

Istraživanje zidnih slika iz podzemlja dubrovačke katedrale

Čupić, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Academy of Fine Arts / Sveučilište u Zagrebu, Akademija likovnih umjetnosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:215:056058>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Academy of Fine Arts in Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AKADEMIJA LIKOVNIH UMJETNOSTI
ODSJEK ZA KONZERVIRANJE I RESTAURIRANJE UMJETNINA

Ivana Čupić
DIPLOMSKI RAD

Rujan, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AKADEMIJA LIKOVNIH UMJETNOSTI
ODSJEK ZA KONZERVIRANJE I RESTAURIRANJE UMJETNINA

Ivana Čupić

ISTRAŽIVANJE ZIDNIH SLIKA IZ PODZEMLJA DUBROVAČKE KATEDRALE
DIPLOMSKI RAD

Mentorica: red. prof. mr. art. Suzani Damiani

Rujan, 2021.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Akademija likovnih umjetnosti

Odsjek za konzerviranje i restauriranje umjetnina

Diplomski rad

Smjer: slikarstvo

Područje: konzerviranje i restauriranje zidnih slika

Opis zahvata: Istraživanje zidnih slika iz podzemlja dubrovačke katedrale

Studentica: Ivana Čupić

Matični broj kandidata 0117223082 R-S

Broj indeksa:

Mentor(ica): red. prof. mr. art. Suzani Damiani

Broj stranica: 159

Broj fotografija: 135

Broj tablica: 6

Broj priloga: 7

Ključne riječi: Dubrovnik, katedrala, najstarija crkva, ulomci, žbuka, istraživanja

Datum obrane: 22. 09. 2021

Povjerenstvo za diplomski ispit: red.prof.mr.art. Zvezdana Jembrih, doc.art. Barbara Horvat
Kavazović, doc. dr.sc. Vladan Desnica

SAŽETAK

Ovaj rad se bavi istraživanjem ostataka zidnih slika u podzemlju današnje dubrovačke katedrale, fokusirajući se na predromaničku građevinu otkrivenu 80-ih godina prošlog stoljeća. Uz kratku povijest katedrale, prikazani su radovi na arheološkom nalazištu tijekom kojih su pronađeni ostaci povijesnih građevina koji su prethodili baroknoj katedrali i velik broj ulomaka zidnih slika, keramike i kamenih elemenata.

Proces njihova ponovnog sagledavanja, popisivanja i inventarizacije započinje 2015. godine u sklopu studentskih radionica „Otkrivanje starih dubrovačkih katedrala“ Filozofskog fakulteta u Zagrebu u suradnji sa Gradskom župom Gospe Velike u Dubrovniku, kojima se studenti Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina pridružuju 2018. godine.

Tijekom tih istraživačko-edukacijskih radionica glavna aktivnost odnosila se na rad s ulomcima zidnih slika. Ulomci su skenirani, a vrste žbuka koje se najčešće ponavljaju na tim ulomcima su zabilježene, popisane te opisane. Dogovoren je, te na većini ulomaka i proveden novi način pohrane u adekvatnije kutije. Za svaku kutiju otvoren je i dokument u kojem su skenirani ulomci označeni i razdijeljeni po vrstama žbuka kako bi se u budućnosti olakšao unos u bazu podataka te omogućio lakši pristup određenoj vrsti ulomaka.

Uz rad na ulomcima, posvećena je velika pažnja i nalazima *in situ*, u podzemlju katedrale. Uspoređeni su i povezani nalazi žbuka s ulomaka s onima na ostacima građevina arheološkog nalazišta. Posebno je dokumentiran crtež na južnom zidu stare crkve s prizorom Krštenja, a fotodokumentirani su i primjeri grafita.

Žbuke koje se najčešće pojavljuju na ovom objektu opisane su i predloženi su rezultati analiza uzoraka tih žbuka. Posebno je obrađen postupak datacije radioaktivnim ugljikom tehnikom akceleratorске masene spektrometrije (AMS ^{14}C). U ovom radu prikazani su još neobjavljeni rezultati analiza laboratorija Zavoda za gradbeništvo Slovenije i rezultati datacije žbuka izvedeni u Institutu Ruđer Bošković.

SUMMARY

This paper deals with the research of wall paintings in the underground of today's Dubrovnik Cathedral, focusing on a pre-Romanesque building discovered in the 1980s. In the introduction history of the cathedral is explained shortly. Works done on archeological site, together with the found remains of historic buildings that preceded the baroque cathedral, are shown. Additionally, many of the fragments of wall paintings, ceramics, and stone elements were found on the same archeological site.

The process of their re-examination and inventory began in 2015. The process is a part of the student workshops "Discovery of the old Dubrovnik cathedrals" of the Faculty of Humanities and Social Sciences in Zagreb in cooperation with the city Parish of Our Lady the Great in Dubrovnik. The students of the Department for conservation and restoration of art joined the workshop in 2018.

During these research and educational workshops, the main activity was working with fragments of wall paintings. The fragments were scanned, and the most common plaster types are recorded, listed and described. A new way of adequate fragment storage was agreed upon and conducted. For each storage box, a document was opened in which previously scanned fragments are marked and divided by types of plaster. This is done to ease data entry in the database.

In addition to the work on the fragments, great attention was paid to the findings *in situ* in the cathedral's underground. The plasters on the fragments were compared and connected with the remained ones of archeological buildings sites. Drawing on the south wall of the oldest church with a scene of Baptism, and examples of graffiti were documented.

The most common plasters from this building are described and the analysis results of samples of these plasters are presented. The process of dating with radioactive carbon by the accelerator mass spectrometry (AMS 14C) technique has been specially processed. This thesis presents the as yet unpublished results of the analyses by the Civil Engineering Institute of Slovenia laboratory and results of plaster dating performed at the Institute Ruđer Bošković.

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
1.1. Uvod	2
1.2. Grad Dubrovnik	4
1.3. Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku	7
2. ISTRAŽIVANJA I RADOVI NA NALAZIMA U PODZEMLJU DUBROVAČKE KATEDRALE	9
2.1. Arheološka istraživanja	10
2.2. Najstarija crkva	14
2.2.1. Problemi u dataciji najstarije crkve	17
2.3. Nalazi zidnih slika <i>in situ</i>	18
2.4. Konzervatorsko-restauratorski radovi na zidnim slikama <i>in situ</i> i ulomcima zidnih slika 80.-ih godina 20. stoljeća	26
2.4.1. Radovi nakon arheoloških istraživanja	28
3. ISTRAŽIVAČKO - EDUKACIJSKI PROJEKT „OTKRIVANJE STARIH DUBROVAČKIH KATEDRALA“	29
3.1. Aktivnosti na ulomcima zidnih slika	31
3.1.1. Signature pod kojima su ulomci pohranjeni	40
3.2.1. Crtež na južnom zidu	42
3.2.2. Ikonografija prizora Krštenja	45
3.2.3. Grafiti	47
4. ISTRAŽIVANJA ŽBUKA	52
4.1. Sastav žbuka	54
4.1.1. Veziva	54
4.1.2. Punila	58
4.1.3. Aditivi	61
4.2. Istraživanja žbuka	63
4.2.1. Pregled žbuka na nekom objektu	63
4.2.2. Nedestruktivna ispitivanja žbuka	64
4.2.3. Analize žbuka	66
4.3. Metoda određivanja starosti radioaktivnim ugljikom	70

4.3.1. Radioaktivni ugljik.....	70
4.3.2. Princip ^{14}C datiranja žbuke	71
4.3.3. Priprema uzoraka žbuka za datiranje radioaktivnim ugljikom	72
4.3.4. Tumačenje rezultata ^{14}C analize	75
4.4. Žbuke iz podzemlja dubrovačke katedrale	78
5. KATALOG ŽBUKA	80
5.1. Tamnosiva žbuka	82
5.1.1. Petrografske analize tamnosive žbuke	85
5.1.2. Termogravometrija/diferencijalna termalna analiza tamno sive žbuke	87
5.1.3. Datacija tamno sive žbuke radioaktivnim ugljikom	88
5.2. Crvena žbuka	89
5.2.1. Crvena žbuka in situ.....	91
5.2.2. Petrografske analize crvene žbuke	92
5.3. Bijela sitnozrnata žbuka.....	94
5.3.1. Bijela sitnozrnata žbuka in situ	98
5.3.2 Petrografske analize bijele sitnozrnate žbuke	99
5.4. Bijela žbuka iz središnje apside.....	101
5.5. Dvoslojna, „romanička“ žbuka.....	102
5.5.1 Rezultati petrografskih analiza dvoslojne romaničke žbuke.....	104
5.5.2 Datacija dvoslojne romaničke žbuke radioaktivnim ugljikom	107
5.6. Žbuka s Gerardova groba	108
5.6.1. Petrografske analize žbuke s Gerardova groba	110
5.6.2. Datacija žbuke s Gerardova groba radioaktivnim ugljikom	112
5.7. Žbuka iz južne nadsvođene prostorije	113
5.8. Siva sitnozrnata žbuka	115
6. ZAKLJUČAK.....	116
POPIS LITERATURE	118
Knjige i članci.....	118
Internetske stranice	121
POPIS SLIKA:	122
POPIS TABLICA.....	132
PRILOZI.....	133

Izvješća rezultata istraživanja	134
Ispitni izvještaj o relativnoj specifičnoj aktivnosti ¹⁴ C/starosti	134
Izvještaj mineraloško-petrograske i fazne analize	135
Izvještaj analiza žbuka Zavoda za gradbeništvo Slovenije	138
XRF analize pigmenata	140
Životopis	144
Izjava o autorstvu	146
Zahvale	147

1. UVOD

1.1. Uvod

Ovaj diplomski rad proizašao je iz radova na ulomcima zidnih slika starih dubrovačkih katedrala koji su započeli na kolegiju *Restauratorska praksa* 2018. godine. Te godine se studenti Akademije likovnih umjetnosti, Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina pridružuju studentima Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na istraživačko-edukacijskim radionicama „Otkrivanje starih dubrovačkih katedrala“ pokrenutim 2015. godine¹. Na radionicama čije aktivnosti su usmjerene na rad na arheološkim ostacima keramike, kamene plastike te zidnih slika, studenti se bave inventarizacijom, dokumentiranjem te istraživanjem građe koja je pronađena u podzemlju današnje katedrale Gospe Velike. Studenti Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina na radionicama bave se uglavnom radom na ulomcima zidnih slika, njih oko 10 000, čije su skeniranje te popisivanje započeli studenti Filozofskog fakulteta. Tijekom radionica od 2017. do 2020. godine, u sklopu kolegija *Restauratorska praksa* OKIRU te u sklopu praktičnog dijela ovog diplomskog rada skenirani su gotovo svi ulomci te je dogovoren njihov novi način unošenja u sustav kako bi se olakšali budući radovi na njima. Također je započet i proces prebacivanja ulomaka iz kartonskih kutija u adekvatnije, plastične kutije u kojima je zbog sigurnije pohrane svaki ulomak zaštićen polietilenskom spužvastom folijom.

U sklopu rada napravljen je i katalog najčešćih žbuka, te tablica koja uz referentne fotografske primjere svake žbuke prati broj obrađenih ulomaka kako bi se dobila informacija o količini ulomaka različitih žbuka. Uz to je izrađena i tablica pomoću koje se prate signature najčešćih žbuka nađenih na signiranome mjestu.

¹ Istraživačko-edukacijski radionice „Otkrivanje starih katedrala“ edukacijski su projekt koji 2015. pokreće Odsjek za povijest umjetnosti Filozofskog fakulteta u Zagrebu i Gradska župa Gospe Velike u Dubrovniku, a od 2018. mu se pridružuju Institut za povijest umjetnosti, Institut za arheologiju i Odsjek za konzerviranje i restauriranje umjetnina Akademije likovnih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu.

Na nalazištu u podzemlju katedrale, pregledani su i dokumentirani ostaci zidnih slika, a žbuke s ulomaka uspoređene su s onima *in situ*. Uz to pregledani su i fotografski zabilježeni grafiti, koji su urezani u sloj žbuke najstarije crkve. Slabo vidljiv, ali vrijedan crtež koji prikazuje prizor Krštenja s južnog perimetralnog zida, precrtan je na prozirnu foliju te fotografiran² kako bi se mogli lakše promotriti likovi i njihova kompozicija. Dokumentacija ovog crteža izvedena je kako bi se crtež, analizirajući ikonografsku temu Krštenja kroz povijest, usporedio s komparativnim primjerima pretpostavljenog razdoblja nastanka. Naime, prizor Krštenja gotovo je sigurno pripremljen crtež za zidnu sliku, a nalazi se na zidu najstarije ranosrednjovjekovne crkve, na sloju prve, tamnosive žbuke. Uz dataciju prirodnoznanstvenim metodama, povijesnoumjetnička analiza ovog prizora mogla bi dati prilog dataciji najstarije crkve.

U sklopu projekta *Istraživanje ulomaka zidnih slika s arheološkog nalazišta dubrovačke katedrale* voditeljice prof. Suzane Damiani, profesor Denis Vokić izradio je multispektralne (UV i IR) snimke zida na kojem se taj prikaz nalazi, kako bi se uočile eventualne oku nevidljive linije.

Također, unutar istog projekta, pokrenuta je suradnja s Laboratorijem za mjerenje niskih radioaktivnosti Instituta Ruđer Bošković u Zagrebu u sklopu koje su izvedene analize uzoraka metodom radioaktivnog ugljika tehnikom akceleratorске masene spektrometrije (AMS ¹⁴C). Kako bi dobila bolji uvid u samu analizu, autorica ove diplomske radnje sudjelovala je u samom postupku analize uz mentorstvo dr. sc. Andreje Sironić na jednom od uzoraka žbuke.

Nadalje, u sklopu istog projekta, uzorci nekoliko reprezentativnih žbuka s ulomaka zidnih slika poslani su u *Zavod za gradbeništvo Slovenije* gdje su obavljene analize kroz koje se dobio uvid u sastav žbuke. Naposljetku, u Arhivu Hrvatskog restauratorskoga zavoda pristupilo se i restauratorskim dnevnicima radova kako bi se dobio uvid u postupke izvedene tijekom arheoloških iskapanja 80-tih godina 20. st. na ostacima zidnih slika *in situ* i ulomcima.

Svi ovi postupci izvedeni su s ciljem sistematizacije i kvalitetnije pohrane ulomaka te prikupljanju podataka koji bi trebali pridonijeti boljem uvidu u povijest Dubrovnika i dubrovačke katedrale.

² Profesor dr. sc. Denis Vokić izradio je UV i IR fotografije crteža na južnom perimetralnom zidu, te fotografski obradio crtež preslikan na prozirnu foliju.

1.2. Grad Dubrovnik

Grad Dubrovnik u svojoj jezgri, opasanoj prepoznatljivim dubrovačkim zidinama čuva razne gotičke, renesansne i barokne palače, crkve, fontane i druge građevine od kojih je jedna od najpoznatijih i katedrala Gospe Velike. Stari grad Dubrovnik pod UNESCO-vom je zaštitom od 1979. godine.³



Slika 1. Grad Dubrovnik

³ UNESCO, <https://whc.unesco.org/en/list/95/>, travanj 2021.

Nastanak grada Dubrovnika dugo vremena se smještao u okvir VII. stoljeća, u doba velike seobe naroda. Smatralo se da su stanovnici tadašnjeg Epidaura (današnji Cavtat) pred prodorom Slavena i Avara našli utočište na strmim stijenama, s čime nastaje grad *Ragusium*, odnosno današnji Dubrovnik.⁴ Upravo nalazi ispod današnje dubrovačke katedrale i Bunićeve poljane 80-ih godina uvode nove zamisli o nastanku grada. Naime, uz već poznatu i arhivski zabilježenu romaničku katedralu pronađen je i dio kaštela, troapsidalna bazilika, memorija te nekolicina grobnica koji pripadaju ranijem vremenskom razdoblju.⁵

Otprije poznata nekolicina gomila-grobnica (tumuli)⁶ iz vremena Ilira, većinom smještenih na padinama ili vrhu nekog brda u okolici Dubrovnika⁷ već su dali naslutiti da je i samo područje grada bilo naseljeno vrlo dugo.⁸ To može potvrditi i novac ilirskog ili helenističkog podrijetla⁹ nađen na lokalitetu istraženom 80.-ih godina, koji predstavlja najstariji nalaz unutar zidina grada, a datira u 3. ili 2. st. pr. Kr. Uz njega je nađen i rimski novac¹⁰ datiran od 1. do 4. stoljeća te bizantski novac¹¹ koji datira od 6. do 14. stoljeća.¹² Ivica Žile napominje: „Navedena otkrića odbacuju stare postavke da su raniji nalazi, koji se datiraju u antiku i kasnu antiku, epidaurske provenijencije, kao plod renesansnog interesa dubrovačkih humanista preneseni pobudom kolekcionarstva iz Cavtata“.¹³

⁴ LUČIĆ JOSIP, *Povijest Dubrovnika od VII. stoljeća do 1205.*, Izdavački zavod Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, 1973., str. 9.

⁵ ŽILE IVICA, *Arheološki nalazi unutar perimenta povijesne jezgre grada Dubrovnika*, Ministarstvo kulture RH, Dubrovnik, 1999., str. 337.

⁶ Umjetno nasut humak podignut nad grobom jednog ili više pokojnika.

⁷ Tumuli su nađeni na području Vidova groblja, duž Kočeve ograde u području Grbava itd.

⁸ NOVAK GRGA, FISOVIĆ CVITO, *Povijest Dubrovnika*, Historijski institut Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Dubrovniku, Dubrovnik, 1966., str. 7.

⁹ Nađeno je 15 kovanica helenističkog ili ilirskog podrijetla.

¹⁰ Nađeno je 80 komada rimskog novca.

¹¹ Nađeno je 170 komada novca bizantskog podrijetla.

¹² ŽILE IVICA, *Arheološki nalazi unutar perimenta povijesne jezgre grada Dubrovnika*, op. cit., str. 338.

¹³ Ibid., 338.

Da Dubrovnik nije nastao „preko noći“, bijegom stanovništva iz Epidaura tvrdi i Željko Rapanić: „Epidauritanci nisu gradili grad, kako priča Porfirogenet, nego su se okupili na položaju gdje se već boravilo više stoljeća. Kasnoantičko, bizantsko utvrđenje ... postupno se prilagođavalo novoj svrsi; konfiguriralo u novo trajno boravište.“¹⁴

Dakle, ilirska gradina *Rausij* sa romaniziranim¹⁵ starosjedilačkim naseljem prenamjenjuje se u tvrđavu (kastum), najvjerojatnije u 6. stoljeću, za vrijeme bizantsko-gotskih ratova.¹⁶ Ta tvrđava, kao sigurno mjesto privlači građane Epidaura koji, naslućujući opasnost od Slavena, u nju najvjerojatnije sele i crkvu.¹⁷ Daljnje analize prve crkve mogle bi dati doprinos u rasvjetljavanju kompleksne povijesti grada Dubrovnika.

¹⁴ RAPANIĆ ŽELJKO, *O počecima i nastanku Dubrovnika*, Starohrvatska prosvjeta, Split, 2013., str. 99.

¹⁵ Tijekom prvih stoljeća nakon Krista ilirske gradine na području Dalmacije poprimaju obilježja rimskog načina života.

¹⁶ Kako bi se zaštitili od istočno-gotskih brodova grade se tvrđave-kastumi. Pomorski stratezi ih smještaju na sigurna mjesta o na obali i otocima, npr. Vrgada, Dugi otok...

¹⁷ RAPANIĆ ŽELJKO, *O počecima i nastanku Dubrovnika*, op. cit., str 93.

1.3. Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku

Izgradnja današnje dubrovačke katedrale započinje nakon razornog dubrovačkog potresa 1667. Izgradnju vodi opat Stjepan Gradić koji nakon potresa posvećuje život obnovi Dubrovnika i njegove katedrale. Gradić projektiranje katedrale povjerava rimskom graditelju Andrei Bufaliniju te zahtjeva da temelji romaničke katedrale što je moguće više posluže kao temelji nove, te da se prate zakoni tada moderne arhitekture. Kao predložak u projektiranju dubrovačke, Andrei Bufaliniju je poslužila rimska crkva S. Giovannidei Fiorentini.¹⁸

Katedrala Uznesenja Blažene Djevice Marije, *Gospe Velike* u Dubrovniku trobrodna je nadstvođena bazilika čija kupola s lanternom čini jednu od esencijalnih točaka u vizuri grada. Izgrađena je kao primjer rimskog baroka te je kao takva jedna od rijetkih rimsko-baroknih crkvi na području Republike Hrvatske. Pri ulazu u katedralu prvo što se uoči je njena raščlamba redovima korintskih pilastara u glavnom brodu i na križištu. Isti takvi oblici, no u formi slobodnostojećih stupova nalaze se na rizalitu dvoetažnog pročelja.¹⁹



Slika 2. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik, Kupola katedrale



Slika 3. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik, unutrašnjost katedrale

¹⁸ MARKOVIĆ VLADIMIR, *Projekt izgradnja dubrovačke katedrale*, Dubrovnik, 2012., str. 83.

¹⁹ ZELIĆ DANKO, *Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku*, Gradska župa Gospe Velike, Dubrovnik; Institut za povijest umjetnosti, Zagreb, 2014., str. 121.-123.

Prethodnu, romaničku katedralu srušenu u razornom dubrovačkom potresu 1667. godine povjesničarima umjetnosti nije bilo teško rekonstruirati zato što o njoj postoji vrlo širok raspon raznih što pisanih, što slikanih izvora.²⁰ Najstariji prikaz romaničke katedrale nalazi se na glavnom oltaru u crkvi Sv. Vlaha, a prikazuje lik sv. Vlaha s modelom grada u lijevoj ruci.²¹ Da su taj i drugi izvori relevantni, potvrđuju nam ostatci njenih temelja. Tako se zna da je i ona bila trobrodna bazilika s kupolom, bez transepta. Od bočnih brodova glavni joj je bio odijeljen sa šest pari masivnih zidanih stubova. Glavni i bočni brodovi bili su bačvasto nadsvođeni, dok je kupola bila eliptičnog oblika.²² Također se zna da je gradnja katedrale započela u 12. stoljeću, odnosno između 1132. i 1158. godine. *Terminus post quem* je smrt biskupa Gerarda, zadnjeg biskupa pokopanog u njenoj prethodnici; a *terminus ante quem* smrt Andrije iz Lucce, prvog nadbiskupa pokopanog u romaničkoj katedrali.²³



Slika 4. Nepoznati autor, *Srebrni pozlaćeni reljef sa slikom Sv. Vlaha*, crkva Sv. Vlaha, Dubrovnik, Najstariji prikaz romaničke katedrale



Slika 5. Nepoznati autor, *Romanička katedrala na veduti Dubrovnika iz sredine 17. st.*, franjevački samostan Male braće, Dubrovnik, prikaz romaničke katedrale

Ostatci romaničke katedrale dio su nalaza otkrivenih pod temeljima današnje dubrovačke katedrale u istraživanjima koje je vodio povjesničar umjetnosti Josip Stošić u razdoblju od 1981. do 1987. godine.²⁴

²⁰ ZELIĆ DANKO, *Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku*, op. cit., str. 44.

²¹ VEŽIĆ PAVUŠA, *Ikonografija romaničke katedrale u Dubrovniku*, Odjel za povijest umjetnosti, Sveučilište u Zadru, Zadar, 2014., str. 65.

²² ZELIĆ DANKO, *Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku*, op. cit., str. 44.

²³ Ibid., str. 43.

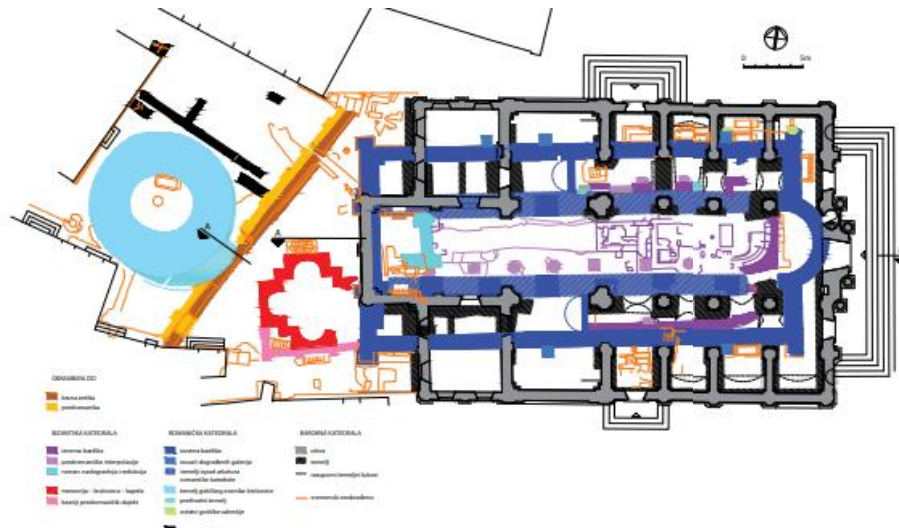
²⁴ VEŽIĆ PAVUŠA, *Ikonografija romaničke katedrale u Dubrovniku*, op. cit., str. 63.

2. ISTRAŽIVANJA I RADOVI NA NALAZIMA U PODZEMLJU DUBROVAČKE KATEDRALE

2.1. Arheološka istraživanja

Arheološka istraživanja u podzemlju dubrovačke katedrale započeta su 1981. zbog potrebe za konstruktivnom sanacijom nakon potresa 1979. Nositelj projekta zadužen za nadzor radova na obnovi bio je Zavod za obnovu Dubrovnika, a voditelj istražnih radova bio je povjesničar umjetnosti Josip Stošić. U radovima su sudjelovali arheolog Ivica Žile te arhitekt Ivan Tenšek.²⁵ Na fotografskoj dokumentaciji nalaza radio je Krešimir Tadić, dok se numizmatičkom obradom bavio Ivan Mirnik. Paralelno uz arheološka istraživanja odvijali su se i restauratorski radovi koje su izvodili ing. arh. Josip Velnić, Vinko Štrkalj i Emil Pohl.

Istraženo područje ima kvadraturu od oko 1200 m² od koje 720 m² čini prostor ispod današnje katedrale, a 450 m² ispod Bunićeve poljane. Uz temelje romaničke katedrale koja je već bila poznata kroz razne pisane i slikane izvore, tada su po prvi puta otkriveni i ostatci starijih građevina: kasnoantički obrambeni zid, četverolisna memorija, troapsidalna ranosrednjevjekova bazilika²⁶ te tisuće ulomaka arhitektonske plastike, kamenog namještaja, skulptura i zidnih oslika iz razdoblja od kasne antike do baroka. Istraživanja su potrajala do 1987.²⁷



Slika 6. Tlocrt s prikazom nalaza ispod današnje katedrale i Bunićeve poljane

²⁵ Pregled arheoloških nalaza predstavljen je prema podacima predstavljenim u ppt prezentaciji konzervatorice, dipl. arheologinje Marte Perkić (Konzervatorski odjel u Dubrovniku), izvedenim u sklopu radionica *Otkrivanje starih dubrovačkih katedrala* 2020. g., pripremljenom prema podacima iz dnevnika radova nastalih tijekom arheoloških istraživanja.

²⁶ U mnogim izvorima prva crkva se naziva „bizantskom“ no noviji radovi je nazivaju „ranosrednjovjekovnom“.

²⁷ ZELIĆ DANKO, *Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku*, op. cit., str. 32.

Istraživanja su se odvijala u pet faza od kojih je prva trajala od siječnja 1981. do 5. 9. 1981., druga 12. 05. 1982. do 18. 12. 1982., treća 11. 01. 1983. – 20. 12. 1983., četvrta 09. 01. 1984. do 22. 12. 1984., a peta od 14. 01. do 28.10. 1985.

U prvoj fazi započelo se sondiranjem i definiranjem tlocrta romaničke crkve, no proširenjem 4. sonde otkrila se starija, do tada nepoznata crkva zapadno od romaničke apside. Proširivanjem sonde prema zapadu otkriva se apside sa zidnim slikama. Postupno se otkrivaju i katedra, subselija, bočne apside i slikana luneta na vanjskom južnom zidu. Plan za sljedeću fazu bio je sustavno tražiti istočni dio prve crkve i razmotriti mogućnosti izlaganja arheoloških nalaza. Između prve i druge faze započinju konzervatorsko-restauratorski radovi na zidnim slikama.

S drugom fazom započinje sustavno istraživanje druge polovice srednjeg broda od apside prema zapadu, tako da se otvaraju sonde svih bočnih baroknih kapela. Istražuje se cijeli prostor barokne crkve osim zapadnog dijela srednjeg broda i prostora sakristije i riznice. Ranokršćanski kapitel pronađen je kao spolija u strukturi na gornjoj klupici u apsidi te je zaključeno da je pripadao oltaru kao predromanička adaptacija ranokršćanske crkve.

