	4	3	12	2	24
ინტერვენციის ნაკლებობა	2	4	8	2	16
არაადაპტური ფარდობითი ტენიანობა	2	4	8	2	16
ხსნადი მარილები	5	3	15	1	15
ურბანიზაცია	5	3	15	1	15
სანთლების და საკვების კვამლი	4	3	12	1	12
მტვარი	5	2	10	1	10
ვიბრაცია	3	3	9	1	9
ჰიწვა	2	2	4	2	8
ცხოველები და მწერები	2	2	4	1	4
მიკრო ორგანიზმები	2	2	4	1	4
კვამლი რესტავრაციული ინტერვენციები	4	1	4	1	4
დაბინძურება	1	2	2	1	2



რისკების მართვა

გელათის მონასტრის მოზაიკასთან დაკავშირებული რისკების მართვა ფუნდამენტური პროცესია ძეგლის დაცვისა და კონსერვაციისთვის როგორც მოკლევადიან, ასევე გრძელვადიან პერიოდში. ეს მოითხოვს მაკორექტირებელი და პრევენციული ზომების განხორციელებას, რათა აღმოიფხვრას ზემოაღნიშნული შეფასებისას იდენტიფიცირებული რისკები, ხოლო სადაც რისკები გარდაუვალია, შევამსუბუქოთ ისინი.

ქვემოთ მოცემულია შემოთავაზებული საკონსერვაციო ზომები, რომელიც ეფუძნება რისკ-ფაქტორებს, რომელიც დახარისხებულია გადაუდებელი და კუმულაციური ზემოქმედების კატეგორიების მიხედვით.

გადაუდებელი რისკები

მიწისძვრები

სტრუქტურული რესტავრაცია: მოზაიკის სტრუქტურული სტაბილურობის აღდგენა საფუძვლის ფენებში არსებული ღრუების შევსებისა და კონსოლიდაციის გზით, არის ფუნდამენტური და გადაუდებელი ღონისძიება, რათა აღდგეს ორიგინალი სტრუქტურული მთლიანობა - მოზაიკისა და სტრუქტურის რეზონანსისა და შესაბამისად კოლაფსის რისკის შემცირების მიზნით.

მტორმები

სახურავის რესტავრაცია: გადახურვის ეფექტური სისტემის მოწყობა, რაც წყლის შეღწევის პრევენციას მოახდენს და შეზღუდავს ატმოსფერული აგენტების ზემოქმედებას.

ყინვა

სახურავის რესტავრაცია: სახურავის აღდგენა და ეკლესიაში შიდა ტემპერატურის კონტროლი საკმარისი ზომა იქნება ამ რისკის მისახედად.

ხანძრები, ვანდალიზმი, და ომი

სახანძრო განგამის სისტემა: ხანძრის რისკის შესამცირებლად, აუცილებელია პასიური დაცვის ზომების მიღება, როგორც არის აალებადი მასალის - ნოხებისა და ხის მასალის მოცილება ან რაოდენობრივად შემცირება. საჭიროა, ასევე ქვევის პრაქტიკის კორექტირება, რათა შემცირდეს შემთხვევითი ალის საფრთხე და აალებადი მასალების განთავსება ტაძრის ისეთ ზონებში, რომელიც მომორებულია ცეცხლის შესაძლო წყაროებს. ასევე სავალდებულოა აქტიური დაცვითი ზომების განხორციელება, როგორც არის - ხანძრის დეტექტორების სისტემის მოწყობა და ცეცხლმაქრების ხელმისაწვდომობა.

საკონსერვაციო ინტერვენციის ნაკლებობა

კონსერვაციის გეგმისა და პროექტის განხორციელება: კონსერვაციისა და რესტავრაციის პროგრამის შემუშავება, გრძელვადიანი პრევენციული კონსერვაცია და რუტინული მოვლა-პატრონობა მკაფიო ვადებითა და პასუხისმგებლობებით.

არასათანადო ინტერვენციები

ყოველი ინტერვენციის შეფასება: მონაწილეები, პასუხისმგებელი პირები, ოპერატორები და კონსერვატორები უნდა იყვნენ შესაბამისი გამოცდილების და უნდა იყვნენ მომზადებულნი, ფრთხილები და შესაბამისად დატრენინგებულნი კონსერვაციისა და საუკეთესო რესტავრაციის პრაქტიკაში.

ვიზიტაცია

ვიზიტაციის მონიტორინგი: იმ გარე სტრუქტურებზე ინტერვენციის შეზღუდვა, რომლებმაც შესაძლოა გამოიწვიოს ვიზიტაცია, და ასევე, მოზაიკის სტრუქტურული მთლიანობის აღდგენა - დეფორმირებული უბნების უკან არსებული ღიობების კონსოლიდაციისა და შევსების გზით.

არაადეკვატური ფარდობითი ტენიანობა

კლიმატის კონტროლი: პასიური ზომების განხორციელება ჰაერის ცირკულაციისთვის ტაძარში, როგორც არის ორმაგი კარების და ფანჯრის მეშვეობით ჰაერის ნაკადების რეგულაცია. ამავე დროს აქტიური ზომები უნდა იქნას მიღებული - ფარდობითი ტენიანობისა და ტემპერატურის სიდიდეების კონტროლისთვის.

ხსნადი მარილები

მარილებისგან გაწმენდის ინტერვენცია: დამუშავება და ხსნადი მარილების ამოღება ზედაპირიდან და კლიმატის კონტროლის ირიბი ზომების გამოყენება.

დაბინძურება

რეგულარული შეფასება:

ინსპექტირების და გარემო პირობების შეფასების ჩატარება დაბინძურების კონტროლისთვის

მიკროორგანიზმები

პერიოდული გაწმენდა, გარემოსდაცვითი კონტროლი: განახორციელეთ დასუფთავების გეგმა, რომ მოაცილოთ ორგანული ნალექი და დაბინძურება. ხსნადი მარილების ამოღება ასევე შეასრულებს მნიშვნელოვან როლს მიკროორგანიზმების გამრავლების პრევენციისთვის.

მწერები და ცხოველები

მთლიანობის აღდგენა: სიცარიელებისა და ნაპრალების შევსებები, სადაც შესაძლოა თავს აფარებდნენ მწერები.

წარსულის სარესტავრაციო ინტერვენციები

მასალის გამოცვლა: საჭიროა შეუსაბამო მასალების შეცვლა უფრო სტაბილური და მოზაიკის კონსერვაციისთვის უფრო ხელსაყრელი გადაწყვეტილებებით.

სანთლებისა და საკმევლის კვამლის გამოყენების რეგულირება: უნდა შემუშავდეს სანთლებისა და საკმევლის გამოყენების წესები, რომლითაც ცეცხლის ანთების ადგილები მომორებული იქნება დეკორირებულ ზედაპირებს. რეკომენდებულია ცვილზე დამზადებული სანთლებისა და ბუნებრივი საკმევლის გამოყენების ხელშეწყობა, რათა შემცირდეს ტოქსიკური გამონაბოლქვი. რაც შეეხება სანთლებს, მიზანშეწონილია, განსხვავდეს ისინი, რომლებიც ენთება მრევლის მიერ, და ისინი, რომლებიც გამოიყენება ლიტურგიული დანიშნულებით, ანუ მღვდელმსახურის მიერ. პირველი ჯგუფისთვის, რომელიც 90%-ს შეადგენს სასურველია:

1. სანთლის დასანთები მანძილები დაიდგას ადგილებში, რომლებიც მოცილებულია მოხატულ ან მოზაიკით შემკულ კედელსა და აფსიდს.

2. გამოვიყენოთ ბუნებრივი ცვილის სანთლები, რომელიც არ შეიცავს პარაფინს, შესაბამისად, გამოყოფს უფრო სუფთა კვამლს და იყენებს გაწმენდილ და მოკლე ფითილს.



მეორე ჯგუფისთვის საკმარისი იქნება ბუნებრივი ცვილის სანთლების და გაწმენდილი და მოკლე ფითილის გამოყენება. რაც შეეხება საკმევლს, რეკომენდებულია ბუნებრივი ინგრედიენტების გამოყენება.

მტვრი

დასუფთავების პროგრამა და შიდა გარემო ინტერვენცია: აუცილებელია რეგულარული დასუფთავების პროგრამის დანერგვა მტვრისა და სხვა ნალექების მოსაცილებლად, მტვერსასრუტის გამოყენებით. ასევე, მიზანშეწონილია მომლოცველთა და მნახველთა ნაკადის რეგულირება, რათა შემცირდეს შიდა ზედაპირებზე გარემოს ზემოქმედება, და შემოდებულ იქნას მტვრის შეკავების ღონისძიებები, როგორიცაა სპეციალური ხალიჩების გამოყენება. დამატებითი სასარგებლო ზომა იქნება ტაძარში ფილტრის მქონე ჰაერის შემომტანი ტუმბოს დამონტაჟება, რომელიც უზრუნველყოფს ეკლესიის შიდა სივრცეში გარე პირობებთან მიმართებაში დადებითი წნევის შექმნას. ეს გამოიწვევს ჰაერის იძულებით ცირკულაციას შიგნიდან გარეთ, რაც ხელს შეუშლის მტვრის შეღწევას შიდა სივრცეში.

დასკვნა

გელათის მოზაიკის რისკების მართვა მოითხოვს მიზანმიმართულ და გონივრულად გამიზნულ მიდგომას, სადაც თითოეული შემოთავაზებული ღონისძიება მიზნობრივად ემსახურება კონკრეტული რისკის შემცირებასა და მუდმივად მონიტორინგის ქვეშ არის, მისი ეფექტიანობის სრულყოფის მიზნით.

აუცილებელია, რომ ყველა განხორციელებულ ქმედებას თან სდევდეს მონიტორინგისა და შემოწმების პროგრამა, რათა დროთა განმავლობაში უზრუნველყოფილი იყოს დაცვისა და კონსერვაციის ღონისძიებების შედეგიანობა. გადამწყვეტ მნიშვნელობას იძენს ადგილობრივ ხელისუფლებასთან და საზოგადოებასთან თანამშრომლობა, რათა გელათის ეს ფასდაუდებელი კულტურული მემკვიდრეობა საიმედოდ იქნას დაცული მომავალშიც.





საველე და ლაბორატორიული შემოწმება

კვლევისას საჭირო გახდა საველე და ლაბორატორიული შემოწმების ჩატარება. ისინი ორი სხვადასხვა სახის იყო: ერთი - უნდა ჩატარებულიყო ადგილზე და ეხებოდა სარესტავრაციო ჩარევების შემოწმებას; მეორე - უნდა ჩატარებულიყო უნივერსიტეტის ლაბორატორიაში და ეხებოდა გასამაგრებლად გამოსაყენებელი დუღაბის ქცევის შესწავლას როგორც მცირე ამრეველების შემთხვევაში, ასევე მოზრდილი ცარიელი არეების შესავსებად, რომელიც აღმოჩენილ იქნა მოზაიკის სტრუქტურაში.

სარესტავრაციო დამუშავების შემოწმება

ეს შემოწმება ჩატარდა გელათში 2024 წლის ივლისში. სპეციალისტების ოთხკაციანმა ჯგუფმა განახორციელა რამდენიმე პოტენციური პროცედურა, რაც მოიცავდა შემდეგს: გაწმენდით პროცედურებს, წარსული ჩარევების შედეგად დამატებული საღებავაფარული ნალესობის მოხსნას, ხსნადი მარილების ექსტრაქციას, მოცილებული ნაწილების კონსოლიდაციას, თეთრი კირქვის ტესერების კონსოლიდაციას, შავი ასპიდის ტესერების კონსოლიდაციას, ასევე ესთეტიურ დაბალანსებასა და დამასრულებელ სამუშაოებს. მოზაიკის ბუნებიდან, მისი ფაქტობრივი მდგომარეობიდან და აგრესორი ფაქტორების სპეციფიკიდან გამომდინარე, ზოგი მეთოდი უფრო მიზანშეწონილად იქნა შეფასებული, ვიდრე სხვები. მნიშვნელოვანია ხაზი გაესვას იმ გარემოებას, რომ კონსერვაციის კარგი პრაქტიკა ყოველთვის გულისხმობს კრიტიკულ და ფრთხილ მიდგომას, მიმდინარე პროცესებიდან სწავლის უნარს. ეს ნიშნავს, რომ ჩატარებული სატესტო ჩარევების შედეგები უნდა განიხილებოდეს როგორც ღირებული მითითებები, რომლებიც გამოყენებულ უნდა იქნას მოქნილად, ეფექტიანობისა და ზემოქმედების მუდმივი მონიტორინგის პარალელურად. ქვემოთ წარმოდგენილია განხორციელებული ტესტების შედეგები.

გაწმენდა

ჭვარტილის დანალექის და დაკავშირებული ნალექის მოშორება:

ტესტი 1 (ტესურა A): ვარდისფერი და თეთრი ქვის ტესერებიდან, შავი ასპიდის ტესერებიდან, ოქროს ტესერებიდან და წითელი მინის პასტებიდან — გამოყენებულ იქნა კომპრესის მეთოდი: ტესერებთან უშუალო კონტაქტში მოეწყო ქაღალდის ქსოვილის ფენა, ზედ კი დატანილ იქნა ქაღალდის მასა, რომელიც გაჟღენთილი იყო 25 გ/ლ EDTA დისტილირებულ წყალში გახსნილი 30 გ/ლ ამონიუმის კარბონატის ხსნარში. კონტაქტის დრო: 1 საათი. შედეგი: დადებითი. კომპრესმა გახსნა სქელი, ძლიერად ჩამჯდარი მონაცრისფრო გაქონილი დანალექი ქვის ტესერებზე, რამაც მისი მოცილების საშუალება მოგვცა წყლით და ფუნჯით. საბოლოოდ, სუფთა წყლით გარეცხვის შემდეგ, გამოყენებული ხსნარის ნარჩენი ამოღებულ იქნა გამოხდილი წყლის გამოყენებით ცელულოზის ფენაზე, რომელიც დატოვეს ზედაპირზე სრულ გამრობამდე. (ფოტო 1-2-3)

ტესტი 2 (ტესურა B): მწვანე მინის პასტის ტონალური ტესერებიდან — გამოყენებულ იქნა კომპრესის მეთოდი: ტესერებთან უშუალო კონტაქტში მოთავსდა ქაღალდის ქსოვილის ფენა, ხოლო მის ზემოდან — ცელულოზის ფურცელი, გაჟღენთილი 30 გ/ლ ამონიუმის კარბონატის ხსნარში. კონტაქტის დრო: 1 საათი. შედეგი: დადებითი. კომპრესმა გახსნა გაქონილი დანალექი მინის პასტებიდან, კიდევ უფრო მეტად ფოროვანიც, რამაც მათი წყლითა და ფუნჯით მოცილების საშუალება მოგვცა. საბოლოოდ, სუფთა წყლით გარეცხვის შემდეგ, გამოყენებული ხსნარის ნარჩენი ამოღებულ იქნა გამოხდილი წყლის გამოყენებით ცელულოზას ფენაზე, რომელიც დატოვეს ზედაპირზე სრულ გამრობამდე. (ფოტო 4)

1. A და B გაწმენდის ტესტი. ადგილები კომპრესის გამოყენებამდე;

2. გამოყენების დროს; 3 გაწმენდის შემოწმების [A] შედეგი; 4.

გაწმენდის B ტესტირების შედეგები



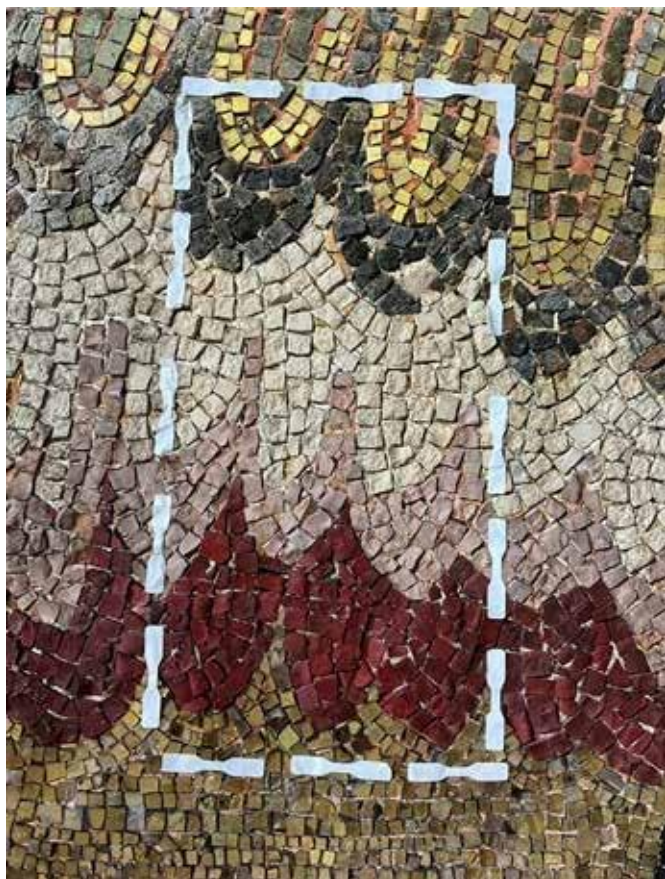
საველე და ლაბორატორიული შემოწმება



ტესტი 3 (ტესტერა C): ვარდისფერი და თეთრი კირქვის, შავი ასპიდის ტესერებიდან და წითელი მინის პასტებიდან — გამოყენებულ იქნა კომპრესის მეთოდი: ტესტებთან უშუალო კონტაქტში მოთავსდა ქაღალდის ქსოვილის ფენა, ზედ კი — დისტირიბუტულ წყალში გაჟღენთილი ქაღალდის მასა. კონტაქტის დრო: 1 საათი და 30 წუთი.

შედეგი: არაეფექტური. მხოლოდ წყლიანი კომპრესი ნაწილობრივ გახსნის გაქონილ შრეებს. (ფოტო 5-6)

ტესტი 4 (ტესტერა C): იმავე მონაკვეთზე, სადაც ჩატარდა ტესტი 3, დაიტანეს კომპრესი ცელულოზის მასით, რომელიც გაჟღენთილი იყო დემინერალიზებულ წყალში გახსნილი 30%-იან ამონიუმის კარბონატში; ტესტებთან უშუალო კონტაქტში მოთავსდა ქაღალდის ქსოვილის ფენა. შედეგი: მინის პასტებზე — პოზიტიური; ქვის ტესტებზე — არასაკმარისი, რადგან განმეორებითი ჩამოწმენდის და ჩამორეცხვის მიუხედავად, მათ ზედაპირზე ნაწილობრივად დარჩა ცხიმოვანი ფენის მოთეთრო ელფერის ფენები (ფოტო 7-8)



ტესტი 5 (ტესტრა D): ოქროს ტესერებზე:

კომპრესი მოეწყო ტესერებთან უშუალო კონტაქტში მოთავსებული ქაღალდის ქსოვილისა და ცელულოზის ფენით, რომელიც გაჟღენთილი იყო 30 გ/ლ ამონიუმის კარბონატის ხსნარში. კონტაქტის დრო: 1 საათი.

შედეგი: დადებითი. კომპრესმა გახსნა ოქროს ფურცლიანი ტესერებიდან მონაცრისფრო ცხიმოვანი დანალექი, რამაც საშუალება მოგვცა მთლიანად მოგვეცილებინა წყლითა და ჯაგრისით. ტესერებმა დაიბრუნეს დაკარგული სიკაშკაშე, რომელიც ჩამქრალი იყო დანალექებით. საბოლოოდ, სუფთა წყლით გარეცხვის შემდეგ, გამოყენებული ხსნარის ნარჩენი გაწმენდილ იქნა გამოსხილ წყალში გაჟღენთილი ცელულოზას ქსოვილით, რომელიც დატოვეს ზედაპირზე სრულ გამრობამდე.



წარსული ინტერვენციებიდან დარჩენილი შედეგილი ნალესობის მოხსნა

სივარულიელების შევსების ოთხი განსხვავებული ტიპის ნალესობა გამოვლინდა:

- 1. ნალესობა, რომელიც შექმნილია თეთრი ან მოვარდისფრო პასტიდან, და შემდეგ შედეგილია ტესერას იმიტაციის მიზნით; გარკვეულ შემთხვევებში, მასზე შავი კონტურით გადმოცემული იყო შუალედური ჩრდილები, ან იჭრებოდა და იღებებოდა რელიეფური მოზაიკის ილუზიის შესაქმნელად (ფოტო 13). ეს ნალესობა მიეკუთვნება 1984-1990 წლებში განხორციელებულ ინტერვენციას; ექსპერტთა გუნდს ხელმძღვანელობდა კარლო ბაკურაძე საქართველოს ისტორიულ-კულტურული ძეგლების დაცვის ცენტრალური სამსახურიდან.
- 2. ნალესობა, რომელიც მიღებულია ნაცრისფერი მასისგან, რომელიც ხშირ შემთხვევაში გადმოდის ცარიელი მონაკვეთის საზღვარზე მდებარე ტესერების ზედაპირზეც, იმიტაციის მიზნით; იგი შედეგილი იყო უხეში, ერთგვაროვანი ფერით.



ტესტი 6 (ტესტრა E): ღვთისმშობლის მანტიაზე გრადაციით წარმოდგენილი ლურჯი მინის პასტის ტესერები.

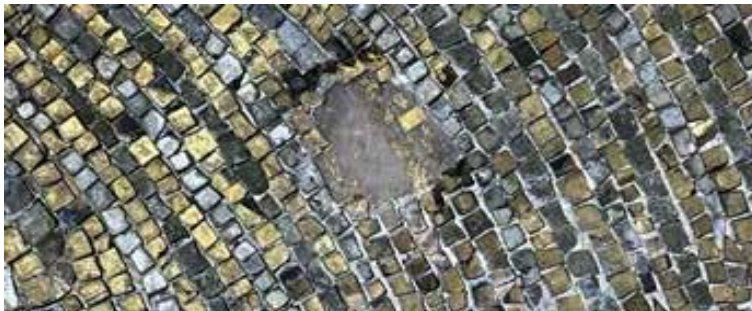
კომპრესი განხორციელდა უშუალოდ ტესერებზე დაფენილი ქაღალდის ხელსახოცების ფენითა და ამონიუმის კარბონატის 30გ/ლ ხსნარში დასველებული ცელულოზას ქსოვილით. კონტაქტის დრო: 1 საათი.

შედეგი: დადებითი. კომპრესმა გახსნა მონაცრისფრო გაქონილი დანალექი ტესერებიდან, რამაც საშუალება მოგვცა მთლიანად მოგვეცილებინა წყლითა და ჯაგრისით. საბოლოოდ, სუფთა წყლით გარეცხვის შემდეგ, გამოყენებული ხსნარის ნარჩენი გაწმენდილ იქნა გამოსხილ წყალში გაჟღენთილი ცელულოზას ქსოვილით, რომელიც დატოვეს ზედაპირზე სრულ გამრობამდე.



- 3. გლუვი ნაღესობა მოვარდისფრო ნაცრისფერი პასტით, გადსწორებული, რათა მოზაიკის იმიტაცია შეუქმნათ.
- ამ ტიპის ნაღესობები, რომლებიც წარმოდგენილია ოქროს ფონიან უბნებზე, შეიცავენ ბრინჯაოს ფხვნილის ნარჩენებს ოქროს იმიტაციისთვის. 1980-იანი წლების რესტავრაციის საარქივო ფოტოებიდან ჩანს, რომ ეს ნაღესობა უკვე იყო ადგილზე ინტერვენციის დაწყების დროისთვის.
- 4. ნაღესობა ღვთისმშობლის სახეზე, კისერზე, კაბაზე და მაცხოვრის მარჯვენა ფეხზე (ფოტო 16-17). ამ ბათქაშს აქვს საღებავის ნარჩენები, რათა აღდგენილიყო დაკარგული ნაწილები ტესერების იმიტირების გარეშე. კარგად შემონახულია მხოლოდ მაცხოვრის ფეხის ნაწილი. ლ. ხუსკივაძის¹ პუბლიკაციის მიხედვით ეს ინტერვენცია მე-19 საუკუნისაა, როდესაც „ღვთისმშობლის მარცხენა დაწვი დაიფარა ზეთის საღებავით, რათა წვიმის წყლისგან დაეცვა იგი, რომელიც ჟონავდა ზედა თალიდან.“

ყველა სახის შემავსებელი იხსნებოდა წყალში.



1. ლ. ხუსკივაძე „გელათის მოზაიკა“, თბილისი, 2005წ.



ტესტირება განხორციელდა: კომპრესიის ადგილობრივი გამოყენებით წყლითა და ქაღალდის ხელსახოცით 15-30 წუთის განმავლობაში. რასაც მოჰყვა მექანიკური მოშორება ლანცეტით.

შედეგი: დადებითი. დატენიანების შემდეგ ნალესობები აღვილად იშლება სკალპელით და სცილდება სუბსტრატიდან, რის შედეგადაც, იმ შემთხვევაში, თუ არსებობს, ჩნდება ორიგინალი ნალესობა საფუძვლის ფერიდან და მასზე დატანილი ტესერების ანაბეჭდით.

ხსნადი მარილების ამოღება

აფსიდის მარჯვენა არეალი, მთავარანგელოზი გაბრიელი: ამ მონაკვეთში სახეზეა კრისტიანიზაციის და ხსნადი მარილების გამოკრისტალების მნიშვნელოვანი ფენომენი, რამაც გამოიწვია კირქვის ტესერების გაფხვიერება და შავი ასპიდის ტესერების აშრეება, ოქროს ფურცლოვანი ტესერებიდან გარსის მოცილების ფართო ფენომენთან ერთად. ეს უკანასკნელი ფენომენი, ნაკლები ხარისხით არის წარმოდგენილი აფსიდის დეკორაციის ყველა ოქროს ფურცლიან ტესერაზე (ფოტო 18-20).

ტესტირება ჩატარდა: შერჩეულ იქნა სამი დასამუშავებელი მონაკვეთი, რომლებიც ერთმანეთისგან დაშორებული იყო, თუმცა ერთი კვადრატული მეტრის ფართობში იყო მოქცეული, რომელიც მთლიანად იყო დაფარული მარილების ძაფისებრი გამოკრისტალებით, კრისტიანიზაციით და მეორადი დანალექით, თეთრი ქერქის სახით წარმოქმნილი ხელახალი გადალექვებით, რომლებიც ტესერებზე იყო გადაკრული.

მთლიანი ფართობი წინასწარ გაწმენდილ იქნა მტკრისგან ეფლორესცენციების მოცილებისა და მათი ექსტრაქციის პროცესში მათი ხელმეორედ გახსნის პრევენციისთვის.

სულ 4 კომპრესი იქნა დატანილი შერჩეულ მონაკვეთებზე - ტესერებსა და მათ შორის არსებულ ღუდაბზე უშუალო კონტაქტში დაეფინა ქაღალდის მასის კომპრესები, რომელიც გაჟღენთილი იყო გამოხდილი წყლით, (ფოტო 21-22).

პირველი კომპრესი სველი მდგომარეობით დატოვებულ იქნა ზედაპირზე დაახლოებით 3 საათის განმავლობაში, რათა ტესერას შიგნით და მის ქვეშ არსებულ ღუდაბში მოეხდინა მარილების გახსნა.

მას შემდეგ რაც ადგილი დატენიანდა, კომპრესები





გაიხსნა და დატოვებულ იქნა სრულ გამრობამდე, რათა გახსნილი მარილი გადასულიყო კომპრესის ზედაპირზე. გამრობის შემდეგ პროცესი კიდევ სამჯერ განმეორდა კომპრესის დაფარების გარეშე. ამოღებისთვის გამოყენებული მასალა შეგროვდა სხვადასხვა კონტეინერში, გაუკეთდა წარწერა და იქნა დანომრილი, ელექტროგამტარობის ანალიზისთვის, რომელიც იძლევა მნიშვნელოვან მონაცემებს იმის განსაზღვრად, თუ რამდენი ციკლის ჩატარებაა საჭირო მარილოვანი დაბინძურების ფენომენის განეიტრალების მიზნით.

ღრმა კონსოლიდაცია

ჩატარდა ორი ღრმა კონსოლიდაციის ტესტი წინასწარ მომზადებული PLM-SM ჰიდრავლიკური კირის ღუღაბით 24 საათიანი ინტერვალით. ეს არის სპეციალურად შექმნილი ნაერთი, რომელიც გამოიყენება ქვის კედლის საყრდენს მოცილებული/განშრევებული საფუძვლის ფენების შესავსებად, იგი არ შეიცავს ხსნად მარილებს და ინარჩუნებს ქვის კედლის ორთქლის გამტარობას. გამაგრების შემდეგ კონსოლიდანტს აქვს ფიზიკური და მექანიკური მახასიათებლები, რომელიც ტრადიციულ კირზე დამზადებული ღუღაბის მსგავსია. მოცემული განშრევებების სიმძიმიდან გამომდინარე, რაც ზედაპირის თითქმის 90%-ზე ახდენს გავლენას, გადაწყდა კონსოლიდაციის სატესტო ჩარევები განხორციელებულიყო შეზღუდულ მონაკვეთზე - მთავარანგელოზი მიქაელის გამოსახულების მარცხენა ფრთის ქვედა ნაწილში, სადაც 1984-1990 წლების ინტერვენციის დროს, პერიმეტრის გასწვრივ განხორციელებული აღდგენითი გამაგრებების პარალელურად, ჩამაგრებული იყო სარტყები.

ეს უბანი სრულიად მოცილებულია საყრდენს. 50%-იანი ეთილის სპირტისა და წყლის ხსნარით დამუშავების შემდეგ, კონსოლიდანტი შპრიცით იქნა შეყვანილი მანამ, სანამ ქვედა ზღვარზე არ გამოჟონა. შეყვანილმა მასალამ სწრაფად და დაბრკოლებების გარეშე მიაღწია ქვედა შემაკავებელ ზღვარს, რითაც დადასტურდა ბათქაშის თითქმის მთლიანი მოცილება საყრდენიდან. კონსოლიდაციის პროცესის უსაფრთხოდ განსახორციელებლად, აუცილებელია რომ მოზაიკის წინმსწრებად მიედგას მექანიკური დამჭერი სისტემა, რომელიც უნდა მოეწყოს საყრდენი კონსტრუქციებით, რაც უზრუნველყოფს მოზაიკის დაცვას კონსოლიდირების მთლიანი ფაზის განმავლობაში.

თეთრი კირქვის ტესტების კონსოლიდაცია

თეთრმა კირქვის ტესტებმა განიცადეს განშრევების /ნაწილებად დაშლის ფენომენი განსაკუთრებით აფსიდის მარჯვენა მხარეს, სადაც გვაქვს მარილების სერიოზული გამოკრისტალება. კირქვის თავდაპირველი საწყისი მექანიკური თვისებების აღსადგენად და შემდგომი მატერიალური დანაკარგის თავიდან ასაცილებლად, გამოიცადა კონსოლიდანტი, რომელიც ეფუძნება ნანოფაზური კალციუმის ჰიდროქსიდს (ნანო-კირი), რომელიც გახსნილია იზოპროპილის სპირტში. ნანონაწილაკები აღწევენ მასალის ფოროვან სტრუქტურაში და ნაპრალებში, რეაქციაში შედიან ატმოსფერულ ნახშირორჟანგთან და ნალექის სახით წარმოქმნიან კალციუმის კარბონატს, რაც კრავს დეგრადირებულ მასალას. აღნიშნულ კონსოლიდანტს სრულად თავსებადს ხდის კარბონატული შემადგენლობის მქონე მასალებთან შემდეგი მახასიათებლები: ორთქლის მაღალი გამტარიანობა, ფერის ცვლილებებისა და მბზინავი ეფექტის არარსებობა, წყლის შეწოვის თვისებების შენარჩუნება (ჰიდროფილურობა) და ზედაპირული აფსკის არარსებობა.

კონსოლიდირება განხორციელდა თეთრ კირქვაზე გაწმენდის ტესტი A, მთავარანგელოზი მიქაელის გამოსახულების უბანზე.





მასალა დატანილ იქნა ფუნჯით მის გაჯერებამდე. შედეგი: დადებითი. კირქვის ზედაპირი აღარ ამჟღავნებს მასალის დაშლის ნიშნებს და ვიზუალური თვისებები შენარჩუნებულია უცვლელად.

შავი ასპიდის ტესერების კონსოლიდაცია

ტესერას ეს სახე ძლიერ დეგრადირებულია, აჩვენებს ასპიდის პარალელური მიმართულებით ამრევეების კლასიკურ ტენდენციას. ეს ენდოგენური მახასიათებელი დამძიმებულია ხსნადი მარილების გახსნის და კრისტალიზების მიმდინარე ფენომენით, რომელიც აქტიურია რა ზედაპირზე, ზეწოლას ახდენს მასალის ფორიან სტრუქტურაზე და აცალკევებს მას თხელ შრეებად.

ტესტირება განხორციელდა: კონსოლიდირება ფუნჯით Estel 1000-ის გამოყენებით, ეთილის სილიკატი თეთრი სპირტის ხსნარში გაჯერებამდე. ხდება აქტიური ელემენტის კაპილარული აწოვა ვიდრე არ მიაღწევს ტესერების მყარ გულს. შედის რა რეაქციაში ატმოსფერულ ნესტთან, იგი გარდაიქმნება სილიკონის დიოქსიდად და კრავს დაშლილ ან ამრევეულ ნაწილაკებს.

შედეგი: დადებითი. ტესერები აღარ კარგავენ ზედაპირულ მასალას და გამოიყურებიან უფრო კომპაქტურად და შესაბამისად, ინარჩუნებენ ოპტიკურ თვისებებს უცვლელად.



ესთეტიური ბალანსი/დასრულება

განმდის ტესტების შემდეგ ესთეტიური დამუშავება შესრულდა აკვარელის საღებავით, განხორციელდა რეტუშირება ტესერებს შორის სივრცეებისა, რომელთაც დაკარგული ჰქონდათ თავდაპირველი ფერი, რათა მინიმუმამდე დაყვანილიყო საფუძვლის დუღაბის სითეთრით გამოწვეული ვიზუალური დარღვევა.

ტესტირების მონაკვეთების სქემა



ექსპერიმენტული პროგრამა დიდი ნაპრალების შესავსებად საჭირო ღუდაბის შესასწავლად

ამ ექსპერიმენტის მიზანია შექმნას და დაახასიათოს მსუბუქი წონის, უცემენტო საინექციო ღუდაბი, რომელიც გამიზნულია მოზაიკის კონსერვაციისა და რესტავრაციისთვის.¹

კერძოდ, არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრთან თანამშრომლობით გამოიკვეთა ოთხი სახის შემკვრელი, რომელიც პოტენციურად ვარგოდა ღუდაბის საწარმოებლად სარესტავრაციო სამუშაოებისთვის:

- ჰაეროვანი კირი და თიხის ფხვნილი;
- ჰაეროვანი კირი და პოცოლანა
- ბუნებრივი ჰიდრავლიკური კირი და თიხის ფხვნილი;
- ბუნებრივი ჰიდრავლიკური კირი და პოცოლანა.

ხსნარების ზოგად დახასიათებას, რაც წარმოადგენს კვლევის მიზანს, წინ უსწრებდა წინასწარი კვლევა, რომლის დროსაც ოთხი დადგენილი სახის შემკვრელის შესაფასებლად ჩატარდა სკრინინგი:

- შემკვრელი სისტემების შესაძლო შეუთავსებლობა სუპერგათხევადებად და ჰაერით გაჯერებად დანამატების მიმართ; შემკვრელის სახეობის ზეგავლენა,
- წყლის/შემკვრელის და ქვიშის/შემკვრელის თანაფარდობის გავლენა ფხვნილი მასების თვისებებზე როგორც ნედლეულ მდგომარეობაში (დამუშავების შესაძლებლობა, სისქე) ისე გამაგრებულ მდგომარეობაში (მკუმშავი ძალა).

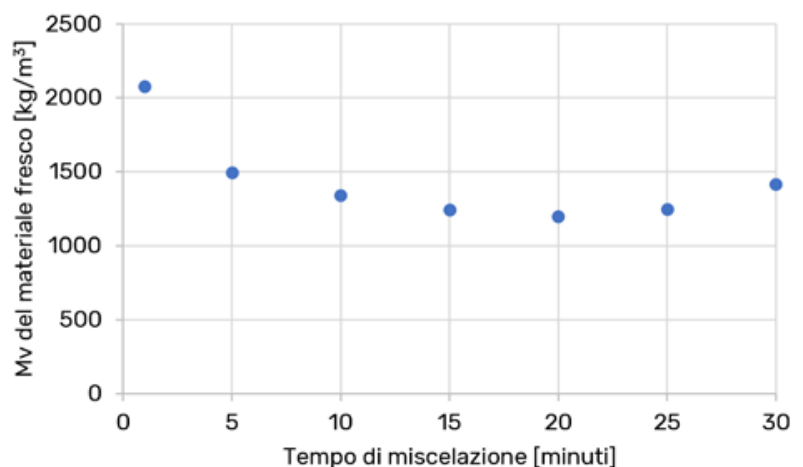
წინასწარმა შედეგებმა აჩვენა, რომ სუპერპლასტიკურობის მიმნიჭებული დანამატი უფრო ეფექტურია ბუნებრივი ჰიდრავლიკური კირის საფუძველზე არსებული სისტემებისთვის, ვიდრე ჰაეროვანი კირით მომზადებული სისტემებისთვის. ამასთან, იმის გათვალისწინებით, რომ ხსნარი, რომელშიც შემკვრელი ნაწილი შედგება 80% ბუნებრივი ჰიდრავლიკური კირისგან (NHL) და 20% თიხის ფხვნილისგან, აჩვენებს საუკეთესო შედეგებს როგორც დამუშავების შესაძლებლობის, ასევე კუმშვისადმი

წინააღმდეგობის გაწევის თვალსაზრისით, ამდენად ხსნარის ოპტიმიზაცია აქამდე კონცენტრირდებოდა „NHL + Cocciopesto (თიხის ფხვნილზე)“ დაფუძნებულ ღუდაბებზე.

კერძოდ, გამოიკვეთა, რომ წყლის/შემკვრელის პროპორცია 0,80 და ქვიშის/შემკვრელის პროპორცია 3,00 წარმოადგენს კარგ გადაწყვეტას ოპტიმალური რეოლოგიისა და შესაბამისი მექანიკური მკუმშავი სიმტკიცის მქონე ღუდაბების მისაღებად რომელიც ადეკვატურია მოზაიკის რესტავრაციისთვის.

შესაბამისად, იმ მიზნით, რომ მიგვეღო ღუდაბი, რომელიც ადვილად ჩაისხმებოდა დაახლოებით 10მმ-ის შიდა დიამეტრის მქონე მილაკში, ჩატარდა ტესტირება, რათა სუპერპლასტიკურობის მიმნიჭებული დანამატის ოპტიმალური დოზის კალიბრირება მოგვეხდინა. კერძოდ, ექსპერიმენტულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ სუპერპლასტიფიცირებული დანამატის ფხვნილის სახით შემკვრელი მასის 1%-ის ოდენობით დამატება, წარმოადგენს არსებით კომპრომისს ისეთი ღუდაბის მისაღებად, რომელიც ხასიათდება ადეკვატური ღუნადობით და არ ხასიათდება სეგრეგაციის ფენომენით.

დასასრულს, საკმარისად შემსუბუქებული ღუდაბების მისაღებად, ჩატარდა ტესტები ჰაერის შემტანი დანამატის დოზირების და მისი დამატების შემდეგ შერევის დროის ოპტიმიზაციის მიზნით. სქემა 1-ზე ნაჩვენებია სველი ღუდაბის სიმკვრივის ცვლილების ტენდენცია შერევის დროის მატებასთან მიმართებით. მასში შემავალი შემკვრელი კომპონენტის მასის მიმართ ჰაერის შემტანი დანამატის 5%-იანი რაოდენობის დამატების შემდეგ გრაფიკის ანალიზიდან ნათელი ხდება, მორევის ოპტიმალური დრო არის დაახლოებით 10 წუთი; და მართლაც მორევის 20 წუთამდე გაზრდა, გარდა იმისა, რომ გაართულებს ადგილზე გამოყენებას, სიმკვრივის მხოლოდ უმნიშვნელო შემცირებას იძლევა და არ წარმოადგენს ეფექტიან გადაწყვეტას. სქემა 1.



1. ტესტები განხორციელდა ლ. კოპოლასა და დ. კოფეტის მიერ, ბერგამოს უნივერსიტეტის საინჟინრო ლაბორატორიები

საველე და ლაბორატორიული შემოწმება

ზემოაღნიშნული მოსაზრებების გათვალისწინებით, განისაზღვრა დუდაბის ოპტიმალური ფორმულა, რომელიც დაფუძნებულია ჰიდრაულიკურ კირსა და თიხის ფხვნილზე (Cocciopesto), რომლის შემადგენლობა წარმოდგენილია ჩანართ 2-ში.

Componente [-]	Quantità [parti]
Calce Idraulica	80
Cocciopesto	20
Sabbia 1.5-2.5 mm	60
Sabbia 1 - 1.5	75
Sabbia 0.5 - 1	75
Sabbia 0.25 - 0.5	30
Sabbia 0 - 0.25	60
Acqua	80
Additivo super-fluidificante	1
Additivo aerante	5



არქეოლოგიური კონსერვაციის ცენტრმა დაიწყო ამ სისტემით მუშაობა.

კერძოდ, დღეისთვის დადგენილია, რომ

- ხსნარი არის საკმარისად დენადი, რათა ადვილად ჩაისხას მილაკიდან შიგა დიამეტრით 10მმ. და მართლაც, მარმის კონუსის ტესტმა (ფოტო 1) აჩვენა, რომ 1 ლიტრი მასალა Ø 10 მმ თავაკში იცლებოდა 90 წამის განმავლობაში;
- ჰაერის შემტანი დანამატის 5%-იანი დოზირებისა და შერევის 10-წუთიანი დროის პირობებში, დადგენილ იქნა სველი და გამაგრებული დუდაბის სიმკვრივე, შესაბამისად, დაახლოებით 1250კგ/მ3 და 1050კგ/მ3.
- დუდაბის ნიმუშების მექანიკური სიმკვრივის ძალა შეფუთვიდან 7 დღის შემდეგ მერყეობს 0.30–0.50 MPa-ის ფარგლებში; 40 მმ სისქის მასალა, რომელიც დატანილია ტრავერტინის ბლოკზე და შენახულია ტენიანობის კონტროლის პირობებში (ფარდობითი ტენიანობა $\geq 60\%$), 15 დღის შემდეგ არ ავლენს ბზინვისა ან მასის მოცილების მნიშვნელოვან ნიშნებს.



პროტოკოლით

გათვალისწინებული სხვა ტესტები ახლა პროცესშია და მსგავსად რაც უკვე ჩატარდა „NHL + Cocciopesto“-ს ნაზავისთვის, ფორმულის ოპტიმიზირება სხვა სამი სახეობის შემკვრელით დამზადებული დუდაბისთვის ასევე მიმდინარეობს.





პრევენციული კონსერვაცია

დაგეგმილი აქტივობები

გელათის მონასტრის ღვთისმშობლის მოზაიკის საკონსერვაციო მდგომარეობის კვლევამ წარმოაჩინა მნიშვნელოვანი კრიტიკული საკითხი: მოზაიკა კედლის სტრუქტურას მოშორებულია აფსიდის კონქის ზედა ნაწილში, სადაც დაშორება მერყეობს 1 მმ-დან 20 მმ-მდე და მოიცავს დაახლოებით 35 მ² ფართობს.. (ფოტო N1)

როგორც რისკების შეფასების თავშია აღწერილი, მოცემული მდგომარეობა უკიდურესად სერიოზულ საფრთხეს წარმოადგენს. მოზაიკის მთლიანი ნაწილის ჩამოშლის რისკი, დღეს, გარკვეულწილად შემცირებულია 1980-იან წლებში ინტერვენციის დროს კარლო ბაკურაძის მიერ გამოყენებული თითბრის სარჭების მოწყობით. შექმნილი მდგომარეობის დასაძლევად, გადაუდებლად აუცილებელია მოზაიკასა და სტრუქტურის ქვის საყრდენს შორის ფიზიკური კავშირის აღდგენა — მით უფრო, რომ დაგეგმილია არქიტექტურულ კონსტრუქციაზე ჩარევები ეკლესიის გარეთ, აფსიდის ნაწილში, რომლის მიზანია წვიმისგან დამცავი გადახურვის აღდგენა.

მოზაიკის კონსოლიდაციის ანალოგიური ოპერაცია, რომელიც გულისხმობს სტრუქტურიდან მოცილებული ფენების შევსებას კირის ბაზაზე დამზადებული ღულაბით, უნდა განხორციელდეს სველ (და შესაბამისად უფრო მძიმე) ზედაპირებზე. ეს აუცილებლობა მოითხოვს მოზაიკისთვის გარე დამცავი კონსტრუქციის წინასწარ მოწყობას, რომელიც უზრუნველყოფს მისი ზედაპირების დაცვას კონსოლიდაციის ამ მეტად ფრთხილ ეტაპზე. თუმცა, აღნიშნული სტრუქტურა, მოზაიკის ზედაპირს უნდა დაეფუძნოს შესაბამისი დამცავი ბადის გამოყენებით, რომელიც მთლიანად დაფარავს იმ ზედაპირს, სადაც სტრუქტურიდან მოცილების ფენომენი გვაქვს და შემდგომი კონსოლიდაციის სამუშაოები უნდა განხორციელდეს.

ამ სამუშაოების ჩასატარებლად გარკვეული პრევენციული სამუშაო უნდა განხორციელდეს მოზაიკაზე:

- ტესერების მიმაგრების მდგომარეობის შემოწმება და არამდგრადი ელემენტების დროებითი ფიქსაცია;
- ტესერების ქვეშ არსებული ფენების შემოწმება და იმ უბნების კონსოლიდაცია, სადაც სიმყიფე ან არასტაბილურობა შეიმჩნევა;
- მოზაიკის ზედაპირის მშრალი წმენდა;
- ოქროსა და ვერცხლის ფურცლოვანი ტესერების გარსის კონსოლიდაცია;
- კრისტალიზებული მარილოვანი ნალექების მშრალი მოცილება;
- მოზაიკის მცირე მონაკვეთების წინასწარი სველი წმენდა;
- მოზაიკაზე საფარველად ბამბის თხელი ქსოვილის - დოლბანდის ჩამოფარება.