Krajem 1981. pronađena je luneta groba u arkosoliju za koju se tada mislilo da je dio portala kojemu je uklonjen nadvratnik. Pored groba je bio sagrađen romanički zid kojega je bilo potrebno ukloniti za daljnja istraživanja. Od 1982. istražuju se grobovi oko apside prve crkve i srednji brod. Nađena su južna i sjeverna romanička nadsvođena prostorija, a u baroknim kapelama romanički grobovi uz vanjske zidove. Krajem ove faze zaključuje se da je potrebno otvoriti sondu i na Bunićevoj poljani.

U trećoj fazi se krenulo sa sustavnim istraživanjem cijelog dostupnog prostora barokne katedrale²⁸. Nastavilo se i sa istraživanjem srednjeg broda gdje je otkriven protoromanički zid zvonika te s istraživanjem još neistraženih grobova. Uklanja se dio južnog romaničkog zida kako bi se mogao istražiti grob biskupa Gerarda i arkosolij. Započeto je i istraživanje Bunićeve poljane te baroknih biskupskih grobnica u sakristiji. Probijeni su romanički temelji te je započeta razgradnja manjih dijelova baroknih zidova, kako bi se u podzemlju mogao ostvariti muzejski prostor. Naposljetku se kreće u vraćanje poda u baroknoj katedrali nalijevanjem armirano-betonske ploče te se nastavlja sa s istraživanjem romaničkih supstrukcija.

Istraživanja na Bunićevoj poljani počinju 1983. te je otvaranjem prve sonde otkriven temelj gotičkog zvonika/krstionice. Slijedilo je otkivanje kasnoantičkog obrušnog zida i grobova s čim se istraživanje malo proširilo. Otkrivena je i četverolisna građevina te grobovi i ostaci kuća iz starijeg sloja.

Četvrta faza se nastavlja 1984., u kontinuitetu. Počinje se s istraživanjem do tada neistraženog „narteksa“²⁹ zapadno od protoromaničkog zida. U četvrtoj fazi nastavlja se i s istraživanjima na Bunićevoj poljani te u južnoj i sjevernoj nadsvođenoj prostoriji.

Peta faza je završna faza istraživanja na Bunićevoj poljani i u katedrali gdje se istražuju mjesta koja ranije nije bilo moguće istraživati, uglavnom zbog sigurnonosnih razloga. Pronađeni su ostatci uništenog sarkofaga na vanjskom licu južnog romaničkog zida te ostatci temelja stepeništa kod sjevernog bočnog ulaza. Istražujući grobove u kapeli Gospinog Navještenja otkriven je grob kanonika Mateja Ranjine. Po završetku radova završena je armiranobetonska ploča te formiran podzemni prostor s idejom podzemne muzejske etaže.³⁰

²⁸ Izuzetak je prostor gdje je bio barokni inventar i dijelovi koji bi narušili statiku.

²⁹ Postojane narteksa samo je pretpostavljeno, nema fizičkih dokaza da je doista postojao.

³⁰ Pregled arheoloških nalaza predstavljen je prema podacima predstavljenim u ppt prezentaciji konzervatorice, dipl. arheologinje Marte Perkić, izvedenim u sklopu radionica *Otkrivanje starih dubrovačkih katedrala* 2020. g., pripremljenom prema podacima iz dnevnika radova nastalih tijekom arheoloških istraživanja.

Kasnoantički zid koji se protezao dijagonalno u odnosu na pročelje bizantske bazilike datiran u 5./6. stoljeće najstarija je nađena arhitektonska konstrukcija. Zaključeno je da je zid bio dio kasnoantičkog kaštela unutar kojeg je izgrađena katedrala.³¹



Slika 7. Bunićeva poljana tijekom istraživanja

Četverolisna memorija je građevina čiji je središnji prostor kvadrantnog oblika okružen s apsidalnim nišama koje su iznutra polukružne, a s vanjske strane uglate. Njeni ostatci smješteni su između bazilike i kasnoantičkog zida. Da je riječ o memoriji, podignutoj nad grobom s relikvijama, zaključeno je po njenom obliku svojstvenom ranokršćanskim memorijama kao i po grobovima nađenim u neposrednoj blizini. Kako su u unutrašnjosti građevine otkriveni i ostatci zdenca, dolazi se do zaključka da je memorija u jednom periodu prenamijenjena u krstionicu, kako bi nešto kasnije bila ponovo vraćena u funkciju memorije. Tu nam tezu potvrđuje prestanak ukopa u blizini memorije te novi, drugačije orijentirani grobovi izgrađeni nakon duljeg vremenskog perioda bez ukopa.³²

³¹ ZELIĆ DANKO, *Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku*, op. cit., str. 33.

³² Ibid., str. 33.

2.2. Najstarija crkva

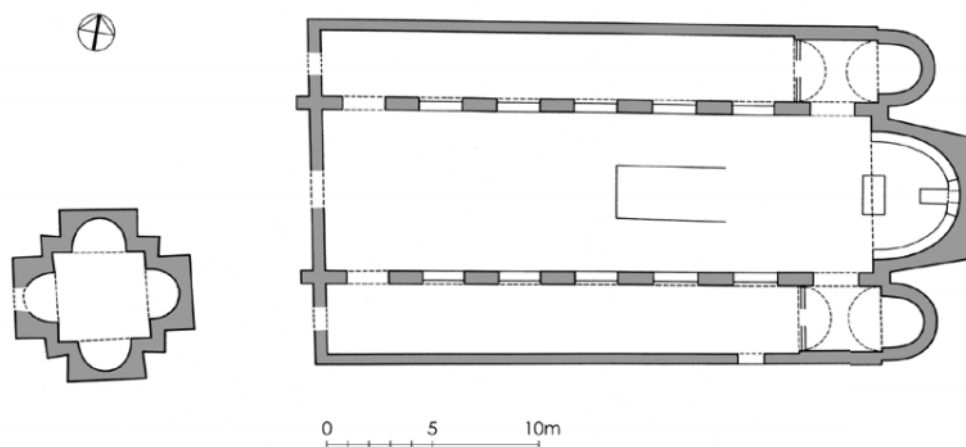
Nađeni ostatci najstarije bazilike ukazuju nam da je prethodna crkva bila obrnuto orijentirana od današnje katedrale, dakle svetištem okrenutim prema istoku. Ta bazilika duljine od oko 31 m te širine 16 m imala je tri broda. Uže bočne brodove zatvarale su polukružne pastoforije, dok je glavni brod zatvarala široka izvana trapezasta, a iznutra polukružna apsida.³³ Visina nalaza je oko 3 m, budući da se podnica bizantske bazilike nalazi 3 m ispod razine podnica romaničke te današnje katedrale.



Slika 8. Glavni brod najstarije crkve

³³ ZELIĆ DANKO, *Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku*, op. cit., str. 33.

Najsačuvaniji dijelovi su južni perimetralni zid, dijelovi arhitekture između glavnog i sjevernog bočnog broda te dijelovi apsida. Sagledavajući nalaze zaključeno je da je glavni brod od bočnog dijelilo šest pari pravokutnih masivnih zidanih nosača. Od sedam visoko lučno završenih arkadnih otvora, pet ih je u donjem dijelu zazidano parapetima, što bi značilo da su prostori bočnih s glavnim bili povezani samo s dva otvora koja su omogućavala komunikaciju između svetišta i pastoforija. Pretpostavlja se da je bazilika imala i narteks, iako ne postoje nikakvi sačuvani dokazi o njegovom postojanju.³⁴ Uz sačuvan jedan ulaz koji se nalazi na istočnom dijelu južnog pročelja smatra se da su postojala još tri.³⁵ Na spoju glavnog broda i apsida nalaze se ostatci masivnog zidanog oltara iza ostataka beme³⁶. Ispred toga, u temelju, nalazi se pravokutni oblik koji je najvjerojatnije ostatak ambona³⁷ ili cele³⁸. Uz središnji dio luka apsida izvorno se nalazila katedra nakon koje je izgrađen subselija^{39,40}



Slika 9. Tlocrt najstarije crkve prije pregradnje

³⁴ Prema analogijama s građevina toga tipa pretpostavlja se postojanje narteksa, natkrivenog predvorja na zapadu pročelja.

³⁵ Pretpostavka zapadnog ulaza utemeljena je na grobu nađenom na tome mjestu koje je u to doba bilo cijenjeno mjesto ukopa, a postojanje zapadnog ulaza temelji se na potrebi ulaza u crkvu u vrijeme kasnije pregradnje kada je mogući središnji ulaz morao biti ukinut, no utvrđen je samo ulaz na istočnom dijelu južnog pročelja.

³⁶ Podignuta platforma u funkciji svetišta. U ranokršćanskim bazilikama označuje povišeno i ograđeno mjesto na kojemu je smješten oltar.

³⁷ Povišeno mjesto na spoju svetišta broda i crkve namijenjeno čitanju biblijskih tekstova u liturgiji.

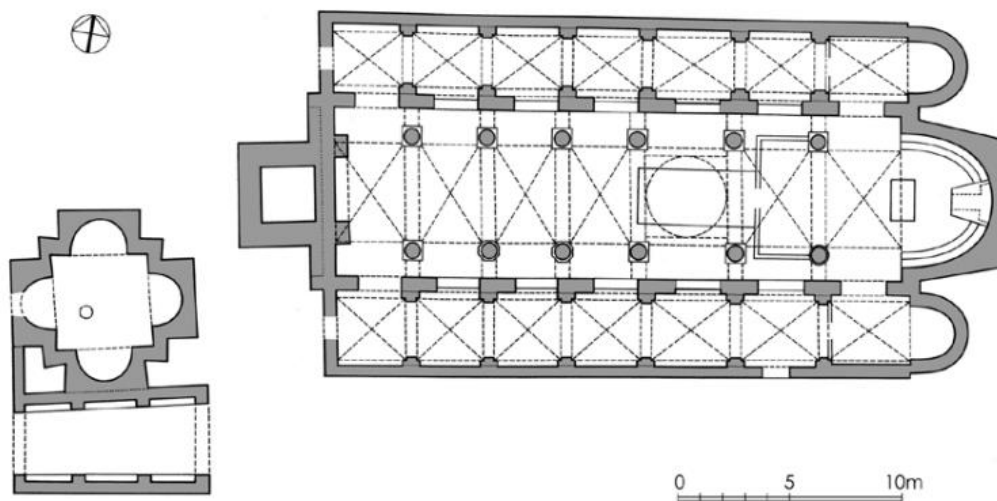
³⁸ Podzemna komora u kojoj su bile relikvije.

³⁹ Klupa za svećenstvo.

⁴⁰ ZELIĆ DANKO, *Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku*, op. cit., str. 34.-35.

2.2.1. Pregradnje najstarije crkve

Prema nalazima ostataka vidljivo je da je bazilika u dva navrata podvrgnuta većim pregradnjama. U prvoj pregradnji glavnome brodu pridodaje se dva niza po šest stupova koji nose arkade na koje naliježu križni svodovi. Križni svodovi su izvedeni i nad bočnim brodovima što nam dokazuju tragovi pilastara T-presjeka. Na izgradnju kupole ukazuje veći razmak između drugog i trećeg para stupova gledajući od svetišta. Otvori između stupova u polju koje nosi kupolu zazidani su te se ispred njih u glavni brod postavljaju propovjedaonice, dok je bema pomaknuta dublje u prostor glavnog broda.⁴¹



Slika 10. Tlocrt najstarije crkve nakon pregradnje

Prvotna vrlo jednostavna monolitna katedra u dnu apside se povisila i proširila te je uspostavljena subselija. Kasnije se po treći puta povisuje i proširuje te se uspostavila dvostepena subselija.⁴² Ta pregradnja datirana je u sredinu 10. stoljeća te se smatra zrelo predromaničkim zahvatom.⁴³ Drugom, odnosno posljednjom pregradnjom smatra se preoblikovanje zapadnog dijela bazilike. Zid zapadnog pročelja ojačan je u širini zapadnog broda, a na sredinu mu je dograđen zvonik. Druga pregradnja kategorizira se kao djelo rane romanike.⁴⁴

⁴¹ ZELIĆ DANKO, *Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku*, op. cit., str. 35.

⁴² STOŠIĆ JOSIP, *Prikaz nalaza ispod katedrale i Bunićeve poljane u Dubrovniku*, Institut za povijest umjetnosti sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1988., str. 18.

⁴³ ZELIĆ DANKO, *Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku*, op. cit., str. 36.

⁴⁴ Ibid., str. 36.

2.2.1. Problemi u dataciji najstarije crkve

Pri datiranju izgradnje prvobitne bazilike nailazi se na problem. Naime, bazilika ima određene arhitektonske i stilske karakteristike bizantske građevine, no mnoga obilježja je karakteriziraju kao ranosrednjovjekovnu baziliku. Nadalje, pronađena kamena plastika za koju se sa sigurnošću može reći da pripada prvobitnoj bazilici, ima tipično predromaničko stilsko oblikovanje.⁴⁵ Sam Stošić u jednom od prvih tekstova nakon otkrića kaže: „Jedan od najtežih problema u proučavanju bizantske arhitekture jest pitanje izvora i podrijetla srednjovjekovnih bazilika: jesu li one potekle iz neprekinutog slijeda kasnoantičkih bazilika ili su njihov kasniji revival“, međutim na to pitanje trenutno nema odgovora, zato što na prostorima gdje je dominirala bizantska arhitektura ne postoji bazikalna crkva koju se može točno smjestiti u razdoblje između druge polovice 7. i druge polovice 9. stoljeća. „Dubrovačka se bazilika po svojim stilskim i građevinskim odlikama nalazi između kasnoantičkih i srednjovjekovnih bizantskih bazilika, pa kada bi se mogla sigurnije datirati u vrijeme prije polovice 9. stoljeća, možda bi upravo ona dala odgovor na to pitanje.“⁴⁶ Naposljetku, zaključuje da je najizglednije da je bazilika izgrađena u 8. stoljeću.⁴⁷

U kasnijim stručnim radovima pojavljuju se mnoga tumačenja koja se razlikuju od onog koje je iznio prvi istraživač, Stošić. Jedni smatraju da je bazilika izgrađena u 6. stoljeću, dok drugi vjeruju da je nađenoj bazilici prethodila druga monumentalna crkva iz 6. stoljeća. Također, tu je i teorija da prvotna građevina u obliku kakvom ju je Stošić prikazao nije ni postojala, već da se na tome mjestu nalazila manja crkvice s kupolom izgrađena u drugoj polovini 10. stoljeća koju su zatim u 11. stoljeću produljili i proširili.⁴⁸

⁴⁵ STOŠIĆ JOSIP, Prikaz nalaza ispod katedrale i Bunićeve poljane u Dubrovniku, Institut za povijest umjetnosti sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1988., str. 21.

⁴⁶ STOŠIĆ JOSIP, op. cit., str. 22.

⁴⁷ ZELIĆ DANKO, *Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku*, op. cit., str 38.

⁴⁸ Ibid., str. 38.

2.3. Nalazi zidnih slika *in situ*

U podzemlju katedrale istraživači su otkrili dijelove zidnih slika koje su se očuvale na zidovima i koje se i danas nalaze *in situ*. Najznačajniji i najveći dio očuvane zidne slike nalazi se u dijelu glavne apside. Očuvan je i dio lika na južnom zidu u bočnoj apsidi te niz likova južnije od njega, dio lika na stubu sjeverne arkade te dio slike u luneti nad sarkofagom u arkosoliju na istočnom kraju južnog perimetralnog zida prve bazilike te uz nju i natpis u luneti koji spominje ime biskupa Gerarda.



Slika 11. Prikaz zidnih slika *in situ* na tlocrtu prve crkve

Od zidne slike u apsidi sačuvan je samo donji dio likova, do njihovih ramena, te naslikane kamene inkrustacije ispod likova. Slika prikazuje prizor povorke crkvenih otaca, što bi značilo da je sa svake strane katedre bio prikaz od po šest likova crkvenih otaca odjenutih u zapadni ornat.⁴⁹ Slika je podijeljena u tri dijela. Najniže, odmah iznad stepenica, nalazi se traka crveno uokvirenih kvadrata u kojima je vidljiv stilizirani prikaz žutih i plavih kamenih inkrustacija. Pozadina likova jednolične je tamnoplave boje, valovita završetka koja seže likovima do iznad koljena. Iznad plave se nastavlja također jednolična ploha oker boje. Likovi su široko razmješteni u prostoru, a zbog raširenih, u plave cipele obuvenih stopala koja ne dotiču tlo daju dojam lakih lebdećih bića.



Slika 12. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik, ostaci zidne slike u apsidi



Slika 13. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik, ostaci zidne slike u apsidi, detalj

⁴⁹ STOŠIĆ JOSIP, *Prikaz nalaza ispod katedrale i Bunićeve poljane u Dubrovniku*, op. cit., str. 20.

„Isti majstor koji je izradio freske u apsidi naslikao je i jedno polje na južnom perimetralnom zidu s likom odjevenim također u zapadni crkveni ornat“⁵⁰ Lik je također obuven u plave cipele te smješten na pozadinu podijeljenu na oker te i plavu boju valovita završetka. Slika je uokvirena crvenim okvirom na kojemu se nalaze pastozno nanese bijele točkice.



Slika 14. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik,
ostaci zidne slike na južnom perimentalnom zidu



Slika 15. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik,
ostaci zidne slike na južnom perimentalnom zidu, detalj

⁵⁰ STOŠIĆ JOSIP, *Prikaz nalaza ispod katedrale i Bunićeve poljane u Dubrovniku*, op. cit., str. 20.

„Istočnije od toga polja u nekadašnjem diaconikonu naslikao je u gotovo isto vrijeme drugi majstor niz likova u sličnoj odjeći“.⁵¹ Ta slika, trenutno na prilično nedostupnom mjestu, veoma je oštećena, no raspoznavamo tamno plavu, crvenu, zelenkastu te oker boju dijelova odjeće likova za koje možemo pretpostaviti da su se nalazili naslikani na tom dijelu zida.



Slika 16. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik, ostaci zidne slike u diaconikonu



Slika 17. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik, ostaci zidne slike u diaconikonu, detalj

⁵¹ STOŠIĆ JOSIP, *Prikaz nalaza ispod katedrale i Bunićeve poljane u Dubrovniku*, op. cit., str. 20.

Stošić za nalaze zidnih slika dalje navodi: „...na zapadnoj stijeni u drugom otvoru od istoka južne⁵² arkade sačuvan je donji dio monumentalnog lika koji se prepoznaje kao rad trećeg majstora“.⁵³ Ovaj lik nalazi se na tamno plavoj pozadini uokvirenoj s tankom bijelom te dvije šire linije, žute te i crvene boje. Na okviru se također nalazi niz bijelih točkica. Boje ove slike su gušće i pastoznije, što nam daje dojam da ovaj lik čvršće stoji na zemlji. Jedna od uočljivijih razlika između ovog i likova u apsidi je i njegovo stopalo. Ono nije obuveno u plavu cipelu kao u prethodnim primjerima, već njegovo stopalo dugih prstiju krase elegantna sandala.



Slika 18. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik, ostatak zidne slike na zidu sjeverne arkade, detalj



Slika 19. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik, ostatak zidne slike na zidu sjeverne arkade, detalj

⁵² Ova slika se nalazi na sjevernoj arkadi, no u nekolicini stručnih tekstova postoje greške u navodima strana svijeta.

⁵³ STOŠIĆ JOSIP, *Prikaz nalaza ispod katedrale i Bunićeve poljane u Dubrovniku*, op. cit., str. 20.

Na vanjskoj istočnoj strani južnog zida najstarije crkve, u luneti nad sarkofagom se nalazi slika skupine likova od kojih je najveći, sačuvan do pojasa, prikazan na prijestolju s lijevom nogom malo uzdignutom. Za njega se smatra da nije prikaz Bogorodice, što bi se dalo naslutiti po nazivu crkve, već Krista Pantokratora.⁵⁴ S njegove lijeve strane nalazi se manji lik kojemu nedostaje samo glava, s uzdignutim rukama u stavu molitve. Taj lik najvjerojatnije predstavlja biskupa kome je prikaz izrađen kao zavjetna slika u sklopu grobnice. Likovi sačuvani do pasa, svaki s jedne strane vjerojatno su prikazi svetaca zaštitnika. Crtež je izveden relativno precizno, a prikaz draperija sačinjen je od pravilnih krivulja tamnih i svijetlih tonova koje predstavljaju spuštanje nabora tkanine. Stupanj stilizacije ovih likova veći je od onoga likova na nosačima arkada. Zapravo, sve karakteristike slike ukazuju na zapadnjačko školovanje majstora. Ta se slika nalazi odmah uz grob biskupa Gerarda te, iako se ne zna vremenski razmak između njihovih smrti, možemo pretpostaviti da je to grobnica jednog od posljednjih biskupa stare katedrale.⁵⁵



Slika 20. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik, slika u luneti

⁵⁴ Zbog energije pokreta povjesničar umjetnosti Igor Fisković pretpostavlja da je zavjetna slika prikaz Krista, ikonografskog tipa pantokratora. FISKOVIĆ IGOR, *O freskama 11. i 12. stoljeća u Dubrovniku i okolici*.

⁵⁵ FISKOVIĆ IGOR, *O freskama 11. i 12. stoljeća u Dubrovniku i okolici*, op. cit., str. 20.

Na stubovima arkatura u glavnom brodu nađeni su i nečitki dijelovi slika koji su najvjerojatnije prikazivali 12 apostola. Potvrdu da su to zaista mogli biti apostoli daje i grafit na prvom sjevernom stubu od istoka gdje krupnim slovima piše VERITAS, koji se vjerojatno odnosio na lik Sv. Petra koji se nalazio iznad.⁵⁶ Tijekom ovih radova u podzemlju katedrale nije se uspjelo pronaći taj natpis ni ostatke slika apostola.

Na južnom zidu južnog broda nađen je i veliki crtež krštenja Kristova koji pripada prvotnoj opremi prve crkve.⁵⁷ „Identificirana je kompozicija Kristova krštenja s legendom i siglami na grčkom jeziku“.⁵⁸ O crtežu na južnom zidu više je napisano u daljnjem tekstu.

Fisković zidne slike razdvaja u dva vremenska sloja te za prvi smatra da je nastao kao naknadni oslik izvornog zaključnog dijela glavnog broda, a drugi smješta u vrijeme preinaka konstrukcije lađa. Također, naglašava da se nakon crkvenog raskola ne događa striktna podjela na zapadnu i istočnu umjetnost. Tu otvara pitanje što je, i ako išta raskol promijenio u slikarstvu. Osobito na granici između romaničkog i predromaničkog izraza trebalo bi se ustvrditi što se bi se nazivalo „bizantskim“, a što „zapadnjačkim“.⁵⁹ Nadalje, navodi da je nužno i sagledati politiku samog Dubrovnika u kojoj je Bizant nazočan dulje nego u drugim hrvatskim gradovima uz obalu, te s time i pokrovitelji dubrovačke umjetnosti imaju usađen bizantski smisao za estetiku.⁶⁰

⁵⁶ STOŠIĆ JOSIP, *Prikaz nalaza ispod katedrale i Bunićeve poljane u Dubrovniku*, op. cit., str. 18.

⁵⁷ Ibid., str. 18.

⁵⁸ Ibid., str. 18.

⁵⁹ FISKOVIĆ IGOR, *O freskama 11. i 12. stoljeća u Dubrovniku i okolici*, op. cit., str. 18.

⁶⁰ Ibid., str. 19.

Majstora druge skupine slika, koje se nalaze na ojačanim nosačima i na novome svodu unutar prve dubrovačke bazilike povezuju se s onima unutar crkve sv. Mihaela u Pakljenoj na Šipanu, nađenih 1960. za vrijeme njene rekonstrukcije. Tu se pridodaju slični oslici za koje se pretpostavlja da su izrađeni rukom istog autora otkriveni nekoliko godina kasnije, također na Šipanu, unutar crkvice sv. Ivana. Uz to su pridruženi i ostaci zidnih slika iz crkvice sv. Nikole na Koločepu. Zidne slike s otoka datiraju se u razdoblje prvih desetljeća 12. stoljeća te se smatra da su nastale nakon onih iz katedrale. Uz promatranje istovjetnih detalja slika u crkvama poput vitkih stopala, sandala te ruku na kojima su prikazani čak i nokti, slike se pripisuju istom majstoru koji je nakon slika u prvoj crkvi oslikao i crkvice na otocima.⁶¹ S pretpostavkom da je majstor najprije oslikao katedralu, nakon čega je dobio narudžbe za slike u crkvicama, možemo ih lakše usporediti te smjestiti u vremenski kontekst.

⁶¹ FISKović IGOR, *O freskama 11. i 12. stoljeća u Dubrovniku i okolici*, op. cit., str. 22.

2.4. Konzervatorsko-restauratorski radovi na zidnim slikama *in situ* i ulomcima zidnih slika 80.-ih godina 20. stoljeća

U sklopu ove diplomske radnje dobiveno je dopuštenje uvida u konzervatorsko-restauratorske dnevnike radova koji se čuvaju u arhivu HRZ-a. U preko 15 bilježnica zapisani su radovi na nalazima *in situ* i ulomcima nađenima u podzemlju današnje katedrale. Radovi su trajali od 1981. do 1986. godine. Voditelj radova bio je dipl. ing. arh. Josip Velnić s kojim su surađivali restauratori Vinko Štrkalj i Emil Pohl. U nastavku je predložen sažetak podataka iščitanih iz dnevnika radova, podijeljen prema zidnim slikama.

Na zidnoj slici u apsidi, koja prikazuje Povorku otaca radovi su krenuli sa grubim čišćenjem zemlje i žbuke. Slikani sloj je zatim fiksiran vapnenom vodom. Rubovi su očišćeni te učvršćeni žbukom. Nakon toga uslijedilo je čišćenje vapnenih inkrustacija s površine slike. Oštećenja unutar slike te uz lijevi rub apsida zatvorena su žbukom.⁶² Injektiranje je izvršeno vapnom. Naposljetku se cijela klupčica ispod zidne slike podzidava, te se žbukaju preostala oštećenja u apsidi.

Na južnom perimetralnom zidu prvo je obavljeno čišćenje zidne slike koje je započelo grubim skidanjem žbuke. Nakon čišćenja slike otvorene su sonde pomoću kojih je dobiven uvid u stratigrafiju te zidne slike, te je zaključeno da je jedan sloj na crvenoj, a drugi na tamno sivoj žbuci. Labilni dijelovi slike injektirani su kazeinom, a površina je konsolidirana kazeinom i Akrilenom-m.⁶³

Istočnije na južnom zidu, u diaconikonu, prvo se krenulo sa čišćenjem vapnenog naliča i inkrustacija. Slika je fiksirana i injektirana Aqua techom.⁶⁴ Slikani i žbukani sloj su naposljetku zakitani žbukom.

Slika na drugom otvoru sjeverne arkade također je prvo očišćena od vapnenoga naliča. Fiksirana je vapnenom vodom te se pristupilo dočišćavanju inkrustacija, nakon čega je na neko vrijeme prekrivena folijom.

⁶² U dnevnicima rada kao sastav žbuke se navodi: 1:2 vapna naspram pijeska te 4 dijela crvene zemlje (koja je isprana prije uporabe) na jedan dio žbuke.

⁶³ Informacije o ovome materijalu nisu poznate, no pretpostavlja se da se radi o vezivu na bazi akrila.

⁶⁴ Informacije o ovome materijalu su nepoznate.

Na južnoj strani južnog zida, gdje se nalazi slika u luneti, nakon otvaranja slike pristupilo se fiksiranju kazeinom.⁶⁵ Zid je injektiran vapnom. Dio koji je bio urušen očistio se od zemlje te je ugrađena greda. Za vrijeme ugradnje grede otpao je jedan dio zidne slike koji je pri kraju radova vraćen na zid i zalijepljen vapnenim kazeinatom. Luneta je injektirana kazeinom 1:5, te naposljetku očišćena od ostataka kazeina koji su ostali na cijeloj površini.

Na južnome zidu južnoga broda, na kojemu se nalazi crtež krštenja Kristova prvotno se obavilo sondiranje. Nakon otkrivanja dijelova likova, zid je očišćen od vapnenih premaza. Crtež je naposljetku i precrtan.⁶⁶

Ulomci zidnih slika su 80-ih godina prošlog stoljeća čišćeni te namakani u vapnenoj vodi.⁶⁷ Potom je slijedilo sondiranje dijela ulomaka prekrivenih vapnom te naposljetku čišćenje vapnenog naliča skalpelom sa dijela oslikanih ulomaka. Zatim su klasificirani i složeni u kartonske kutije koje su pohranjene u podrumskom prostoru današnje katedrale. Nekolicina reprezentativnih ulomaka nije pohranjena s ostalim ulomcima, nego posebno te je fotografirana, izlagana i objavljena kao primjer pronađenih ulomaka, od kojih je najpoznatije lice na crvenoj žbuci pronađeno u apsidi.⁶⁸



Slika 21. Lice sveca na crvenoj žbuci

⁶⁵ Informacije o recepturi kazeina nisu predložene.