მხოლოდ აღნიშნული წინასწარი სამუშაოების დასრულების შემდეგ გახდება შესაძლებელი პრევენციული დამცავი კონსტრუქციის მონტაჟი, რასაც მოჰყვება მოზაიკის ზედაპირთან მისადგმელი საყრდენი ბოძების ჩამაგრება.

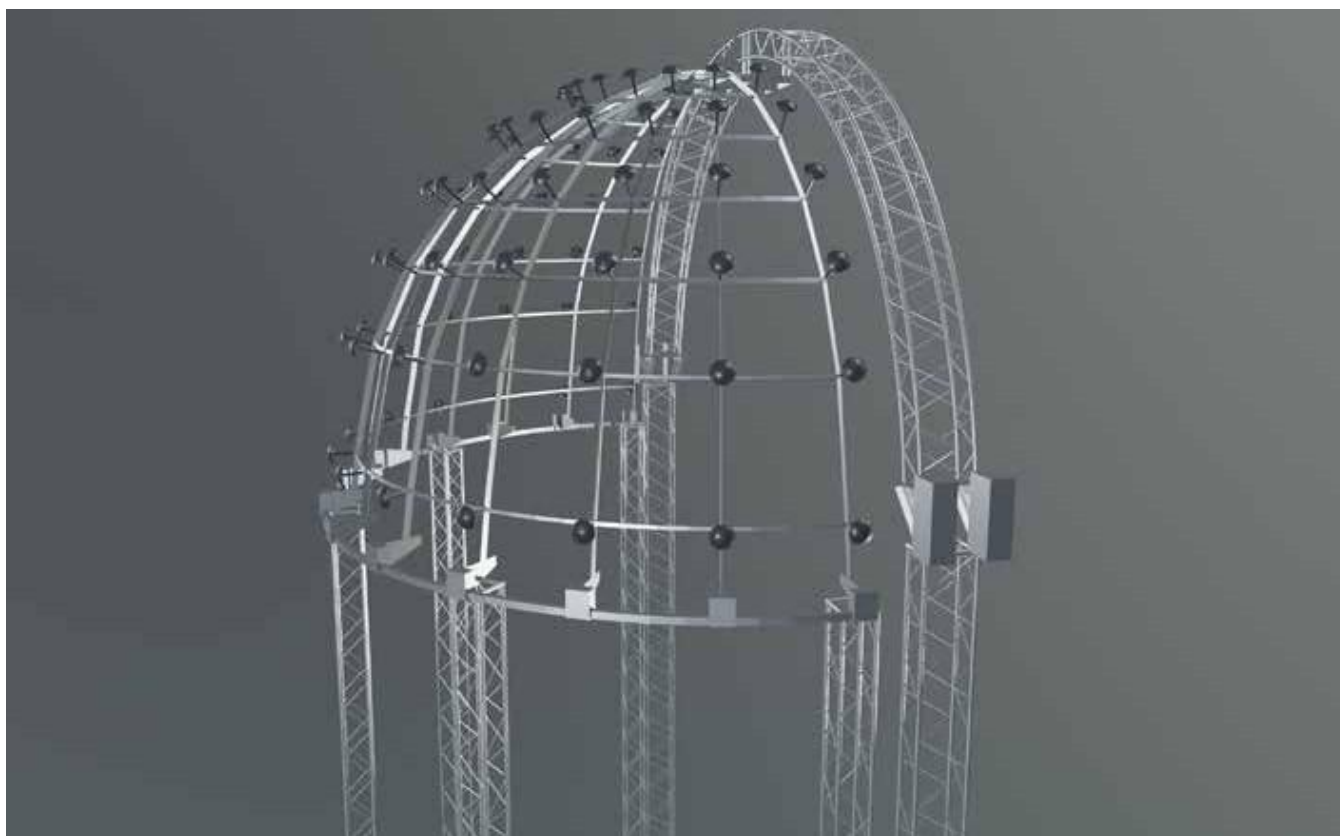
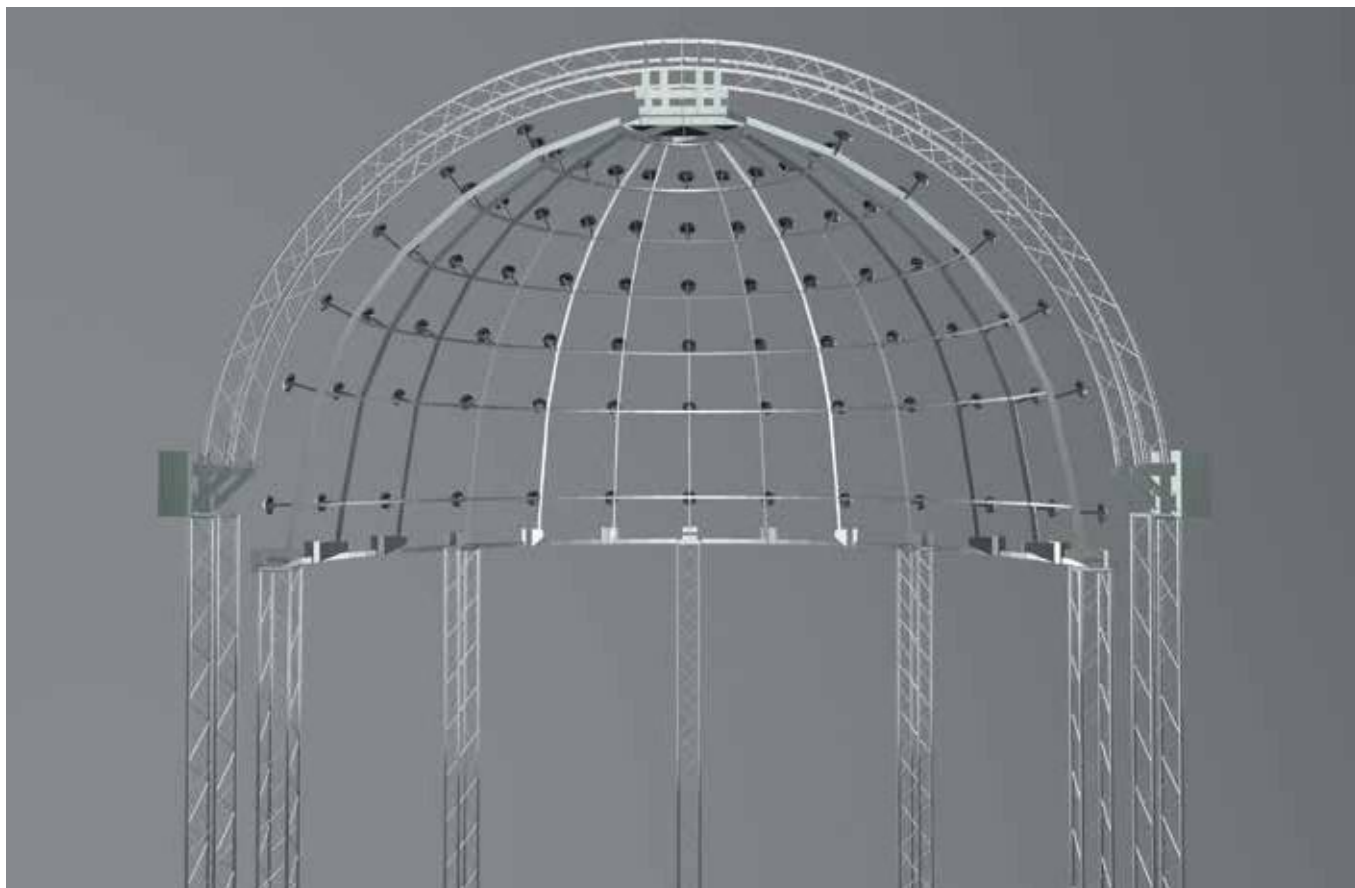
ეს აქტივობები უკეთესად არის აღწერილი ქვემო თავებში.

ტესერების მდგომარეობის შემოწმება და გადაუდებელი ინტერვენცია უზრუნველყოფილი უნდა იყოს სარესტავრაციო საქმიანობამდე.



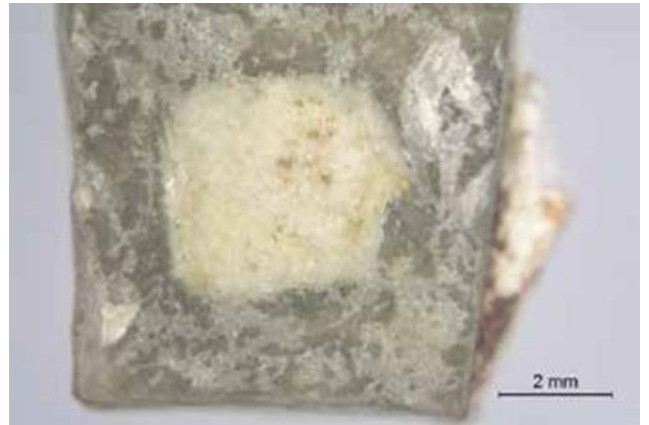
1. მოცილებული უბნების დეტალური სქემა







ვიდრე მოზაიკის რესტავრაციის დაგეგმილ სამუშაოს შევუდგებოდეთ, საჭიროა გულდასმით შევამოწმოთ ტესერების მიმაგრების ხარისხი ორიგინალ საფუძვლის ფენასთან, ისევე როგორც უნდა შემოწმდეს გარსის მთლიანობის ხარისხი ოქროს და ვერცხლის ფურცლოვან ტესერებზე. დაგეგმვის ფაზაში მომზადებული დოკუმენტაციის საფუძველზე, ტესერები ინდივიდუალურად შემოწმდება, ხოლო დეფორმირებული ან მყიფე ელემენტები სპეციალური ფერადი მარკირებით აღინიშნება, რათა შესრულდეს წინასწარი გამაგრება. სამუშაოები წარიმართება ინდივიდუალურ ტესერებზე და შეზღუდულ ფართობზე. დოკუმენტაცია, რომელიც დაგეგმვის ეტაპზე იყო მომზადებული, განახლება ახლადმიღებული მონაცემების შესაბამისად.



ტესერების დროებითი ფიქსაცია და ორიგინალი დუღაბის ზედაპირული კონსოლიდაცია

წინა შემოწმების ფაზაში გამოვლენილი ყველა კრიტიკული საკითხი უნდა გადაიჭრას, ვიდრე კონსერვაციის სხვა სამუშაოებზე გადავალთ. ამ მიზნით, განხორციელდება ინდივიდუალურად არამდგრადი ტესერების დროებითი ფიქსაცია. სამუშაო არეალი წინასწარ გაიწმინდება მტვრისგან მსუბუქი ჰაერის ნაკადით, ხოლო სადაც შესაძლებელია, მოხდება მექანიკური გაწმენდა რბილი ფუნჯების მეშვეობით. ყველა იმ შემთხვევაში, სადაც ტესერების ქვედა ფენასთან მიმაგრება არასტაბილურია, განხორციელდება შემდეგი ღონისძიებები:

- A) ერთეული ტესერების შემთხვევაში: კვშირის ხელახალი აღდგენა - ამოღებითა და დუღაბის გამოყენებით პოზიციაზე დაბრუნებით, რომელიც წარმოადგენს წყალში გაზავებულ PLM SM მასალას. წინასწარ მოხდება დასამუშავებელი არეალის წინასწარი მოხდება. ტესერების ხელახალი ჩამაგრების შემდეგ საჭიროა დაველოდოთ დუღაბის ნაწილობრივ გამკვრივებას, რის შემდეგაც მოხდება ზედმეტი მასალის მოცილება ნაკერებიდან და ზედაპირიდან დუღაბის სითეთრე შემცირდება აკვარელის საღებავის თხელი ფენით, რომელსაც ჯერ კიდევ რბილ დუღაბზე გამოვიყენებთ.





B) იმ უბნებში, სადაც მრავალი ტესერას არასტაბილურობა შეიმჩნევა: კონსოლიდაცია განხორციელდება ჰიდრავლიკური ღუღების ტესერებს შორის არსებულ სივრცეებში შეყვანით. თუ საჭიროა, ფართობი დაცული იქნება ბამბის ქსოვილის დოლბანდით, რომელიც 10% პარალოიდ B72 თერმოპლასტიკური ფისით იქნება დამუშავებული. ღუღების შეყვანა მოხდება მპრიცით - წყალში გახსნილი PLM SM მასალის გამოყენებით, მას შემდეგ, რაც ღუღები გამაგრდება, საფენი მოიხსნება აცეტონით, ზედაპირი გაიწმინდება ფისისა და ზედმეტი შემკვრელისგან და ღუღების სითეთრე შერბილდება აკვარელის რეტუმირებით.





მოზაიკის წინასწარი მშრალი წმენდა

წინასწარი მშრალი წმენდა არის ოპერაცია, რომელიც უნდა შესრულდეს მხოლოდ იმისთვის, რომ შერჩევადაც და თანდათანობით მოიხსნას არასტაბილური დანალექი მოზაიკის ზედაპირიდან, რომელიც სხვა მხრივ, კონსოლიდებული იქნებოდა ტესერების ზედაპირზე ფისით/წებოთი, დამცავი ბამბის ქსოვილის გადაკვრის დროს. ის განხორციელდება მექანიკური მშრალი წესით: ზედაპირებიდან მტვერს აიღებენ რბილი ფუნჯებით და მტვერსასრუტით, რათა აღმოიფხვრას მტვერის დანალექები, მათ შორის ტესერებს შორის არსებული სივრცეებიდანაც. ამ ფაზაში ასევე მოიხსნება აქტიური გამომარილებები, რათა სუბსტრატში სველი წმენდის დროს არ მოხდეს მათი გახსნა, მიგრაცია გვედრით არეალებზე ან ხელახალი შეწოვა.





გარსის (*cartellina*) კონსოლიდაცია

ოქროსა და ვერცხლის ფურცლოვანი ტესერების გარსის წერტილოვანი და ზოგადი კონსოლიდაცია განხორციელდება აკრილის პოლიმერის ინექციით, როგორც არის 10% პარალოიდი B72 აცეტონში. იმ ტესერებისთვის, რომელთაც უკვე დაკარგული აქვთ გარსი და შესაბამისად, ოქროს ფურცელი გამოსულია ზედაპირზე, განხორციელდება ზედაპირის წინასწარული დამუშავება - აცეტონში დასველებული ბამბით ლოკალური ტამპონირებით, რის შემდეგაც ზემოთ აღწერილი აკრილის ხსნარი ფუნჯით დაედება.

მცირე უბნების წინასწარი სველი წმენდა (სადაც ეს შესაძლებელია)

წინასწარი სველი წმენდის პროცედურა განხორციელდება მხოლოდ მცირე მოცულობის მონაკვეთებზე, სადაც 1980-იანი წლების რესტავრაციიდან დარჩენილი თითბრის სარჭების არსებობა უსაფრთხო ინტერვენციის შესაძლებლობას იძლევა. ეს ოპერაცია საშუალებას გვაძლევს მოვამოროთ ყველაზე ზედაპირული, სუსტად მიკრული ქუჩყი, ან/და მარილები, რაც შემდგომ ქსოვილის გადაკვრის ეტაპზე უზრუნველყოფს შემცირებული რაოდენობის ქუჩყის დანაღების ან/და მარილების ლოკალურ ფიქსაციას. დანაღები, რომელიც არის ტესერებს შორის არსებულ შუალედურ სივრცეებში ასევე მოიხსნება ფრთხილი მექანიკური ზემოქმედებით რბილი ფუნჯის, ბუნებრივი ღრუბლისა და სკალპელის გამოყენებით.





მოზაიკაზე დამცავი საფარის გადაკვრა

აფსიდის კონქის ზედა ნაწილში, მოზაიკის ყველა უბანი, რომელიც ქვის წყობის სტრუქტურულად ძლიერ არის მოცილებული (იხილეთ რუკა წითელი მინიშნებებით) დაიფარება ბამბის ქსოვილის დოლბანდით, რომელიც უშუალოდ მოზაიკის ზედაპირს გადაეკვრება, და საჭიროების შემთხვევაში გაძლიერდება მეორე დამატებითი ფენით. ეს ოპერაცია ჩატარდება ორი შესაძლო მაკავშირებლის გამოყენებით:

A. ბუნებრივი ფქვილის წებო, ან

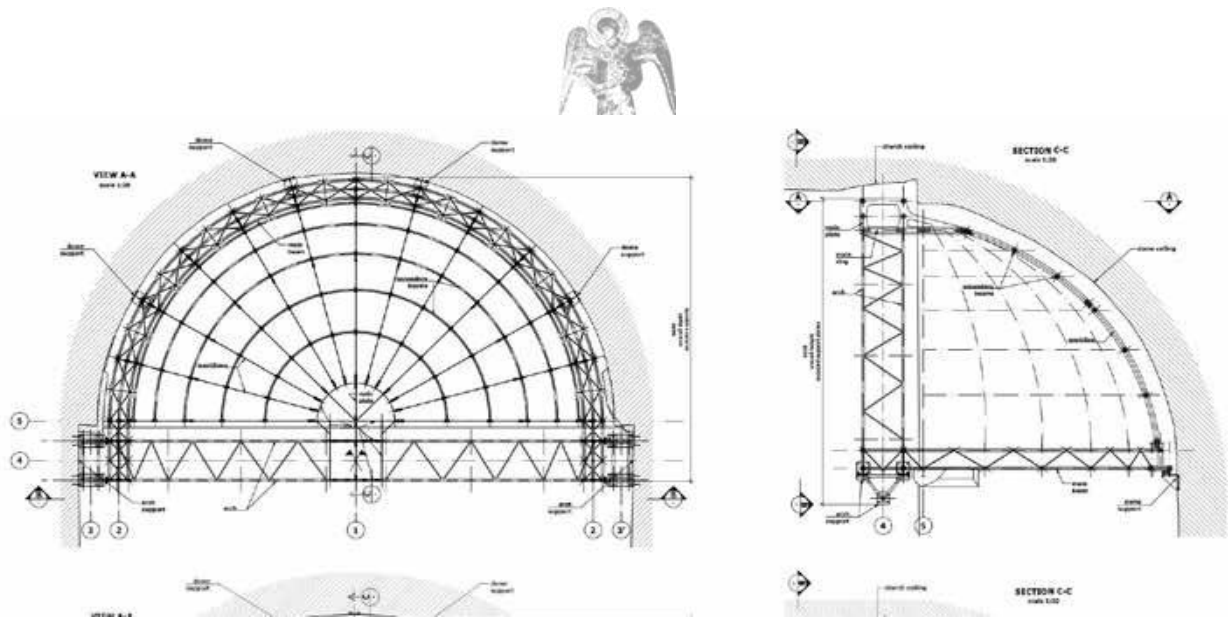
B. აკრილის ფისი (Paraloid B72) აცეტონში.

- პირველი გადაწყვეტა (A), მოიცავს ბუნებრივ, არატოქსიურ მასალის გამოყენებას, რომელიც იხსნება ცხელ წყალში ან ორთქელში. თუმცა, მას აქვს შეზღუდული ვარგისიანობის ვადა და მოწყვლადია მიკროორგანიზმების ზემოქმედების მიმართ;
- მეორე გადაწყვეტა (B), უზრუნველყოფს მაღალ სტაბილურობას დროში და მდგრადობას ბიოლოგიური ზემოქმედების მიმართ. თუმცა, ის წარმოადგენს სინთეტიკურ მასალას, რომელიც ითხოვს დიდი რაოდენობით გამსხნელების გამოყენებას - განსაკუთრებით მოხსნის ეტაპზე. ამდენად, ეს არის ეფექტიანი, მაგრამ ტოქსიკური ხსნარი.

ამ ორ გადაწყვეტას შორის არჩევანი დამოკიდებული იქნება დროის მოსალოდნელ პერიოდზე პრევენციული დაცვის ინტერვენციასა და ძირითად რესტავრაციას შორის.

ეს ხანგრძლივობა თავის მხრივ კი დამოკიდებული იქნება ეკლესიის გარე არქიტექტურაზე ინტერვენციებსა და დამკვეთის მიერ საბოლოო საკონსერვაციო ინტერვენციის გრაფიკის განსაზღვრაზე. თუ მოსალოდნელი ხანგრძლივობა 24 თვეზე ნაკლებია, გადაწყვეტის A ვარიანტი იქნება გამოყენებული; თუ მოსალოდნელია უფრო ხანგრძლივი პერიოდი, მაშინ ავირჩევთ გადაწყვეტის B ვარიანტს.



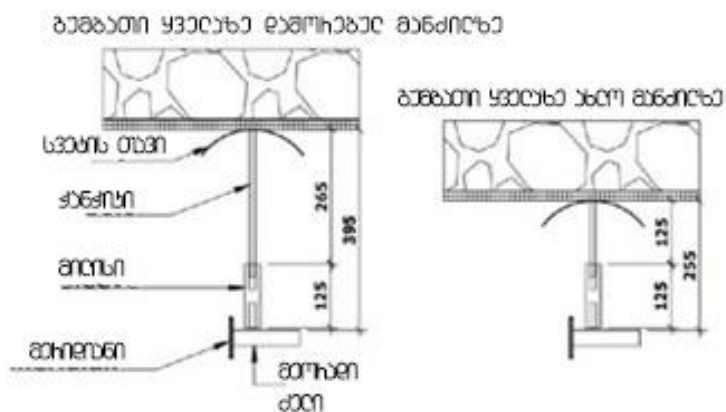


პრევენციული დამცავი სტრუქტურის მოწყობა

პრევენციული დამცავი სტრუქტურის მონტაჟი განხორციელდება მხოლოდ მას შემდეგ, რაც სრულად დასრულდება ყველა მოსამზადებელი სამუშაო, მათ შორის მოზაიკის ზედაპირის დამაგრება, გაწმენდა, კონსოლიდაცია და დროებითი ქსოვილის გადაკვრა.

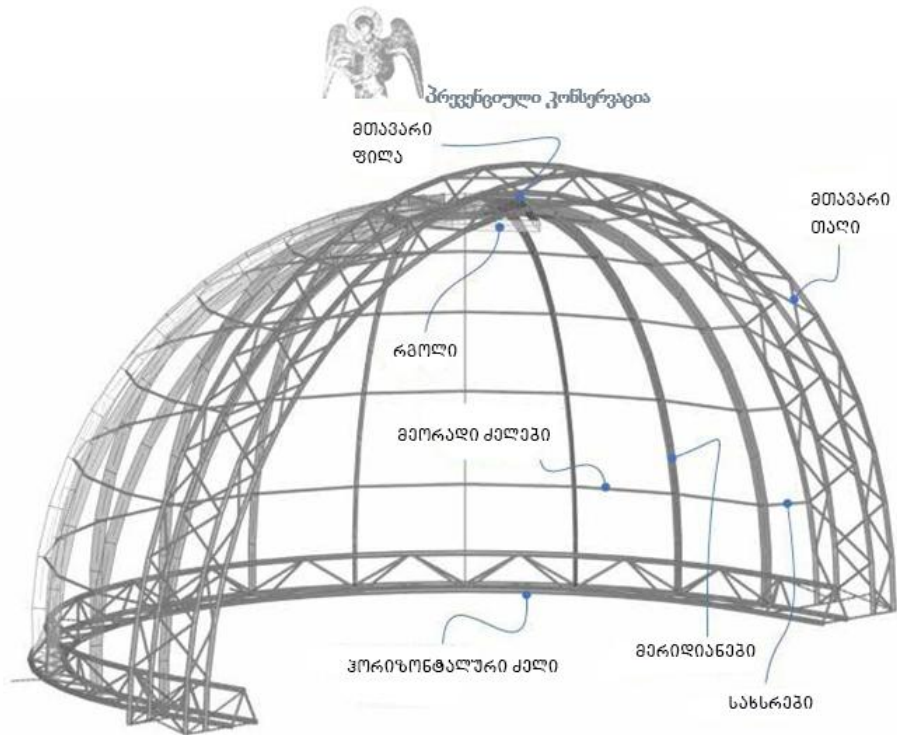
აღნიშნული სტრუქტურა დაპროექტებულია როგორც მოდულური, სახელოსნოში წინასწარ დამზადებული კონსტრუქცია, რომელიც შეიქმნება წინასწარი კვლევითი ფაზის ფარგლებში მომზადებული საპროექტო ესკიზების მიხედვით. როგორც ქვემოთ არის აღწერილი, სტრუქტურა წარმოადგენს რადიალურ საყრდენ სისტემას, რომელიც თავის მხრივ იჭერს მცირე საბჯენი ელემენტების მარაოსებრ ბადეს, და უზრუნველყოფს მოზაიკის ნაწილების სტაბილურობას დუღაბის ჩანაცვლებისა და კონსოლიდაციის ოპერაციების დროს. სტრუქტურის მონტაჟი განხორციელდება ორიდან ერთ-ერთი ვარიანტის მიხედვით: ან იქნება ჩამაგრებული კედლის სტრუქტურის შერჩეულ წერტილებში; ან დაეყრდნობა ფოლადის შვიდ სვეტს, რომლებიც თავის მხრივ დაეყრდნობა პირდაპირ საკურთხველის იატაკს. ეს ფოლადის სვეტები, განთავსდება ვერტიკალურად, ხარაჩოსა და აფსიდის კედელს შორის არსებულ თავისუფალ სივრცეში.

სტრუქტურის ეს ვარიანტი, რომელიც შექმნილია ფოლადისგან, სტრუქტურულად დამოუკიდებელი უნდა იყოს იმ პლატფორმისგან, სადაც ოპერატორები გადაადგილდებიან, რათა ადამიანთა მოძრაობით გამოწვეულმა ვიბრაციებმა ზიანი არ მიაყენოს მოზაიკას.



მეტალის სტრუქტურის დაპროექტების კონცეფცია ორი განსხვავებული სცენარის გათვალისწინებით არის შემუშავებული. ორივე ვარიანტი მიზნად ისახავს მოზაიკის ზედა ნაწილის მთლიანობის დაცვას. პირველი სცენარი გულისხმობს ფოლადის სტრუქტურის აგებას, რომლის მიზანია მოზაიკის ზოგიერთი ნაწილის ლოკალური მოცილების მართვა დეფორმაციის მინიმუმამდე დაყვანით. ფოლადის სტრუქტურა დაპროექტებულია იმგვარად, რომ გაუმკლავდეს ისეთ გაუთვალისწინებელ მოვლენებს, როგორიცაა კრიტიკულ ზონებში არსებული მოზაიკის გარკვეული ნაწილების ჩამოცვენა, სადაც დატვირთვამ შესაძლოა 200 კგ-მდე მიაღწიოს. ამგვარი მიდგომის მიზანია, რომ სტრუქტურამ შეინარჩუნოს თავისი ნაკისრი ფუნქცია მსგავს ანომალიათა პირობებშიც კი და უზრუნველყოს, რომ საერთო დეფორმაციები არ აღემატებოდეს 5 მმ-ს.

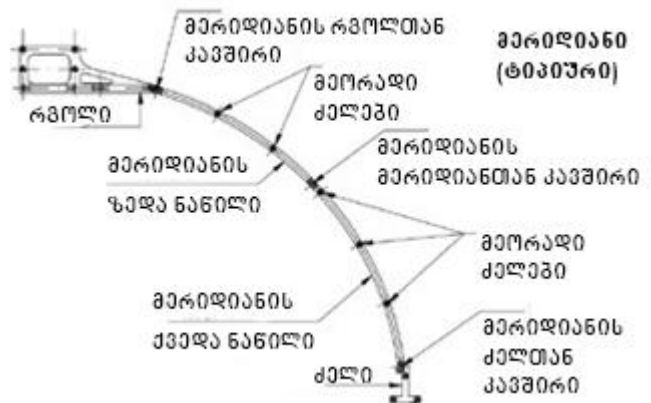
ეს მიდგომა უზრუნველყოფს მაღალი დონის სტრუქტურულ მდგრადობას, რაც იძლევა იმის გარანტიას, რომ მოზაიკის დარჩენილი ნაწილი კვლავ საკმარისად დაცული იქნება და არ მოხდება საერთო გეომეტრიის ისეთი ცვლილება, რაც შესაძლოა შემდგომი დაზიანებების გამოიწვევას გახდეს. მეორე სცენარში ყურადღება გადატანილია სტრუქტურის უნარზე, გაუძლოს ზეწოლას, რომელიც წარმოიქმნება მოზაიკის კონსოლიდაციისა და სტაბილიზაციისთვის გამოყენებული დუღაბის ინიექციების შედეგად. გათვალისწინებულია, რომ ზეწოლა შეადგენს დაახლოებით 0.1 კპა-ს. ეს მაჩვენებელი, მიუხედავად მისი მცირე მოცულობისა, მთელ ზედაპირზე გავრცელების შემთხვევაში, ქმნის არსებით სტრესს, რომელიც მართვას საჭიროებს. ამ შემთხვევაში ღიზანის აქცენტი კეთდება ფოლადის სტრუქტურის სიმსუბუქისა და ოპტიმიზაციის უზრუნველყოფაზე, რათა დუღაბის ზეწოლამ არ გამოიწვიოს დეფორმაციები ან სტაბილურობის დაკარგვა, რაც საფრთხეს შეუქმნიდა მთლიან სისტემას. ღიზანის ეს ორმაგი სტრატეგია შესაძლებელს ხდის ორი განსხვავებული, თუმცა მოქნილი და გამძლე სტრუქტურული გადაწყვეტის შემუშავებას. პირველი სცენარი უზრუნველყოფს მოზაიკის დაცვას და შეკავებას ადგილობრივად მოშორების პირობებში, რაც კრიტიკულად მნიშვნელოვანია მისი მხატვრული ღირებულების შესანარჩუნებლად. მეორე სცენარი კი ამაღლებს სტრუქტურის ადაპტაციის უნარს დუღაბის ინექციების პროცესში წარმოქმნილი დატვირთვების მიმართ. შედეგად, განისაზღვრება ორი სტრუქტურული გადაწყვეტა, რომელთაგან თითოეული ოპტიმალურად ეხმარება განსხვავებულ დატვირთვით სიტუაციებს. ეს მიდგომა იძლევა სტრუქტურული ჩარევის დაკონკრეტებისა და ადაპტაციის საშუალებას ყველაზე მოსალოდნელ სცენარებზე დაყრდნობით და ამავდროულად იცავს სიმსუბუქის, მარტივობისა და მხატვრული ღირებულების პატივისცემის ძირითად პრინციპებს.



ორივე სცენარში კონქის გეომეტრიული უსწორმასწორობის გამო, არსებითია სიმაღლეში რეგულირებადი საყრდენი სისტემა, რომელიც ზუსტად მოერგება კამარის (უსწორმასწორო) ფორმას. მერიდიანებისა და გრძივ კოჭთა განლაგება და შუალედები ისეა დაპროექტებული, რომ ხელი შეუწყოს რესტავრატორების სამუშაოს: სპეციალისტებს შეუძლიათ კომფორტულად იმუშაონ სტრუქტურის ბაძებს შორის, მოზაიკასთან მაქსიმალურად ახლოს, ისე, რომ მათ სტაბილურობას არ დაემუქროს საფრთხე. გარდა ამისა, ორივე საპროექტო სცენარის მიხედვით, სტრუქტურამ უნდა უზრუნველყოს ისეთი დონის მდგრადობა და სიხისტე, რომელიც ეფექტიანად დაიჭერს საყრდენებს სამუშაოების მიმდინარეობისას. ეს მოთხოვნა აუცილებელია იმისათვის, რომ სამუშაოსგან ან გარემო პირობებისგან წარმოქმნილი დატვირთვის მიუხედავად, სტრუქტურული მხარდაჭერა დარჩეს საიმედო და უსაფრთხო.

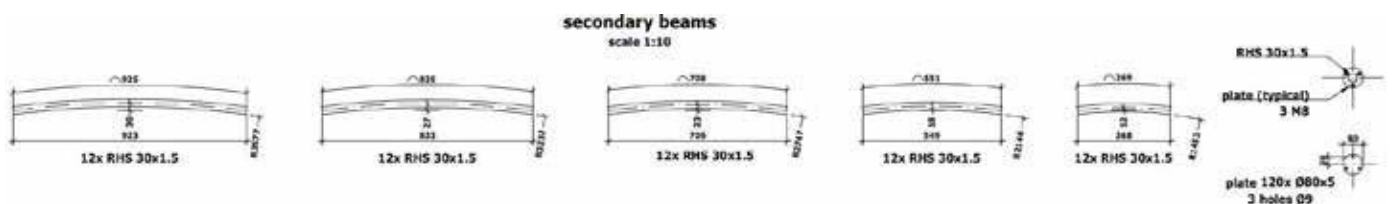
სტრუქტურა 1: ადწერა

სტრუქტურა სამგანზომილებიანია და გეომეტრიულად დაახლოებით ელიფსის მეოთხედს შეესაბამება, განივი პროექციით დაახლოებით 8-9 მეტრის დიაპაზონში (აფსიდის და კონქის ზომის მიხედვით) მთლიანი სიმაღლე დაახლოებით 5მ და სიღრმე 4-5მ-ია. სტრუქტურა მთლიანად ლითონის კონსტრუქციას წარმოადგეს და მისი აწყობა ადგილზე ხდება ხრახნიანი ჭანჭიკების გამოყენებით.



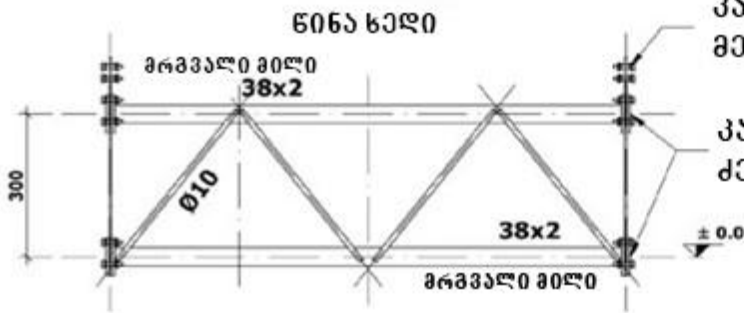
სტრუქტურის ძირითადი ელემენტებია:

- ვერტიკალური ძელები, რომელსაც მერიდიანი ეწოდება, და რომელიც ქმნის ძირითად ჩარჩოს, დამზადებულია 80 მმ x 6 მმ-ის ზომის ფირფიტებით, რომლებიც მოჭრილია და ფორმით მორგებულია გუმბათის მრუდს.
- მეორეული ჰორიზონტალური ძელები, რომლებიც მერიდიანებს ერთმანეთთან აერთებს და ამავე დროს ამყარებს მთლიან კონსტრუქციას, ასევე იძლევა იმ შესაძლებლობას, რომ მოზაიკის დამჭერი საყრდენები თავისუფლად განთავსდეს. შესრულებულია 30 მმ-იანი ოთხკუთხა პროფილებით.



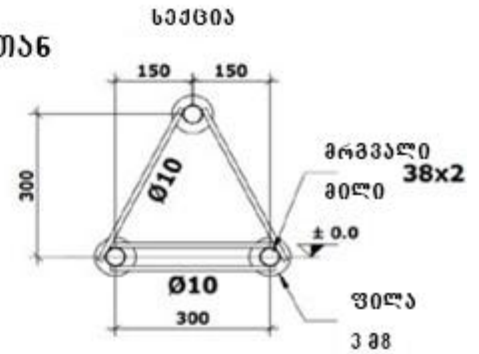


ძეგლის გეგმა (12 პართული) scale 1:10



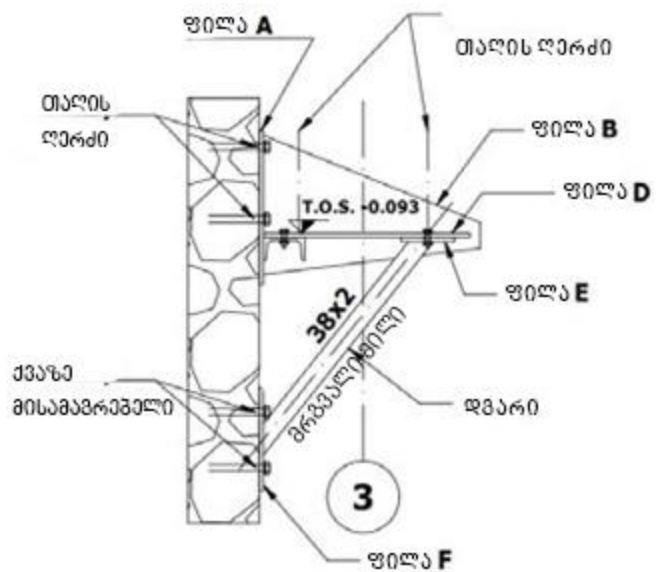
კავშირი მერიდიანთან

კავშირი ძელთან

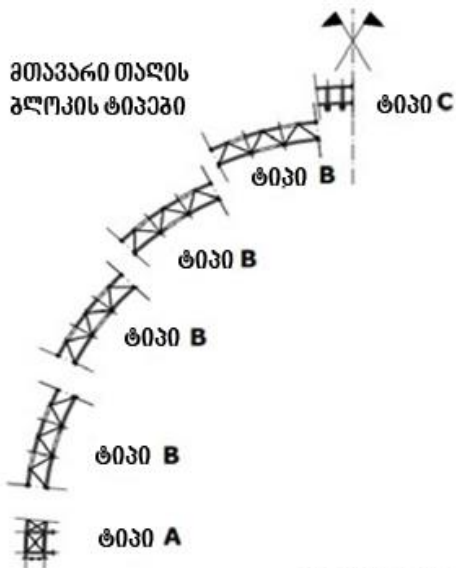


- ჰორიზონტალური თაღოვანი ძელი, რომელიც აერთებს ყველა მერიდიანს საფუძველში დამზადებულია ცხურისებრი სეგმენტებიდან, 38მმ დიამეტრის მილაკებით და 10მმ დიამეტრის ძელაკებით;
- ვერტიკალური თაღი, რომელიც ამყარებს ზემოდან ყველა მერიდიანს, ხოლო ქვემოდან ჰორიზონტალურ ძელს, დამზადებულია ცხურისებრი სეგმენტებით 38მმ დიამეტრის მილითა და 10/16მმ დიამეტრის ძელაკით.

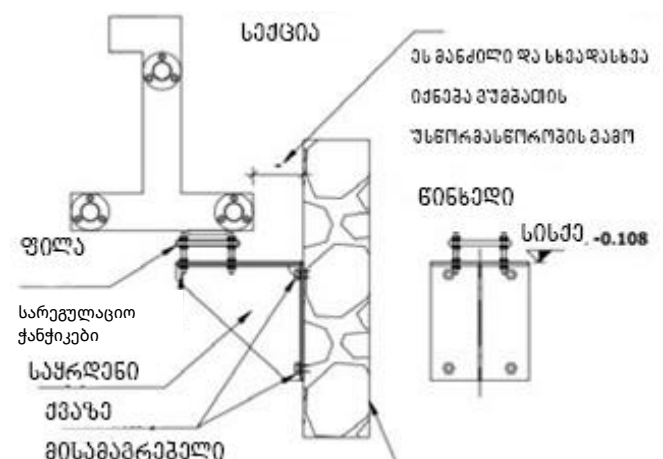
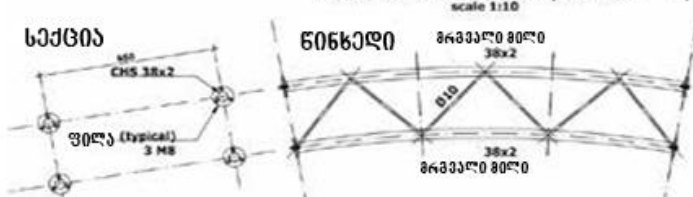
სტრუქტურის საყრდენი წერტილებია: ორი - ვერტიკალური თაღის ძირში (ფოტო 26) და ოთხი, რომლებიც აფსიდის მხარეს ჰორიზონტალურ თაღოვან ძელზეა დაყრდნობილი..

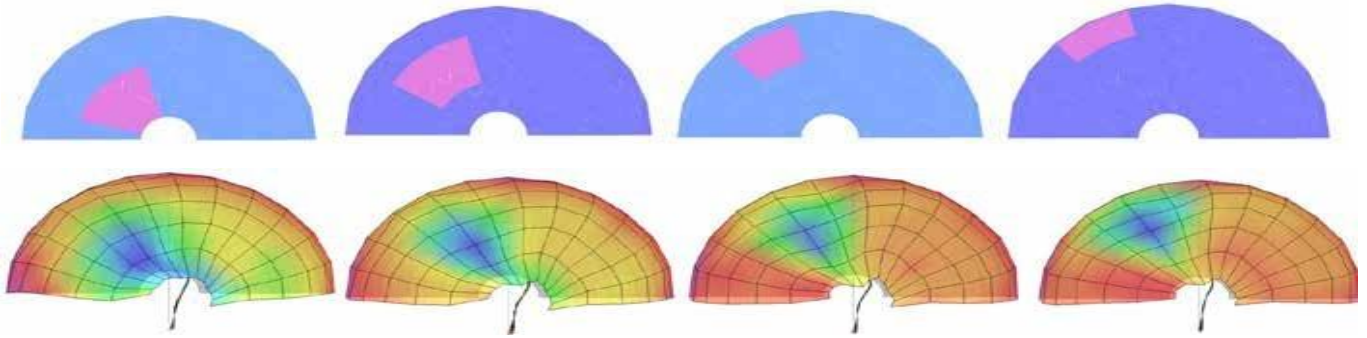


მთავარი თაღის გეგმა



თაღის გეგმა ტიპი B (8 პართული) scale 1:10





სტრუქტურა 1-ლი სცენარი:

სტრუქტურის განზომილება

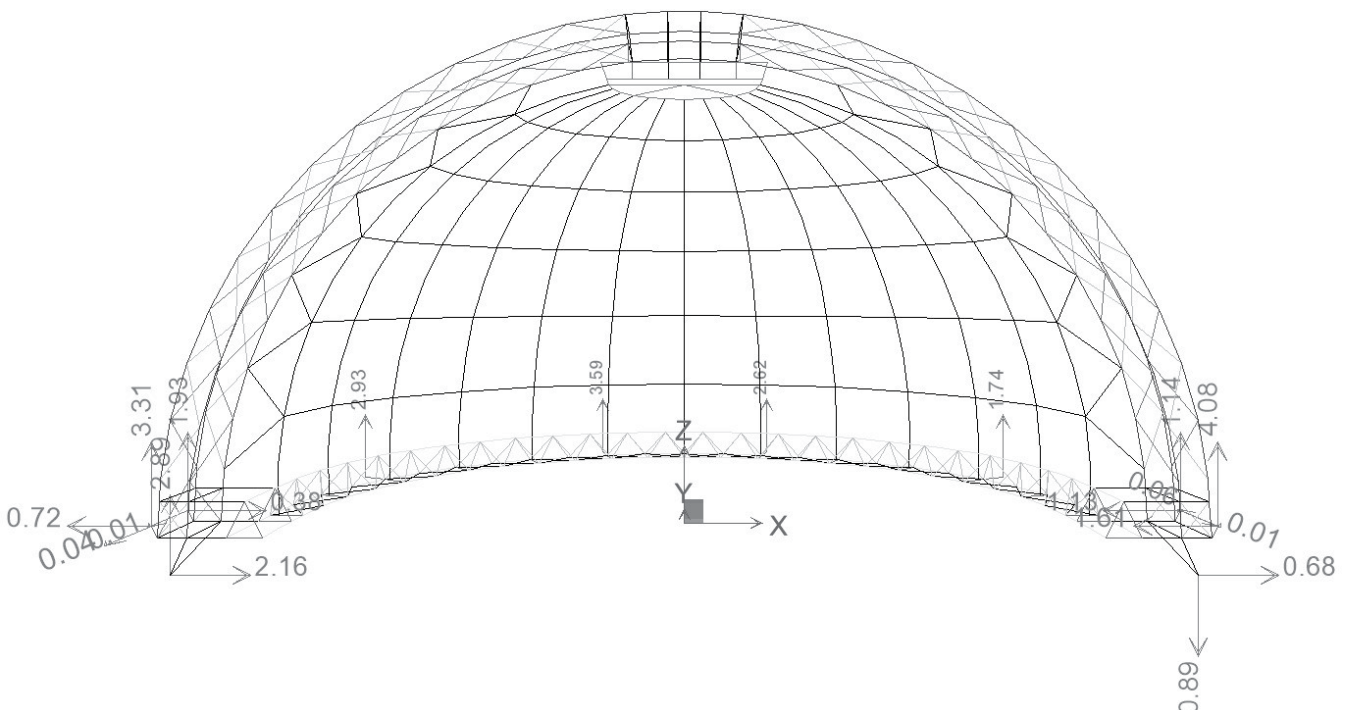
სტრუქტურის წონა არ აღემატება 1000 კგ-ს, რასაც ემატება დაახლოებით 300 კგ მუდმივი საყრდენის (საბჯენი ბოძები) წონა, იმ შემთხვევაში, თუ ყველა ერთდროულად აღიმართება. სტრუქტურის განზომილება შემუშავებულია იმ დამკვეთით, რომ ყველაზე არასახარბიელო ვითარებაში, როდესაც კონქის საფუძველს მოცილებული ნაწილის მასა იქნება დაახლოებით 200 კგ. ვერტიკალურმა დეფორმაციამ 5მმ-ს არ გადააჭარბოს. იმის გამო, რომ აფსიდის მხარეს საყრდენი წერტილების რაოდენობა მცირეა და გაანალიზებულია მძიმე დატვირთვის პირობები, საყრდენ წერტილებზე რეაქციები ზღვრულ მდგომარეობაში (გაძლიერებული დატვირთვებით) მოითხოვს მძლავრ დამაგრებებს (მაგალითად, 4M12).