⁶⁶ U dnevnicima radova stoji podatak da je crtež precrtan, no crtež ni fotografija istog ne nalaze se u arhivu.

⁶⁷ Nije u potpunosti sigurno da su svi ulomci namakani u vapnenoj vodi no da jesu da se naslutiti iz zapisa u konzervatorsko-restauratorskim dnevnicima radova.

⁶⁸ Da je lice na crvenoj žbuci pronađeno u apsidi, zapisano je u konzervatorsko-restauratorskim dnevnicima radova.

2.4.1 Radovi nakon arheoloških istraživanja

Nakon arheoloških istraživanja u razini poda sadašnje katedrale izvedena je ploča od armiranog betona koju nose stupovi kako bi nalazi mogli ostati dostupni. Prostor u podzemlju je sačuvan te se u njemu mogu vidjeti dijelovi svih prethodnih građevina.⁶⁹ U podzemlju su tada izvedeni i odušci te se započinje s praćenjem mikroklimatskih uvjeta uz zaključak da veća količina vlage pogoduje stanju fresaka. No, nakon nekog vremena postavljene su i izolacijske ploče zbog prevelikog skupljanja kondenzata na stropu.⁷⁰



Slika 22. Katedrala u Dubrovniku, prikaz betonske ploče na stupovima u podzemlju današnje katedrale

Od 2001. počinju se sustavno pratiti kriptoklimatske promijene sa elektroničkim uređajima u sklopu projekta istraživanja promjena na nekolicini zidnih slika i mozaika diljem Hrvatske. Kroz istraživanja, u dubrovačkoj prvoj crkvi nisu pronađeni topivi sulfati, a i koncentracija klorida je bila vrlo mala.⁷¹ Nakon godinu dana konzistentnoga mjerenja pokazale su se oscilacije u temperaturi od +7° C u veljači do + 20.6° C u kolovozu. Vлага oscilira od 60% do 99%, a obje krajnosti izmjerene su u vrlo kratkom razmaku, tijekom veljače.⁷² Tijekom studentskih radionica je uočeno dosta kondenzata na stropu, što ukazuje na vrlo visoku relativnu vlagu tijekom ljetnih mjeseci.

⁶⁹ KLAJČ JOSIP, *Zaštita, konzervacija i prezentacija zidnog oslika u arheološkom kontekstu*, diplomski rad, Zagreb, 2018., str. 34.

⁷⁰ KLAJČ JOSIP, *Zaštita, konzervacija i prezentacija zidnog oslika u arheološkom kontekstu*, op. cit., str. 40.

⁷¹ SRŠA IVAN, *Kriptoklimatska mjerenja i laboratorijska istraživanja srednjovjekovnih zidnih slika u nekoliko građevina u Republici Hrvatskoj*, Hrvatski restauratorski zavod, Zagreb, 2006., str. 167.

⁷² Ibid., str. 169.

3. ISTRAŽIVAČKO - EDUKACIJSKI PROJEKT „OTKRIVANJE STARIH DUBROVAČKIH KATEDRALA“

„Otkrivanje starih dubrovačkih katedrala“ je istraživačko-edukacijski projekt koji je započeo 2015. godine. Nosioci radionica su Odsjek za povijest umjetnosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Gradska Župa Gospe Velike u Dubrovniku.⁷³ Prve radionice, od 2015. do 2017. godine, održavale su se tri puta godišnje. U tome periodu prioritet radionica bio je spašavanje nalaza zidnih ulomaka, keramike, metala i stakla iz neadekvatnih uvjeta južnoga prostora katedrale gdje je većina nalaza bila pohranjena. Također, nalazi su razdvojeni prema vrsti materijala te očišćeni i privremeno pohranjeni u adekvatniji prostor. Nakon preventivnog premještanja nalaza iz južnog potkrovlja, 2016. godine pridružuje im se oko 200 manjih kutija pohranjenih u prostoru sjevernog broda katedrale 80-ih godina. Tada im se daju i nove signature. Sporazum o suradnji se proširuje 2018. godine te se Institut za povijest umjetnosti, Institut za arheologiju i Odsjek za konzerviranje i restauriranje umjetnina Akademije likovnih umjetnosti u Zagrebu pridružuju radionicama.⁷⁴ Od 2018. godine je provedeno pet radionica na kojima su aktivnosti studenata podijeljene prema materijalu koji se obrađuje, odnosno u tri grupe: kamena plastika, keramički ulomci i ulomci zidnih slika. Cilj radionica je sistematizirati i popisati građu nađenu u podzemlju dubrovačke katedrale, te upoznati studente s izravnim radom na kulturnoj baštini.

⁷³ ZEMAN MAJA, *Preliminarna analiza rezultata aktivnosti istraživačko edukacijskoga projekta Otkrivanje starih dubrovačkih katedrala, (2018-2020)*, str. 3.

⁷⁴ Ibid., str. 3.

3.1. Aktivnosti na ulomcima zidnih slika

Od godine 2018. studenti Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina u Zagrebu pod vodstvom profesorice Suzane Damiani priključuju se studentskim radionicama u Dubrovniku u sklopu kolegija *Restauratorska praksa*. Obrada ulomaka odvijala se u više faza s posebnim naglaskom na adekvatnu pohranu. Također, u sklopu radionica pristupljeno je i nalazima u podzemlju kako bi se zidne slike mogle pregledati *in situ* te povezati s ulomcima.⁷⁵



Slika 23. Crkva sv. Nikole, Dubrovnik, radna fotografija s restauratorske prakse 2018.



Slika 24. Crkva sv. Nikole, Dubrovnik, radna fotografija s restauratorske prakse 2019. godine

⁷⁵ DAMIANI SUZANA, *Preliminarna analiza rezultata aktivnosti istraživačko edukacijskoga projekta Otkrivanje starih dubrovačkih katedrala*, str. 9.

Nastavlja se sa skeniranjem ulomaka zidnih slika koje su započeli studenti povijesti umjetnosti tijekom prijašnjih radionica. Ulomci su tijekom prvih radionica bili pohranjeni u kartonske kutije ispunjene stiropornim kuglicama koje ih štite od udaraca. Većina kutija na sebi je imala i signaturu s mjestom i dubinom nalaska ulomaka koju su dali istraživači katedrale 80.-ih godina, a uz njih dobile su i nove nazive koje su im dodijelili studenti.



Slika 25. Podrum biskupskog dvora, radna fotografija studenata na restauratorskoj praksi 2020. godine

Sljedeća radionica u sklopu prakse odvila se 2019. godine. Na njoj je nastavljen rad na skeniranju dotad neskeniranih ulomaka. Kutije su se nalazile u tzv. „džepu“ današnje katedrale. Naime, to je podrumski prostor u koji se ulazi kroz otvor na podu unutar kapele Sv. Križa te je u njemu vrlo visoka vlaga zraka i kao takav je neadekvatan za pohranu ulomaka u kartonskim kutijama. Nekolicina kutija, naročito one u izravnom dodiru sa tlom, su gotovo u potpunosti istrulile. Tijekom radionica kreće se u premiještanje te prebacivanje ulomaka iz kartonskih u nove, plastične kutije. Te kutije su otporne na propadanje, vrlo lake i pogodne za transport te na sebi imaju otvore koji omogućavaju protok zraka.

Dogovoren je i novi način pohrane ulomaka. Ulomci se u kutije slažu licem prema gore na sloj polietilenske spužvaste folije debljine 4 mm te se postavljaju „ogradice“ od iste spužvaste folije kako bi svaki ulomak bio sa sve četiri strane zaštićen od udaraca. Manji ulomci smještaju se u za njih izrađene utore u trakama od polietilenske folije. Polietilenska folija je inertan materijal koji ne predstavlja ugrozu za ulomke, također vrlo je lagana te jednostavna za korištenje. Dolazi u više boja, gustoća i debljina te je pogodna i za suhe i za vlažne materijale. Prednost ovog materijala je i što je prikladan za dugoročnu pohranu artefakata.⁷⁶



Slika 26 Podrum biskupskog dvora, kutije u kojima su pohranjeni ulomci



Slika 27. Podrum biskupskog dvora, način pohrane ulomaka

⁷⁶NATIONAL MUSEUM OF ICELAND, *Guidelines on the care of archeological artefact*, 2012., str. 11.

U 2020. godini nastavlja se sa premještanjem ulomaka u plastične kutije. Uz to je dogovoren novi način inventarizacije. Skenovi ulomaka određene signature postavljaju se u Wordov dokument gdje svaki ulomak dobiva svoj broj. Potom, u nastavku dokumenta, brojevima se pripisuje vrsta žbuke na kojoj je pojedini ulomak, odnosno slikani sloj izveden. Ovakvom načinu inventarizacije se pristupilo kako bi se popisale sve vrste žbuke, te povezale sa skeniranim slikanim slojevima. U izradi je i baza podataka u kojoj će se koristiti informacije o svakom ulomku zabilježene na radionicama. Pomoću te baze podataka biti će lakše izdvojiti ulomke na istoj žbuci ili s istim motivom, povezati ih sa skenom te naposljetku i s kutijom u koju su pohranjeni. S tom mogućnošću olakšao bi se budući rad sa ulomcima te umanjila nepotrebna manipulacija i mogućnost da ih se ošteti. Također, na ovoj radionici iznesene su iz „džepa“ vlagom najuništenije kartonske kutije, no neke se i dalje tamo nalaze.⁷⁷

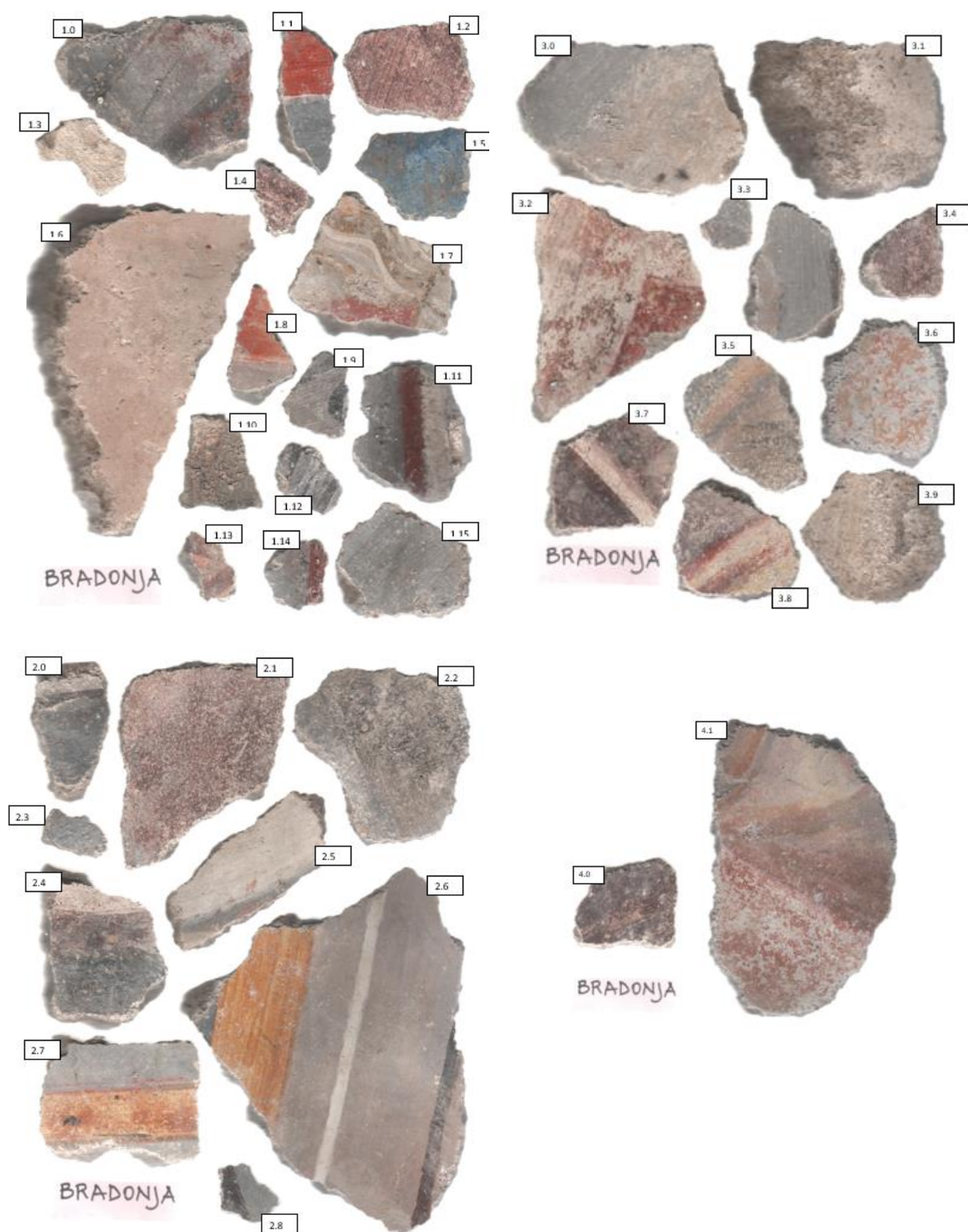


Slika 28. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik,
kapela sv. Križa, ulaz u podrumski prostor („džep“)
katedrale



Slika 29. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik,
kapela sv. Križa, podrumski prostor („džep“)
katedrale

⁷⁷ Tijekom *Restauratorske prakse* 2021. godine predviđeno je premještaje svih ulomaka.



Slika 30. Način inventarizacije ulomaka

Primjer načina inventarizacije na koji se upisuju podaci o ulomcima u dokument:

FRESKE KAT. DBK '84., 24.IV.84.

JUŽNA NADSDOĐENA PROSTORIJA ISPOD MOĆNIKA , „BRADONJA“

FRAGMENT 1.3 : sitno punilo, siva žbuka, bijeli nalič – Ž6

FRAGMENT 1.6 : barem 2 sloja žbuke, donji od crvene žbuke (3 mm -1 cm) i gornji od bijele s lomljencem (1-2 cm), slikani sloj bež boje (pretpostavka – fragment iz južne nadsvođene prostorije) – Ž10

– napomena: gornja žbuka sadrži velike čestice (do 1.5 cm) vapna

FRAGMENT 1.0, 1.1, 1.2, 1.4, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.14, 1.15, 2.0, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.8 (nedostaje 2.8), 3.0, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.7, 3.8, 3.9, 4.0, (5.0 fotografirano) : svijetlo siva, dvoslojna, obli kamen, krupna granulacija – Ž5

FRAGMENT 3.6, 4.1, 1.5 : svijetlo siva, dvoslojna, obli kamen, krupna granulacija – Ž5

Na prvoj radionici u kojoj je sudjelovao OKIRU, 2018., u samom početku procesa inventarizacije ulomaka zidnih slika primijećeno je da se oslici u kutijama pod istom signaturom nalaze na više različitih vrsta žbuka. Pristupilo se promatranju, uspoređivanju različitih ulomaka te uspoređivanju ulomaka sa nalazima *in situ* s čim je zaključeno je da postoji više od 7 vrsta žbuka, no definirano je više stratigrafskih kombinacija tih istih žbuka.

Žbukama su dana opisna imena (*crvena, tamno siva, bijela sitnozrnata, bijela krupnijeg zrna, bijela s Gerardova groba i žbuka iz južne nadsvođene prostorije*) te svaka od njih ima oznaku pod kojom se upisuje u dokument pridružen skenu (ž1, ž2 itd.). Također se razdvajaju stratigrafski različite kombinacije žbuka (*crvena na tamno sivoj, crvena na bijeloj...*) Uz takvu sistematizaciju svaki je pregledani ulomak dobio oznaku određene žbuke neposredno na kojoj se nalazi slikani sloj, odnosno završna površina (nalič), kako bi se u budućnosti olakšao rad na njima. S oznakama su u dokumentu vrlo često i kratki opisi ulomaka koji su po određenim karakteristikama zanimljivi ili odudaraju od drugih. Trenutno je pregledano te upisano 4283 ulomaka. Različite žbuke su dokumentirane fotografski te s *Dino-lite* digitalnim mikroskopom. Također, od manje značajnih i neuglednije oslikanih ulomaka, uzeti su reprezentativni uzorci većine vrsta žbuka koji su poslužili za istraživanja.

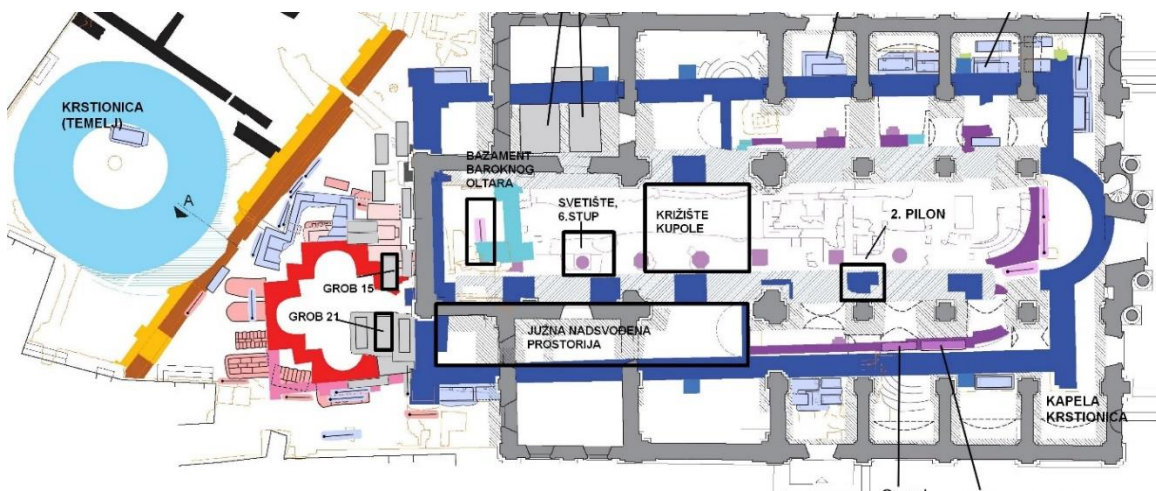
Tablica 1. Vrste žbuka i broj obrađenih ulomaka

ŽBUKE	PRIMJER	BROJ DOSAD OBRAĐENIH ULOMAKA
Ž1, CRVENA/na sivoj ili bijeloj ili sama		1 084
Ž2, CRVENA NA BIJELOJ		182
Ž3, CRVENA NA TAMNO SIVOJ		480
Ž4, TAMNO SIVA		171
Ž5, BIJELA KRUPNIJEGA ZRNA		1555

Ž6, SIVA SITNOZRNATA		47 (bez oslika, nalič)
Ž7, BIJELA SITNOZRNATA		531 (većinom vrlo mali ulomci)
Ž8, BIJELA SITNOZRNATA NA SIVOJ		51
Ž9, S GERARDOVA GROBA		23
Ž10, IZ JUŽNE NADSVODENE PROSTORIJE		73 (oslik crveni)

3.1.1. Signature pod kojima su ulomci pohranjeni

Kako je već spomenuto, skupine žbuka spremljene su u kutije pod određenom signaturom vezanom uz mjesto nalaska. Većina ih ima dva natpisa, jedan dan od strane istraživača katedrale 80-ih godina prošlog stoljeća dok su drugi nadjenuli studenti u procesu skeniranja ulomaka. Arheološke signature se sastoje od mjesta na kojemu su nađeni ulomci, na primjer: „KAT. DBK. SVETIŠTE“, „KAT. DBK. JUŽNA NADSDOĐENA PROSTORIJA“ uz koje se nalazi i datum pronalaska te eventualno i dubina na kojoj je nalaz otkriven. Trenutno je uočeno oko sedamnaest različitih arheoloških signatura. Pri obradi ulomaka vođena je evidencija o tome koje se žbuke najčešće nalaze pod kojom signaturom. Tako možemo iščitati da je na mjestu nalaska koje se zove „južna nadsvođena prostorija“ nađeno najviše ulomaka tzv. „romaničke žbuke“, svijetle žbuke krupnijeg zrna u dva sloja za koju vjerujemo da je pripadala romaničkoj katedrali, te žbuke koja pripada zidovima nadsvođene prostorije. U grupi ulomaka koji nose signaturu „svetište“ između ostalih, najviše je zapaženo ulomaka tamnosive žbuke sitnijeg punila te bijele sitnozrnate. Podaci su trenutno u tablici koja bi nakon obrade svih ulomaka možda mogla dati jasniju sliku o povezanosti mjesta nalaza i vrste žbuke na kojoj se nalazi većina ulomaka. Zasad je, osim ovih povezanosti, uočeno da se u kutijama nalaze raznorodni uzorci i da mjesto nalaza nije jednoznačno povezano s istom vrstom žbuke na ulomcima. Upravo ta činjenica onemogućuje spajanje ulomaka pronađenih na jednom mjestu, te je za nadati se da će način dokumentiranja koji podrazumijeva bilježenje vrste žbuke za svaki ulomak, omogućiti povezivanje ulomaka iste vrste, odnosno stratigrafskog sloja.



Slika 31. Tlocrt s prikazanim arheološkim sondama, na osnovi rekonstrukcija dipl. arheologinje Marte Perkić (Konzervatorski odjel u Dubrovniku)

Tablica 2. Popis signatura s najčešćim žbukama

SIGNATURA	DUBINA	DATUMI	NAJČEŠĆE ŽBUKE
JUŽNA NADSVODENA PROSTORIJA ISPOD MOĆNIKA	190 – 215	18. 4. '84, 24. 4. '84., 14. 5. '84, , 18. 5. '84, 24. 5. '84, 17. 8. '84. 21. 8. '84.,	Ž5, Ž10
JUŽNA NADSVODENA PROSTORIJA IZA MOĆNIKA		30. 5. '84, 31. 5. '84.	Ž5, Ž10 I nekolicina Ž8
JUŽNA NADSVODENA PROSTORIJA IZA PREGRADNOG ZIDA	170 – 195 , 190 – 215	8. '84.	Ž10, Ž6
KRIŽIŠTE KUPOLE	110 – 130, 140 – 170, 170 – 195 , 195 – 225, 225 – 235, 235 – 240,	19. 1. '83, 20. 12. '83., 21. 2. '84., 27. 2. '84, 2. 3. '84., 27. 4. '84., 20. 12. '84,	Ž7, Ž4, Ž1, , Ž3, Ž4
GROB 15	0.50	19. 7. '83.	Ž4 (ali ima i ponešto Ž1, Ž5, Ž10)
GROB 21	55	9. 7. '83.	Ž5
SVETIŠTE	265 – 280	'84.	Ž4, Ž7, Ž1, Ž3
SVETIŠTE, SJEVERNO OD BAZE 6. STUPA	3.20 – 3.35	25. 4. '84.	
2. PILON			Ž1
ISPOD BAZAMENTA BAROKNOG OLTARA	130 – 180		
KRSTIONICA			Ž6
SONDA5, JUŽNI ZID			Ž5 (Ž5 na sivoj sitnozrnatoj)
SJEVERNA NADSVODENA PROSTORIJA			Ž5 (nešto Ž6, Ž7, Ž8 i Ž4)
SRCE ISUSOVO			Ž5
BAROKNI (...) IZA JUŽNOG ZIDA			Ž5 (ponešto Ž4)

3.2. Aktivnosti *in situ*

U sklopu studentskih radionica, kao i ove radnje proučeni su nalazi *in situ*, kao i stručna literatura o njima. Ulomci koji se obrađuju na radionicama uspoređeni su sa zidnim slikama u podzemlju katedrale, što je pomoglo u razjašnjavanju stratigrafije. U nastavku slijedi tekst o crtežu koji prikazuje ikonografsku temu Krštenja Kristova i o grafitima koji su vrlo malo obrađeni u literaturi, a nalaze se na tamno sivoj žbuci za koju je zaključeno da je pripadala prvoj opremi prve crkve. Stoga bi njihova pomnija obrada mogla pridonijeti pitanju datacije najstarije crkve.

3.2.1. Crtež na južnom zidu

Na južnom zidu južnoga broda za vrijeme istraživanja podzemlja uočen je crtež, s natpisima na grčkom, prekriven vapnom, za kojeg se pretpostavlja da je dio prve slikane opreme bizantske katedrale.⁷⁸ Naime, crtež je za vrijeme konzervatorsko-restauratorskih radova očišćen od slojeva vapnenog naliča te je moguće vidjeti autorove delikatne poteze. Boja linija je crna, no mjestimično se pojavljuju i crvenkasti tragovi, stoga se pretpostavlja da je to pripremni crtež izrađen ugljenom a možda i crvenim pigmentom (sinopija)⁷⁹. Tok linije je na nekim dijelovima isprekidan, dok dijelovi crteža u potpunosti nedostaju, no prepoznamo tri lika. Lice jednog od likova uokvireno je aureolom u koju je upisan križ predstavlja Krista. Jasno se vide linije ramena i ruku, od kojih je njegova desna lagano okrenuta prema van. Lijevo od lika Krista iščitavamo lik s rukom položenom na Kristovu glavu. Na ruci su vrlo jasni i nabori draperije koji padaju s nje. Lice toga lika jedan je od najuščuvanijih dijelova crteža i predstavlja lik sv. Ivana Krstitelja. Sljedeće vrlo čitko lice nalazi se istočnije od toga prizora. Glava mu je uzdignuta, paralelna s tlom, a pogled uperen prema gore. Ispod glave nalazi se oštećenje u građi te njegovo tijelo u potpunosti nedostaje. Između toga lica i lika sv. Ivana Krstitelja mnogo je isprekidanih linija koje čine naoko apstraktan prizor, no iz njih možemo razabrati siluetu lika koji se dijagonalno spušta odozgo prema licu. Dakako, crtež predstavlja prizor Krštenja Kristova. Uz linije crteža nađen je i nepotpuni natpis, koji se nalazi desno od lica Ivana Krstitelja, a iz njega iščitavamo riječ HBAPTISTIS. Taj natpis označava Ivana Krstitelja. Lijevo od njega glave nalazi se još jedan, nerazaznati natpis.

⁷⁸ FISKović IGOR, *O freskama 11. i 12. stoljeća u Dubrovniku i okolici*, op. cit., str. 18.

⁷⁹ Sinopija je gruba skica na zidu, a dobila je ime zbog crvenog mineralnog pigmenta kojim se izrađuje.



Slika 32. Crtež s južnog zida precrtan na prozirnu foliju, fotografiran 1:1, te obrađen u kompjuterskom programu radi bolje vidljivosti linija

Crtež prikaza Krštenja Kristova najprije je fotografiran te precrtan markerima na prozirnu foliju u mjerilu 1:1, čime su linije postale lakše čitljive. Folija sa skicom je fotografirana i obrađena⁸⁰ kako bi se crtež mogao koristiti. Profesor Denis Vokić fotografirao je zid sa crtežom infracrvenom reflektografijom te ultraljubičastom fotografijom. Infracrvena reflektografija omogućuje dublji i jasniji pogled u sliku, a kao takva često se koristi kako bi se pripremni crtež te skice u ugljenu ili grafitu ispod sloja boje, kao i razni preslici mogli zabilježiti i promotriti. UV fotografija ne prodire u dubinu slike, no daje nam informacije o površini, pošto različiti materijali različito fluoresciraju.⁸¹ Uz pomoć crteža precrtanog na foliju koja nam daje jasniji uvid u vidljivi spektar crteža te infracrvene reflektografije koja dublje prodire kroz nalič i daje jasnije detalje slabije vidljivih dijelova crteža, lakše se razaznaju likovi, natpisi te njihov položaj u kadru. S jasnijim uvidom u kompoziciju lakše je usporediti crtež na južnom zidu s ikonografskom temom Krštenja pa se tako može zaključiti da je crtež nastao nakon VII. stoljeća jer se naslućuje više likova s naše desne strane, te prije XIV. jer bi se zbog linija na ramenu moglo naslutiti da njegovo nago tijelo prekriva voda do ramena.



Slika 33. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik, fotografiranje crteža na južnom zidu

⁸⁰ Dr. sc. Denis Vokić izvršio je fotografsku obradu fotografije prozirne folije. Fotografija snimljena *dark field illumination* metodom - inačica s bijelom pozadinom te je dodatno kontrastirana u softveru.

⁸¹ VOKIĆ DENIS, Fotodokumentiranje u konzerviranju i restauriranju baštine, Odjel za umjetnost i restauraciju, Sveučilište u Dubrovniku, 2019., str. 93.