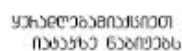
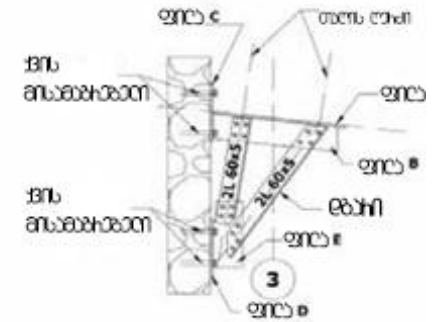
კონქზე, რაც საფუძველს უქმნის თავდაპირველთან შედარებით შეცვლილი ვერსიის შექმნას. კერძოდ, განხორციელდა შემდეგი ცვლილებები:

- **ჰორიზონტალური თაღოვანი კონსტრუქციის მოხსნა** (ფოტო 14): ამ ელემენტის გაქრობით მივიღეთ უფრო თხელი და ნაკლებად ინვაზიური პროფილი, რამაც გააუმჯობესა სტრუქტურის ინტეგრაცია არსებულ არქიტექტურულ გარემოსთან.
- **ცოცხალი დატვირთვის ჰიპოთეზების შემსუბუქება:** ნაკლებად მძიმე დატვირთვების მიღებამ, კომპონენტების ზომების ოპტიმიზებული განზომილების შექმნის შესაძლებლობა გააჩინა, ისე, რომ უზრუნველყოფილი ყოფილიყო ადეკვატური უსაფრთხოების ზღვრული შენარჩუნება სტრუქტურაზე ზედმეტი ზეწოლის გარეშე.

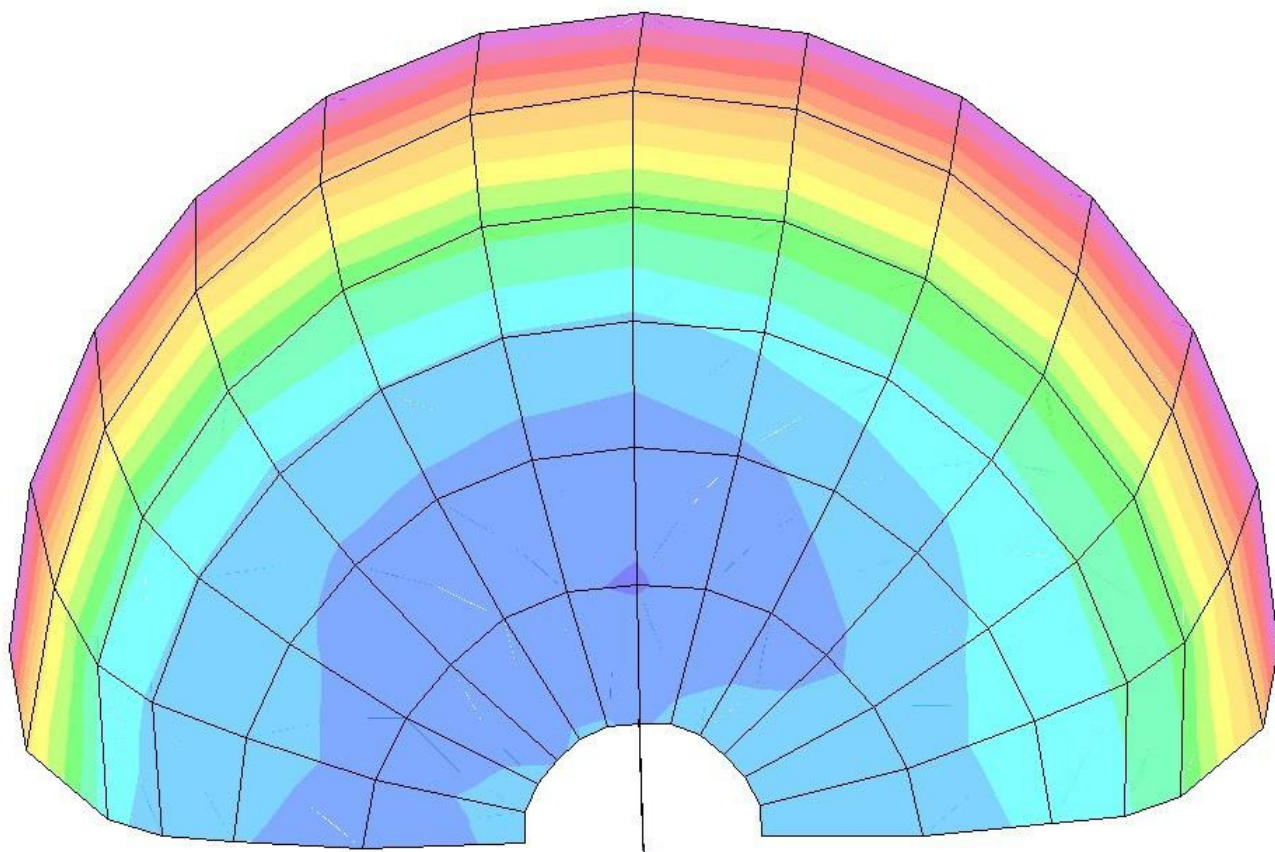
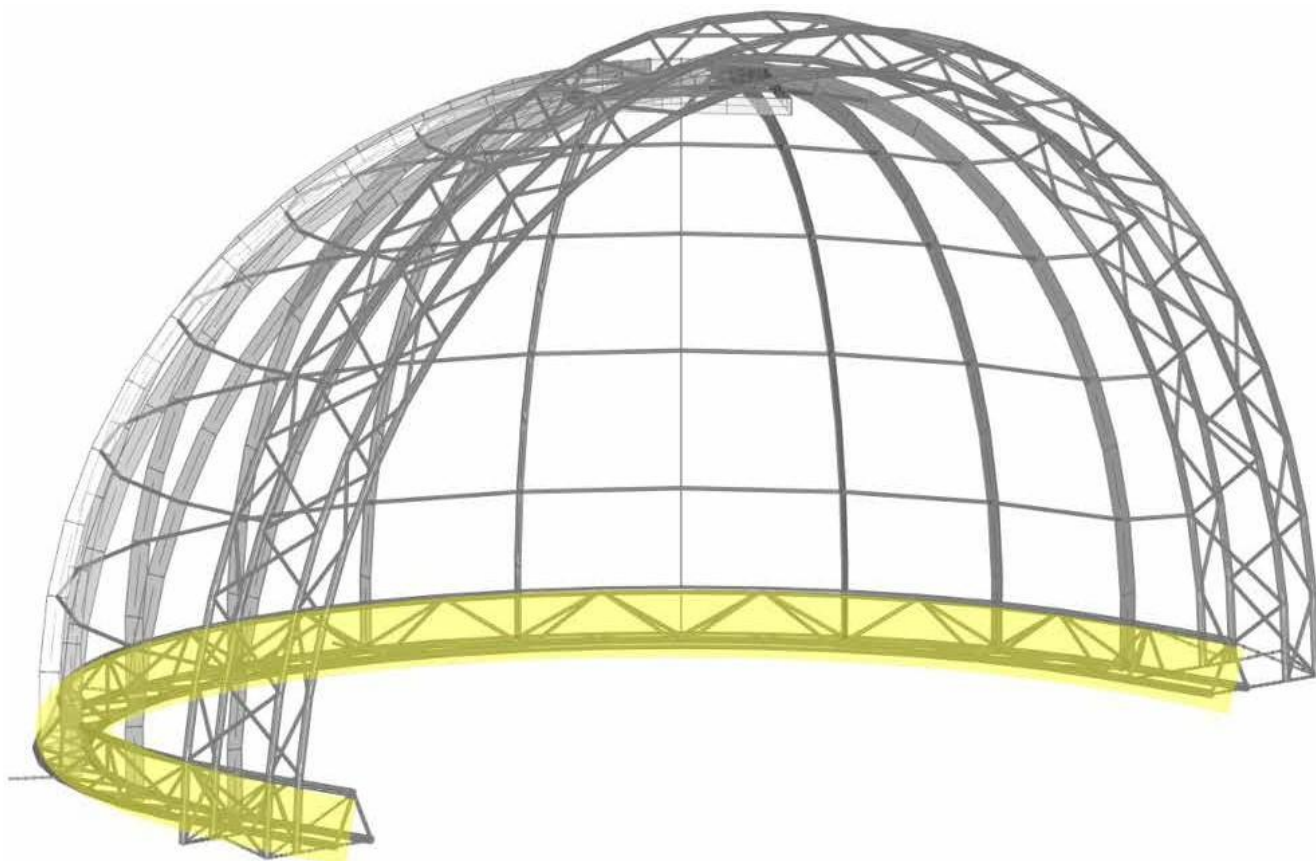
სტრუქტურა მე-2 სცენარი

მეორე სცენარის ჰიპოთეზების მიღებამ შესაძლებელი გახდა ფოლადის კონსტრუქციის ვიზუალური და სტრუქტურული ზემოქმედების მნიშვნელოვნად შემცირება





ახალი სტრუქტურის მთლიანი წონა შენარჩუნებულია 750კგ-ზე ნაკლებ დონეზე, რაც უზრუნველყოფს მსუბუქ და ნაკლებად ინვაზიურ გადაწყვეტას. ცოცხალი დატვირთვა, რომელიც გამოწვეულია როგორც დუბლის ინექციებით, ასევე, კონქის საკუთარი წონით, განიხილება, თანაბრად გადანაწილებული დახტობებით 0,1კპა სანიდლით და მიემართება როგორც რადიალური, ასევე ვერტიკალური მიმართულებებით, რაც რეალისტურად ასახავს იმ ზემოქმედებებს, რომლებსაც სტრუქტურა დაექვემდებარება. სტრუქტურული ანალიზით დადასტურდა, რომ მაქსიმალური დეფორმაცია, რომელსაც იწვევს ეს ახალი ცოცხალი დატვირთვა ლიმიტირებული რჩება და არ აღემატება 3-4 მმ-ს, რაც უზრუნველყოფს ინტერვენციის სტაბილურობასა და მთლიანობას. გარდა ამისა, ესთეტიკური და ფუნქციური კონსერვაციის პრინციპების დაცვის მიზნით, კონქის მხარეს მდებარე სამაგრები თავიდან დამუშავდა შემცირებული დიამეტრის (M8) ფორმით, რაც უზრუნველყოფს ნაკლებად ინვაზიურ ჩარევას.





პრევენციული კონსერვაცია აფეთქებები.

სასურველია, რომ სტრუქტურის დამონტაჟება მოახდინონ იგივე სპეციალისტ-ტექნიკოსებმა, ვინც შექმნა იგი და ამაში დაეხმარებიან CCA ცენტრის კონსერვატორები.

მოზაიკასთან კონტაქტში დამჭერი საყრდენების განთავსება: მას შემდეგ რაც დამონტაჟდება ფოლადის სტრუქტურა, გადამწყვეტ ეტაპს წარმოადგენს მოზაიკის დამცავი საყრდენების ჩასმა. ეს ელემენტები განთავსდება ჯვარედინა ძელებს შორის, რომლებიც ქმნიან სტრუქტურის ჩონჩხს და მიეზღინება მოზაიკის დამცავ საფარს. ისინი დამზადებული იქნება ინერტული და დრეკადი მასალისგან და იტვირთავს მოზაიკასთან მსუბუქი კონტაქტის ფუნქციას, დამატებითი ზეწოლის გარეშე. როგორც უკვე ხაზგასმით აღინიშნა, ეს წარმოადგენს პრევენციული დაცვის ღონისძიებას, რომელიც მიმართულია მოულოდნელი ტრავმული მოვლენების თავიდან ასაცილებლად და კონსოლიდაციის პროცესის დროს მხარდაჭერის უზრუნველსაყოფად, და არ წარმოადგენს რეალურ სტრუქტურულ საყრდენს. “გაუთვალისწინებელ ტრავმულ მოვლენებში” იგულისხმება სეისმური მოვლენები, შემთხვევითი ზიანის მიყენება ეკლესიის ფასადებზე მუშაობისას, ქვის წყობის სტრუქტურული ჩამონგრევა ან

ის დროა, ჩავუდრმავდეთ მოზაიკის სიმყიფის ცნებას, რომელიც უშუალოდ ეხება პრევენციული დაცვის სტრუქტურის ფუნქციას. მოზაიკა დამზადებულია მინის ტესერებისგან, რომლებიც მოწყობილია ღუდაბის ხისტ საფუძველზე. გარემო პირობებთან ურთიერთქმედების 8 საუკუნის შემდეგ, მინა-ღუდაბის სისტემა გარდაიქმნა ერთიან, მყარ, კრისტალებრივ და არაელასტიურ სტრუქტურად. სისტემა, რომელიც წააგავს კვერცხის ნაჭუჭს: კვერცხის ნაჭუჭზე ზეწოლით ვერ შევცვლით კვერცხის ფორმას, არამედ შეუქცევად ტეხვას გამოვიწვევთ.

ზუსტად იგივე მოხდება, თუკი წერტილოვანი ზეწოლა განხორციელდება მოზაიკაზე: იგი დაიფშვნება კრისტალური მინასავით. ამიტომ, ფოლადის სტრუქტურა გამიზნულია არა თუ მიაწვეს მოზაიკას, არამედ, მხოლოდ საჭიროების შემთხვევაში, გარედან მოახდინოს მისი დაჭერა/შეკავება. მაშინაც კი, როდესაც კონსოლიდაციის მიზნით, მოზაიკასა და კედლის სტრუქტურას შორის არსებულ ფენებში ღუდაბის ჩასხმა განხორციელდება, ფოლადის სტრუქტურასა და მოზაიკას შორის განთავსებული საყრდენები მხოლოდ პრევენციული დამჭერის ფუნქციას შეასრულებენ, მანამ, სანამ ღუდაბი ბოლომდე გამაგრდება.





კონსერვაცია და რესტავრაცია

მას შემდეგ, რაც გელათის მონასტრის ეკლესიის შიდა ზედაპირების რესტავრაციის ყველა დამხმარე ეტაპი დასრულდება და არქიტექტურული სტრუქტურების გარე ნაწილებზე — განსაკუთრებით აფსიდის ზონაში — შემდგომი სამუშაოები აღარ იქნება დაგეგმილი, დადება დრო ყოვლისმომცველი კონსერვაციის პროგრამის საბოლოო ეტაპის განხორციელებისთვის — ღვთისმშობლის მოზაიკის კონსერვაციისთვის. ეს ფაზა იქნება ხანგრძლივი, დელიკატური და თანმიმდევრული პროცესი; რომელიც უნდა წარიმართოს ისე, რომ ყველა მასალას ჰქონდეს დრო რომ დასტაბილურდეს და გამყარდეს. ოპერაციები შესრულდება უმაღლესი პროფესიონალიზმით, სრული შეგნებით, რომ საქმე გვაქვს ისტორიულ მოვლენასთან - პროცესთან, რომელიც ეტაპობრივად და სრული პასუხისმგებლობით უნდა განხორციელდეს. ეს არის უნიკალური მოვლენა, რომლის გამოვლა შეუძლებელია, და რომლის თითოეული ნაბიჯი სიდრმისეულად უნდა შეფასდეს და დროთა განმავლობაში გადამოწმდეს. ამგვარად, დაუშვებელია ნებისმიერი გარე ზეწოლა, რომელიც არ ეფუძნება მკაცრად ტექნიკურ გათვლებს. ინტერვენცია, რომელშიც ჰუმანიტარული ისტორიული კვლევა, მასალებისა და თავდაპირველი ტექნოლოგიების ტექნიკური ანალიზი, მეცნიერული გამოკვლევები, კონსერვაციის მეთოდოლოგია და ტექნოლოგია, დოკუმენტირება და ინფორმაციის გავრცელება თანმიმდევრულად წარიმართება ერთ უნიკალურ კულტურულ პროექტში, რომლის კლავწარმოება შეუძლებელია, და რომლის მიზანია ღვთისმშობლის მოზაიკის აღდგენა როგორც ღვთისმსახურებისათვის, ისევე საყოველთაო მნიშვნელობის ესთეტიკური აღქმისა და საზოგადოებრივი კულტურული ზიარებისთვის.

ინტერვენცია დაიწყება ზედაპირების საკონსერვაციო მდგომარეობის მონიტორინგით, რასაც მოჰყვება დროის ინტერვალი განხორციელებულ პრევენციულ ოპერაციებსა და ძირითად საკონსერვაციო ინტერვენციის დასაწყისის შორის.

ზედაპირების მდგომარეობა, დეგრადაციის ფენომენის შესაძლო ხელახალი გამოვლინებები, განსაკუთრებულად ხსნადი მარილების გამოკრისტალებასთან მიმართებაში, აგრეთვე მოზაიკის ტესერების ან გარსის ბზარებისა და ამრევეების შესაძლო ახალი არასტაბილურობა, რაც მანამდე დაფიქსირებული არ ყოფილა, იქნება შეფასებული და ხელახლა დოკუმენტირებული.

ეს განმეორებითი შეფასება დროთა განმავლობაში იქნება ძალიან მნიშვნელოვანი ინდიკატორი ძეგლის საკონსერვაციო ისტორიის შესაქმნელად, რაც აუცილებელია დეგრადაციის ფენომენის ევოლუციის მონიტორინგისთვის და მომავალი დაცვის ღონისძიებების დასაგეგმად.

ეს შეფასება გახდება ის საწყისი წერტილი, საიდანაც დაიწყება წინამდებარე ტექნიკური ოპერაციების განხორციელება.

ტესერების მდგომარეობის გადამოწმება

მოზაიკაზე დაგეგმილი რესტავრაციის დაწყებამდე, აუცილებელია ტესერების მდგომარეობის ფრთხილად გადამოწმება — როგორც მათი საფუძვლის ფენაზე მიმაგრების, ასევე გარსის კავშირისა ოქროსა და ვერცხლის ფურცლით დაფარული ტესერების ზედაპირთან. დაგეგმვის ფაზაში შედგენილი დოკუმენტაციის საფუძველზე, თითოეული ტესერა ინდივიდუალურად გადამოწმდება, ხოლო შესაძლო მოცილებისა ან მსხვერვალობის შემთხვევები აღინიშნული იქნება შესაბამისი ფერის მარკირებით, რათა განხორციელდეს წინასწარი გამაგრებითი სამუშაოები. სამუშაოები წარიმართება ინდივიდუალურ ტესერებზე და მცირე ფართობებზე. შეგროვებული ყველა მონაცემი განაახლებს იმ დოკუმენტაციას, რომელიც დაგეგმვისა და პრევენციული დაცვის ეტაპებზე შეიქმნა.





ტესერების ჩამაგრება და ორიგინალი ღუდაბის ზედაპირული კონსოლიდაცია

წინა შემოწმების ფაზაში გამოვლენილი ყველა კრიტიკული საკითხი უნდა გადაიჭრას ნებისმიერი სხვა სამუშაოს დაწყებამდე. ამისათვის, განხორციელდება არამდგრადი ტესერების დროებითი ფიქსაცია ინდივიდუალურად. დასამუშავებელი ზედაპირი ფრთხილად გაიწმინდება ჰაერის რბილი ნაკადით და, შესაძლებლობის მიხედვით, ასევე მსუბუქი გაწმენდით რბილი ფუნჯების გამოყენებით. ყველა შემთხვევაში, სადაც ტესერების კავშირი ქვედა ფენასთან არის არასტაბილური, შემდეგი ქმედებები განხორციელდება:

- ცალკეული ერთეული ტესერების შემთხვევაში: ხელახლა ჩამაგრება ამოღებისა და პოზიციაზე დაბრუნების გზით PLM SM-ის წყლით განზავებული ღუდაბის ხსნარის გამოყენებით; სამუშაო უბანი წინასწარ დატენიანდება წყლით. ტესერების ხელახლა მოწყობის შემდეგ, საჭიროა დაველოდოთ კონსოლიდანტის ნაწილობრივ გამყარებას, რის შემდეგაც მოხდება ზედმეტი ღუდაბის მოცილება ტესერებს შორისი სივრცეებიდან და ზედაპირებიდან. ღუდაბის სითეთრე გაზავდება აკვარელის საღებავის თხელი ფენით, რომელსაც ჯერ კიდევ რბილ ღუდაბზე გამოვიყენებთ.
- იმ უბნებში, სადაც ტესერების მრავლობითი არასტაბილურობა ფიქსირდება: კონსოლიდაცია განხორციელდება ჰიდრაულიკური ღუდაბის ტესერებს შორის ადგილებში შეშვებით. სამუშაო უბანი დაცული იქნება 10% Paraloid B72-ით დამუშავებული მარლის საფენით. წყალში გახსნილი PLM SM მასალის შეყვანა მოხდება შპრიცის გამოყენებით; ღუდაბის გამაგრების შემდეგ საფარი მოიხსნება აცეტონით, ზედაპირი გაიწმინდება ფისის ნარჩენებისგან, ზედმეტი ხსნარი მოშორდება და ღუდაბის სითეთრე შერბილდება აკვარელის თხელი ფენით.



მოზაიკის ფენების კონსოლიდაცია ინფილტრაციის გზით

მოზაიკის მყარ საფუძველთან და საბაზისო ფენებთან კონსოლიდაცია უნდა განხორციელდეს ჰიდრავლიკური შემაკავშირებელი ნარევის დრმა ინექციით — კომპოზიტით, რომელიც ახლოსაა ორიგინალის ხსნარის შემადგენლობასთან. შერჩეული საკონსოლიდაციო ხსნარი არის PLM-SM, რაც რეკომენდებულია ბერგამოს უნივერსიტეტის საინჟინრო ლაბორატორიის მიერ ჩატარებული კვლევის საფუძველზე, ორი ძირითადი სპეციფიკაციით:

- A. აკრილის ფისის დამატების გარეშე (Acryl AC33); გამოიყენება მიკრობზარებისა და მცირე სივარცელების შემთხვევაში (<190-280 მიკრონი);
- B. აკრილის ფისის დამატებით (Acryl AC33) გამოიყენება შედარებით სიღრმისეული სივარცელების შემთხვევაში (> 190-280 მიკრონი). ეს არის კომპოზიტი, რომელიც სპეციალურად არის შექმნილი, მოზაიკის საფუძვლის ფენების კედლის სტრუქტურისგან დაშორებული უბნების შესავსებად. ის არ შეიცავს ხსნად მარილებს და უზრუნველყოფს კედლის ზედაპირის ორთქლის გამტარიანობის შენარჩუნებას. გამყარების შემდეგ, კონსოლიდანტი ფიზიკური და მექანიკური თვისებებით უახლოვდება ტრადიციულ კირის ხსნარებს.

PLM SM ინექციების მეშვეობით განხორციელებული ინფილტრაცია შეავსებს საფუძვლის ფენებს შორის არსებულ მცირე სივარცელებს, უზრუნველყოფს მოცილებული მონაკვეთების სტრუქტურის საფუძველზე ფიქსაციას. სამუშაოები შემდეგი თანმიმდევრობით ჩატარდება:

- კონსოლიდაციის საჭირო უბნების იდენტიფიკაცია: დაგეგმვის ეტაპზე შედგენილი რუკების საფუძველზე, მოშორებული უბნები დადასტურდება ხელით აკუსტიკური დიაგნოსტიკის საშუალებით, დოკუმენტირდება და აღინიშნება სპეციალური მარკირებებით.
- მოცილებულ უბნებზე წვდომის წერტილების იდენტიფიცირება: ინექციების შესასრულებლად, საჭიროების შემთხვევაში გამოყენებული იქნება არსებული ბზარები და/ან სივარცელები; სადაც ეს საკმარისი არ იქნება, შეიქმნება წვდომის დამატებითი წერტილები ერთი ან ორი ტესერის დროებითი ამოღებით და მათი თიხის საფუძველზე დროებითი გადატანით;
- კონსოლიდაციისთვის განსაზღვრული უბნების დრმა წმენდა: კონსოლიდაციისთვის განსაზღვრულ უბნებზე არსებული ჭუჭყი და მტვერი მოშორდება წყლისა და ეთილის სპირტის (50% ნაზავი) ნაზავით განმეორებითი წმენდის პროცედურით, რაც შემდგომ კონსოლიდანტის შეყვანის შესაძლებლობას უზრუნველყოფს. ბათქაშის წყლითა და სპირტით ადგილობრივი დანაშა, ასევე შეუწყობს ხელს კონსოლიდანტის შეღწევადობისა და გამკვრივების პროცესს;
- კონსოლიდანტის ინფილტრაცია: კონსოლიდანტის შეყვანა განხორციელდება შპრიცის მეშვეობით და ოპერაცია რამდენჯერმე განმეორდება ვიდრე არსებული სივარცელები სრულად არ შეივსება.

ინტერვენციის დასასრულს, მოხსნილი ტესერები დაუბრუნდება თავის ორიგინალ ადგილს და ჩამაგრდება კირის დუღაბის საფუძველზე.

კონსოლიდაციის პროცესი დაიწყება იმ უბნის ქვედა ნაწილიდან, რომელიც თავიდან მოზაიკით იყო დაფარული და დღეს ნაწილობრივ ფრესკით არის მორთული.





ფრესკით შესრულებული წარწერის ღონიდან, სამუშაოები თანდათანობით გაგრძელდება ზემოთ, კონქის მიმართულებით, ვიდრე არ მიაღწევს მოზაიკის იმ მონაკვეთს, რომელიც დაფარულია პრევენციული ეტაპის დროს მოწყობილი დამცავი საფარით.

იმ უბნების კონსოლიდაცია, რომელიც საფუძველს დაახლოებით 20 მმ-ით არის მოშორებული

ეს ეხება მონაკვეთს კონქის კამარის ზედა ნაწილში (რუკაზე აღნიშნულია წითლად), რომელზეც წინა პრევენციული დაცვის ღონისძიებების ეტაპზე განხორციელდა ზემოქმედება და დაცულია დოლბანდით. იგივე მონაკვეთი ასევე გაიწმინდა და ამოღებულ იქნა ხსნადი მარილები; ეს არეალია, სადაც, 1984-90 წლების სარესტავრაციო ინტერვენციის დროს ჩამაგრდა თითბრის სარჩები.

მოცემული არეალის კონსოლიდაცია დაიწყება იმავე მეთოდით, რომელიც გამოყენებული იყო კონქის ქვედა ნაწილებში სადაც მიკრო-მოცილებების მტკიცებულება არსებობს. განხორციელდება PLM-SM ხსნარის შეშვება აკრილის ფისის დამატების გარეშე (Acryl AC33). ამ მეთოდით კონსოლიდირება მოხდება ყველა მიმდებარე არეალში, მათ შორის იმ მონაკვეთებზეც, რომლებიც მოშორებულია საფუძველს.

მას შემდეგ რაც ეს ოპერაცია დასრულდება, დავიწყებთ აფსიდის ქვის წყობასა და მოზაიკას შორის არსებული ყველა სივარცლის კონსოლიდაციას/შევსებას.

სამუშაოები, ყოველთვის, დაიწყება ქვედა ნაწილიდან და თანმიმდევრულად წარიმართება ზევითკენ, ბერგამოს უნივერსიტეტის მიერ, მიმდინარე პროექტის ფარგლებში შემუშავებული ნარევის სივარცლებში ჩასხმით. მოსალოდნელია, რომ მაკონსოლიდირებული მასალა მოზაიკის შიგნით ჩაისხმება ბუნებრივი დინებით - 100 მლ ვეტერინალური შპრიცებისა და დრეკადი მილაკების გამოყენებით. ეს მეთოდი პროცესის სრულყოფის საშუალებას მისცემს ინექტირების მოცულობის გაზრდა-შემცირებით.

კონსოლიდაციას წინ უსწრებს გაწმენდითი პროცედურა 50% ჰიდროალკოჰოლური ხსნარით, რათა დატენიანდეს საკონტაქტო ზედაპირი. პროცედურა იქნება ძალზედ ნელი, რათა საშუალება მიეცეს ინექტირებულ მასალას დაილექოს და სივარცლები სრულად შეივსოს. ამასთანავე, გათვალისწინებულია წყლის აორთქლების და შეყვანილი მასალის ნაწილობრივი გამყარების შესაძლებლობა შემდეგი ეტაპის დაწყებამდე. სწორედ ამ მიზეზით, კონსოლიდაციის ინფილტრაციები ჩატარდება 24-საათიანი ინტერვალებით. მუშაობა დაიწყება სივარცლების მთელ სიგრძეზე, ზედა პერიმეტრიდან, და პროგრესი განხორციელდება თანმიმდევრულად — დღეში რამდენიმე სანტიმეტრით ზემოთ წინსვლით. მოსალოდნელია, რომ ამ პროცესს დასჭირდება არანაკლებ 6 თვე დასასრულებლად.

თითბრის სარჩების კონტროლი, დამუშავება და ჯვრის ფორმის თავსართების მოხსნა

კონსოლიდაციის მიმდინარეობის პარალელურად, მოხდება 1984-90 წლების ჩარევისას ჩამაგრებული თითბრის სარჩების ამოღება, და ჯვრის ფორმის თავსართების მოხსნა, რომლებიც ამჟამად გარედან აფიქსირებენ სარჩებს მოზაიკის ზედაპირზე. აღნიშნული ქმედება შესაძლებელს გახდის სარჩების საკონსერვაციო მდგომარეობის შეფასებას, და საჭიროების შემთხვევაში, ლითონის დამუშავებასა და სტაბილიზაციას ანტიკოროზიული სპეციალურ ხსნარებით. შემდეგი ეტაპი იქნება მათი ხელახალი ფიქსაცია საწყის წერტილებში ან მხოლოდ ღერძის ჩანაცვლება, ზედაპირული ჯვრის ფორმის თავსართების გარეშე, რადგან კონსოლიდაციის დასრულების შემდეგ ეს ელემენტები ფუნქციურ მნიშვნელობას დაკარგავენ. სამაგრის განმეორებითი ჩასმა განხორციელდება მოზაიკის სიღრმეში დაახლოებით 10 მმ-ით, რაც შესაძლებელს გახდის მის დამალვას მოზაიკის ტესერებით.



თითბრის კიდის მოხსნა

1980-იანი წლების წინდახედულმა სარესტავრაციო ჩარევამ მოზაიკის სტრუქტურა კედელთან მტკიცედ მიამაგრა მეტალის მრავლობითი სარქებისა და თითბრის ფირფიტების მეშვეობით, რომლებიც პერიმეტრზე განთავსდა და ფაქტობრივად დამჭერის ფუნქციას ასრულებდა. შემდეგ, ყველა კიდე და შვერილების ნაწილი დაიფარა ყავისფრად შეღებილი ბათქაშით. ეს ბათქაში და ყველა თითბრის შვერილი მოიხსნება, რაც რეალურად გაათავისუფლებს მოზაიკის სექციას. ეს სექცია კიდევ ერთხელ შეიღესება კირის საფუძველზე მომზადებული ახალი ბათქაშით. (ფოტო N14)

ლითონის შიდა ბადით გამაგრებული მონაკვეთების მოხსნა

მიწისქვეშა სკანირების რადარისა და პაკომეტრით ჩატარებულმა კვლევამ მოზაიკის გარკვეულ მონაკვეთებში მეტალის შიდა ბადის არსებობა დააფიქსირა. აღნიშნული ბადე, როგორც ფოტო-დოკუმენტაციაც ადასტურებს, 1980-იანი წლების ჩარევისას იქნა გამოყენებული იმ ხსნარის გასამაგრებლად, რომლითაც მოზაიკის მოცილებული ნაწილები ხელახლა იქნა მიმაგრებული კედელზე. თითბრის სარქებისგან განსხვავებით, რომლებიც მასალის ბუნებიდან გამომდინარე არის სტაბილური, აღნიშნული ბადე რამდენიმე მიზეზით ითვლება პრობლემურად: ჯერ ერთი, სავარაუდოდ რკინისაა; მეორე — მეტალის ელემენტის არსებობა მოზაიკის სტრუქტურაში პოტენციური დესტაბილიზაციის წყაროა; და მესამე — კონსოლიდაციის დასრულების შემდეგ, აღნიშნულ ბადეს აღარ ექნება ფუნქციური დანიშნულება.

ამ მეტალის ელემენტების მოსახსნელად, მონაკვეთებზე, რომელიც დაზიანებულია ამ მეტალის ზემოქმედებით, დაიფარება ბამბის ქსოვილით და Paraloid B72 აცეტონში გახსნილი 10%-იანი აკრილის ფისით. შემდეგ კი სრულად მოიხსნება ეს გამაგრება ან მოზაიკის ის ნაწილი, სადაც აღნიშნული ბადეა ჩამაგრებული. მონაკვეთი გაიწმინდება ყველა სარესტავრაციო მასალისგან, და კედელს დაედება კირის დუღაბის ახალი საფუძვლის ფენა. ამ ახლად მოწყობილ სველ ფენაზე კი მოხდება მოზაიკის ხელახალი ჩამაგრება.





სპეციალური საფარის მოხსნა იმ მონაკვეთებიდან, რომელიც დაექვემდებარა პრევენციულ დაცვას

აფსიდის კამარის ზედა ნაწილის ძლიერ მოცილებული მონაკვეთების კონსოლიდაციის დასრულების შემდეგ, მოხდება დამცავი საფარის მოხსნა და საყრდენი ელემენტების დემონტაჟი. საფარის მოხსნა განხორციელდება სხვადასხვა მეთოდით, რაც დამოკიდებული იქნება ქსოვილის დასაფიქსირებლად გამოყენებულ შემაკავშირებელ მასალაზე:

- A. ფევილის წებოთი დამზადებული საფარის შემთხვევაში, შეიქმნება ორთქლოვანი კამერა ცხელი ორთქლით, ხოლო მოხსნა განხორციელდება ხელით — თბილი წყლით ჩამორეცხვითა და ფუნჯების გამოყენებით, რათა წებოს ყველა ნარჩენი სრულად მოშორდეს
- B. აკრილის ფისით (Paraloid B72) დამზადებული საფარის შემთხვევაში, მოხსნა განხორციელდება აცეტონით დანამული ბამბის კომპრესების საშუალებით, რის შემდეგაც განხორციელდება ზედაპირის დამუშავება ტამპონით. დროებითი დამცავი საფარისგან განთავისუფლებული ძლიერად მოცილებული მონაკვეთი, რომელიც უკვე კონსოლიდირებულია, გადავა რეაბილიტაციის ფაზაში, რომელიც შემდეგ სამუშაოებს მოიცავს:

გარსის კონსოლიდაცია

მოზაიკის ოქროს ტესერების დამცავი გარსის წერტილოვანი და ზოგადი კონსოლიდაცია, განხორციელდება აკრილის პოლიმერის ხსნარის შეყვანით, როგორც არის 10%-იანი Paraloid B72 აცეტონში. იმ ტესერებში, რომელთაც უკვე დაკარგული აქვთ გარსი და შესაბამისად ოქროს ფურცელი ზედაპირზეა გამოსული, თავდაპირველად მოხდება ზედაპირის ტამპონირება აცეტონში დასველებული ბამბით, რის შემდეგაც ფუნჯით დაიტანება ზემოხსენებული აკრილის ხსნარი. ეს პროცესი იქნება უწყვეტი მთელი ინტერვენციის განმავლობაში ფენომენის გავრცელების მასშტაბიდან გამომდინარე.

თეთრი კირქვის ტესერების კონსოლიდაცია

თეთრი კირქვის ტესერები განიცდიან დეკოპეზიის / დაშლის ფენომენს, განსაკუთრებით აფსიდის მარჯვენა მხარეს, სადაც მარილის გამოკრისტალების მძიმე ფენომენი ვლინდება. კირქვის თავდაპირველი მექანიკური თვისებების აღსადგენად და მასალის შემდგომი დანაკარგის თავიდან ასაცილებლად, შესრულდება კონსოლიდაცია ნანოკალციუმის ჰიდროქსიდით, რომელიც გახსნილია იზოპროპილის სპირტში. ნანონაწილაკები აღწევენ მასალის და ნაპრაღის ფორულ სტრუქტურაში და რეაქციაში შედიან ატმოსფეროში არსებულ ნახშირორჟანგთან, დაილეუებიან რა კალციუმ კარბონატად, კრავენ განშრევებულ მასალას. მახასიათებლებს შორის, რითაც ეს შემკვრელი ხსნარი მშვენივრად თავსებადია კარბონატის მატრიცის მასალებთან არის შემდეგი: წყლის ორთქლის კარგი გამტარიანობა, ფერის ცვალებადობის ან ბზინვარების ეფექტის არარსებობა, ჰიდროფილურობის შენარჩუნება, ჰიდროფობიური ზედაპირული ფენების არქონა.

კონსოლიდირება განხორციელდება ფუნჯით, მასალის გაჯერებამდე და განმეორდება იმდენჯერ, რამდენჯერაც საჭირო იქნება თავდაპირველი სიმტკიცის სრულად აღსადგენად.



შავი ღორღის ტესერების კონსოლიდაცია

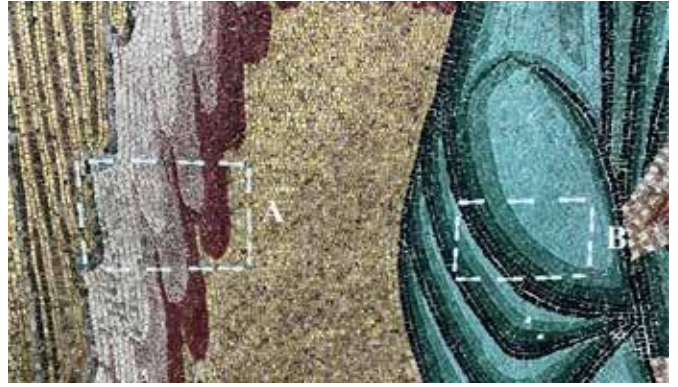
ამ ტიპის ტესერები ძლიერ დეგრადირებულია, ისინი ავლენენ ასპიდის ამრეკების კლასიკურ ტენდენციას პარალელურ სიბრტყეზე. ეს ენდოგენური მახასიათებელი მიმდებარე ხსნადი მარილების გახსნადობის და კრისტალიზების მიმდინარე ფენომენით, რომელიც ყვავის რა ზედაპირზე, მოქმედებს წნევით მასალის ფორიან სტრუქტურაზე და აცალკევებს მას თხელ შრებად. კონსოლიდაცია მოხდება ფუნჯით Estel 1000 - ეთილ სილიკატის თეთრი სპირტის ხსნარის გამოყენებით გაჯერებამდე. აქტიური ინგრედიენტი შეიწოვება კაპილარულად ვიდრე არ მიაღწევს ტესერების მყარ გულს. შედის რა რეაქციაში ატმოსფერულ ნესტთან, იგი გარდაიქმნება სილიკონის დიოქსიდად და კრავს განწყვილ ან ამრეკებულ ნაწილაკებს. ეს დამუშავება განმეორდება მანამ, სანამ არ აღდგება მასალის თავდაპირველი სიმკვრივე.

სველი წმენდა

მას შემდეგ, რაც მოზაიკა სრულად აღდგება სტრუქტურული თვალსაზრისით, განხორციელდება სველი წმენდა, ზედაპირზე არსებული ყველაზე მეტად მიკრობილი დანალექის მოსაშორებლად.

სამუშაოების დაგეგმვის ეტაპზე ჩატარებული სატესტო პროცედურების საფუძველზე, განსაზღვრულია წმენდის ორი მეთოდი.

- A. კომპრესი გამოხდილ წყალში გახსნილი 30 გ/ლ ამონიუმის კარბონატისა და 25 გ/ლ EDTA-ს ხსნარით - გამოყენებული იქნება ვარდისფერი და თეთრი ქვის ტესერებზე, შავი ღორღის ტესერებზე, ზოგიერთ ოქროს ტესერაზე და წითელი მინის პასტებზე, ქაღალდის ხელსახოცის ფენაზე დადებული ხსნარში დასველებული ქაღალდის კომპრესის სახით, 1 საათის განმავლობაში. ეს მოახდენს ზედაპირზე არსებული მონაცრისფრო ცხიმოვანი ნადების გახსნას, რომელიც განსაკუთრებით სქელია და მაგრად არის ჩამჯდარი და შესაძლებელს გახდის მის მოცილებას წყლითა და ფუნჯით. ოპერაცია განმეორდება მანამ, ვიდრე ნაცრისფერი დანალექი მთლიანად არ მოცილდება. დასასრულს, სუფთა წყლით გაწმენდის შემდეგ, გამოყენებული ხსნარის ნარჩენი ამოღებულ იქნება გამოხდილი წყლით ცელულოზას ნაჭერზე, რომელიც დარჩება ზედაპირზე, სანამ სრულად არ გამრება.
- B. კომპრესი გამოხდილ წყალში გახსნილი 30გ/ლ ამონიუმის კარბონატის ხსნარით. ეს მეორე ხსნარი გამოყენებული იქნება ღვთისმშობლის მოსასხამის ელფერის მწვანე მინის პასტების, ლურჯი მინის პასტის ტესერების გასაწმენდად, ასევე, ზოგიერთი ოქროსა და ვერცხლის ლითონის ფურცლოვანი ტესერას დასამუშავებლად. კომპრესისთვის ტესერებზე დაფენილ ხელსახოცის ფენას დაედება ხსნარში დასველებული ცელულოზას თაბახი, რომელსაც დატოვებენ ადგილზე 1 საათის განმავლობაში მოქმედებისთვის. კომპრესი გახსნის მინის პასტებზე, მათ შორის ყველაზე ფოროვანებზე, და მეტალის ფურცლოვან ტესერებზე არსებულ ნაცრისფერ ცხიმოვან ნადებს, რაც უზრუნველყოფს მის სრულად ამოღებას წყლითა და ფუნჯით წმენდის გზით. ტესერები დაიბრუნებენ დაკარგულ სიკაშკაშეს, რომელიც ჩამქრალი იყო დანალექებით. დასასრულს, სუფთა წყლით გაწმენდის შემდეგ, გამოყენებული ხსნარის ნარჩენი ამოღებულ იქნება გამოხდილი წყალში დასველებული ცელულოზას ქსოვილით, რომელიც დარჩება ზედაპირზე სრულ გამრობამდე.





ჭუჭყის დანალექი, რომელიც დარჩება, განსაკუთრებით შუალედურ სივრცეებში, მოცილებული იქნება მსუბუქი და ფრთხილი მექანიკური მოქმედებით - რბილი ფუნჯების, ბუნებრივი ღრუბლებისა და სკალპელის გამოყენებით.

ხსნადი მარილების ამოღება

გელათის მოზაიკაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ხსნადი მარილების არსებობა.. ეს უფრო თვალსაჩინოა ზოგიერთ უბანზე, სადაც ფენომენი მაკროსკოპულ ფორმებს იღებს. ამ მონაკვეთებში აღინიშნება ხსნადი მარილების კრისტალიზაციისა და ეფლორესცენციის ინტენსიური პროცესი, რამაც გამოიწვია კირქვის ტესერების გაფხვიერება და შავი ღორღის ტესერების განშრევა, ასევე, ოქროს ფურცლოვანი ტესერებიდან გარსის მოცილების ფენომენი. აღნიშნული ფენომენი, შედარებით ნაკლები ინტენსიობით, სახეუა აფსიდის დეკორის ყველა ოქროს ფურცლოვან ტესერაზე. მარილები მოცილებული იქნება ზედაპირიდან და ამოღებული იქნება როგორც ტესერების სხეულიდან, ისე მათი საყრდენის ღუდაბის ფენიდან.

მთლიანი ზედაპირი წინასწარ გაიწმინდება მტვრისგან, რათა მოვამოროთ ახალი გამოკრისტალეები. დაზიანებულ მონაკვეთებზე ტესერებსა და მათ შორის არსებულ ღუდაბზე უშუალო შეხებით დაიდება დეკალციფიცირებულ წყალში გაჟღენთილი ცელულოზური კომპრესები. პირველი ფენა ტენიან მდგომარეობაში შენარჩუნდება ზედაპირზე დაახლოებით სამი საათის განმავლობაში, რათა ტესერებისა და მათ ქვეშ არსებულ ღუდაბში მოხდეს მარილების გახსნა. მას შემდეგ რაც ეს უბნები საკმარისად დატენიანდება, კომპრესები მოიხსნება და ღია მდგომარეობაში დარჩება სრულ გამრობამდე - რათა ხსნადი მარილები კომპრესის ქსოვილის ზედაპირზე გადმოვიდეს გამრობის შემდეგ, პროცედურა განმეორდება სულ მცირე სამჯერ - ამჯერად კომპრესების დახურვის გარეშე.

ამოღებისათვის გამოყენებული მასალა მოგროვდება სხვადასხვა კონტეინერში, დაინორმება და შესაბამისი მარკირებით აღინიშნება, რათა შემდგომ ჩაუტარდეს კუთრი ელექტროგამტარობის ანალიზი, რომელიც იძლევა სასარგებლო მონაცემებს ციკლების რაოდენობის დასაგეგმად, რომელიც საჭირო იქნება ფენომენის შესარბილებლად.

დანაკარგების ტესერებით შევსება

გელათის მსგავს მოზაიკაში დანაკარგების შევსების საკითხი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს მინის ტესერების სინათლის ამრეკლავი ტიპური ფუნქციის გამო. მოზაიკის ესთეტიური და რელიგიური ღირებულებები განაპირობებს, რომ შევსების თემას მიენიჭოს განსაკუთრებული ყურადღება და სიღრმისეულ რეფლექსიას მოითხოვს. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ხდება ეს საკითხი იმ მეთოდოლოგიური დისკურსის ფარგლებში, რაზეც მრავალი თქმულა და მრავალი დაწერილა. და შესაძლოა, გელათში განხორციელებულმა მიდგომამ მაგალითის სახე მიიღოს.

გელათის მოზაიკის შემთხვევაში, დანაკარგების მასშტაბის აღწერისათვის სასარგებლოა გარკვეული მონაცემების წარმოდგენა: მოზაიკა შექმნილია ტესერებით, რომელთა ზომა მერყეობს 5x5მმ-დან 10x10მმ-მდე და საშუალოდ შეადგენს 10 000-დან 40 000-მდე ერთეულს კვადრატულ მეტრზე. ამჟამად არსებული მოზაიკის საერთო რაოდენობა დაახლოებით შეფასებულია დაახლოებით 681 000 ერთეულით. ტესერების ცვენის ფენომენი მთელ ზედაპირზე დაახლოებით 2,5%-ია, რაც დაახლოებით 16 000 ტესერას უდრის. საბედნიეროდ, ეს ფენომენი უმთავრესად ეხება ცალკეული ტესერების ცვენას, და ძირითადად შეინიშნება უპირველესად ოქროს ფონზე, სამოსის ნაკეცებში და ნაკლები ხარისხით სხეულის ტონებზე.

დღესდღეობით, დანაკარგების უმრავლესობა შევსებულია ნალესობით, რომელიც სხვადასხვა ინტერვენციების დროს განხორციელდა, რომელთაგან ყველაზე აღსანიშნავია გასული საუკუნის 1980-იანი წლების ინტერვენცია.