3.2.2. Ikonografija prizora Krštenja

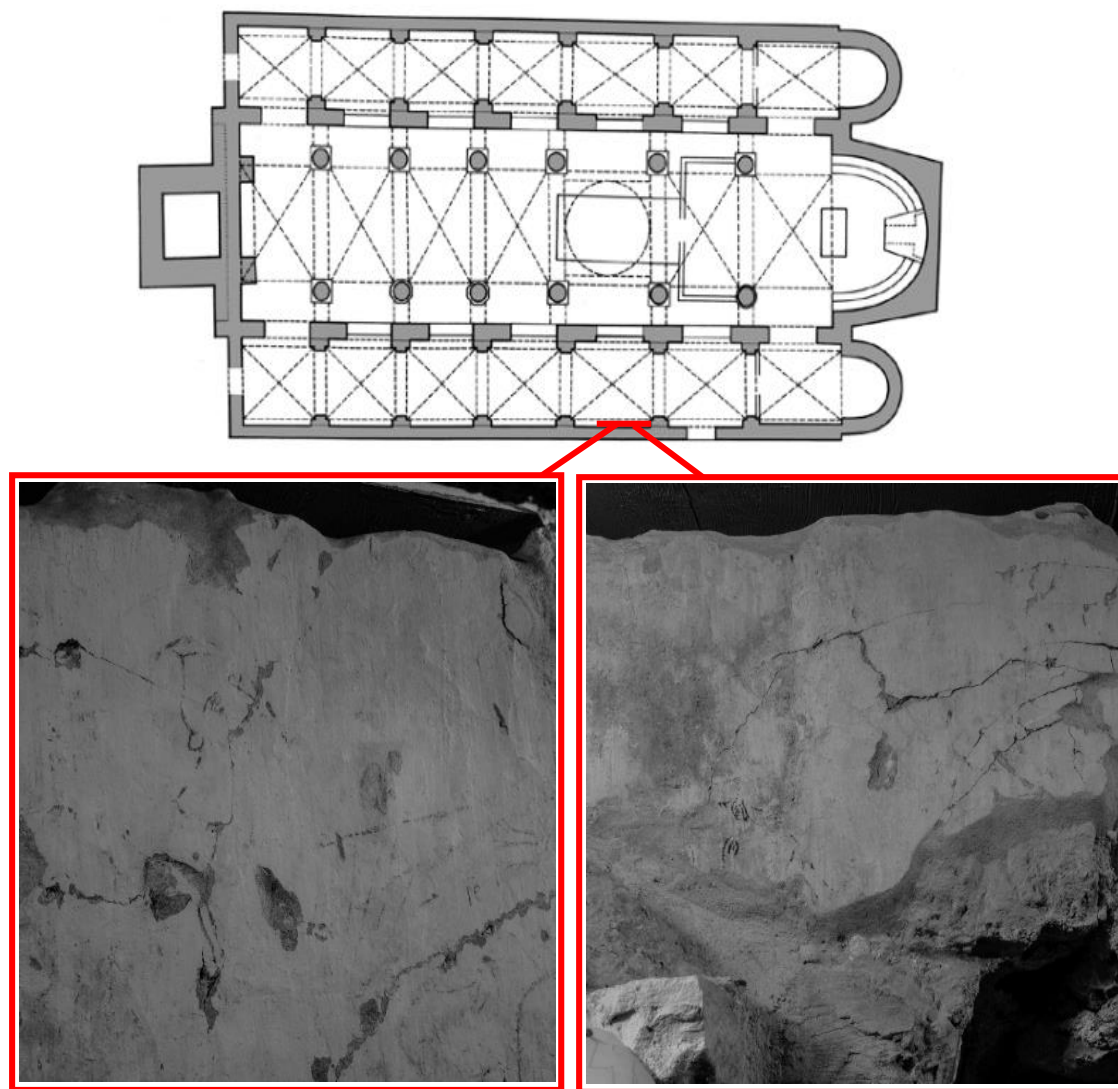
Najraniji prikazi Kristova krštenja prikazuju Isusa potpuno nagog (do XII. stoljeća), a Ivan podiže desnicu na njegovu glavu. Sve do XIV. stoljeća u bizantskim i romaničkim prikazima voda iz Jordana prekriva Isusovo golo tijelo do pasa, prsa ili ramena, stvarajući masu vode u obliku zvona. Voda je označena linijama u obliku valova te se u njoj često nalaze ribe. Starokršćansko doba prikazuje Isusa kao dijete, no od VI. stoljeća on postaje odrasli muškarac sa bradom. Na tim prikazima se nalazi i personifikacija Jordana u obliku starijeg bradatog muškarca koji stoji na vodi ili obali držeći trsku. Nakon VI. stoljeća antičku personifikaciju Jordana zamjenjuje kršćanski motiv anđela. Anđeli kojih je u početku bilo jedan do dva, isprva se klanjaju Kristu rukama pokrivenim mapulom⁸² dok u kasnijim prikazima drže njegove haljine. U prvim prikazima Duh sveti u obliku golubice spušta se okomito na Kristovu glavu, no nakon VI. stoljeća javlja se motiv Božje ruke koja se spušta sa Nebesa, te antropomorfni polulik Boga Oca. Od XII. stoljeća broj anđela se povećava na trojicu te se time na drugoj strani kompozicije simetrično povećava broj likova. Ti likovi isprva prikazuju učenike Ivana Krstitelja, a kasnije su to sveci ili donatori.⁸³



Slika 34. Nepoznati autor, *Krštenje Isusovo*, Karlanik Kilise, Goerme, Turska , 12. st., zidna slika prikazuje Krštenje Kristovo

⁸² Platneno pokrivalo za ruke; pokriva ruke nižega po crkvenoj hijerarhiji kad što prima od višeg službenika.

⁸³ BADURINA ANĐELKO, *Uvod u ikonologiju*, Kršćanska sadašnjost, Zagreb, 2000., str. 394 - 395.



Slika 35. Smještaj crteža u najstarijoj crkvi prikazan na tlocrtu

3.2.3. Grafiti

Povijesno gledano, prvim grafitima možemo nazvati špiljske slikarije lova, životinja i magijske prakse iz mlađega kamenog doba koje se datira 17 000 god. pr. Kr. Također, nalazimo ih i u plemenima američkih Indijanaca, kao i u drevnom Egiptu. Grafita ima i kroz doba antičke Grčke i Rima. U Pompejima i Herkulaneju oni postaju dio ulične umjetnosti koja temama poput ljubavi ili humora ostavlja trag o tadašnjem načinu života. Pojavom kršćanstva dolazi do učestalije uporabe grafita (natpisi u rimskim katakombama). Kroz srednji vijek grafiti se najčešće nalaze po crkvama i samostanima koji su tadašnji centar društvenog i kulturnog života.⁸⁴

Grafiti u crkvama nastaju u vrijeme kada su ljudi većinski bili nepismeni, a materijali za pisanje skupi i nedostupni običnome čovjeku. Kako u mnogim crkvama gdje su nađeni postoje dokazi da su tamo stajali godinama, pretpostavlja se da praksa iscrtavanja grafita nije bila samo uobičajena već odobrena i moguće poticana od crkvenih glavara. Ta ljudska interakcija s crkvom vjerojatno je bila mogućnost vjernika za osoban razgovor s Bogom. U zidove su urezivani razni prikazi i natpisi, od zaštite protiv kletvi i demona koji su u to vrijeme predstavljali realne strahove tadašnjih ljudi.

⁸⁴ BURIĆ MARIJANA, GRAFITI, *Interpretacija sadržaja i društvenog značenja poruka u različitim vrstama grafita na primjeru grada Zagreba*, diplomski rad, Zagreb, 2013., str. 8.

Jedan od češćih grafita je VV, za koji se pretpostavlja da znači *virgo virginum* te da je zaziv za zaštitu Djevice Marije. No, najčešći grafiti su različiti oblici križeva i većinom se nalaze uz ulaze u crkvu. Portali u srednjem vijeku imaju vrlo važnu ulogu te osim što su se na njima održavale neke vjerske službe, oni imaju i pravnu funkciju te su mnogi dokumenti potpisivani na tom mjestu. Navodno su služili i kao župni ured, te za mnoge ugovore sklopljene sa svjedocima. Moguće je da su grafiti križeva služili kao spiritualna potvrda u tim transakcijama.⁸⁵

Sljedeći vrlo česti prizor na grafitima su crteži raznih brodova. Obično se nalaze u blizini oltara sv. Nikole, koji je tada bio svetac zaštitnik mornara i pomoraca. Pretpostavljeno je da su to molitve urezane u žbuku, odnosno zavjeti ljudi koji kreću na put ili iskaz molitve za sigurno stizanje određenog broda u luku. Ti brodovi većinom se nalaze u crkvama mnogih gradova uz more, no znaju se naći i u objektima vrlo daleko od obale.⁸⁶

Primjera različitih grafita možemo naći i u hrvatskim crkvama. Jedan od primjera je katedrala sv. Jakova u Šibeniku, gdje se osim raznih urezanih potpisa i križeva nalaze i crteži ugljenom poput ljudskog profila te prikaza nepoznate građevine. U šibenskoj katedrali, kao i u mnogim drugim crkvama mnogo je urezanih zidarskih oznaka u obliku križića. Pretpostavka je da su te oznake služile graditeljima za označavanje udaljenosti ili za umetanje mjernih instrumenata. Također i na trogirskoj katedrali sv. Lovre pregršt je urezanih zidarskih oznaka u obliku križeva i crtica. Uz njih je i mnogo inicijala, potpisa te posvetnih križeva s trolisnim završetkom, no nailazimo i na razne motive poput crteža kola te brodova, najvjerojatnije galija. Na kamenim klupicama u predvorju katedrale urezane su igre šaha i trilje. Katedrala sv. Dujma u Splitu jednako je tako ispisana raznim potpisima te natpisima na latinskome jeziku. Na vanjskoj strani splitske katedrale mnogo je posvetnih križeva te jedan grafit broda.⁸⁷

⁸⁵ DEVINE PAULA, *Beliefs and superstitions – medieval graffiti*, 2018., <http://www.guildchapel.org.uk/wp-content/uploads/2017/02/Beliefs-and-superstitions-medieval-graffiti-March-2018.pdf>, svibanj 2021.

⁸⁶ ARCHAEOLOGY, https://www.archaeology.org/issues/190-1509/letter-from/3554-letter-from-england-medieval-church-graffiti#art_page5, svibanj 2021.

⁸⁷ UGRIN PETRA, *Crteži i grafiti na katedralama u Šibeniku, Trogiru i Splitu, diplomski rad*, Sveučilište u Splitu, Filozofski fakultet, Split, 2015.

Na području Istre vrlo su rasprostranjeni glagoljski grafiti, koji su zapravo najmlađi glagoljski spomenici. Najstariji takav zapis je „Ročki abecedarij“ nastao oko 1200. godine.⁸⁸ Taj grafit je izradio đak⁸⁹ koji je ispisao cijelu glagoljsku abecedu, azbuku⁹⁰.

Jedan od mnogih istarskih glagoljskih grafita nalazi se u crkvi sv. Jakova i sv. Antuna u Barbanu, ugreban na nadlakticu starog, sijedog, bradatog sveca. Grafit glasi „let gospodnjih 1430.“, a ispod natpisa je ucrtan crtež jedrenjaka.⁹¹ Neki od grafita u crkvi sv. Marije na Škriljinah u Bermu su natpis: “S(ve)ti Ma(r)t(in)”, 1474.”, ispod nogu zidne slike sv. Martina te glagoljski grafit ispod prikaza svetca koji glasi : “1552, da umre Fumija, hći Martina Guštića. Biše lipa divojka tere dobra, kada bude ... vele žalostan”.⁹² Uz ovih nekoliko primjera postoji još mnogo glagoljskih grafita rasprostranjenih po Isti koji nam kao dragocjen povijesni izvor daju ideju o svakodnevnom životu i mentalitetu istarskog čovjeka.⁹³

⁸⁸ ZADRIJA KIŠ ANTONIJA, *Lovranski glagoljaški grafiti – posebnost pučkog izričaja*, Lovran, 2014./2015., str. 242.

⁸⁹ Fučić zaključuje da je đak ugrebao glagoljsku abecedu pošto su neka slova krivo napisana.

⁹⁰ MATIKA DOLORES, *Srednjovjekovni glagoljski grafiti*, Časopis studenata povijesti umjetnosti Sveučilišta Juraja Dobrile u Puli, str. 37.

⁹¹ MATIKA DOLORES, *Srednjovjekovni glagoljski grafiti*, str. 40.

⁹² Ibid., str. 42.

⁹³ Ibid., str. 45.

U najstarijoj dubrovačkoj katedrali također je uočeno mnoštvo grafita. Na južnome zidu uz natpis *cyori*⁹⁴ grafiti prikazuju i nekolicinu križića urezanih ostrim predmetom u žbuku za koju pretpostavljamo da pripada najstarijoj opremi prve crkve. Grafiti su također uočeni i u sjevernom dijelu prve crkve, a ponajviše ih je na drugome stubu sjevernog bočnog broda. Uz razne urezotine tu raspoznavamo mnoštvo različitih križića te brodić. Urezani križići su većinom jednakokračni te vrlo jednostavni, no jedan je takav upisan u kružnicu sačinjenu od točkica, dok je drugi, vrlo blizu toga upisan u točkasti kvadrat. Osim jednostavnih križeva jedan je malo veći, zvjezdasta oblika s dvije linije upisane jedna u drugu, te je uočen i jedan štakasti križ s V završetkom na krakovima. Brod je prikazan kao kvadrat s okomitim linijama pri dnu za koje pretpostavljamo da prikazuju vesla. Između ostalog tu se nalazi i teško prepoznatljiv natpis. Istočnije u sjevernom brodu nailazimo na još jedan grafit koji moguće isto tako predstavlja brod. Naime, taj grafit je oblika sličnog trokutu na čijoj su donjoj stranici okomite crtice koje je moguće da također prikazuju vesla. Na desnoj strani, uz kut „trokuta“ su dvije okomite linije koje se granaju. Većina grafita u podzemlju dubrovačke katedrale fotografski je dokumentirana, no nije posebno obrađena. Bilo bi korisno studioznije se posvetiti proučavanju njihovog značenja i usporediti ih s drugim primjerima iz istog razdoblja i područja.

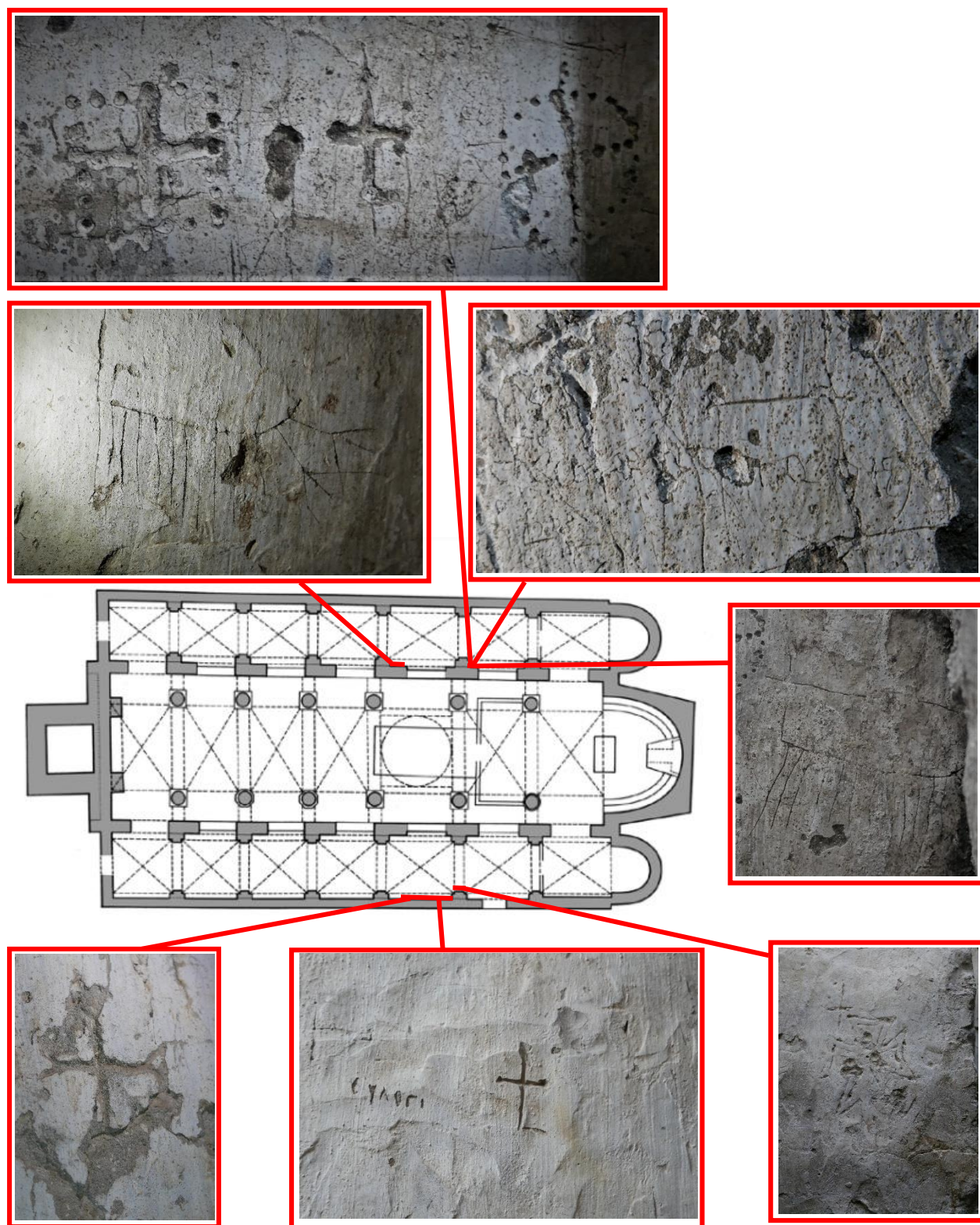


Slika 36. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik,
grafit broda na stubu sjeverne arkade



Slika 37. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik,
grafiti križića, istočni dio sjeverne arkade

⁹⁴ Značenje toga natpisa još nije identificirano.



Slika 38. Prikaz nađenih grafita na tlocrtu

4. ISTRAŽIVANJA ŽBUKA

„Zaštitni i/ili ukrasni premaz na arhitektonskim površinama. Upotrebljava se i za modeliranje i zalijevanje dekorativnih elemenata.“⁹⁵ definicija je koju možemo naći pod pojmom „žbuka“ u ilustriranom Europskom pojmovniku, EwaGlosu.

Promatranje i ispitivanje žbuka neki su od prvih konzervatorsko-restauratorskih postupaka pri dolasku na objekt. Istražujući žbuke možemo saznati mnogo o njihovom sastavu, osobinama i eventualnim uzrocima propadanja. U nastavku slijedi opći dio o sastavu te o različitim načinima istraživanja žbuka. Razrađene su i analize izvedene na dubrovačkim žbukama, s posebnom pažnjom posvećenom analizi radioaktivnim ugljikom (AMS ^{14}C) koja nam ukazuje na starost dubrovačkih žbuka te samim time i starost građevine u kojoj su se nalazile.

⁹⁵ WEYER ANGELA, ROIG PICAZO PILAR, POP DANIEL, CASSAR JOANN, ÖZKÖSE AYSUN, VALLET JEAN-MARC, SRŠA IVAN, *EwaGlos, European illustrated glossary of conservation terms for wall paintings and architectural surfaces*, Njemačka, 2015., str. 51.

4.1. Sastav žbuka

Dvije osnovne komponente koje čine žbuku su vezivo i agregat. Vezivo je to koje veže čestice agregata te drži smjesu žbuke za površinu.⁹⁶ Uz te komponente često sadrži i punila, razne dodatke i primjese.⁹⁷ Najpoznatija veziva su: glina, vapno, gips, prirodni i umjetni cementi. Punilo žbuci daje volumen. Najčešće korišten agregat je pijesak.

4.1.1. Veziva

Vezivo je „materijal ljepljivih i prijanjajući svojstava, koji oblaže sve čestice punila ili pigmenata te stvara jedinstvenu masu“.⁹⁸ Postoje dva tipa veziva za žbuke, nehidraulična koja očvrstnu gubeći vodu te hidraulična koja očvrstnu u prisustvu vode. U povijesnim žbukama kao nehidraulična veziva koristili su se glina i vapno, dok su se kao hidraulična upotrebljavali gips, hidraulično vapno, prirodni i portland cement.⁹⁹

Glina je vezivo koje se izvorno nalazi u tlu. „Finozrnati materijal sastavljen od čestica kojima je veličina manja od 4 µm i uglavnom se sastoje od hidratiziranih filosilikata. Glina je plastična kad je mokra, a stvrdnuta kad je paljena ili osušena“.¹⁰⁰ Koristila se najčešće na drvenim nosiocima, no često je i na mjestima gdje je postojalo vapno služila kao jednostavna žbuka za privatne ruralne kuće.¹⁰¹ Zbog smanjivanja volumena pri sušenju u glinu su dodavana punila poput pijeska koji se i prirodno zna naći u njoj. Zbog poboljšanja svojstava takve žbuke u glinu su se često dodavali organski materijali poput biljnih i životinjskih vlakana, te razni aditivi.¹⁰²

⁹⁶ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, English heritage, UK, 2011., str. 27.

⁹⁷ WEYER ANGELA, ROIG PICAZO PILAR, POP DANIEL, CASSAR JOANN, ÖZKÖSE AYSUN, VALLET JEAN-MARC, SRŠA IVAN, *EwaGlos*, op. cit. str. 51.

⁹⁸ WEYER ANGELA, ROIG PICAZO PILAR, POP DANIEL, CASSAR JOANN, ÖZKÖSE AYSUN, VALLET JEAN-MARC, SRŠA IVAN, *EwaGlos*, op. cit. str. 353.

⁹⁹ SCHNABEL LORRAINE, *Mortar analysis part 1: Mortar-making materials*, The Association for Preservation Technology International, Springfield, 2008., str. 2.

¹⁰⁰ WEYER ANGELA, ROIG PICAZO PILAR, POP DANIEL, CASSAR JOANN, ÖZKÖSE AYSUN, VALLET JEAN-MARC, SRŠA IVAN, *EwaGlos*, op. cit. str. 367.

¹⁰¹ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 27.

¹⁰² MORA PAULO, MORA LAURA, PHILIPPOT PAUL, *Conservation of wall paintings*, ICCROM, UK, 1984., str. 38.

Gips je mineral koji se koristi od davnina, a dokaze o njegovom upotrebljavanju možemo naći i do 2000. pr. Kr. na području Bliskog istoka.¹⁰³ U prirodi ga nalazimo u ležištima od kojih su najčešća sedimentna¹⁰⁴ i infiltracijska¹⁰⁵, dok sintetički gips nastaje kao nusprodukt tehnoloških procesa od kojih ga se najviše dobiva odsumporavanjem dimnih plinova termoelektrana pogonjenih ugljenom.¹⁰⁶ Mineral gipsa sastoji se primarno od kalcij sulfata dihidrata.¹⁰⁷ Njegovim zagrijavanjem na temperaturi između 150° i 160° C gubi se dio vode iz kristalične rešetke nakon čega se melje u sitan prah i dobiva se takozvani *Pariški gips*. Kada se gips zagrije na više od 290 °C gubi svu vodu i tada se naziva „mrtva žbuka“¹⁰⁸. Dodatkom vode *Pariški gips* se vraća u kristaličnu strukturu te se formira čvrsti kristalični gips. U procesu očvršćivanja generira se toplina te se volumen smjese blago povećava.¹⁰⁹ „Gips u prahu pomiješan s vodom i aditivima čini proizvod koji nazivamo „gipsana žbuka“. Zbog polu-topivosti gipsa, ove žbuke nisu pogodne za vlažna područja te se većinom koriste u zemljama koje imaju suhe i tople klimatske uvjete. PH gipsa je neutralan te je kao takav pogodan za oslikavanje odmah nakon što se osuši.“¹¹⁰

Kroz povijest najučestalije i najrasprostranjenije vezivo bilo je vapno. Vapno je „vezivni materijal koji nastaje kalcinacijom (žarenjem) vapnenca, mramora, školjki ili drugih materijala koji sadržavaju kalcijev karbonat. Miješanjem vapna u prahu ili vapnenoga tijesta s vodom i agregatom dobivaju se vapneni mort i vapnena žbuka te vapneni premaz (ali bez agregata)“.¹¹¹ Osim kao vezivo za žbuke, mort i podove pomiješano s drugim materijalima koristi se za razne dekorativne svrhe, a razrijeđeno s vodom tvori zaštitni sloj na zidnim slikama. Vapno je kao konzervatorsko-restauratorski materijal kompatibilno s povijesnim materijalima te je za razliku od suvremenog cementa paropropusno i relativno fleksibilno.¹¹²

¹⁰³ MORA PAULO, MORA LAURA, PHILIPPOT PAUL., op. cit., str. 39.

¹⁰⁴ Sedimentna ležišta nastaju porastom koncentracije kalcijevog sulfata otopljenog u morima i jezerima evaporacijom vode pri čemu dolazi do izlučivanja i taloženja gipsa i anhidrita.

¹⁰⁵ Infiltracijska ležišta gipsa nastaju hidratacijom već nastalih naslaga anhidrita djelovanjem pornih voda, na dubinama oko 1000 m.

¹⁰⁶ VRKLJAN D., KLANFAR M., *Gips*, RGN-fakultet Zagreb, Zagreb, 2010., str. 2.

¹⁰⁷ BORRELI ERNESTO, *Binders*, ICCROM, Rim, 1999., str. 4.

¹⁰⁸ WEYER ANGELA, ROIG PICAZO PILAR, POP DANIEL, CASSAR JOANN, ÖZKÖSE AYSUN, VALLET JEAN-MARC, SRŠA IVAN, *EwaGlos*, op. cit. str. 379.

¹⁰⁹ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 50.

¹¹⁰ Ibid., str. 51.

¹¹¹ WEYER ANGELA, ROIG PICAZO PILAR, POP DANIEL, CASSAR JOANN, ÖZKÖSE AYSUN, VALLET JEAN-MARC, SRŠA IVAN, *EwaGlos*, op. cit., str. 383.

¹¹² HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 28.

Proces izrade vapnene žbuke sastoji se od pečenja vapnenca, gašenja vapna, miješanja sa agregatom te očvršćivanja. Taj proces se naziva vapnenim ciklusom. Pečenjem vapnenca na temperaturi od oko 900° C gube se ugljični dioksid i voda te nastaje kalcijev oksid.¹¹³ Nakon pečenja vapno je poželjno ugasiti što prije kako ne bi reagiralo s vlagom i ugljičnim dioksidom iz zraka. Gašenje vapna je proces u kojem se dodavanjem vode oslobađa visoka temperatura te se pravom količinom vode dobiva kalcijev hidroksid u prahu (CaOH), odnosno hidratizirano vapno. U slučaju dodavanja više vode gašenom vapnu stvara se gusta smjesa vapna, kemijski potpuno ista prahu¹¹⁴. Kalcijev hidroksid u vodi se zatim miješa sa agregatom te nanosi na odabranu površinu. Očvršćivanje vapnene žbuke se dešava reakcijom kalcijevog hidroksida sa ugljičnim dioksidom iz zraka čime dolazi do nastanka kalcij bikarbonata koji isparavanjem stvara kristaličnu strukturu kalcij karbonata¹¹⁵. Nehidrauličnome vapnu potrebno je nekoliko mjeseci da se stvrdne, no do nekoliko godina da dostigne puni potencijal čvrstoće, iako, ni u savršenim uvjetima ne karbonatizira svo vapno. Kako vapnenac u prirodi nije potpuno čist, razlikujemo više vrsta nehidrauličnoga vapna: *čisto, masno, bijelo i bogato kalcijem*.¹¹⁶

¹¹³ SWALLOW PETER I CARRINGTON DAVID, *Limes and lime mortars- part one*, Jurnal of architectual conservation, 1995., str. 7.

¹¹⁴ Ibid., str.8.

¹¹⁵ Ibid., str. 10.

¹¹⁶ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 34.

Hidraulično vapno u sebi sadrži čestice silikata i aluminija (glinenih komponenti), a ponekad i primjese željeza i magnezija. Žbuke kojima je vezivo hidraulično očvršćuju u prisustvu vode, do kojih one najčvršće mogu potpuno stvrdnuti potpuno uronjene u vodu.¹¹⁷ U tome procesu uz pomoć vode silikati i aluminiji se povezuju s vapnom u kalcijeve silikate i aluminate, odnosno netopive cementne komponente. Hidrauličnost vapna ovisi o količini silikata i aluminija naspram vapna.¹¹⁸ Za razliku od nehidrauličnoga, hidraulično vapno brže stvrdnjava te je čvršće, no što je takva žbuka čvršća manja joj je poroznost i paropropusnost.¹¹⁹

Cement je prirodni ili umjetni materijal koji u svome sastavu ima više od 25 % gline i drugih primjesa. Za razliku od vapna, cement izvađen iz peći nema slobodnih čestica vapna jer sve reagiraju sa silikatima i aluminijem te čine kompleksne silikate i aluminate. Oni dodavanjem vode reagiraju i pokreću proces očvršćivanja. Za razliku od hidrauličnih žbuka cement puno brže otvrdne te mu je čvrstoća mnogo jača.¹²⁰ Prirodni cement je onaj koji se dobiva pečenjem vapnenca bogatog glinenim česticama na nešto višim temperaturama (1200° C) od čišćeg vapnenca. Nakon pečenja on se ne gasi već se melje te pakira.¹²¹ Umjetni cementi dobivaju se pečenjem vapnenca s dodatkom gline ili škriljevca na vrlo visokim temperaturama od oko 1400° C koje uzrokuju parcijalno topljenje kamena te stvaranje kompleksnih silikata i aluminata.¹²²

¹¹⁷ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 36.