ამ ინტერვენციებისას გამოყენებული მასალის დეგრადაციის გამო, ნალესობა შეცვლილი და ჩამუქებულია: მოზაიკის გაწმენდის დასრულების შემდეგ, ეს ფერმეცვლილი ნალესობა ძალიან თვალსაჩინო გახდება. როდესაც ჭუჭყის ფენა და ქვარტლის ნარჩენების კვალი მოშორდება ზედაპირს, მოზაიკა მთელი თავისი სიკაშკაშით წარმოგვიდგება: ოქროსა და ვერცხლის ტესერების ხალიჩა და კაშკაშა მინის პასტები მდიდრული ფერადოვნებით. ამ ფონზე, შევსებების არსებული ნალესობა გამოჩნდება გაუმჭირ, უფერულ და ჩამავებულ ნაიარეებად.

ამ ეტაპზე, ვიდრე ტექნიკურ ასპექტებზე გადავალთ, საჭიროა გარკვეული მეთოდოლოგიური ანალიზი და შეფასება.

პირველი მოსაზრება ეხება ძეგლის ბუნებას და მის კონტექსტს. გელათის ღვთისმშობლის მოზაიკა ფუნდამენტურად განსხვავდება არქეოლოგიური ან მუზეუმში გამოფენილი მოზაიკებისგან, რომლებიც აღარ გამოიყენება დანიშნულებისამებრ და მხოლოდ ისტორიული ან მხატვრულ-ესთეტიური ღირებულებების ჭრილობი განიხილება. გელათის მოზაიკა ხელოვნების ცოცხალი ნიმუშია, ის წარმოადგენს სულიერი და ლიტურგიული ცხოვრების ნაწილს - დედამიწის ერთ-ერთ განსულიერებულ ადგილზე, მისი შექმნის დღიდან მოყოლებული, ბერები და მორწმუნენი თავიანთ ლოცვებს მიმართავდნენ აფსიდის თაღისკენ.

დამაზიანებელმა მოვლენებმა, რომლებმაც გარკვეული ხნით შეაწყვეტინა მისი ყოველდღიური გამოყენება, ვერ დაასუსტა მოზაიკის სიცოცხლე. საუკუნეების შემდეგ, ის ისევ მძლავრად განაგრძობს არსებობას და ორგანულად აგრძელებს ამ წმინდა ადგილის უწყვეტ ისტორიას.

ამ პირველ მოსაზრებას მოჰყვება მეორე: იმ თემის ხედვა, რომელიც ლიტურგიის ძალით აცოცხლებს მოზაიკას და ეკუთვნის მას, უპირატესად უნდა განიხილებოდეს პროფესიული მიდგომების მიმართ, მით უფრო, თუკი ეს პროფესიული მოსაზრებები ჩამოყალიბებულია სრულიად განსხვავებულ ისტორიულ კონტექსტში. განსაკუთრებით თუკი თემი არის განათლებული, მცოდნე და კარგად ინფორმირებული იმ პრინციპების შესახებ, რომლებიც წარმართავს კონსერვაციის დისციპლინას.

თუ ეს თემი ემხრობა ერთ მეთოდოლოგიურ არჩევანს ვიდრე მეორეს, პრიორიტეტი უნდა იყოს ამ მიდგომის პატივისცემა და მისი მოტივაციის გაცნობიერება.

მესამე, უფრო ტექნიკური მოსაზრება: თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიების ხელმისაწვდომობა, რაც შესაძლებელს ხდის ინტერვენციის ზუსტ დოკუმენტირებას თითოეული ტესერის დონეზე. შევსებების ამოცნობადობის კონცეფცია, რამაც ჩეზარე ბრანდის მიერ, ინტეგრაციის მიზნით, ბათქაშით მოდელირებული და მოხატული ტესერების იმიტირების მეთოდის შემუშავება განაპირობა, როგორც ეს წარმოდგენილია მის სტატიაში „შენიშვნები კედლის მოზაიკის ტექნიკის შესახებ რესტავრაციისა და დათარიღების კონტექსტში“¹, პრაქტიკულად გადალახულია.

შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ციფრული გრაფიკის - კონსერვაციის პროცესში დანერგვის წყალობით, საბოლოოდ გაჩნდა შესაძლებლობა, ზუსტად და სრულად იდენტიფიცირდეს თითოეული ინტერვენცია ორიგინალზე — სიზუსტითა და ხელმისაწვდომობით, რაც რამდენიმე წლის წინ უბრალოდ წარმოუდგენელი იყო. დებატები თუ რომელი მეთოდი ავირჩიოთ მოზაიკის ფორმალური ერთიანობის რეკონსტრუქციისთვის, ჩვენი აზრით იქცა წმინდა აკადემიურ მეცადინეობად.

მეოთხე მოსაზრება არანაკლებ მნიშვნელოვანია, და ეხება 2010 წელს სინას მთაზე, წმინდა ეკატერინეს სახელობის მონასტრის ეკლესიაში, ფერისცვალების მოზაიკაზე განხორციელებულ საკონსერვაციო გამოცდილებასა და, ასევე, ფლორენციის წმინდა იოანე ნათლისმცემლის სახელობის სანათლავში მიმდინარე სამუშაოების გამოცდილებას. ორივე შემთხვევაში, სიცარიელების შევსება განხორციელდა მინის ტესერების გამოყენებით და ეს გადაწყვეტილება საყოველთაოდ იქნა მიღებული.

მეთოდოლოგიური სისრულისთვის უნდა გავიაზროთ, თუ რომელი გადაწყვეტილება იქნება უფრო ეფექტური სიცარიელების შესავსებად, რაც მოზაიკის მხატვრული მთლიანობის აღდგენას უზრუნველყოფს.

პირველი ვარიანტია დუდაბით შევსება, რომელიც გაიმორებს ტესერების საფუძვლის ფენის დონესა და ფერს (ღია ბაცი ტონი) და ტესერების ზედაპირთან შედარებით ოდნავ დაბალი დონე.

პირველი ვარიანტი არის დუდაბით ინტეგრაცია, რომელიც მოზაიკის ტესერების საფუძვლის ფენის რეკონსტრუქციას მოახდენს (ფერით-ღია ჩალისფერი; და ტესერების ზედაპირთან შედარებით ოდნავ დაბალი სიმაღლით); მეორე ვარიანტია - მოზაიკის იმიტაციის მიზნით, შევსება არსებული ტესერების სიმაღლეზე, დუდაბის შტამპირებული და აკვარელით რეტუმირებული ტექსტურით; მესამე შესაძლებლობა არის დაკარგული დეტალების შევსება იმავე მასალის ახალი ტესერებით, როგორც იყო ორიგინალი.



1. ჩეზარე ბრანდი, შენიშვნები კედლის მოზაიკის ტექნიკის შესახებ რესტავრაციისა და დათარიღების კონტექსტში, რესტავრაციის ცენტრალური ინსტიტუტის ბიულეტენი, 25-26, რომი, 1956



დავდექით რა მოზაიკის ქსოვილისთვის სიმყარის აღდგენის საჭიროების წინაშე, რომელიც ლაკუნების არსებობის გამო მნიშვნელოვანწილად დაზიანდა და ასევე, გამოსახულების წაკითხვადობის აღდგენის აუცილებლობის გათვალისწინებით, რომელიც ფერებისა და სინათლის რეფლექსიის თვალსაზრისით ერთმანეთისგან განსხვავებული მასალების არათანმიმდევრულობამ გაართულა, შეირჩა მესამე ვარიანტი: მოზაიკის შევსება ახალი მინის ტესერებით, რომლებიც დამზადებულია იმავე ტექნოლოგიით, რაც გამოყენებული იყო ორიგინალის შემთხვევაში.

წინამდებარე არჩევანი, სავარაუდოდ, სრულად იქნება გაზიარებული მონასტრის თემის მიერ, რადგან ის დადებითად პასუხობს როგორც საკონსერვაციო, ასევე მეთოდოლოგიურ მოთხოვნას: ნებისმიერი სხვა მასალის გამოყენება მოზაიკის ტესერების გარდა, გამოიწვევს მოზაიკური ქსოვილის მთლიანობის დასუსტებას და ხელს შეუშლის სინათლისა და ფერების თამაშს, რაც შეცვლის მოზაიკის ვიზუალურ სახესა და მის მიერ გადმოსაცემ გზავნილს. ყოველი ახალი ელემენტი, რომელიც დაემატება ორიგინალ მოზაიკას, იქნება დოკუმენტირებული კომპიუტერში, ტესერიდან ტესერამდე 1:1 მასშტაბით, მაღალი გარჩევადობის ფოტოგრაფიულ საფუძველზე. ანალოგიურად, დოკუმენტირებული იქნება მოზაიკის ზედაპირზე არსებული ყველა სივარულიც, აღნიშნული იქნება ორი წინამორბედი რესტავრაცია და ბოლო ორმოცდაათი წლის განმავლობაში დაკარგული ტესერები. ამ გზით, ყველა შესაძლო ინტერპრეტაციული ეჭვი გაიფანტება. თუ მომავალში მოგვინდება ამ შევსებების მოხსნა, რომლებიც სრულად შექცევადია, შესაძლებელი იქნება მათი აღდგენის დადგენა მათი პოზიციების მაღოკუმენტირებული რუკების მეშვეობით და გამოსახულების გადიდებით.

ახალი ტესერები დამზადდება ვენეციაში, ისტორიული ორსონის სახელოსნოში, სადაც, მიმდინარე პროექტის დაგეგმვის ეტაპზე წარმატებით განხორციელდა ფერთა³ მოძიება.

22 ფერიანი პალიტრის გამოყენებით, ტესერები დაიდება ღუდაბის საფუძვლის ფენაზე, რომელიც შედგება კირხსნარისა და კალციუმის ფხვნილისგან 1:1.5 შეფარდებით; იგი განზრახ ოდნავ განსხვავებული იქნება ორიგინალი ფერისგან - ახალი მასალა იქნება ღია ჩალისფერი ორიგინალის თეთრთან შედარებით.

ამ ღუდაბზე ფონის ფერი დაიდება როგორც ორიგინალში აკვარელის საღებავებით (წითელი, შავი, ყვითელი, ნაცრისფერი) ტესერების სახეობის მიხედვით.

ამრიგად მომზადებულ საფუძვლის ფენაზე, საჭირო ფორმისა და ზომის, ინდივიდუალურად დამუშავებული ტესერები დაიდება, რათა არ მოხდეს ორიგინალი ტექსტურის დარღვევა.

შევსებების პროცესში, ქმედებების მთავარი განმსაზღვრელი იქნება ორიგინალი დიზაინი და ტექსტურა: ან განმეორებითი ხაზების აღდგენით, ან იმ ანაბეჭდების გამოკვეთით, რომლებიც ორიგინალურმა ტესერებმა დატოვეს ღუდაბის საფუძვლის ფენაზე. არცერთ შემთხვევაში არ მოხდება ორიგინალი დიზაინის თავისუფალი ინტერპრეტირება.

შესაძლოა, სულ რამდენიმე წლის წინ, ახალი ტესერებით მოზაიკის გამთლიანება, ჩვენთვის მიუღებელი არჩევანი ყოფილიყო. დღეს კი, თავს უფლება მივცით, ეს გადაწყვეტა შემოგვეთავაზებინა, რადგან დოკუმენტირების ტექნოლოგიურმა პროგრესმა ამის საშუალება მოგვცა. პროექტის ფარგლებში მომზადებული ციფრული დოკუმენტაციის პირობებში, რომელიც ეფექტიანი, მარტივი და ზუსტია როგორც განხორციელების, ისე მართვის თვალსაზრისით, ორიგინალსა და რესტავრაციას შორის დაბნეულობის რისკი პრაქტიკულად, გამორიცხა.

2. დეტალებისთვის დოკუმენტაციის ტექნიკის შესახებ, რომელიც ამ პროექტისთვის შემუშავდა, იხილეთ: A. კონსტანცი კობაუ, წმინდა ეკატერინეს მონასტერი, სინაზე. ფერისცვალების მოზაიკა. დოკუმენტაცია, საერთაშორისო კონფერენცია, მოზაიკების კონსერვაციის საერთაშორისო კომიტეტი, პალერმო 2009.

3. ორსონი კანარეჯო, 1045, 30121 ვენეცია

სწორედ პირიქით, შეცდომა იქნებოდა ისეთი სამუშაო მეთოდების არჩევა, რომელიც არ ითვალისწინებს თანამედროვე ტექნოლოგიური შესაძლებლობების განვითარებას და კიდევ უფრო მძიმე შეცდომა იქნებოდა ძეგლის მნიშვნელობის დაკნინება მისთვის უცხო მასალების შეყვანით, რაც ზიანს მიაყენებდა მის ავთენტურ ბუნებას. ამასთანავე, დაუშვებელია მონასტრის თემისა და საზოგადოების აზრის უგულებელყოფა, რომელთათვის მოზაიკა კულტურის და რწმენის განუყოფელი ნაწილია.

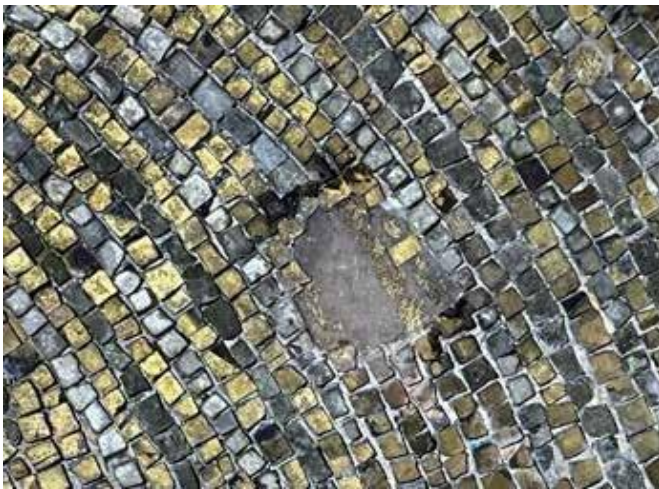


წინა ინტერვენციებიდან დარჩენილი შეღებილი ნაღესობების მოხსნა

სიღარიღელების შევსების მიზნით, გამოვლინდა ოთხი ტიპის ნაღესობა:

- 1. თეთრი ან ვარდისფერი პასტით შესრულებული ნაღესობები, რომლებიც შემდეგ მოზაიკის იმიტაციის მიზნით იყო მოხატული შავი ხაზით „ტესერებს“ შორის ჩრდილის შესაქმნელად; ან მოცულობითი შთაბეჭდილების შექმნის მიზნით, ზომაში გაზრდილი და შემდეგ შეღებილი - მოზაიკის რელიეფური იმიტაციისთვის. ეს ნაღესობა მიეკუთვნება 1984-1990 წლებში განხორციელებულ ინტერვენციას, რომელსაც ხელმძღვანელობდა კარლო ბაკურაძე, საქართველოს ისტორიული და კულტურული ძეგლების ცენტრალური დაცვის სამსახურიდან;





- 2. ნაცრისფერი, უხეში პასტიტო შესრულებული ნაღესობები, რომელიც ხშირად გადმოდის ტესერების ზედაპირზე, შედეგად უხეშად - მიბაძვის მიზნით, ხშირად ერთგვაროვანი ფერით.
- 3. ღია ყავისფერი მონაცრისფრო ტონალობის გლუვი ნაღესობები, რეტუმირებული - მოზაიკის იმიტაციისთვის. ამ ტიპის ნაღესობები მოცემულია ოქროს ფონზე, შეიცავს პურპურიან ნარჩენებს ოქროს იმიტირებისათვის. 1980-იანი წლების რესტავრაციის საარქივო ფოტოებიდან ჩანს, რომ ეს ნაღესობები უკვე იყო ადგილზე ინტერვენციის დროისთვის.
- 4. ნაღესობა ღვთისმშობლის გამოსახულებაზე: სახეზე, კისერზე, კაბაზე და მაცხოვრის მარჯვენა ფეხზე. (ფოტო 35-36) ეს ნაღესობა შეიცავს საღებავის ნარჩენებს, რათა აღადგინოს დაკარგული ნაწილები ტესერების იმიტირების გარეშე. კარგად შემონახულია მხოლოდ მაცხოვრის ფეხის ნაწილი. ლ. ხუსკივაძის პუბლიკაციის მიხედვით ეს ინტერვენცია მე-19 საუკუნისაა, როდესაც „ღვთისმშობლის მარცხენა ღაწვი დაიფარა ზეთის საღებავით, რათა წვიმის წყლისგან დაეცვა იგი, რომელიც ჟონავდა დაზიანებული ზედა კამარიდან.“

დადგინდა, რომ ყველა სახის ნაღესობის მასალა წყალში ხსნადია; ამდენად, დატენიანებისას, ნაღესობა ადვილად სცილდება საფუძველს ლანცეტით და აჩენს (სადაც არსებობს), ორიგინალ ღუღას საფუძვლის ფერითა და დაკარგული ტესერების ანაბეჭდით. თუმცა, აღნიშნული პროცედურა, მოითხოვს განსაკუთრებულ სიფრთხილს, რადგან წლების განმავლობაში ნაღესობამ გარკვეული წებოვანი ფენეცა შეიძინა და შესაძლოა, მიმდებარე ტესერების სტაბილურობასაც შეექმნას საფრთხე.



4. ლ. ხუსკივაძე „გელათის მოზაიკა“, თბილისი, 2005წ.

შედეგად, ნაღესობის მოხსნამ შესაძლოა გამოიწვიოს საფუძვლიდან მოწყვეტისა და ჩამოვარდნის მრავალი შემთხვევა. ბევრ შემთხვევაში, ნაღესობის მოხსნამდე საჭირო იქნება მიმდებარე ტესერების კიდეების ბლოკირება თხელი წებოვანი ლენტით ან მიკრო-საფარით, რომელიც, რა თქმა უნდა, მოიხსნება სამუშაოს დასრულებისას.

ფერწერით დაფარული შელესილი ზედაპირების მოხსნა და პანელზე გადატანა მუზეუმში ექსპონირებისთვის

1980-იან წლებში კარლო ბაკურაძის და ლილა ხუსკივაძის მიერ განხორციელებული ზოგიერთი რესტავრაცია ტექნიკური ოსტატობის ნამდვილი მაგალითია. არ არის შემთხვევითი, მათ მიერ შესრულებული მოზაიკის რამდენიმე ესკიზი დღეს გამოფენილია ქუთაისის მუზეუმში. მიუხედავად ამისა, გამოყენებული მასალა — შელესილი ზედაპირზე შესრულებული ტემპერა — ცუდად ერწყმის მინის მოზაიკისთვის დამახასიათებელ სინათლის არეკვლის ფუნქციას. შესაბამისად, მიზანშეწონილი იქნება ამ მხატვრული ხერხით რესტავრირებული მონაკვეთების მინის ტესერებით შესრულებული მოზაიკით ჩანაცვლება, ისე რომ არ დაკნინდეს ქართული სპეციალისტების წვლილი ძეგლის ისტორიის კონტექსტში. ამ მიზნით, დაგეგმილია ზოგიერთ მერჩეულ მონაკვეთში ამ ფერწერული ნაღესობის მოხსნა და ალუმინის უჯრედიან დაფებზე (Aerolam) გადატანა, რომლებიც შემდგომ, მუზეალიზაციის მიზნით განთავსდება გელათის მონასტერში მოწყობილ სივრცეში — მოზაიკისა და რესტავრაციის ისტორიის წარმოსაჩენად.

მოხატული ნაღესობის მერჩეული მონაკვეთების მოზაიკაში რეპროდუცირება

მონაკვეთები, რომელიც შევსებულია სამგანზომილებიანი მოხატულობით კარლო ბაკურაძის ჯგუფის მიერ, და რომელიც მოიხსნება მუზეალიზაციისთვის, აღდგება მინის პასტის ტესერებით, და ამით ერთგულად გავიმეორებთ ქართველი კოლეგების არჩევანს 1980-იანი წლებიდან. მოზაიკა შესრულდება სახელოსნოში არსებული კომპოზიციის ესკიზის მიხედვით და შემდეგ ჩანაცვლებს მოხატული ნაღესობებით შევსებულ მონაკვეთებს. ტესერები მოეწყობა სველი კირის დუღაბის საფუძველზე. ტესერებს შორის არსებული შუალედური სივრცეები - აკვარელის საღებავის თხელი ფენით დაიფარება რაც უზრუნველყოფს ქრომატულ ჰარმონიას და თავიდან აიცილებს ვიზუალურ დისონანსს მთლიანობის აღქმაში.

ამ გზით აღდგება სინათლის არეკვლის უნარი იმ მონაკვეთებშიც კი, რომლებიც ამჟამად დაბინდულია მოხატული ნაღესობის საფარით.

მოზაიკის კიდის შელესვა

მოზაიკის მთლიანი პერიმეტრი, რომელიც თავდაპირველად თითბრის შვერილებით იყო შემოსაზღვრული, და რომელიც შემდეგ იქნა შელესილი და მოხატული, აღდგება კირზე დაფუძნებული დუღაბით და კირქვის შემავსებლით, რათა დაფაროს და შეავსოს მოზაიკის განაპირა მონაკვეთი. ჩატარდება ცდები სხვადასხვა შემავსებელზე და პროპორციაზე, რათა შეირჩეს ისეთი შეფერილობა, რომელიც მაქსიმალურად შეესაბამება არსებული ზოლის ტონალობას.

გარსის საბოლოო კონსოლიდაცია

სიცარიელების შევსების დასრულების შემდეგ, განხორციელდება გარსის, ერთი ან რამდენიმე ეტაპისგან შემდგარი კონსოლიდაცია. ამ ოპერაციის ხარისხი დამოკიდებული იქნება





წინა კონსოლიდაციის გამძლეობაზე. ამ ეტაპზე შეუძლებელია ვიზინასწარმეტყველოთ, რამდენი კონსოლიდაციის ჩატარება გახდება საჭირო. კონსოლიდაცია შესრუდება როგორც წერტილოვნად, ასევე ზოგადად და შესრუდება აკრილის პოლიმერების ხსნარის ინექციით - 10%-იანი პარალოიდ აცეტონით.

საბოლოო გაწმენდა

საკონსერვაციო ინტერვენციის დასრულების შემდეგ ჩატარდება დამასრულებელი სველი წმენდა, რათა მოზაიკას მოცილდეს საშუაოს ნარჩენები. ეს ოპერაცია შესრუდება ცელულოზის ფურცლების კომპრესებით, რომლებიც გაჟღენთილი იქნება დისტილირებულ წყალში და პირდაპირ დაეფინება მოზაიკას, რასაც მოჰყვება ჩვეულებრივი წყლით ჩამოწმენდა და ფუნჯით წმენდა, ასევე მექანიკური დამუშავება ლანცეტით. ოპერაცია განმეორდება მანამ, ვიდრე ნაღები მთლიანად არ მოცილდება. კირხსნარებთან მუშაობის შედეგად წარმოქმნილი კარბონატული ნარჩენების არსებობის შემთხვევაში, ადგილობრივად გამოყენებული იქნება კომპრესები 2,5%-იანი ეთილენდიამინტეტრამარმჟავას (EDTA) ხსნარით დეიონიზირებულ წყალში, რასაც მოჰყვება ისევ სველი წმენდა და ფუნჯით გაწმენდა.

ხსნადი მარილების საბოლოო ამოღება

სანამ ბოლო დაგეგმილი ოპერაცია — ესთეტიკური დასრულება - განხორციელდება, მიზანშეწონილი იქნება კომპრესების სერიის განხორციელება ხსნადი მარილების მოსაცილებლად. მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნული ოპერაცია უკვე რამდენჯერმე ჩატარდა, მეტ-ნაკლები სიზუსტით შესაძლებელია ითქვას, რომ ზედაპირები ჯერ კიდევ არ იქნება სრულად სტაბილიზებული ხსნადი მარილების შემცველობის თვალსაზრისით. ამ მიზნით, საჭირო იქნება ტესტებსა და მათ შორის არსებულ დუღაბზე პირდაპირ დაეფინოს დისტილირებულ წყალში გაჟღენთილი ქაღალდის რბილობიდან დამზადებული კომპრესები — დაახლოებით 3 საათის განმავლობაში. მას შემდეგ რაც მოცემული მონაკვეთები დატენიანდება, კომპრესები გაიხსნება და დატოვებულ იქნება სრულ გამრობამდე, რათა გახსნილი მარილი გადავიდეს კომპრესის ზედაპირზე.



ესთეტიკური დასრულება

სარესტავრაციო ინტერვენცია დასრულდება ქრომატული კორექციით აკვარელის საღებავის გამოყენებით, ტესერებს შორის გამოთეთრებული მონაკვეთების ვიზუალური ჰარმონიზაციის მიზნით. ესთეტიკური დასრულება, რომელიც სრულიად შექცევადია წყლით, განხორციელდება ეტაპობრივად მანამ, ვიდრე არ აღდგება თავდაპირველად არსებული ქრომატული ბალანსი საფუძვლის ფენებისა და პოლიქრომულ ტესერებს შორის ჰარმონიული ურთიერთკავშირის შესაბამისად.

დოკუმენტაცია

სამუშაოების მთელი პროცესი უწყვეტად დოკუმენტირდება — გრაფიკულად, ფოტოგრაფიულად და ვიდეო ფორმატით. დოკუმენტაცია, რომელიც დღემდე, დაგეგმარების ეტაპზე შეგროვდა, გადაიხედება და განახლდება შესრულებული ოპერაციების მიხედვით, აგრეთვე იმ ახალი ინფორმაციის გათვალისწინებით, რომელიც რესტავრაციის პროცესის შედეგად გამოვლინდება.





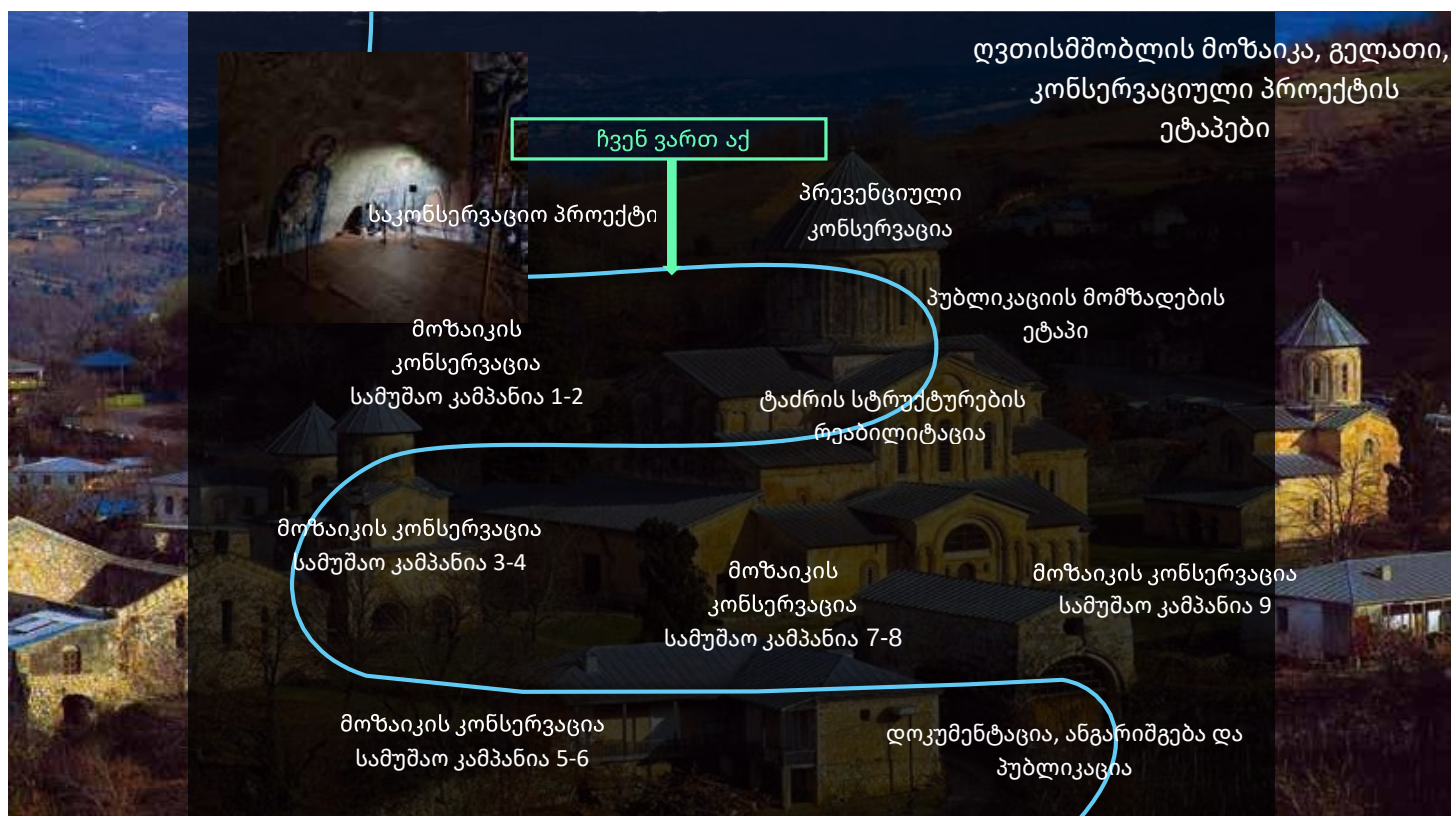
დასკვნები

როდესაც ერთი წლის წინ გელათის მოზაიკის შესასწავლად და მისი რესტავრაციის აღმასრულებელი პროექტის მოსამზადებლად საკუთარ თავს 12-თვიანი ვადა მივეცით, ეს გონივრულ ვადად მივიჩნიეთ. ზოგიერთს მიაჩნდა, რომ ვადა ზედმეტად ხანგრძლივიც კი იყო. დღეს ვაცნობიერებთ, რომ ეს საკმაოდ მცირე დრო იყო — თითოეული ეტაპის განხორციელება დაჩქარებულ ტემპში მოგვიწია, რათა შეგვესრულებინა ადებული ვალდებულება. როგორც ნებისმიერ კვლევის შემთხვევაში, ზოგმა პროცედურამ გაამართლა მოლოდინი, ზოგმა — ნაკლებად. იყო შემთხვევები, როდესაც პროცესში მოგვიხდა ახალი მეთოდების შემოღება იმ ასპექტების განსახილველად, რომლებიც ისე არ დასრულდა, როგორც მოსალოდნელი იყო. არსებობს ერთი საერთო შეფასება: წარმოდგენილი შედეგები, მიღებულია დაკვირვების, კვლევისა და ექსპერიმენტული მუშაობის შედეგად, რომელიც მცირე მდგომარეობაში მყოფ მოზაიკაზე განხორციელდა და ხშირად იყო რთულად წაკითხვადი ზედაპირზე ჭუჭყის დანალექების გამო. ამით გვინდა ვთქვათ, რომ კვლევა ამ ეტაპზე არ სრულდება, ის უნდა გაგრძელდეს შემდგომშიც, კონსერვაციის მთელი პროცესის განმავლობაში. ჩვენ კმაყოფილი ვართ შედეგებით, მაგრამ ასევე, ვათვითცნობიერებთ მათი შეფასების შეზღუდულობასა და ფრაგმენტულ ხასიათს.

ზემოაღნიშნულის ერთერთი ყველაზე თვალსაჩინო მაგალითია დოკუმენტაცია: ეს არის პროცესი, რომლისთვისაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ზედაპირების გაწმენდის ხარისხს. ჩვენი დაკვირვება-შესწავლის პროცესი, ხშირად გართულებული იყო იმ დანალექებით, რომელიც დღემდე ხელს უშლის მოზაიკის ხილვადობას.

შესაბამისად, ამ კვლევის დართული დოკუმენტაცია უნდა აღიქმებოდეს როგორც გრაფიკული საფუძველი, რომელიც საჭიროებს შემდგომ ღრმა შესწავლასა და კონსერვაციის პროცესის განმავლობაში ეტაპობრივად შევსებასა და განვითარებას.

როდესაც ერთი წლის წინ, ამ მოზაიკაზე ჩასატარებელი ჩარევების სტრატეგიაზე ვმსჯელობდით, კარგად გვესმოდა, რომ მოზაიკის მდგომარეობა მოითხოვდა განსაკუთრებულ სიფრთხილეს, და ყოველგვარ ჩარევამდე, აუცილებელი იყო შემდეგი ფუნდამენტური ინფორმაციის მოპოვება: მოზაიკის ბუნების, ისტორიისა და დაცულობის მდგომარეობის შესახებ. სწორედ ასე მოხდა. დღეს ამ ასპექტებს ბევრად უკეთ ვიცნობთ, რაც საშუალებას გვაძლევს, საკონსერვაციო სტრატეგია და საჭირო პროცედურები გაცილებით თავისუფლად და გააზრებულად განვსაზღვროთ. შევიმუშავეთ ის ინსტრუმენტებიც, რომლებმაც არამარტო ჩარევის დაგეგმვის შესაძლებლობა მოგვცა, არამედ განგვესაზღვრა ის ათვლის წერტილიც, საიდანაც მომავალში განხორციელდება ყველა შემდგომი ჩარევა. შევადგინეთ მოზაიკის ანამნეზი, რომელმაც საშუალება მოგვცა არამხოლოდ დიაგნოზი დაგვესვა, არამედ განგვესაზღვრა მისი მკურნალობის მეთოდიც. ამ პროცესში მეტად მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა ისტორიულმა და იკონოგრაფიულმა კვლევებმა, რომელმაც გადამწყვეტი ინფორმაციის გადამოწმების საშუალება მოგვცა. დღეს ეს პროცესი დასრულდა და ისღა დაგვრჩენია, განვაგრძოთ.





დასკვნები

ზოგიერთ კითხვასთან დაკავშირებით, რომელიც დღის წესრიგში იყო ერთი წლის წინ, მინდა გავიხსენო რამდენიმე და ვნახოთ რა პასუხები გავაჩნია დღეს.

- მარილების ბუნება და მათი წარმოშობა: მიუხედავად იმისა, რომ მათი ზუსტი წყარო კვლავ დაუდგენელია, ვიცით, რომ მოზაიკის ზედაპირზე იდენტიფიცირებული მარილები ძირითადად ორგანული წარმოშობისაა. ცნობილია ისიც, რომ ისინი არ მოდის არც შიდა სტრუქტურულიდან და არც გარემო დაბინძურებიდან. ჩვენთვის ცხადია, რომ ეს მარილები საჭიროებენ დამატებით კვლევას, თუმცა, კიდევ უფრო მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ აუცილებელია მათი მოცილება, და რაც მთავარია, ჩვენ უკვე ვიცით, როგორ უნდა მოხდეს მათი ექსტრაქცია;
- ორიგინალი მასალის შემადგენლობა - დაწყებული ტესერებიდან, დამთავრებული საფუძვლისა და სტრუქტურის დუბაბებით: დღეს უკვე ვიცით, რომ მოზაიკის საფუძვლის ფენები შედგება ორი 10მმ-იანი შრიდან, რომელიც ძირითადად, დამზადებულია ჩალის მცირე რაოდენობის დამატებული კირხსნარისგან. ამ შრეების ზემოდან კი დამატებით მოწყობილია 2 მმ-იანი კირხსნარის საფუძვლის ფენა. რაც შეეხება ტესერებს, ისინი დამზადებულია 5 ტიპის კირქვისგან; ერთი მუქი სილიკატის ქვა; ლითონის ფურცლოვანი ტესერა, როგორც ოქროსი, ასევე ვერცხლის; ნახევრად გაუმჭირვალე ფერადი ტესერები ლურჯი, მწვანე, ყავისფერ-იისფერი (მინის პასტები); გაუმჭირვალე წითელი და შუქ-გამტარი შავი ტესერები, მთლიანად 22 ფერიანი პალიტრისთვის.
- საფუძვლის ფენებიდან მოცილებული მოზაიკა: წარმოშობა, ტიპი და ხარისხი: ვიცით, რომ მოზაიკის 89% მოცილებულია საფუძვლის ფენას და ამ ნაწილის თითქმის ნახევარი 20 მმ-ით არის მოცილებული. მოცილების მიზეზები მრავალფეროვანია: წყლის ინფილტრაცია, ქარის ცირკულაცია კედლის სტრუქტურაში და ვიბრაცია, რომელიც გამოწვეული იყო აფეთქებებით ახლომდებარე ქვის კარიერზე

- კრისტალიზაციის ზიანის სიმძიმე და მასშტაბი ტესერების სხეულში, განსაკუთრებით ოქროს და ვერცხლის ტესერების გარსზე: ვერცხლთან (Ag) ერთად ქლორის (Cl) არსებობა საფუძველს გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ მოზაიკის წმენდის ერთ-ერთ წინა ეტაპზე გამოყენებული იქნა ქლორის შემცველი სარეცხი საშუალება.

- დიდი რაოდენობის ლითონის სარესტავრაციო სარჩების ფუნქცია, რომლებიც [1990]-იან წლებში და მანამდე ჩამაგრდა: მათი ფუნქცია ჯერ კიდევ დადებითია და მოზაიკის გადარჩენის გარანტიას წარმოადგენს. თითბრის ხარისხი, რომლისგანაც სარჩები დამზადდა, ხელს უშლის ლითონის დეგრადაციას და გაფართოებას. მხოლოდ ზედაპირზე არსებული ჯვრის ფორმის თავები ავლენს სპილენძის კოროზიის ნიშნებს და ისინი მოიხსნება.

- წინა სარესტავრაციო კამპანიის დროს განხორციელებული მოცილებული მონაკვეთების ხელახალი ჩამაგრების მდგომარეობა: ჯერჯერობით ზუსტად არ ვიცით, რა მასალა იქნა გამოყენებული მოზაიკის ხელახალი ფიქსაციისთვის. რაც ნამდვილად ვიცით არის ის, რომ საფუძვლის ფენებში ლითონის ელემენტებიც იყო ჩასმული — ეს ელემენტები ამოღებულ იქნება.

- სარესტავრაციო დანამატების მდგომარეობა: მოიხსნება, რადგან გამოყენებული მასალის (ბათქაში) ბუნება, რომელიც არ ირეკლავს სინათლეს, - შეუთავსებელია მოზაიკის პირვანდელ ეფექტთან. ისინი შეიცვლება მინის ტესერებით.

- რეკონსტრუქცია, რომელიც ბაკურაძემ ჩაატარა ღვთისმშობლის სამოსის გამოსახულების ქვედა ნაწილზე მოხატული ბათქაშით: იმავე მიზეზით — სინათლის არარეფლექტირებადი ზედაპირის გამო — ეს უბნებიც ჩანაცვლდება მინის ტესერებით. აფსიდის ქვედა არეების მდგომარეობა, სადაც მოზაიკა დაკარგულია და შეცვლილია ფერწერული რეპროდუქციით: ეს ნაწილები აღდგება და შენარჩუნდება, როგორც მაღალი ოსტატობით შესრულებული რესტავრაციის დამამტკიცებელი დოკუმენტი.

აქტივობა	კვირები									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
დამცავი სტრუქტურის აღმასრულებელი დიზაინი										
სტრუქტურის კონსტრუქცია										
ტესერების ჩამაგრების მდგომარეობის შემოწმება და მათი დამაგრების უზრუნველყოფა										
საფუძვლის შრეების შემოწმება და კონსოლიდაცია										
მშრალი წმენდა										
გარსის კონსოლიდაცია										
კრისტალიზებული მარილების მშრალი მეთოდით მოცილება										
წინასწარი სველი წმენდა										
მოზაიკის ზედაპირზე დამცავი ფენის მოწყობა										
დამცავი სტრუქტურის მონტაჟი										

გელათის საკონსერვაციო პროექტი		წელი 1					წელი 2					წელი 3					წელი 4					წელი 5				
გელათის საკონსერვაციო პროექტი		კამპანია 1					კამპანია 2					კამპანია 3					კამპანია 4					კამპანია 5				
	პროექტის დაწყება																									
	ტესტების მდგომარეობის გადამოწმება და დოკუმენტაციის განახლება: გამაგრება რესტავრაციამდე																									
	ტესტების ჩამაგრება და საწყისი დუღების ზედაპირული კონსოლიდაცია																									
	კონსოლიდაცია მოცილებული არელების ინდილტრაციით																									
	არელების კონსოლიდაცია, რომელიც მოშორებულია საფუძველს დაახლოებით 20 მმ-ით																									
	თითბრის სარქების შემოწმება, დამუშავება და ჯვრის ფორმის თავსართების მოხსნა																									
	თითბრის კიდეების მოხსნა																									
	შიდა სივრციდან ლითონის მოცილება																									
	საფარის მოცილება იმ არეებიდან, რომელიც დაქვემდებარა პრევენციულ დაცვას																									
	გარის კონსოლიდაცია																									
	თეთრი კირქვის ტესტების კონსოლიდაცია																									
	შავი ღორღის ტესტების კონსოლიდაცია																									
	სველი წმენდა																									
	ხსნადი მარილების ამოღება																									
	სივრცეების შევსება ტესტებით																									
	წინა ინტერვენციებიდან დარჩენილი შეღებილი ბათქამის მოხსნა																									
	შეღებილი ბათქამის მონაკვეთების მოცილება და პანელზე გადატანა მუზეალიზაციისთვის																									
	შეღებილი ბათქამის მერჩული მონაკვეთების მოზაიკაში რეპროდუცირება																									
	მოზაიკის კიდეების მობათქამება																									
	გარის საბოლოო კონსოლიდაცია																									
	საბოლოო წმენდა																									
	ხსნადი მარილების საბოლოო ამოღება																									
	ესთეტიკური დასრულება																									
	პროექტის დასრულება																									



პრაქტიკულად, გელათის მოზაიკის საკონსერვაციო წინადადება ორ ფაზად არის სტრუქტურირებული: პრევენციული საკონსერვაციო კამპანია, რომელიც უნდა განხორციელდეს რაც შეიძლება მალე; ძირითადი საკონსერვაციო სამუშაოები, რომელიც უნდა განხორციელდეს მას შემდეგ, რაც პასუხისმგებელი შეკითხვების პრობლემა გადაიჭრება.

ეს კითხვები ეხება ეკლესიის გარემო პირობებს, როგორიცაა:

- სახურავის რეაბილიტაცია;
- წყლის ინფილტრაციის აღმოფხვრა;
- მოზაიკის ზედაპირზე კონდენსაციის რისკის აღმოფხვრა;
- წვიმის წყლის სადრენაჟე ფუნქციის აღდგენა სახურავის ღონიდან მიწამდე;
- წვიმისა და გრუნტის ქვეშა წყლების მოგროვებისა და გადაყვანის მიზნით სადრენაჟე არხების აღდგენა და ფუნქციური გამართვა

პრევენციული კონსერვაცია

ამ პროგრამის განხორციელებისთვის განსაზღვრულია ოთხთვიანი სამუშაო პერიოდი, რომლის პირველ ექვს კვირას სამუშაოები ჩატარდება სახელოსნოსა და ლაბორატორიაში, ხოლო შემდგომი ათი კვირა - ადგილზე, გელათში. პროგრამაში ჩაერთვება სპეციალისტთა გუნდი, რომელიც შედგება ერთი ინჟინერისგან, სამი ლითონის დამუშავების სპეციალისტისგან, ათი კონსერვატორისგან, რომლებიც როტაციულად იმუშავენ 5-5 კაციანი შემადგენლობით, ასევე ერთი ვიდეო-ოპერატორისგან.

საკონსერვაციო-სარესტავრაციო პროგრამა

მას შემდეგ, რაც დასრულდება პრევენციული კონსერვაციის ეტაპი და ყველა დამატებითი ინტერვენცია ეკლესიის სტრუქტურაზე განხორციელდება, შესაძლებელი გახდება საკონსერვაციო-სარესტავრაციო პროგრამის დაწყება.

ამ ოპერაციისთვის, ჩვენ ვითვალისწინებთ ოთხ-ნახევარ წლიან პერიოდს, რომლის განმავლობაში, ადგილზე დაიგეგმება ცხრა ორთვიანი სამუშაო კამპანია. კამპანიებს შორის დაგეგმილი პაუზები ტექნიკური ხასიათისაა და ემსახურება ღუდაბის დაჯდომასა და გამრობას. სამუშაოებში ჩაერთვება 15 კონსერვატორი, რომლებიც იმუშავენ მორიგეობით, ხუთ-ხუთკაციან ჯგუფებად, ასევე უზრუნველყოფილი იქნება ინჟინრის, მეცნიერისა და ვიდეო დოკუმენტალისტის მხარდაჭერა. ამ კვლევით, გვჯერა, რომ საფუძველი ჩაუყარეთ და შევიმუშავეთ ინსტრუმენტი ამბიციური, გადაუდებელი და საჭირო შედეგის მისაღწევად - გელათის ღვთისმშობლის მოზაიკის სტრუქტურული რესტავრაციისა და უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად. თუმცა, ეს არ იქნება საკმარისი, რომ დაავაკაუფილოთ უზარმაზარი კულტურული, სიმბოლური და რელიგიური პოტენციალი, რომელსაც გელათის მოზაიკა თავისი ბუნებით განასახიერებს. და ეს ერთადერთი მიზანია, რისი მიღწევაც გვინდა. ტექნიკური კუთხითაც კი, პროექტი დამატებით უზრუნველყოფს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან შედეგს: მოზაიკის მომავლის დაცვის წინაპირობებს, რაც გულისხმობს გარემოზე მიმართული გეგმაზომიერი მოვლისა და პრევენციული კონსერვაციის სისტემის შექმნას. ამას თან ერთვის უფრო მასშტაბური, ამბიციური და არანაკლებ აუცილებელი მიზნები: მოზაიკის და ეკლესიის მაქსიმალური ხელმისაწვდომობა და საყოველთაო გავრცელება იდეებისა, რომლებიც უკავშირდება მოზაიკას, გელათს, „აკადემიას“. პირველი მიიღწევა მოზაიკისთვის მისი თავდაპირველი ფუნქციის დაბრუნებაა: სინათლის მანათობელი ვარსკვლავი, ლოცვის იარაღი, იმედის ღესპანი. ხოლო მეორე – ინფორმაციის მაქსიმალური გავრცელება, როგორც მოზაიკაზე სამუშაოების მიმდინარეობისას, ასევე მათი დასრულების შემდეგ, და სამუშაო სივრცეზე წვდომის უზრუნველყოფით. გელათის მონასტრის უნივერსალური სულის აღდგენა და განმტკიცება: ინკლუზიურობა, სულიერება და ცოდნა.