¹¹⁸ SWALLOW PETER I CARRINGTON DAVID, *Limes and lime mortars- part 1*, op. cit., str. 11.

¹¹⁹ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 36.

¹²⁰ Ibid., str. 41.

¹²¹ Ibid., str. 42.

¹²² Ibid., str. 44.

4.1.2. Punila

Punilo, odnosno agregat se može definirati kao: „Zrnati, inertni, tvrdi materijal koji se upotrebljava s vezivnim materijalom (ili ljepilom) radi postizanja određenih fizičkih svojstava betona, morta ili žbuke.“¹²³

Punilo je to koje žbuci daje volumen i čvrstoću te je vrlo važno kod sušenja žbuke, jer se vapno steže pri sušenju te bez dovoljnog udjela punila puca.¹²⁴ Kao inertna komponenta ono ne mijenja svojstva u procesu miješanja, nanašanja kao ni sušenja. Također, ne reagira s drugim sastavnim dijelovima žbuke.¹²⁵ Pridonosi svojstvima poput poroznosti, boje i teksture kao i procesu karbonatizacije koja se odvija brže ako je agregat porozniji.¹²⁶

Gradiranost agregata važan je faktor pri nanošenju i sušenju žbuka. Osim što olakšava rad sa žbukom, gradiranost čestica smanjuje potrebu za dodatnom vodom limitirajući tako skupljanje i pucanje veziva.¹²⁷ Nadalje, još od doba starih Rimljana zna se da je osim gradacije i oblik čestica punila važan za svojstva žbuke.¹²⁸ Dokazano je da uglatije čestice, kao i bolje gradirano punilo poboljšavaju mehaničku čvrstoću i gustoću, dok smanjuju poroznost, apsorpciju vode i kapilarnost.¹²⁹

Kroz povijest kao punilo najčešće se koristio najdostupnije punilo, ono u blizini gradilišta jer je prijevoz s drugih lokacija bio vrlo skup. Od raznih punila, najčešći su pijeskovi te drobljeni kamen.¹³⁰

¹²³ WEYER ANGELA, ROIG PICAZO PILAR, POP DANIEL, CASSAR JOANN, ÖZKÖSE AYSUN, VALLET JEAN-MARC, SRŠA IVAN, *EwaGlos*, op. cit. str. 351.

¹²⁴ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 55.

¹²⁵ SCHNABEL LORRAINE, *Mortar analysis part 1: Mortar-making materials*, op.cit., str. 1.

¹²⁶ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 55.

¹²⁷ SCHNABEL LORRAINE, *Mortar analysis part 1: Mortar-making materials*, op. cit. str. 1.

¹²⁸ S. PAVIĆ A S., TOOMEY B., *Influence of the aggregate quality on the physical properties of natural feebly-hydraulic lime mortars*, Materials and structures, 2008., str. 560.

¹²⁹ Ibid., str. 568.

¹³⁰ SCHNABEL LORRAINE, *Mortar analysis part 1: Mortar-making materials*, op. cit. str. 2.

Zemlja kao punilo za žbuke se u prošlosti nerijetko koristila u izgradnji privatnih ruralnih kuća. Često te žbuke nisu ni sadržavale vapno, ovisno o udjelu gline u zemlji. Takav tip žbuka vrlo je izdržljiv u zaštićenim prostorima, no u slučaju izloženosti vanjskim uvjetima vanjska vapnena žbuka bi služila kao zaštita. Miješana s vapnom, zemljana žbuka postaje otpornija na vanjske uvjete.

Pijesak je „prirodno granulirani fini materijal u prvome redu sastavljen od silicijeva dioksida, obično u formi kvarca“.¹³¹ Kao takav u velikoj mjeri utječe na završni izgled i teksturu arhitektonske površine na koju je žbuka nanescena. Do 18. stoljeća koristio se onakav kakav je iskopan, no od 18. stoljeća praksa ispiranja pijeska postaje standard. Prema različitim mjestima nalaska pijeska dijelimo ga na više vrsta.

Pijesak iz kamenoloma zvan još i „oštar“ ili „uglati“ pijesak od povijesti smatrao se najboljim za postizanje veće čvrstoće žbuke, no u praksi je vrlo neujednačen te često sadrži puno gline.

Riječni pijesak ima zrnca oblog i poluuglatoga oblika, kojima veličina varira. Pisci kroz 17. i 18. stoljeće riječnim pijeskom nazivaju određenu vrstu pijeska vrlo sitnih čestica i gotovo bijele boje koju preporučaju za unutarnje žbuke.

Morski pijesak ima čestice koje variraju u veličini no oblikom su najčešće vrlo oble, uz kamene čestice većinom sadrži i dijelove raznih školjaka.¹³²

U povijesnim žbukama vrlo često punilo bio je kamen drobljenac, najčešće vapnenac i kreda. Drobljenac, zbog poroznog vapnenoga punila promovira karbonatizaciju. Također, posebne vrste kamena znale su se drobiti kako bi žbuka dobila određenu boju.¹³³

¹³¹ WEYER ANGELA, ROIG PICAZO PILAR, POP DANIEL, CASSAR JOANN, ÖZKÖSE AYSUN, VALLET JEAN-MARC, SRŠA IVAN, *EwaGlos*, op. cit. str. 397

¹³² HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 56.

¹³³ *Ibid.*, str. 57.

Žbuke su osim zemlje, kamena drobljenca i pijeska sadržavale i razne druge agregate poput školjaka, koje su vrlo slične drobljenome vapnencu, no imaju veću skalju boja i oblije su od njega. Stari mort se često reciklirao te se drobio i koristio za nove žbuke. Ponekad se koristio i vulkanski kamen koji zbog reaktivnih silikata u kombinaciji s vapnom pridonosi vrlo slaboj hidrauličnosti. Često je žbukama pridodavan i pepeo, a žbuke s pepelom kao punilom možemo prepoznati po sivoj ili crnoj boji¹³⁴. Osim zbog njihovih slabih hidrauličnih svojstva takve žbuke služile su i kao učinkovito rješenje za otpadni materijal.¹³⁵

¹³⁴ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 58.

¹³⁵ Ibid., str. 57.

4.1.3. Aditivi

Praksa modificiranja žbuka pomoću aditiva koristi se od davnina. Smatra se da se na području Mediterana prvo počelo upotrebljavati aditive, zbog dostupnosti vulkanskoga materijala u formi vulkanskoga pepela, sedre i plavca. Kako je najviše toga materijala bilo u talijanskom gradu Pozzuoli takvi materijali nazivaju se pucolanima. Često se pucolanima nazivaju svi aditivi koji dodani u žbuku mijenjaju njena svojstva.¹³⁶

Pucolani su „silikatni ili silikatni i aluminatni materijal koji, ako je fino mljeven i u prisutnosti vode, reagira s vapnom (nehidrauličnim) i stvara netopljive stabilne spojeve cementnih svojstava kao što su hidrat kalcijeva silikata i hidrat kalcijeva aluminata. To takvoj žbuci daje hidraulična svojstva“.¹³⁷ Dobivaju se od materijala koji su pečeni na relativno visokim temperaturama poput vulkanskog pijeska, koji je prirodno pečen, ili cigle koja je umjetno pečena. Pomiješani s vodom i vapnom reagiraju s vapnom te stvaraju kalcij silikate hidrate te kalcij aluminate hidrate koji pridonose hidrauličnosti žbuke. U procesu karbonatizacije, reagirajući s ugljičnim dioksidom iz atmosfere oformljuju kalcij karbonat i amorfne silikate i aluminate.¹³⁸

Prirodni pucolani su vulkanski pijesak, tripoli¹³⁹, dijatomejska zemlja¹⁴⁰ i usitnjeni plavac¹⁴¹. Većinom sadrže vrlo visok udio silikata i aluminata izloženih iznimno visokim temperaturama.¹⁴²

Prirodni tras se dobiva iz sadre, stijene dobivene iz konsolidiranoga vulkanskog pepela. Umjetni tras se počinje raditi paljenjem škrljevca ili bazalta bogatog željezom tijekom 18. stoljeća.¹⁴³

¹³⁶ BOFFEY GEOFFREY AND HIRST ELIZABETH, *The use of puzzolans in lime mortars*, Jurnal of architectural conservation, 1999, str. 34.

¹³⁷ WEYER ANGELA, ROIG PICAZO PILAR, POP DANIEL, CASSAR JOANN, ÖZKÖSE AYSUN, VALLET JEAN-MARC, SRŠA IVAN, *EwaGlos*, op. cit. str. 395.

¹³⁸ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 59.

¹³⁹ Sivožuta ili crvenkasta vrsta kamena (dobila naziv po gradu Tripolisu); tripalj.

¹⁴⁰ Dijatomejska zemlja je prah nastao od sedimentalne stijene.

¹⁴¹ BOFFEY GEOFFREY, HIRST ELIZABETH, *The use of puzzolans in lime mortars*, op. cit. str. 36.

¹⁴² Ibid., str. 59.

¹⁴³ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 61.

Jedna od zamjena ne uvijek dostupnim prirodnim pucolanima je glinena opeka, pločice te posuđe pečeno na niskim temperaturama. Kako može sadržavati silicij i aluminij, fino mljevena opeka (>150 mikrona) reagira s vapnom poput prirodnih materijala. Grublje mljevena opeka (<150 mikrona) služi kao porozno punilo, s vrlo slabom reakcijom oko rubova čestica.¹⁴⁴ Također, pulverizirani pepeo koji je nusprodukt paljenja pulveriziranog ugljena u nekim elektranim, a reagira s vapnom u prisutnosti vode što čini žbuku hidrauličnom.

¹⁴⁴ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 62.

4.2. Istraživanja žbuka

Kako bi se dobila ideja o povijesti neke građevine, kao i o načinu na koji će se djela unutar nje te na njoj konzervirati i restaurirati potrebno je osim u materijale dobiti i uvid u povijest objekta kao cjeline. Nužno je istražiti kada je sagrađena te utvrditi njene kasnije nadogradnje, prepravke, restauratorske postupke itd. Stoga svaki postupak istraživanja počinje povijesnim izvorima te eventualnim dokumentacijama prijašnjih radova na građevini. U knjizi *Mortars renders and plasters* navedene su četiri nužne stavke za shvaćanje građevine i njenog stanja, a to su: 1. shvaćanje konstrukcije građevine, korištenih materijala te povijesni razvoj građevine uključujući povijesne prepravke te uporabu kroz vrijeme; 2. ispitivanje općeg stanja građevine kako bi se identificirao uzrok propadanja te se reducirao; 3. detaljna analiza koja bi istražila i potvrdila uzrok propadanja; 4. prognoza i procjena rizika kako bi se definirao preventivni ili korektivan postupak.¹⁴⁵

4.2.1. Pregled žbuka na nekom objektu

Za pregled žbuka bitno je imati mogućnost izravnog uvida u građu i materijal od kojeg je žbuka sačinjena. Pregled bi trebao biti vrlo metodičan, obuhvaćati cijelu građevinu, kretati se odozgo, od krova, prema podu, od eksterijera prema interijeru te od šireg konteksta prema užemu. Također, trebalo bi započeti vizualnim pregledom nakon čega se ispituje nedestruktivnim metodama, te naposljetku, jedino ako je neophodno i destruktivnim metodama.¹⁴⁶

Iz vizualnog pregleda moguće je dati inicijalnu karakterizaciju vrsta žbuka, no samo uz laboratorijske analize možemo precizno identificirati o kojoj se vrsti veziva radi.¹⁴⁷

¹⁴⁵ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 165.

¹⁴⁶ Ibid., str. 172.

¹⁴⁷ Ibid., str. 181.

4.2.2. Nedestruktivna ispitivanja žbuka

Kod istraživanja žbuka postoji nekolicina ispitivanja koja nisu destruktivna, odnosno za njih nije nužno ugroziti niti jedan povijesni stratigrafski sloj. Najveći problem takvih tehnika jest njihova visoka cijena te iskustvo i znanje koje ispitivač treba posjedovati. Takva istraživanja najčešće se koriste kako bi se uočile abnormalnosti ili promijene u žbukama koje se nakon toga podvrgavaju daljnjim, destruktivnijim ispitivanjima.¹⁴⁸ Primjeri nedestruktivnih istraživanja bili bi: infracrvena termografija, radiografija x i gama zrakama, detekcija metala, snimka optičkim kablom te impulsni radar.

Infracrvena termografija (IRT) je tip istraživanja koji radi na principu prikupljanja i obrade termalnih informacija pomoću bezkontaktnih mjernih uređaja. Temelji se na infracrvenoj radijaciji, koja se nalazi ispod crvene, formi elektromagnetske radijacije sa duljim valnim duljinama od one vidljivoga spektra.¹⁴⁹ Svaki objekt koji ima temperaturu iznad apsolutne nule emitira infracrvenu radijaciju. Tu radijaciju nije moguće zapaziti ljudskim okom već se ona bilježi uređajima koji procesuiraju infracrveno zračenje te ga pretvaraju u električni signal.¹⁵⁰

Radiografija x i gama zrakama identificira gustoću materijala te otkriva drvene i metalne popravke unutar zidova. Glavni problem ove metode je njena visoka cijena.¹⁵¹

Detekcijom metala možemo otkriti razne popravke, armature. Provodljivi materijali poput aluminijske, željezne čelike i bakra mogu se locirati pomoću prijenosnog uređaja za detekciju metala. Ova tehnologija je korisna za opće saznanje o metalu unutar strukture, no vrlo je površna kako ne daje precizan uvid u unutrašnjost poput termografije.¹⁵²

¹⁴⁸ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 192.

¹⁴⁹ USAMENTIAGA RUBÉN, VENEGAS PABLO, GUEREDIAGA JON, VEGA LAURA, MOLLEDA JULIO, G. BULNES FRANCISCO, *Infrared Thermography for Temperature Measurement and Non-Destructive Testing*, Sensors, 2014., str. 12305.

¹⁵⁰ Ibid., str. 12306.

¹⁵¹ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 192.

¹⁵² Ibid., str. 192.

Snimka optičkim kablom je odlična za provjeru konstrukcije unutar šupljine. Optički kabel može se provući kroz šupljinu od samo 8 – 10 mm promjera.¹⁵³

Impulsni radar ili radar koji prodire u zemlju (GPR) je metoda koja se služi radio valovima koje različiti materijali drukčije apsorbiraju i reflektiraju te je dobra za lociranje drva, metala i šupljina.¹⁵⁴ Također je vrlo koristan i kod arheoloških iskapanja. Najjednostavniji GPR uređaji prenose modulirani radarski impuls u zemlju te snimaju jačinu odjeka u funkciji vremena. Krećući se antenom radara po površini zemlje tijekom vršenja radarskih mjerenja produciramo tzv. radiogram. Radiogram je dvodimenzionalni zemljišni nacrt sa pozicijom antene na apscisi, a vremenom (koje korespondira s dubinom) na ordinati. Glavni problem ove metode je povratni signal tla u slučajevima gdje se objekt nalazi previše blizu površine. Kada je objekt dovoljno duboko, povratni signal tla očitava se prije signala objekta ne stvarajući problem.¹⁵⁵

¹⁵³ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 192.

¹⁵⁴ Ibid. str. 192..

¹⁵⁵ BRUNZELL H°AKAN, *Detection of Shallowly Buried Objects Using Impulse Radar*, IEEE transactions on geoscience and remote sensing, 1999., str. 175.

4.2.3. Analize žbuka

Metode kojima ćemo analizirati žbuke variraju ovisno o ciljevima koje pokušavamo postići. Najčešći ciljevi su određivanje razloga zbog kojih žbuka propada, utvrđivanje sastava žbuke zbog određivanja sastava nove žbuke koja bi trebala biti kemijski, fizikalno i vizualno kompatibilna s postojećom.¹⁵⁶ Informacije koje se mogu prikupiti analizirajući žbuke su sljedeće: sastav žbuke uključujući izvorne komponente veziva; mineralogiju, vrstu i izvor agregata, prisutnost i tip dodataka i aditiva. Zatim možemo saznati i proporcije originalne smjese, osobito proporcije veziva prema punilu te moguće čak i udio vode; možemo otkriti fizikalna svojstva poput poroznosti ili paropropusnosti te naposljetku i mehanička svojstva žbuka.¹⁵⁷

¹⁵⁶ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 202.

¹⁵⁷ SCHNABEL LORRAINE, *Mortar Analysis Part 2: Analytical Methods*, The Association for Preservation Technology International, Springfield, 2009., str. 1.

Petrografske analize su širok pojam koji uključuje više različitih analiza, no uže značenje toga pojma su mikroskopske analize polariziranom svjetlošću. Metoda prvo koristi stereo-mikroskop za sliku manjeg uvećanja dobivenu pomoću reflektirane svjetlosti. Nakon toga slijedi preparacija i brušenje uzorka kako bi se dobio tanki presjek koji se analizira propuštanjem svjetlosti s mikroskopom na polariziranu svjetlost.¹⁵⁸

Mnoge stvari se mogu iščitati već iz manjeg povećanja sa stereomikroskopom, na primjer mogu biti procijenjene proporcije veziva, agregata i šupljina. Vide se i pukotine nastale skupljanjem veziva te zarobljeni mjehurići zraka. Generalne karakteristike veziva i agregata mogu se procijeniti vizualno, kao i njihov omjer. Mikroskopija polariziranom svjetlošću daje puno više informacija. Može identificirati minerale agregata te daje mnogo informacija o njegovu podrijetlu. Također, mogu se promotriti te identificirati čestice veziva. Iako je veličina čestica veziva premala, na takvom uvećanju vide se određene komponente veziva poput karbonata i kalcij silikat hidrata. Ugljen, čestice opeke te grudice vapna ili drugog materijala lako se iščitavaju ovom metodom.¹⁵⁹ Kvantitativna analiza izvodi se brojanjem točaka, petrografskom tehnikom određivanja proporcija agregata, veziva i šupljina. Suvremenom tehnologijom brojanje točaka je kompjuterizirano te olakšano.¹⁶⁰

Dobro prepariran tanki presjek može se koristiti i za druge tipove analiza, poput XRD ili SEM analiza.¹⁶¹

¹⁵⁸ SCHNABEL LORRAINE, *Mortar Analysis Part 2: Analytical Methods.*, op cit., str. 2.

¹⁵⁹ Ibid., str. 2.

¹⁶⁰ Ibid. str. 3.

¹⁶¹ Ibid. str. 3.

Skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM) većinom se izvodi u paru s energetska disperzivnom spektrometrijom x-zrakama (EDS). Visoka rezolucija SEM analize daje nam uvid u mikrostrukturu i morfološka svojstva žbuka. Povijesne žbuke najčešće imaju kalcitna/dolomitna veziva koja su morfološki sastavljena od malih karbonatnih mikrokristala, djelomično u želatinastom stanju. EDS nam može dati daljnje informacije o sastavu veziva jer prikazuje razliku između hidrauličnih i nehidrauličnih veziva, te kod hidrauličnih daje razliku između kalcitnih i dolomitnih veziva.¹⁶² SEM analizom dobiva se crno-bijela slika na kojoj se različiti materijali mogu razlikovati na osnovi njihova sastava. Pojedinačne pore i kristali mogu biti identificirani te ispitani. Također, ta fotografija može biti i digitalno analizirana kako bi se procijenila količina poroznosti te relativne proporcije različitih materijala.¹⁶³ SEM analiza igra veliku ulogu i u identifikaciji razgradnje ili promjene komponenata, bioloških mikroorganizama i aditiva.¹⁶⁴ Kombinacija SEM s EDS analizom smatra se jednom od najboljih instrumentalnih analiza žbuka.¹⁶⁵

Rendgenska difrakcija (XRD) je tehnika koja se zapravo koristi na praškastim uzorcima kojima se može odrediti kristalna struktura. XRD je kvalitativna tehnika koja se može koristiti kao kvantitativna kroz uporabu određenih algoritama.¹⁶⁶ Materijali koje XRD može identificirati su isključivo kristalini te je nemoguće upotrijebiti ga za prepoznavanje minerala u amorfnim formama.¹⁶⁷

¹⁶² ADRIANO P., SANTOS SILVA A., VEIGA M. R., J. MIRÃO, CANDEIAS A. E., *The importance of SEM-EDS analysis in the study of old mortars*, Microsc Microanal, 2008., str. 57.

¹⁶³ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 211.

¹⁶⁴ ADRIANO P., SANTOS SILVA A., VEIGA M. R., J. MIRÃO, CANDEIAS A. E., *The importance of SEM-EDS analysis in the study of old mortars*, op. cit., str. 58.

¹⁶⁵ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 211.

¹⁶⁶ SCHNABEL LORRAINE, *Mortar Analysis Part 2: Analytical Methods.*, op cit., str. 3.

¹⁶⁷ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 212.

Termogravimetrija (TG) je vrlo precizna metoda istraživanja koja daje podatke o količini Ca(OH)_2 i CaCO_3 prisutnoj u uzorku. Kod nehidraulične žbuke termalni raspad je vrlo jednostavan, Ca(OH)_2 gubi svoju kemijski vezanu vodu na temperaturi između 350 i 550°C (dehidroksilacija), a CaCO_3 gubi kemijski vezani CO_2 između 600 i 900° C (dekarboksilacija)¹⁶⁸. Mjereći masu izgubljene vodene pare ili CO_2 može se izračunati količina Ca(OH)_2 i CaCO_3 , a usporedbom njihovih relativnih proporcija može se dobiti predodžba o količini karbonatizacije u žbuci. Rezultati mogu ispasti netočni u slučajevima gdje se agregat sastoji od karbonatnih materijala.¹⁶⁹

Diferencijalna skenirajuća kalorimetrija (DSC) i diferencijalna termalna analiza (DTA) su srodne analize koje zagrijavaju uzorak žbuke s termalno inertnim referentnim materijalom poput aluminija. DSC uspoređuje energiju koju su apsorbirala ta dva materijala, a DTA temperaturu. Različiti materijali podliježu određenim faznim promjenama na poznatim temperaturama.¹⁷⁰ Ovim metodama može se precizno identificirati sastav veziva i stupanj hidrauličnosti žbuke te relativan omjer između kalcij hidroksida i kalcij karbonata.¹⁷¹

Kemijske analize su spektar analiza, od vrlo jednostavnih do kompleksnih mokro-kemijskih, a kroz povijest su korištene kako bi se odredio udio materijala koji nisu topivi u kiselini kao i topivoga silicijevog oksida, kalcijevih i magnezijevih oksida, sulfata itd.¹⁷² Mokro-kemijske analize su korisne za poprilično dobro određivanje težinskog omjera između pijeska i veziva. Također, mogu služiti za izolaciju i identifikaciju agregata, za određivanje gradiranosti istog te kod mjerenja veličine njegovih čestica.¹⁷³

¹⁶⁸ LAWRENCE R.M.H., MAYS T.J., WALKER P., AYALA D. D. str. *Determination of carbonation profiles in non-hydraulic lime mortars using thermogravimetric analysis*, United kingdom, 2006., str. 181.

¹⁶⁹ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 212.

¹⁷⁰ Ibid., str. 212.

¹⁷¹ Ibid., str. 213.

¹⁷² SCHNABEL LORRAINE, *Mortar Analysis Part 2: Analytical Methods.*, op cit., str. 3.

¹⁷³ HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, op. cit., str. 209.

4.3. Metoda određivanja starosti radioaktivnim ugljikom

Metodu mjerenja starosti radioaktivnim ugljikom uspostavio je Frank Libby 1949., za što je dobio Nobelovu nagradu 1960.

Od 1995., kroz Finski projekt pod nazivom *Project of the Aland Churches*, počinje se koristiti AMS (engl. *Accelerator mass spectrometry*, akceleratorska masena spektrometrija) tehnologija. Do tada se služilo radiometrijskom tehnikom za analizu ^{14}C za koju su potrebni uzorci od oko kilograma žbuke. S AMS tehnologijom uzorci potrebni za ^{14}C datiranje su oko 1000 puta manji te se otvaraju mogućnosti datiranja pojedine frakcije unutar uzorka.¹⁷⁴

4.3.1. Radioaktivni ugljik

U atmosferi postoje tri izotopa ugljika; ^{14}C , ^{13}C i ^{12}C . ^{12}C je stabilan ugljik sa 6 protona i 6 neutrona, ^{13}C je također stabilan izotop s jednim neutronom više, a ^{14}C je radioaktivni izotop ugljika, s 8 neutrona, a nastao je iz dušika ^{14}N . Dušik ima atomski broj 7 (7 protona), a masu 14. Uslijed kozmičkog zračenja se u stratosferi čestice vodika ili helija raspadaju proizvodeći spore neutrone koje reagiraju s česticama ^{14}N čime se jedan neutron iz ^{14}N zamjeni protonom te nastaje ^{14}C . Nastali ^{14}C reagira s kisikom iz atmosfere čime nastaje $^{14}\text{CO}_2$ koji postaje dijelom ciklusa ugljika na Zemlji.

Svaka živa tvar ima određenu količinu ^{14}C , s obzirom da ga biljke pomoću fotosinteze ugrađuju u sebe, dok ga ljudi i životinje dobivaju hraneći se biljkama. Količina postojećeg ^{14}C obnavlja se sve dok se hranimo, no u trenu kada se prestanemo hraniti također prestajemo ugrađivati novi ugljik u naše stanice. ^{14}C se raspada radioaktivnim beta raspadom čime nastaje β^- čestica (elektron) i ^{15}N , uz vrijeme poluraspada, odnosno vrijeme potrebno da se da se 50% ^{14}C raspadne, od 5730 godina. Dakle, uspoređujući količinu radioaktivnog ugljika preostalog u biološkom materijalu (odnosno u materijalu koji apsorbira atmosferski CO_2) s očekivanom količinom ^{14}C koje je taj materijal imao u trenutku kad je bilo u ravnoteži s atmosferskim CO_2 , možemo odrediti koliko je nešto staro. Odrediti starost žbuke možemo prema količini radioaktivnog ugljika koji je kao dio atmosferskog CO_2 ušao u žbuku za vrijeme karbonatizacije.

¹⁷⁴ ÅSA RINGBOM, JOHN HALE, JAN HEINEMEIER, ALF LINDROOS AND FIONA BROCK, The Use of Mortar Dating in Archaeological Studies of Classical and Medieval Structures, str. 2613.

4.3.2. Princip ^{14}C datiranja žbuke

Uzorak je potrebno uzeti s mjesta na kojem pretpostavljamo da je žbuka najbrže očvrsla pri procesu karbonatizacije. Prije uzorkovanja, fenoftaleinom se testira lužnatost uzorka jer pH vrijednost iznad 8 (područje u kojem reagira fenolftalein promjenom boje) upućuje da je uzorak još uvijek aktivan, odnosno da proces karbonatizacije nije završen, te je ugljik u karbonatu smjesa ugljika iz razdoblja od trenutka nanošenja žbuke do trenutka uzorkovanja. Tako izolirani karbonat nije reprezentativan za datum nastajanja građevine.¹⁷⁵



Slika 39. Uzimanje uzorka tamnosive žbuke s prve stepenice subsele rane srednjovjekovne crkve u podzemlju dubrovačke katedrale



Slika 40. Test lužnatosti fenoftaleinom nakon uzimanja uzorka

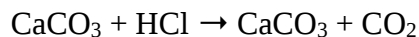
Matrica ove metode je vezivo - CaCO_3 - nastalo u procesu karbonatizacije žbuke s atmosferskim CO_2 , a analit je ^{14}C . Vezivni karbonat ima identičnu aktivnost kao i atmosferski CO_2 u trenutku formiranja žbuke, te se prema aktivnosti ^{14}C u vrijeme mjerenja, može direktno odrediti vrijeme proteklo od formiranja veziva. Problem kod datiranja žbuka je prisutnost „starih“ karbonata (geogenih karbonata koji ne sadrže ^{14}C), istog kemijskog i mineraloškog sastava kao i vezivo, koji su ili zaostali nakon nepotpune reakcije dobivanja „živog“ vapna (CaO) ili su u sastavu punila i agregata žbuke te ako se ne izdvoje od vezivnog karbonata, mogu dati krivi rezultat. Također, slučajevi gdje je zgrada gorila pa je izvorni vezivni CaCO_3 ponovno preveden u CaO koji je opet reagirao s CO_2 iz zraka iz doba požara, ili je došlo do odgode/produljenja stvrdnjavanja (karbonatizacije), mogu dati pogrešno vrijeme.

¹⁷⁵ ÅSA RINGBOM, JOHN HALE, JAN HEINEMEIER, ALF LINDROOS AND FIONA BROCK, op. cit., str. 2614.

4.3.3. Priprema uzoraka žbuka za datiranje radioaktivnim ugljikom

Uzorci se pripremaju na dva načina: analizom vapnene čestice (engl. *lime lump*). te metodom odabira čestica veličine od 32 do 64 μm . te selekcijom frakcije CO_2 nakon njihove hidrolize kiselinom.¹⁷⁶ Za prvu metodu, dio vapnene čestice (*lime lump*) je ostrugan skalpelom, pazeći da se nimalo punila ne umiješa u uzorak zbog mogućih unosa geogenih karbonata čije bi primjese poremetile rezultat. Smatra se da je vapnena čestica sastavljena skoro u potpunosti od vezivnog karbonata.

Za drugu metodu (sakupljanje odabrane frakcije CO_2) žbuka se usitni, i prosijavanjem odvoji frakcija veličine čestica 32 do 64 μm te evakuira na vakuumskoj aparaturi. Ova frakcija sadrži smjesu vezivnog i geogenog karbonata. Na uzorak se dodaje kiselina kojom se razvija CO_2 iz karbonata prema reakciji:



Na aparaturi se tri spremnika urone u tekući dušik. U pravilu se u prvi spremnik sprema plin koji se razvio u prve tri sekunde, u drugi od 3 - 15 s, a u treći od 15 s do 15 min ili više.



Slika 41. Uzimanje uzorka vapnene čestice iz uzorka sive žbuke



Slika 42. Aparatura s epruvetama uronjenim u tekući dušik

¹⁷⁶ SIRONIĆ A., BORKOVIĆ D., BAREŠIĆ J., BRONIĆ I., CHERKINSKY A., KITANOVSKA L., STRUKIL V., CUKOVSKA L., *Radiocarbon dating of mortar from the aqueduct in Sskopje*, Arizona Board of Regents on behalf of the University of Arizona, 2019., str. 4.

Spremnik se sa svakom frakcijom CO_2 pojedinačno potom premješta na drugu vakuumsku aparaturu („za pretakanje CO_2 “). Plin se u aparaturi propušta kroz klopku uronjenu u alkohol ohlađen pomoću tekućeg dušika na -80°C kako bi se uzorak pročistio od vlage, te kroz klopku uronjenu u tekući dušik gdje se CO_2 zamrzava dok se drugi plinovi pomoću vakuumskih pumpi uklone. Prvi dio druge aparature se potom zatvara te se zaleđeni CO_2 grije i prebacuje u *finger* epruvetu koja je uronjena u tekući dušik u kojoj se očitanjem tlaka mjeri količina dobivenog CO_2 . Iz *finger* epruvete se CO_2 pomoću tekućeg dušika prebacuje spremnik s ventilom za daljnju pripremu uzoraka za ^{14}C analizu, u cjevčicu za ^{13}C analizu i cjevčicu za arhivu. Cjevčica za ^{13}C analizu i arhivska cjevčica se zataljuju pomoću plamenika.

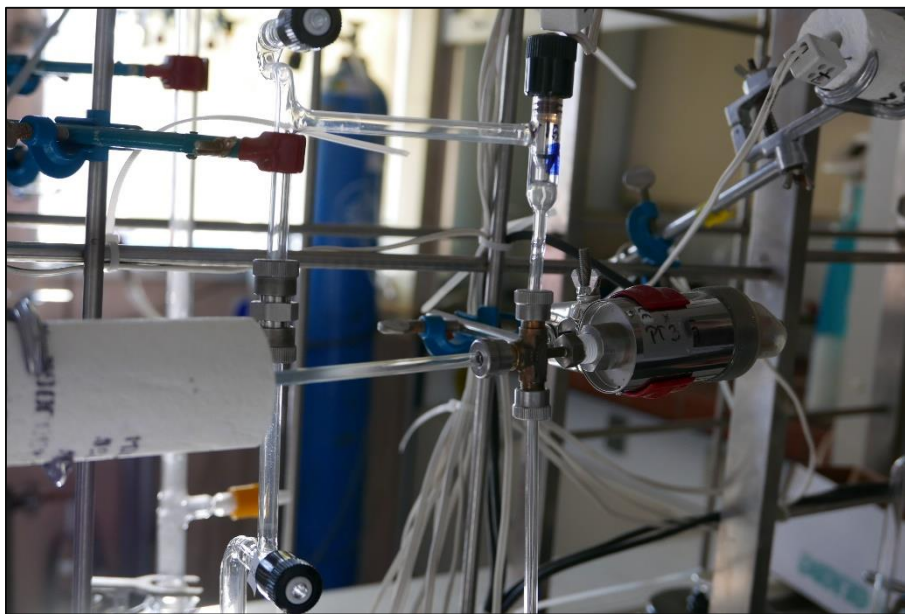
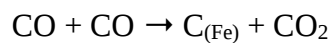
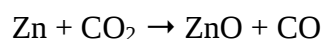


Slika 43. Druga, vakuumsku aparaturu



Slika 44. Taljenje cjevčice za ^{13}C

U nastavku aparature („aparatura za grafitizaciju“) spaja se rezervoar s plinom CO₂ za ¹⁴C analizu. Na tom djelu aparature se odvija reakcija s cinkom i željezom. U vodoravno posloženoj cjevčici se nalazi cink, a u okomitoj željezo (Slika 82.) te se najprije obje griju uz ispumpavanje atmosfere u području cjevčica. Zatim se prebacuje CO₂ iz rezervoara u područje sa cjevčicama sa cinkom i željezom te se sat vremena cink zagrijava na 550 °C. U ovom trenu CO₂ reagira sa cinkom i nastaje CO. Nakon sat vremena postavlja se pečica i na željezo koje se grije na 600 °C te kreće reakcija deponiranja CO na površni željeza, te rekombiniranja u ugljik koji ostaje vezan na željezu i CO₂ koji opet ulazi u reakciju sa cinkom, prema reakcijama:



Slika 45. Aparatura za grafitizaciju

Završetkom reakcije u epruveti sa željezom nastaje grafit. Pomoću kompjuterskog programa se prati tlak u području cjevčica sa cinkom i željezom, te se prema padu tlaka izračunava iskorištenje reakcije, a reakcija je završena kad je iskorištenje reakcije veće od 95 %.

4.3.4. Tumačenje rezultata ^{14}C analize

Stabilni izotop ugljika, odnosno koncentracija ^{13}C u nekom materijalu izražava se kao $\delta^{13}\text{C}$. Vrijednost $\delta^{13}\text{C}$ prikazuje relativno odstupanje omjera koncentracija ^{13}C i ^{14}C u uzorku koji se analizira od takvog omjera u međunarodnom referentnom materijalu, a izražava se u promilima. Ta vrijednost nam koristi kako bi normalizirali izmjerenu koncentraciju ^{14}C i dobili konvencijsku ^{14}C starost uzorka. Konvencijska ^{14}C starost se dogovorno računa pomoću Libbyeva vremena poluraspada radioaktivnog ugljika, 5568 godina uz izvršenu normalizaciju $\delta^{13}\text{C} = -25\text{‰}$ te početak brojanja od sadašnjosti unazad, gdje je sadašnjost, AD 1950. godina, a izražava se u godinama prije sadašnjosti BP (BP = AD 1950).¹⁷⁷

Poznato je kako kozmičko zračenje kroz povijest nije uvijek bilo jednako, zbog čega ni količina ^{14}C u atmosferi nije bila jednaka, s čime ni ravnotežna koncentracija ^{14}C u biološkom materijalu / materijalu koji apsorbira atmosferski CO_2 kroz prošlost nije jednaka. Upravo zbog toga potrebno je pomoću dendroloških kalibracijskih krivulja kalibrirati ^{14}C godine u kalendarske godine. Rezultat te kalibracije su godine prikazane kao cal AD/cal BC. Rezultati kalibriranih godina uvijek imaju određenu vjerojatnost, te se za svaku može odrediti medijan.¹⁷⁸

¹⁷⁷G MOOK WILLIEM, VAN DER PLICHT, *reporting ^{14}C activities and concentrations*, Regents Arizona Board of on behalf the of University of Arizona, 1999., str. 231.

¹⁷⁸ REIMER, P. et al., *The intcal20 northern hemisphere radiocarbon age calibration Curve*, Arizona Board of Regents on behalf of the University of Arizona, 2020., str. 726.

Tablica 3. Uzorci iz podzemlja dubrovačke katedrale datirani AMS ^{14}C analizom

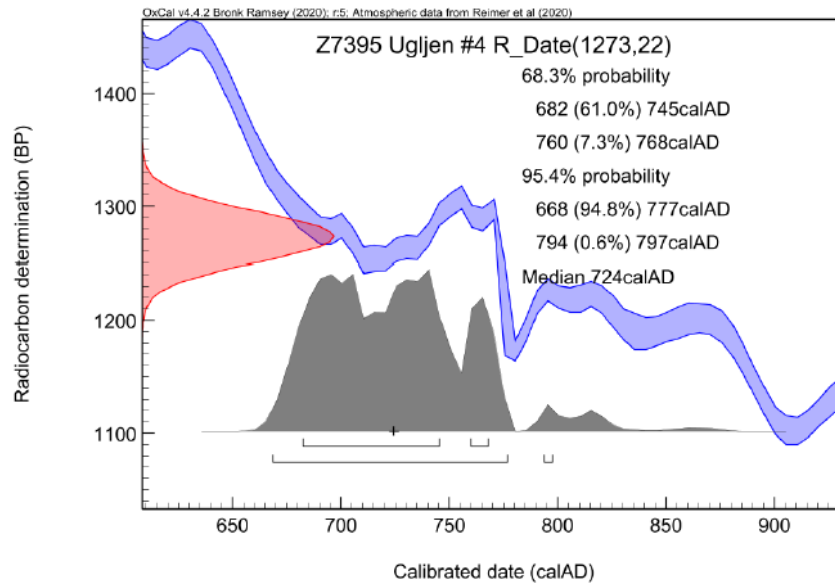
Laborato rijska oznaka	Oznaka, naziv i/ili vrsta predmeta ispitivanja	$\alpha^{14}\text{C}$ (pMC)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C starost (BP)	Kalibrirani period (cal BC, cal AD)
Z-7395 A2237	Ugljen, katedrala Dubrovnik, podnica drugog sloja #4	$85,3 \pm 0,2$	-24,0	1275 ± 20	Cal AD 682 – 745 (61,0 %) Cal AD 760 – 768 (7,3 %)
Z-7396 A2198	Ugljen, katedrala Dubrovnik, podnica prvog sloja #5	$85,1 \pm 0,3$	-23,1	1300 ± 25	Cal AD 670 – 690 (23,5 %) Cal AD 696 – 702 (6,1 %) Cal AD 741 – 772 (38,7 %)
Z-7399 A2243	Ugljen, katedrala Dubrovnik, sjeverni zid bočnog broda, donji uzorak #10	$88,0 \pm 0,3$	-26,6	1030 ± 20	Cal AD 995 – 1007 (35,8 %) Cal AD 1015 – 1026 (32,4 %)
Z-7462 A2234	Žbuka, katedrala, sivi dio #3, čestice 32 – 63 μm , frakcija CO_2 0 – 30 s	$85,6 \pm 0,2$	-15,7	1255 ± 20	Cal AD 685 – 743 (58,0 %) Cal AD 792 – 801 (5,8 %)
Z-7515 A2257	Žbuka, Dubrovnik, romanička žbuka, uzorak #5, 32 – 63 μm ; CO_2 0 – 9 s	$94,9 \pm 0,3$	-14,0	425 ± 20	Cal AD 1442 – 1468 (68,3 %)
Z-7518 A2265	Žbuka, Dubrovnik, Gerard žbuka, 32 – 63 μm , CO_2 0 – 8 s	$89,0 \pm 0,2$	-14,3	940 ± 20	Cal AD 1044 – 1053 (8,6 %) Cal AD 1075 – 1106 (24,3 %) Cal AD 1118 – 1156 (35,5 %)

Mjerna nesigurnost $\delta^{13}\text{C}$ je 0,1 ‰.

U tablici su prikazani: laboratorijska oznaka, naziv i vrsta predmeta koji se ispituje, $\delta^{13}\text{C}$, konvencijska ^{14}C starost, raspon kalibriranih godina s pripadajućim vjerojatnostima i $\alpha^{14}\text{C}$ (pMC).

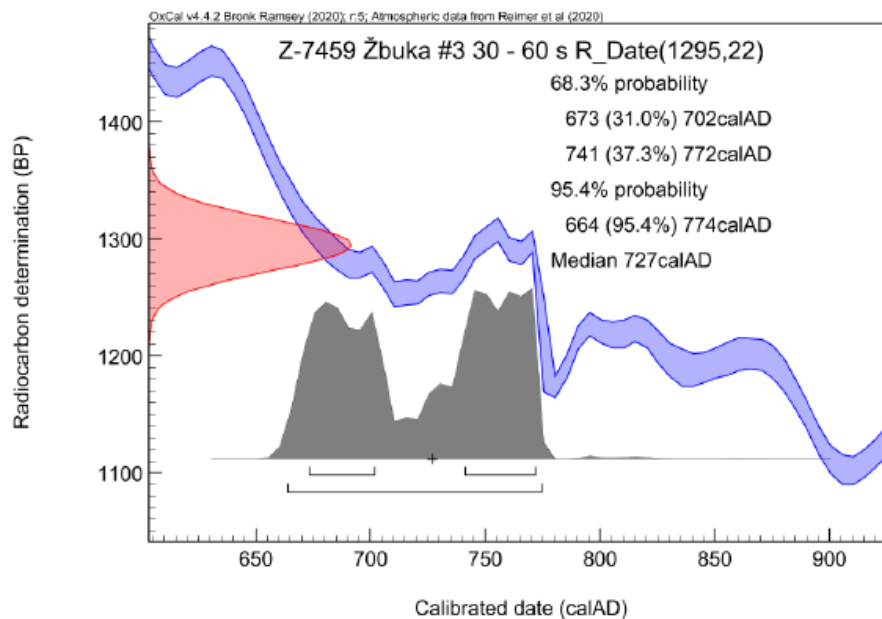
Na grafičkom prikazu ordinata predstavlja ^{14}C starost, dok graf na apscisi predstavlja kalibriranu kalendarsku starost. Plava linija je kalibracijska krivulja.

Z-7395
A2237



Slika 46. Graf ^{14}C analize ugljena iz podnice

Z-7459
A2236



Slika 47., Graf ^{14}C tamnosive žbuke

4.4. Žbuke iz podzemlja dubrovačke katedrale

Žbuke iz podzemlja dubrovačke katedrale podvrgnute su različitim ispitivanjima. Prva mineraloško-petrografska ispitivanja proveo je tadašnji RHZ 1982. godine na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i ekonomsku geologiju Rudarsko–geološko–naftnog fakulteta u Zagrebu. Dokument u koji je dobiven uvid detaljno opisuje uzorke, no iz njega se ne može saznati mjesto uzorkovanja niti pouzdano povezati uzorke sa žbukama.

Mineraloško-petrografska ispitivanja napravljena su 2021. na Zavodu za gradbeništvo Slovenije i na Geološkom odsjeku PMF-a¹⁷⁹. Analizirane žbuke su: tamnosiva, crvena, bijela sitnozrnata, žbuka s Gerardova groba i dvoslojna „romanička.“ Uspostavilo se da su sve žbuke vapnene sa pretežno vapnenačkim punilom. Neobično čvrsta, tamnosiva žbuka, kvarcnoga punila podvrgnuta je SEM/EDS, XRD i TG i DTA analizama zbog sumnje u moguću hidrauličnost. Ispostavilo se da ta žbuka nije hidraulična.. Mineraloško-petrografske analize jednoga uzorka s više stratigrafskih slojeva izvedene su i 2021. na Mineraloško-petrografskom zavodu Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta u Sveučilišta u Zagrebu.

Žbuke: tamnosiva, dvoslojna „romanička,“ te žbuka s Gerardova *groba* podvrgnute su analizi AMS ¹⁴C. Prvi se analizirao ulomak tamnosive, analizom vapnene čestice (*lime lump*), no taj uzorak nije dao dobre rezultate. Nakon toga uzorak se uzima *in situ* te se analizira selekcijom frakcije CO₂. Uz to *in situ* su uzeti i uzorci čestica ugljena; dva iz podnice, a jedan iz drugog nosača sjeverne arkade. Ugljeni iz podnica, kao i tamnosiva žbuka datirani su u 8. stoljeće. Ugljen iz nosača arkade smješten je u razdoblje 11. stoljeća, što se poklapa s vremenom prve pregradnje. Pouzdanije podatke o dataciji pregradnje mogla bi dati datacija i kasnije, crvene žbuke, no zbog drobljene opeke od koje je sastavljena nije pogodna za ¹⁴C datiranje.

¹⁷⁹ Priloženo na str. 135. - 137.

Nekoliko uzoraka podvrgnuto je XRF analizi pigmenata koju je izveo dr. sc. Vladan Desnica. Osim očekivanih rezultata (okeri, crvena i zelena zemlja) na uzorcima „dvoslojne“ romaničke žbuke nađeni su cinober i azurit.¹⁸⁰

Analize dubrovačkih žbuka dale su nam bolji uvid u sastav njihovoga veziva i punila, kao i u njihovu starost. Prostora za ispitivanje i dalje ima, a svakom novom informacijom dobiva se bolji uvid u povijest prostora u podzemlju.

¹⁸⁰ Priloženo na str. 141. – 143.

5. KATALOG ŽBUKA

U katalogu žbuka prikazane su najvažnije i najčešće žbuke koje su pronađene u podzemlju današnje dubrovačke katedrale. Uz opis i fotografije uz većinu su priložene i fotografije izrađene digitalnim mikroskopom (Dino-lite) te petrografske analize; SEM/BSE fotografije te EDS spektri. Petrografske analize daju nam uvid u sastav veziva i punila, oblike čestica punila kao i u njihovu veličinu gradiranost¹⁸¹ ili sortiranost¹⁸². TG/DTA i XRD grafovi priloženi su uz tamnosivu žbuku koja je podvrgnuta tim analizama u svrhu pronalaska hidrata. Od osam ovdje prikazanih žbuka njih tri (tamnosiva, dvoslojna romanička i žbuka s Gerardova groba) su podvrgnute analizama datacije radioaktivnim ugljikom, tehnikom AMS ¹⁴C, čiji su rezultati prikazani u ovome katalogu. Cilj kataloga je detaljniji opis svih vrsta žbuke kako bi se dobila ideja izgledu, stratigrafiji, sastavu i starosti žbuka, ali i olakšala buduća inventarizacija, upisivanje u bazu podataka te naposljetku i slaganje ulomaka u cjeline.

¹⁸¹ Pojam dobro gradirana označava žbuku s raznim veličinama čestica agregata.

¹⁸² Pojam dobro sortirana označava žbuku s česticama agregata jednake veličine.

5.1. Tamnosiva žbuka

Tamnosiva žbuka, vrlo je čvrsta i kompaktna. Prožeta je povećim česticama vapna. Punilo je vrlo sitan kvarcni pijesak.



Slika 48. Ulomak s tamnosivom žbukom, lice



Slika 49. Ulomak s tamnosivom žbukom, bočni presjek

Debljina žbuke varira između 0.5 – 2.3 cm. Stratigrafski se nalazi na bijeloj žbuci vrlo krupnog punila, *rinzaflu*. Na većini obrađenih ulomaka iznad tamnosive nalazi se nekoliko slojeva naliča te crvena žbuka, no između ta dva sloja zatječemo i vrlo tanku bijelu žbuku. Međutim, na nekolicini ulomaka tamnosive žbuke nedostaju ostali stratigrafski slojevi i naliči koji se većinom nalaze na njoj. Ti ulomci otkrivaju nam da je i na tom stratigrafskom sloju postojala zidna slika, kasnije preličena više puta kroz godine te nanovo ožbukana. Oslík na tim ulomcima je štur te geometriziran; većinom prikazuje linije, kružice te trokute. Paleta boja je također vrlo limitirana; uočena je tek oker, crvena te crna boja. Do sada je nađeno te popisano 166 ulomka tamnosive žbuke. *In situ* tamno sivu žbuku nalazimo na zidovima kroz cijelu katedralu, no prekrivenu naličem ili crvenom žbukom. Na južnom zidu katedrale na toj žbuci nalazi se i crtež Krštenja Kristovog. Također, upravo na toj žbuci urezani su svi grafiti.



Slika 50. Ulomak s tamnosivom žbukom, lice



Slika 51. Ulomak s tamnosivom žbukom ispod
bijelesitnozrnate, bočni presjek



Slika 52. Ulomak s tamnosivom žbukom, bočni
presjek



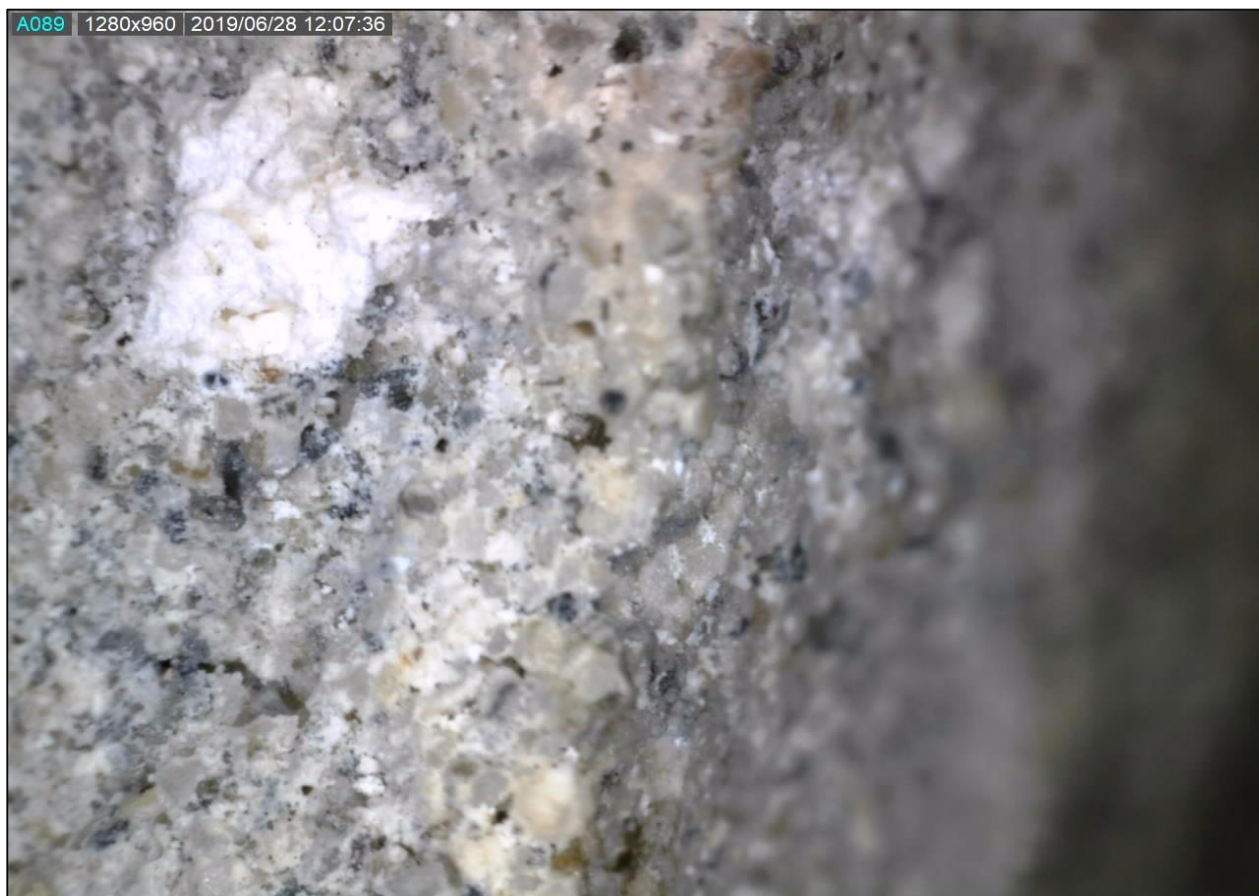
Slika 53. Ulomak s tamnosivom žbukom na
rinzaflu, bočni presjek



Slika 54. Ulomak s tamnosivom žbukom, lice



Slika 55. *Dino-lite* fotografija tamnosive žbuke s naličima, žbuka i slikani sloj

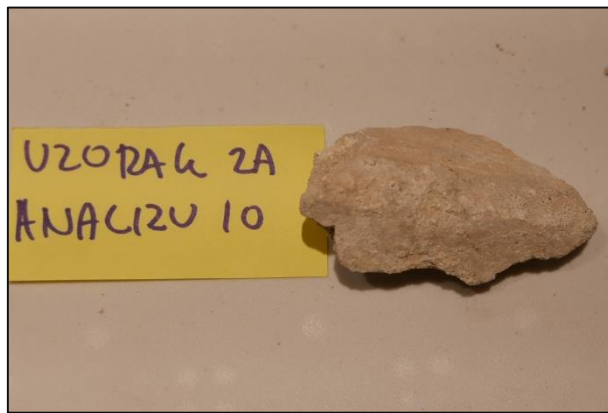


Slika 56. *Dino-lite* fotografija tamnosive žbuke

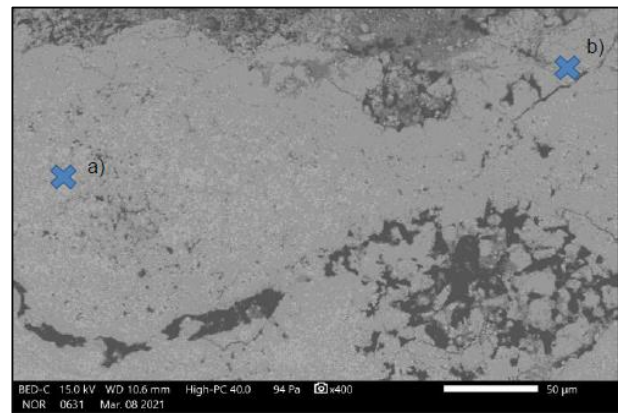
5.1.1. Petrografske analize tamnosive žbuke

Uzorak se sastoji od tamnosive žbuke debljine 15 mm na gruboj bijeloj (*rinzaflu*) debljine 15 mm, a prekriven je vapnenim naličem debljine < 2 mm.

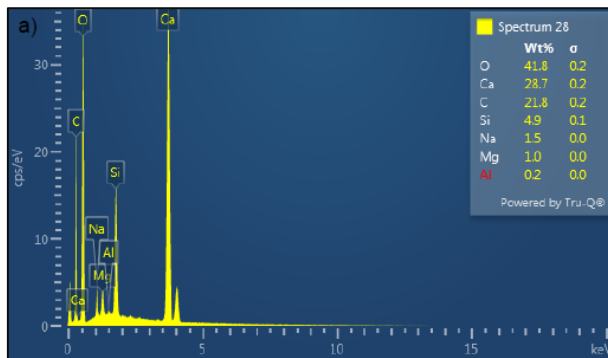
Vapneni nalič se većinom sastoji od Ca i SI te ponešto Na i Mg, što je potvrđeno s SEM/EDS analizom.



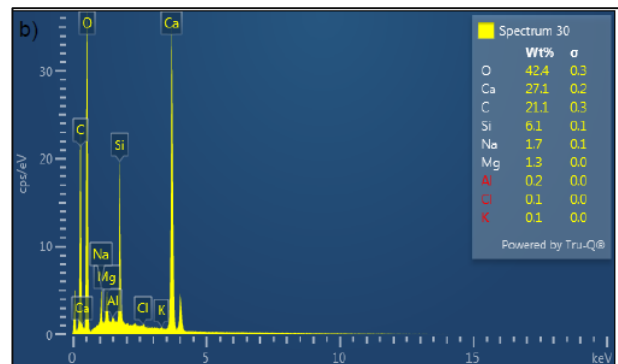
Slika 57. Analizirani uzorak tamnosive žbuke



Slika 58. SEM/BSE fotografija vapnenog naliča



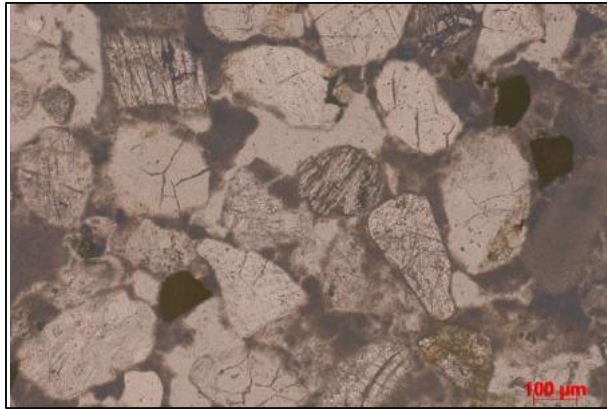
Slika 59. EDS spektar vapnenog naliča a



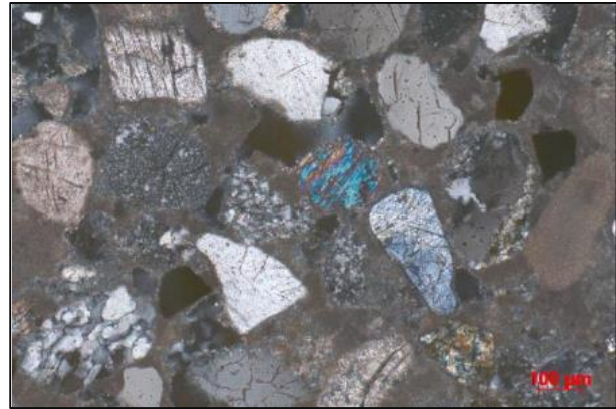
Slika 60. EDS spektar vapnenog naliča b

Tamnosiva žbuka je homogena, što se zaključuje zbog jednolično raspodijeljenih zrnaca u uzorku. Zrnca agregata su loše gradirana, a po obliku su obla do uglata, no prevladavaju polu-uglata. Veličina zrnaca je od 0.08 – 3.0 mm, te ona čine 80 % uzorka, dok je veziva 40 %.

Punilo je većinom sastavljeno od monokristaličnog i polikristaličnog kvarca te silikatnog kamena, 15 % punila sačinjavaju karbonati.

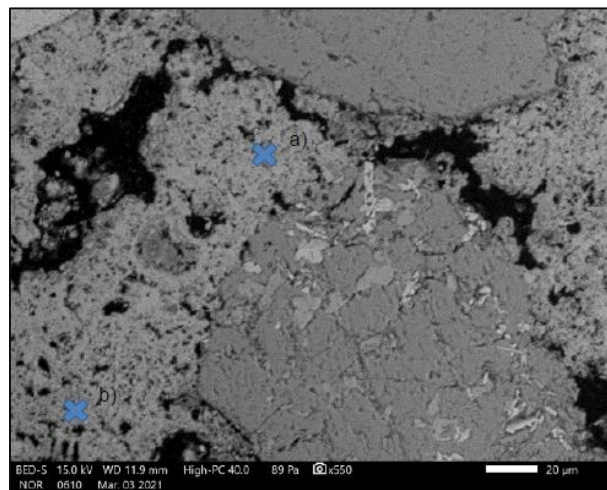


Slika 61. Mikroskopski snimak tankog presjeka, bez polara

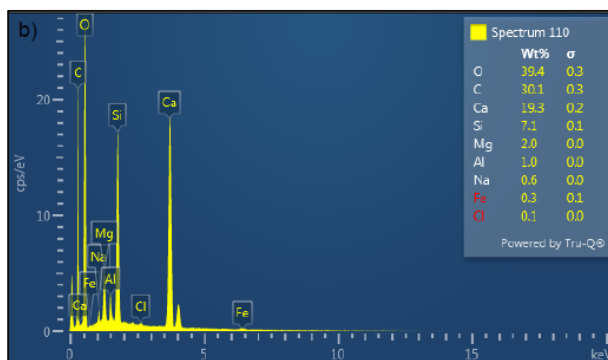


Slika 62. Mikroskopski snimak tankog presjeka, ukršteni polari

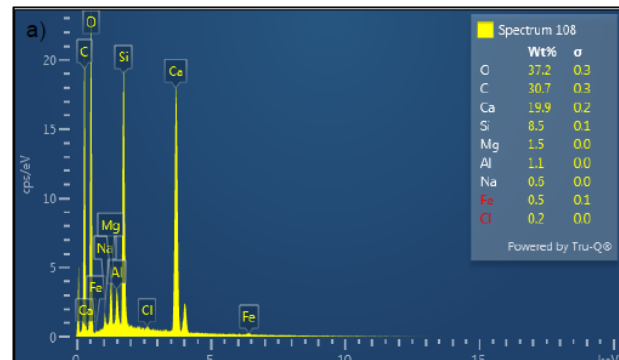
Vezivo je većinski sastavljeno od Ca i Si, u manjoj dozi s Mg i Al, te s vrlo malo Na i Fe.



Slika 63. SEM/BSE mikrofotografija tamnosive žbuke



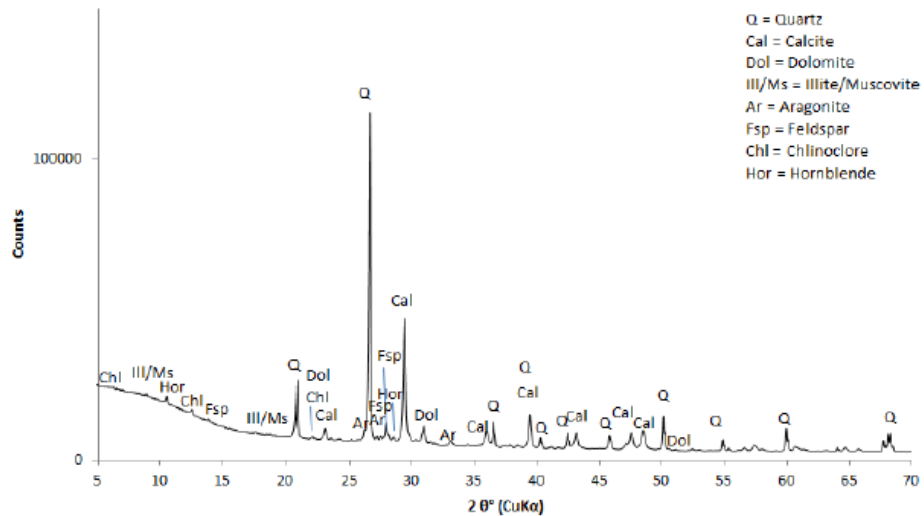
Slika 64. EDS spektar vapnenog naliča a



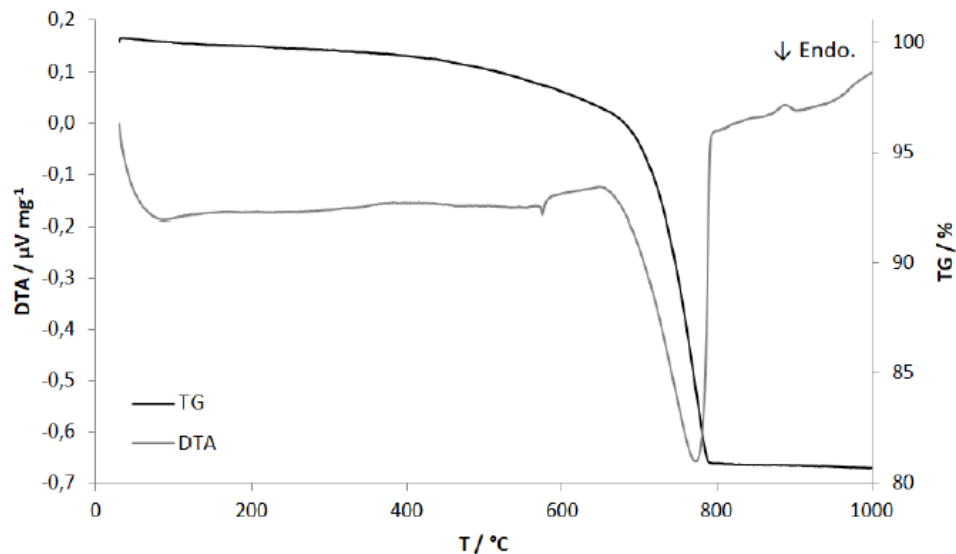
Slika 65. EDS spektar vapnenog naliča b

5.1.2. Termogravimetrija/diferencijalna termalna analiza tamno sive žbuke

Zbog pretpostavke o prisutnosti hidrata tamnosiva žbuka je podvrgnuta TG/DTA metodi. Metoda je pokazala da se uzorak sastoji uglavnom od kalcita, hidrati nisu identificirani.



Slika 66. XRD tamnosive žbuke



Slika 67. TG/DTA tamnosive žbuke

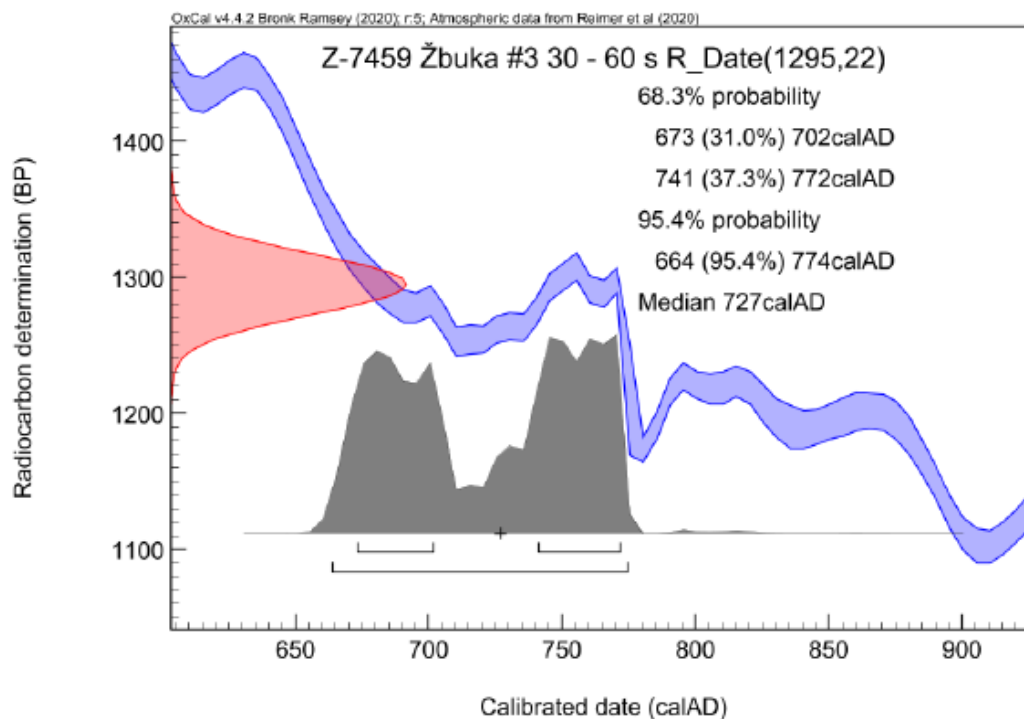
5.1.3. Datacija tamnosive žbuke radioaktivnim ugljikom

Kalibrirani rezultati analize ^{14}C prikazuju raspon godina od 685. – 783. te 792. - 801., čime se tamnosiva žbuka datira u 8. stoljeće te se poklapa s datacijom ugljena iz podnice. Takvi rezultati nam potvrđuju da je prva građevina nastala najkasnije u 8. stoljeću, odnosno da je prvi sloj žbuke (osim sloja veznog morta ili *rinzaffa*) na građevini iz tog razdoblja.

Tablica 4. ^{14}C analiza tamnosive žbuke

Laboratorijska oznaka	Oznaka, naziv i/ili vrsta predmeta ispitivanja	$\sigma^{14}\text{C}$ (pMC)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C starost (BP)	Kalibrirani period (cal BC, cal AD)
Z-7462 A2234	Žbuka, katedrala, sivi dio #3, čestice 32 – 63 μm , frakcija CO_2 0 – 30 s	$85,6 \pm 0,2$	-15,7	1255 ± 20	Cal AD 685 – 743 (58,0 %) Cal AD 792 – 801 (5,8 %)

Z-7459
A2236



Slika 68. ^{14}C analiza tamnosive žbuke

5.2. Crvena žbuka

Boja žbuke nazvane „crvena“ zapravo varira od tamnije do svjetlije ružičaste. Tu boju žbuci daju komadići drobljene opeke. Žbuka je prožeta većim česticama vapna. Punilo je srednje veličine, zrnca pijeska su većinom obla ili polu-zaobljena, različitih boja. Pregledano je te upisano 1746 ulomaka zidnih slika rađenih na crvenoj žbuci.

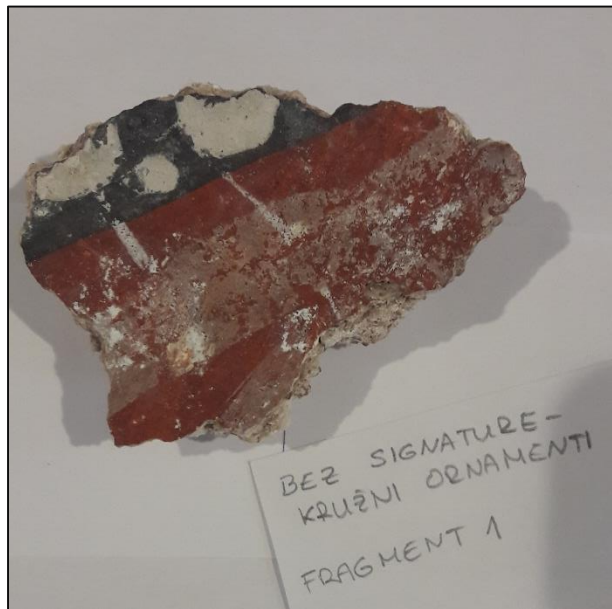


Slika 69. Ulomak na crvenoj žbuci, lice



Slika 70. Ulomak na crvenoj žbuci, bočni presjek

Debljina ulomaka varira, no kreće se od 0.4 – 3.1 cm. Osim kao samostalne ulomke, odvojene od drugih stratigrafskih slojeva „crvenu“ žbuku nalazimo na bijeloj vrlo krupnog punila za koju je pretpostavljeno da je *rinzafo*. Također, vrlo su česti i ulomci gdje se crvena žbuka nalazi na tamnosivoj, sitnijeg punila s većim zrnima vapna sa oko barem tri sloja naliča između tih dviju žbuka. Svi ulomci sa crvenom žbukom su oslikani. Pigment je relativno dobro očuvan, a među motivima razabiru se razni ornamenti, plave te crvene pruge, bijele točkice, dijelovi tijela likova itd. Po ostacima bijele boje na osliku određenih ulomaka možemo pretpostaviti da su djelomično bili prelićeni naličem koji je za vrijeme restauratorskih radova uklonjen. Pretpostavlja se da je vrijeme nastanka crvene žbuke od 11. stoljeća nadalje, nakon pregradnje crkve.



Slika 71. Lice ulomka na crvenoj žbuci, vidljiv slikani sloj



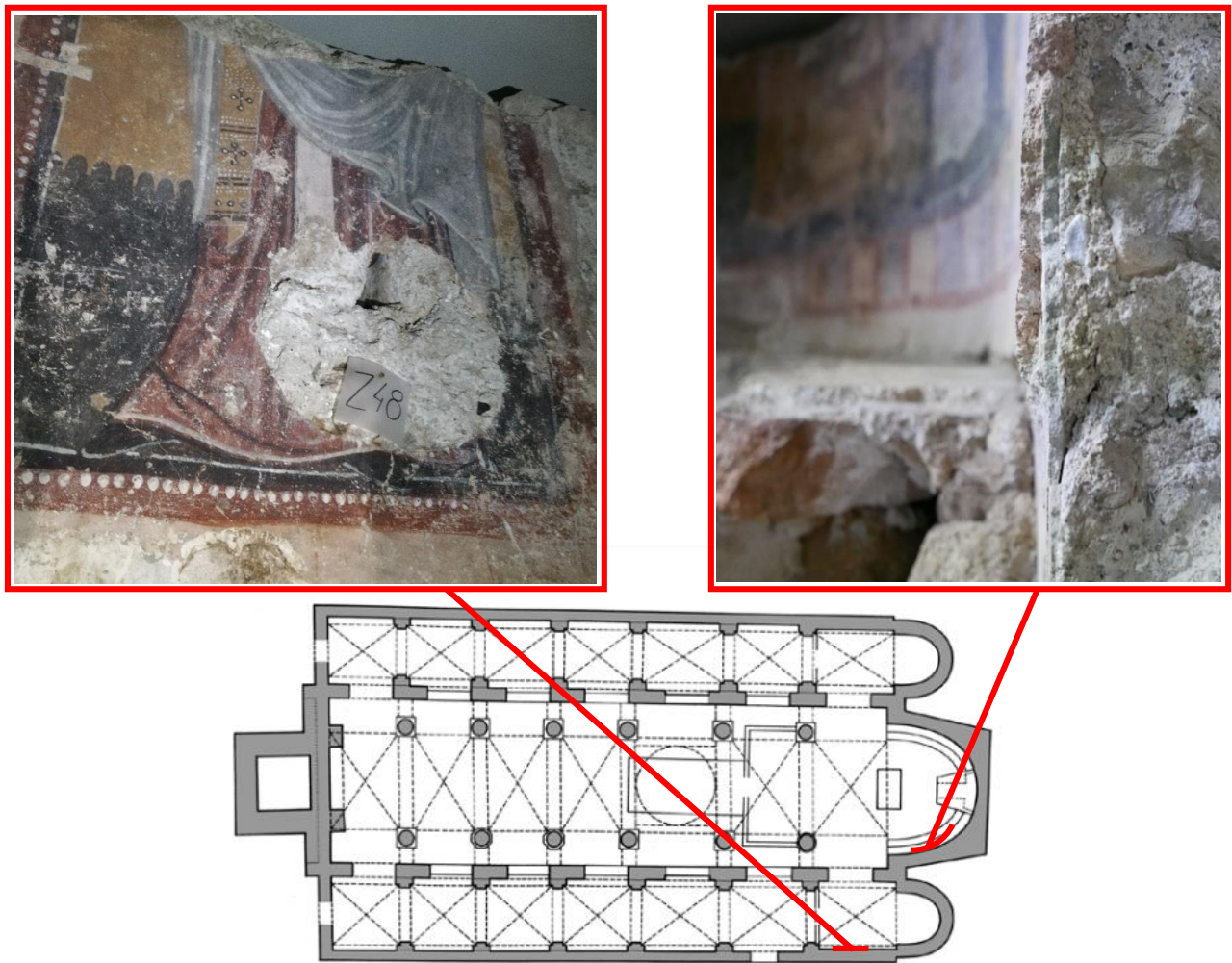
Slika 72. *Dino-lite* fotografije crvene žbuke s vidljivim oslikom



Slika 73. *Dino-lite* fotografije crvene žbuke

5.2.1. Crvena žbuka *in situ*

Ulomci sa crvenom žbukom pripadaju zidnim slikama koje se nalaze u svetištu te time i liku na južnom perimetralnom zidu za kojega se pretpostavlja da je naslikan rukom istog majstora. Kako slika u svetištu nije u potpunosti obrubljena, možemo sagledati stratigrafiju *in situ* na nosaču od grubo klesanog kamena raznih veličina, ali donekle pravokutnog oblika nalazi se sloj bijele žbuke vrlo krupnog agregata, sljedeći sloj je vrlo čvrsta tamnosiva žbuka finog punila, naliči, vrlo tanka bijela žbuka pa crvena žbuka čija je površina ugladena. Na crvenoj žbuci *in situ* nalazi se oslik jarkih boja koji prikazuje likove u prizoru Povorke crkvenih otaca dijelove kojih možemo prepoznati i na ulomcima.



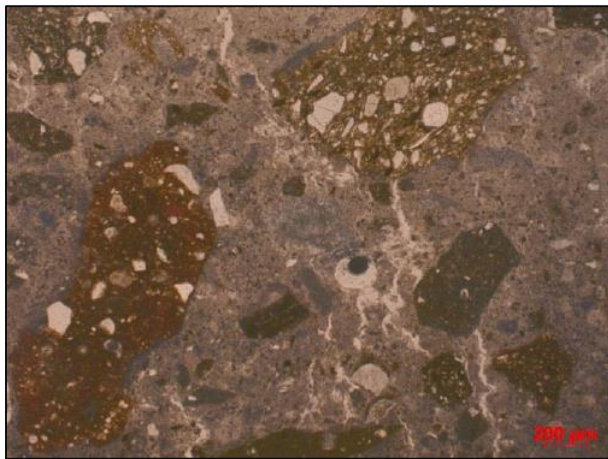
Slika 74. Prikaz mjesta na kojima se nalazi crvena žbuka *in situ* na tlocrtu

5.2.2. Petrografske analize crvene žbuke

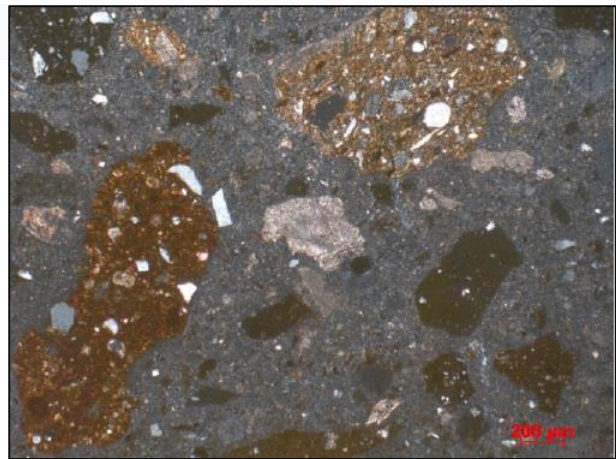
Uzorak crvene žbuke ima debljinu 13 mm slikani sloj debljine < 0.5 mm. Struktura žbuke je homogena, što se zaključuje zbog jednolično raspodijeljenih zrnaca u uzorku. Zrnca agregata su dobro gradirana.

Dominiraju izdužena uglata te polu-zaobljena zrnca veličine 0.06 – 4 mm. Zrnca popunjavaju 40% uzorka, a vezivo 60 %.

Do 85 % zrnaca agregata su zrnca keramike, 1 0% su karbonatna, a samo 5 % silikatna.

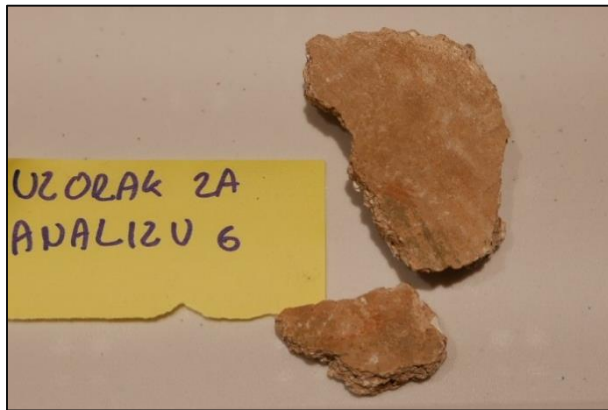


Slika 75. Mikroskopski snimak tankog presjeka, bez polara

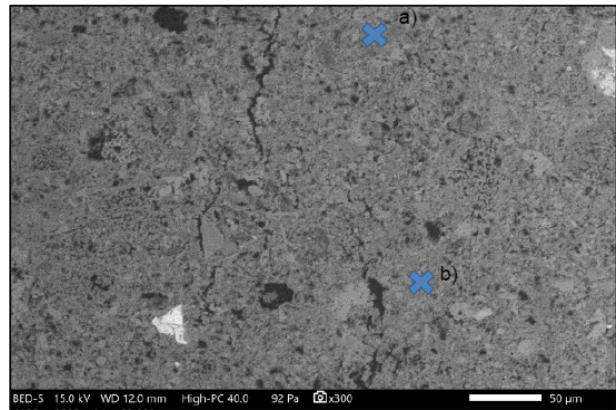


Slika 76. Mikroskopski snimak tankog presjeka ukršteni polari

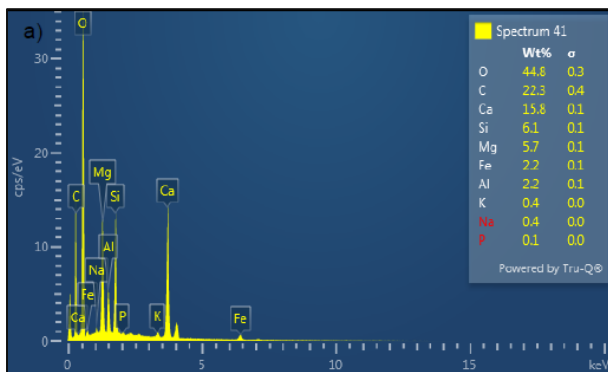
Vezivo je pucolansko vapno koje se sastoji od Ca i Si, te ponešto Mg, Fe, Al i K, što je utvrđeno SEM/EDS analizom. Čestice vapna (lumps) variraju između 0.12 i 1.60 mm.



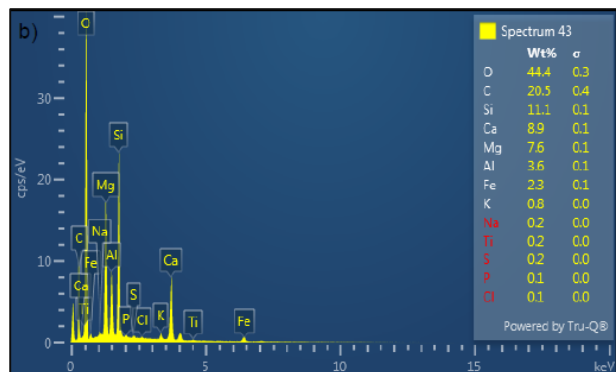
Slika 77. Analizirani uzorak



Slika 78. SEM/BSE mikrofotografija



Slika 79. EDS spektar veziva a



Slika 80. EDS spektar veziva b

5.3. Bijela sitnozrnata žbuka

Žbuka nazvana „bijela sitnozrnata“, žbuka je ulomaka gotovo–j potpuno bijele boje, te ponekad vrlo svijetlo ružičaste. Vapnenog je punila i u sebi sadrži veći udio vapna te je sklona pucanju. Do sada su pregledana te popisana 552 ulomka bijele sitnozrnate žbuke.



Slika 81. Bijela sitnozrnata žbuka na ulomku s tamno sivom žbukom, bočni presjek



Slika 82. Ulomak bijele sitnozrnate žbuke, bočni presjek

Kako je žbuka manje čvrstoće no gore navedeni primjeri, ovi ulomci su često vrlo malih dimenzija. Također debljina žbuke ovih ulomaka je relativno mala; otprilike 0.3 – 1.6 cm. Iako je većina bijelih ulomka odvojena od prethodnih slojeva, izbočine na donjoj strani žbukanog sloja dokazuju nam da se nalazila na natučenoj žbuci. To nam potvrđuje i nekolicina ulomaka gdje se bijela žbuka nalazi na tamnosivoj sitnog punila na čijem su licu vidljive udubine od natučenja. Površina bijele žbuke vrlo je zaglađena, a oslik na njoj je prilično intenzivan. Neke od boja na tim ulomcima su crvene, smeđe, okeri, te vrlo često zelena i plava, no česte su i bijele točke.



Slika 83. Ulomak bijele sitnozrnate žbuke, lice



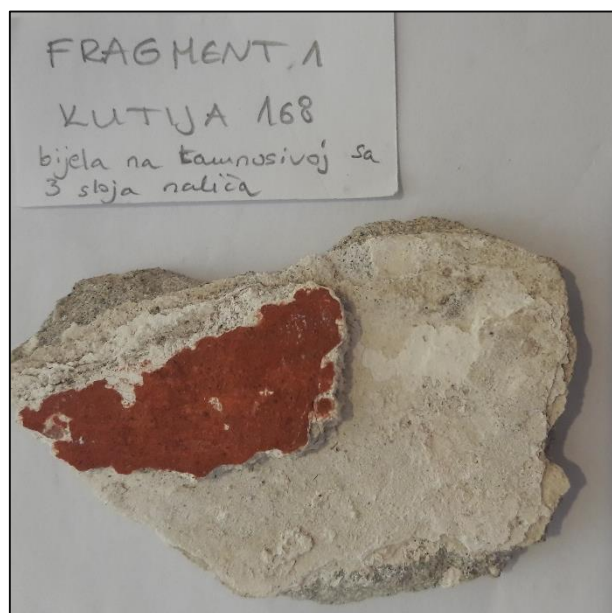
Slika 84. Ulomak bijele sitnozrnate žbuke na tamnosivoj, bočni presjek



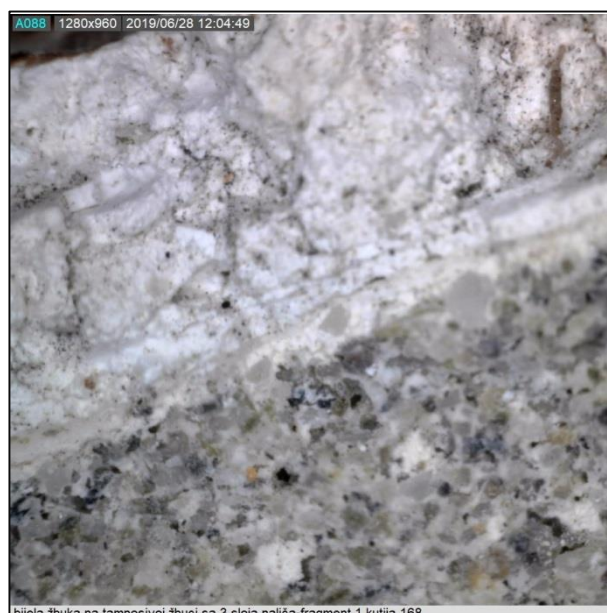
Slika 85. Ulomak s bijele sitnozrnate žbuke na tamnosivoj, bočni presjek



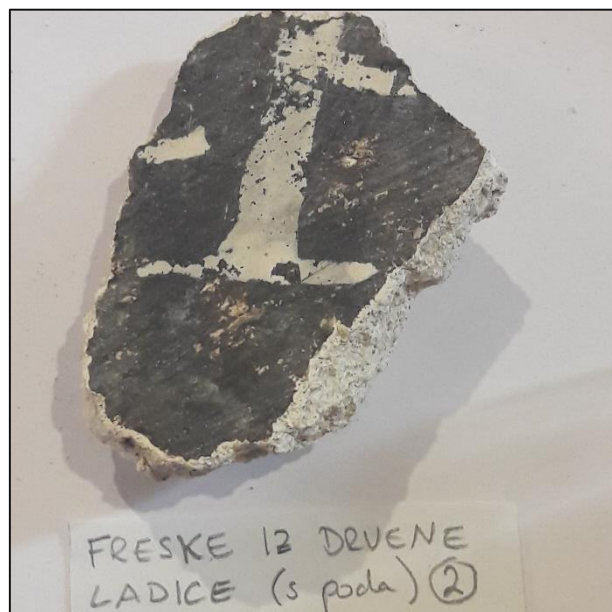
Slika 86. Ulomak bijele sitnozrnate žbuke, bočni presjek



Slika 87. Ulomak bijele sitnozrnate žbuke, lice



Slika 88. Dino-lite fotografija poprečnog presjeka bijele sitnozrnate na tamnosivoj žbuci, svi stratigrafski slojevi



Slika 89. Ulomak bijele sitnozrnate žbuke, lice



Slika 90. Dino-lite fotografija bijele sitnozrnate žbuke



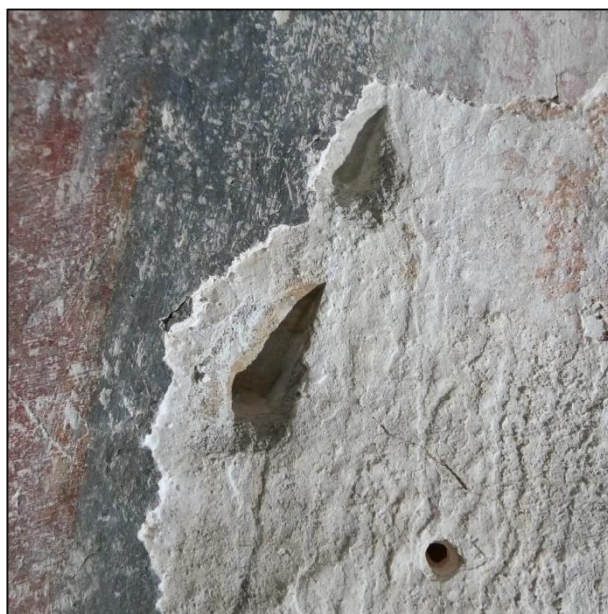
Slika 91. Ulomak bijele sitnozrnate žbuke, poledina



Slika 92. Ulomka s bijele sitnozrnate žbuke, poledina pod kosim svjetlom



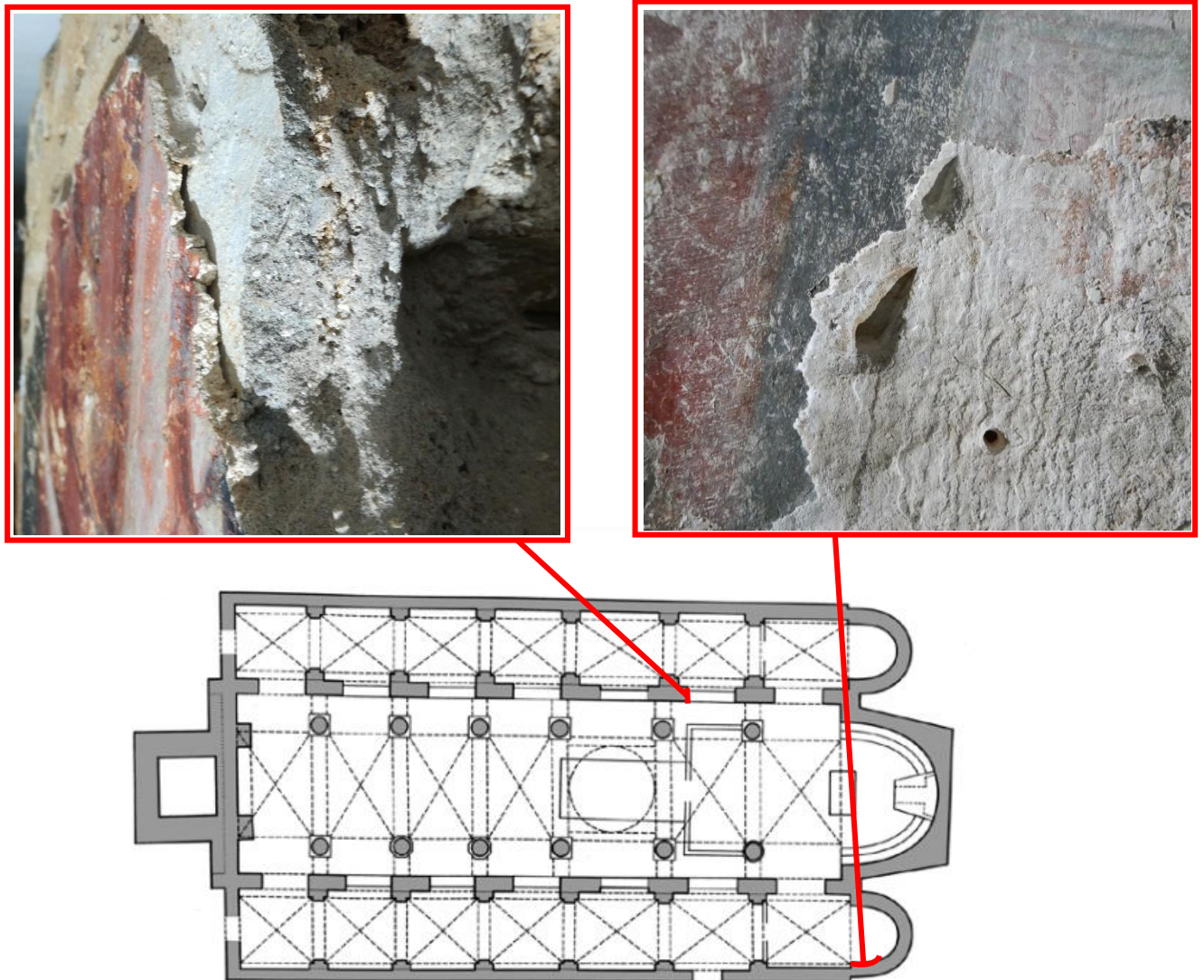
Slika 93. Detalj zidne slike na otvoru arkade, vidljiva natučenja



Slika 94. Detalj zidne slike na istočnom dijelu južnog zida, vidljiva natučenja

5.3.1. Bijela sitnoznata žbuka *in situ*

In situ tu žbuku nalazimo na istočnom dijelu južnog zida, na teško dostupnome mjestu. Ostataka te zidne slike vrlo je malo te su teško vidljivi, no uz pomoć kosog svjetla primjećuju se natučenja na zidu te vrlo tanka, svijetla žbuka. Također, slika sveca koja se nalazi na otvoru sjeverne arkade izvedena je na bijeloj žbuci te su primjetna i natučenja sive žbuke ispod nje na mjestima gdje je bijeli sloj otpao.



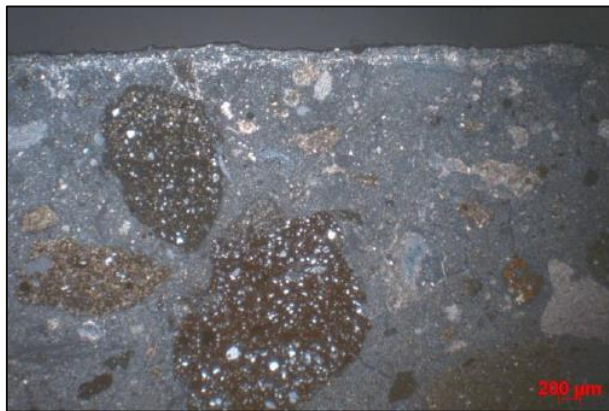
Slika 95. Prikaz mjesta na kojem se nalazi bijela sitnoznata žbuka na tlocrtu

5.3.2 Petrografske analize bijele sitnozrnate žbuke

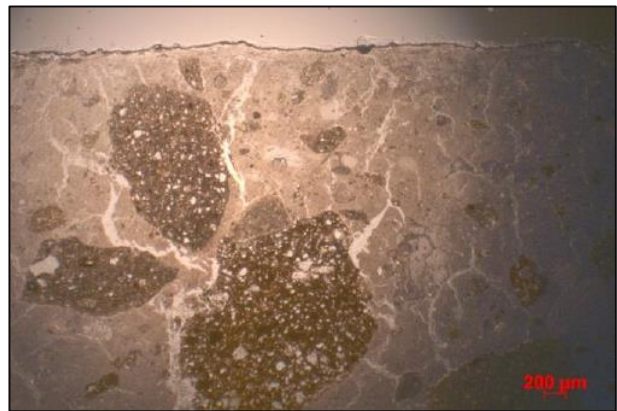
Uzorak ima žbuku debljine 9 mm te < 0.5 mm debljinu slikanoga sloja.

Bijela sitnozrnata žbuka je homogena, što se zaključuje prema jednolično raspodijeljenim zrnima u uzorku. Zrnca agregata su loše gradirana, uglata do obla, s polu-uglatima kao najčešćim. Veličina zrnaca se kreće između 0.08 – 6.0 mm. Uzorak se sastoji od 50% punila i 50% veziva.

Zrnca agregata, njih čak 50 % su karbonati koji su većinom mikroskopski vapnenci, nakon kojih slijede dolomitna zrnca, 40 % punila su silikatna zrnca monokristaličnoga i polikristaličnoga kvarca.

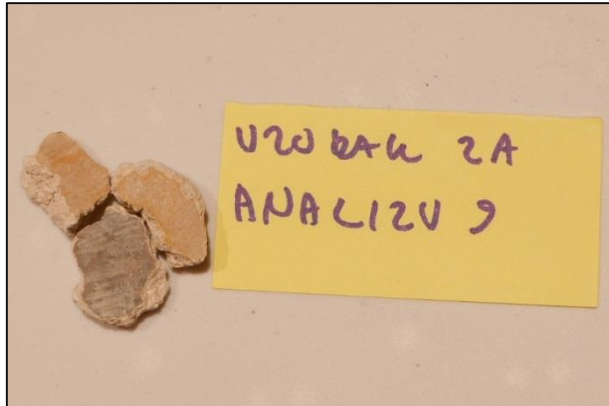


Slika 96. Mikroskopski snimak tankog presjeka, ukršteni polari

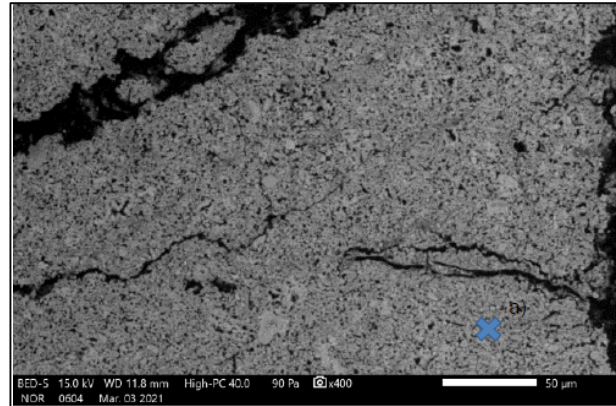


Slika 97. Mikroskopski snimak tankog presjeka, bez polara

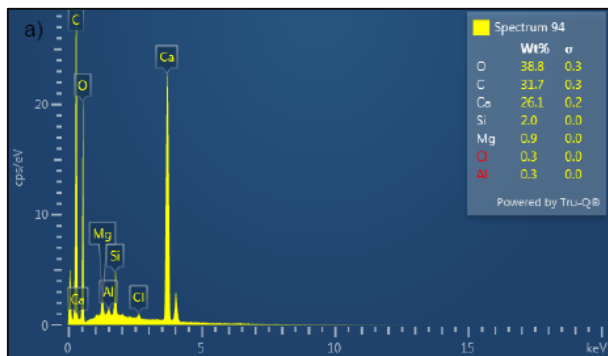
Vezivo je vapno – kalcijevo vapno, što je potvrđeno i SEM/EDS analizom. Čestice (*lumps*) vapna imaju veličinu od 0.15 – 2.70 mm. Primjetna je redukcija vapna u vezivu.



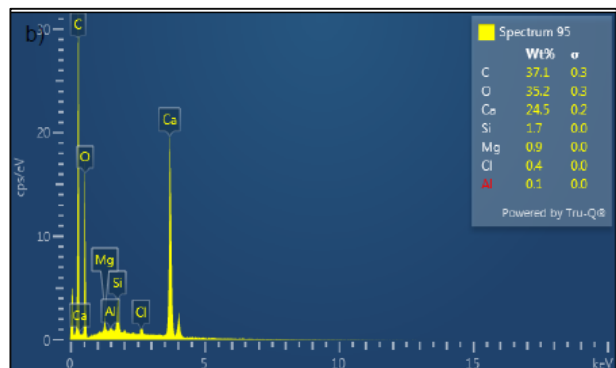
Slika 98. Analizirani uzorak bijele sitnozrnate žbuke



Slika 99. SEM/BSE mikrofotografija bijele sitnozrnate žbuke



Slika 100. EDS spektar bijele sitnozrnate žbuke



Slika 101. EDS spektar bijele sitnozrnate žbuke

5.4. Bijela žbuka iz središnje apside

Bijelu žbuku sitnoga zrna možemo primijetiti i između tamnosive i crvene u apside, kao i na nekolicini ulomaka s istom stratigrafijom. Ta žbuka je vrlo tanka te se ispod nje kao i na njoj nalaze vapneni naliči. Ova žbuka nije analizirana, no pretpostavlja se da je pripadala drugoj dogradnji subselije, s obzirom da ta žbuka ide preko stepenica.



Slika 102. Tanka bijela žbuka između tamnosive i crvene



Slika 103. Stratigrafija zidne slike u apside

5.5. Dvoslojna, „romanička“ žbuka

Žbuka u dva sloja, svijetlosive boje nazvana je romanička ne zbog pretpostavke da je nastala u doba romanike, već zbog pretpostavke da je bila dio opreme druge katedrale, čija je izgradnja započela u romanici. Ta žbuka ima veće čestice punila, također oble te u raznim nijansama sive boje. Do sada je pregledano te upisano 1555 ulomka te žbuke.



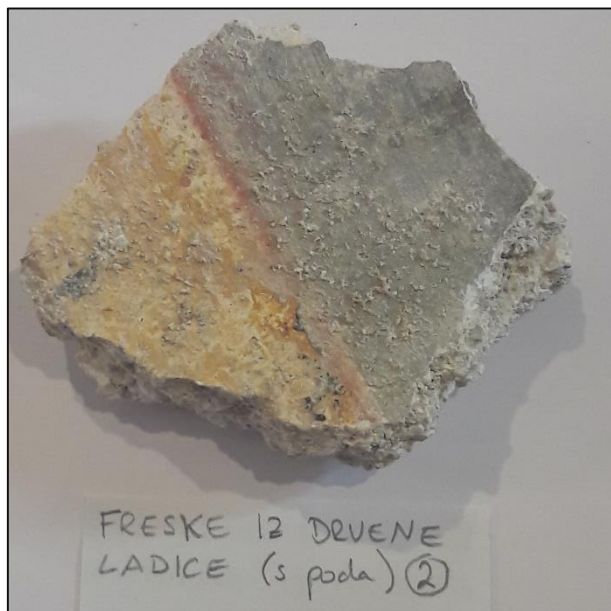
Slika 104. Ulomak dvoslojne romaničke žbuke, bočni presjek ulomka



Slika 105. Ulomak s dvoslojnom romaničkom žbukom, lice ulomka

Dimenzije ovih ulomaka poprilično variraju; od sitnih pa do dosta velikih. Debljina ulomaka je otprilike 0.5 – 3.6 cm. Ulomci ove žbuke u dva su sloja koja se čvrsto drže jedan za drugi. Oba sloja su gotovo ista izgleda te istih karakteristika. Površina žbuke relativno je zaglađena. Pigment je na nekim dijelovima izbljedio, gotovo nestao no na nekima je vrlo vidljiv te u odličnom stanju. Paleta boja je šira no na ostalim vrstama oslikanih ulomaka. Osim raznih jednobojskih ulomaka, prepoznamo razne ornamente i dijelove likova poput brade, prstiju itd.

In situ ovu žbuku ne možemo pronaći ni na jednom zidu najstarije katedrale te je stoga i pretpostavljeno da se radi o žbuci koja je bila nanesena na zidove romaničke katedrale čiji ostaci su sačuvani samo u visini temelja.



Slika 106. Ulomak dvoslojne „romaničkom“
žbukom, lice



Slika 107. Dino-lite fotografija dvoslojne
„romaničke“ žbuke

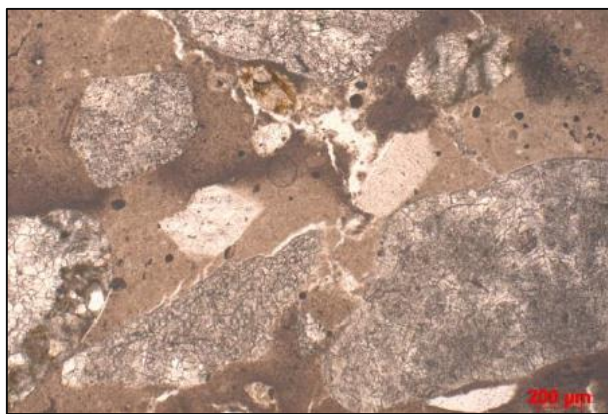


Slika 108. Dino-lite fotografija dvoslojne „romaničke“ žbuke

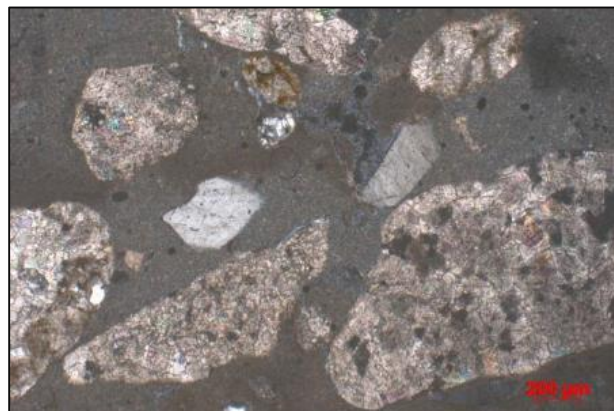
5.5.1 Rezultati petrografskih analiza dvoslojne „romaničke“ žbuke

Uzorak se sastoji od dva sloja žbuka te slikanog sloja. Prvi sloj je debljine 7 mm, a na njemu se nalazi sloj boje od <0.5 mm, dok je drugi sloj debljine 6 mm.

Prvi sloj dvoslojne „romaničke“ žbuke je homogen, što se zaključuje zbog jednolično raspodijeljenih zrnaca u uzorku. Zrnca agregata su dobro gradirana, veličina 0.1 – 3 mm. Većina zrnaca je polu-obloga oblika. Punilo predstavlja 35% uzorka dok je vezivo 65 %. Zrnca agregata većinom su karbonati (do 90 %), vrlo loše gradirani, a silikatne čestice čine manje od 5 % punila.

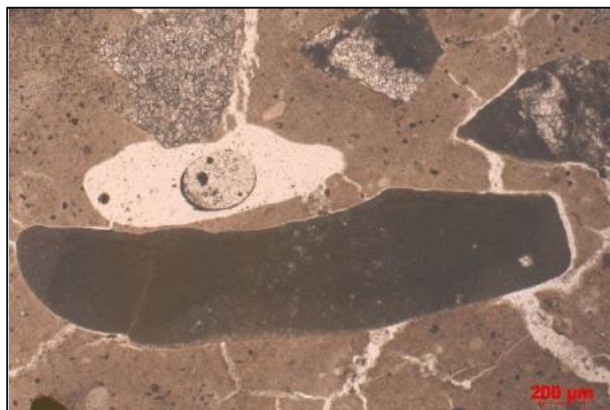


Slika 109. Mikroskopski snimak tankog presjeka 1. sloja, bez polara



Slika 110. Mikroskopski snimak tankog presjeka 1. sloja, ukršteni polari

Drugi sloj „romaničke“ dvoslojne žbuke je heterogene strukture jer su zrnca agregata nejednako raspodijeljena kroz uzorak. Zrnca su loše razvrstana, uglata do vrlo obla, no dominiraju polu-obla. Veličina zrna je 0.1 – 2 mm. Količina punila je 30 % naprema 60 % veziva. Zrnca agregata većinom su karbonati (do 90 %), vrlo loše sortirani, a silikatne čestice čine manje od 5% punila.



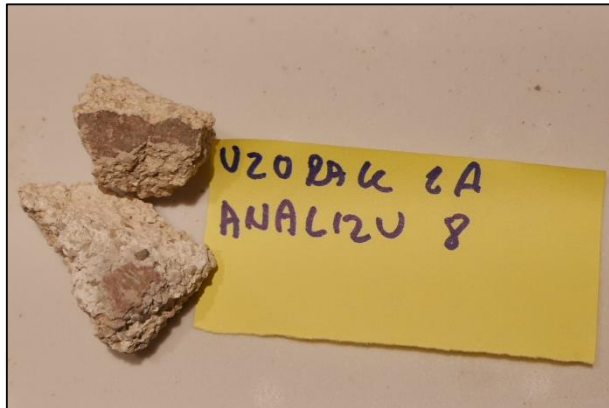
Slika 111. Mikroskopski snimak tankog presjeka 2. sloja, bez polara



Slika 112. Mikroskopski snimak tankog presjeka 2. sloja, ukršteni polari

Vezivo prvog sloja je vapno, kalcijevo vapno s malo Mg, Si i Na.

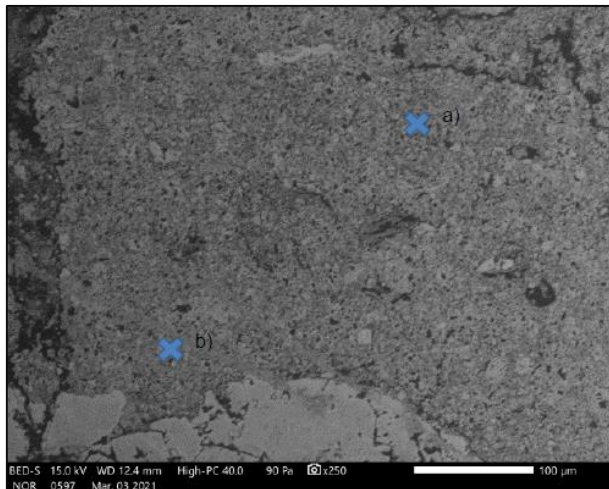
Vezivo drugoga sloja je dolomitno vapno s povećanim udjelom Mg, što je određeno SEM/EDS analizom. Čestice vapna su veličine 0.25 – 1.20 mm.



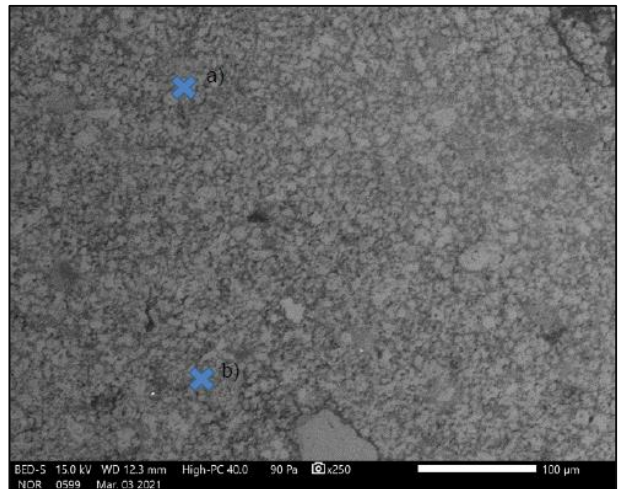
Slika 113. Analizirani uzorak bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke



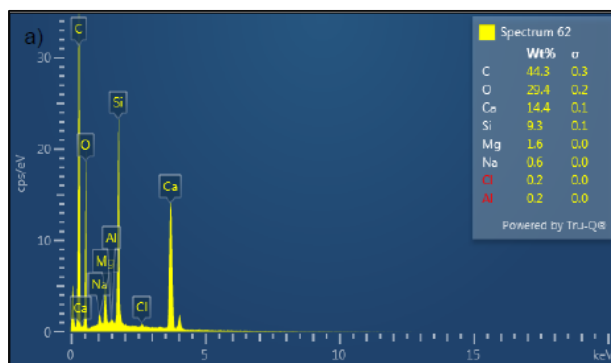
Slika 114. Analizirani uzorak bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke



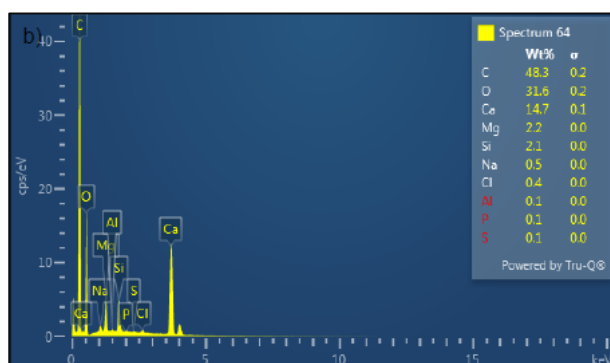
Slika 115. SEM/BSE mikrofotografija bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke, 1. sloj



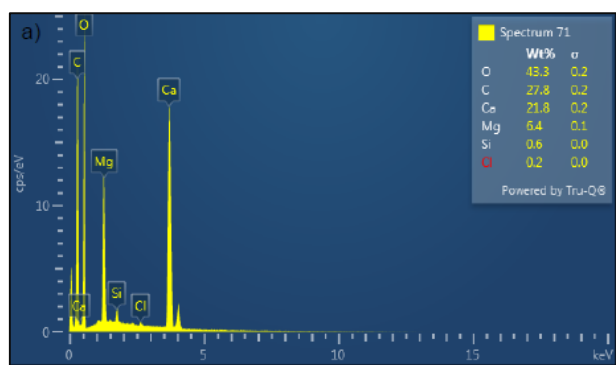
Slika 116. SEM/BSE mikrofotografija bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke, 2. sloj



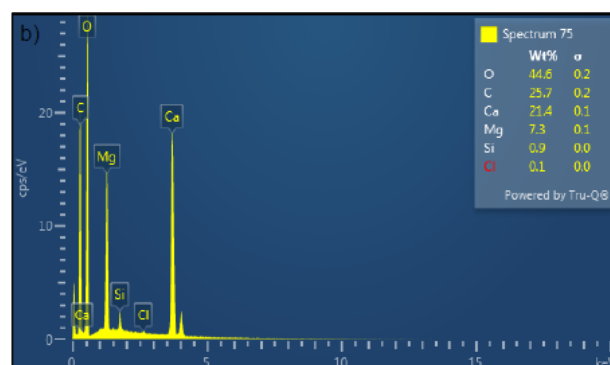
Slika 117. EDS spektar bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke 1. sloj žbuke a



Slika 118. EDS spektar bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke 1. sloj žbuke b



Slika 119. EDS spektar bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke 2. sloj žbuke a



Slika 120. EDS spektar bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke 2. sloj žbuke b

5.5.2 Datacija dvoslojne „romaničke žbuke“ radioaktivnim ugljikom

Kalibrirani rezultati analize ^{14}C daju raspon godina 1442. – 1468. Smještanje ove žbuke u 15. stoljeće odgovara teoriji pripadnosti ove žbuke opremi katedrale građene u romanici.

Tablica 5. ^{14}C analiza dvoslojne „romaničke“ žbuke

Laborato rijska oznaka	Oznaka, naziv i/ili vrsta predmeta ispitivanja	$\alpha^{14}\text{C}$ (pMC)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C starost (BP)	Kalibrirani period (cal BC, cal AD)
Z-7515 A2257	Žbuka, Dubrovnik, romanička žbuka, uzorak #5, 32 – 63 μm ; CO_2 0 – 9 s	$94,9 \pm 0,3$	-14,0	425 ± 20	Cal AD 1442 – 1468 (68,3 %)

5.6. Žbuka s Gerardova groba

Žbuka koja se *in situ* nalazi iznad groba biskupa Gerarda¹⁸³ također je bijele boje, no razlikuje se od drugih bijelih žbuka sitnog punila. Vrlo je zaglađena te nanescena na prethodno svijetlije sivom, grubljom žbukom ožbukani zid. Ova žbuka vrlo se lako odvaja od prethodnog sloja, lako se i lomi a površina je puna sitnih pukotina nastalih uslijed skupljanja žbuke sušenjem. Jedini nađeni motiv naslikan na licu žbuke su slova crvene boje upisana između linija nanesenih konopcem umočenim u pigment ili utisnutim u svježu žbuku.



Slika 121. Ulomak s Gerardova groba, lice

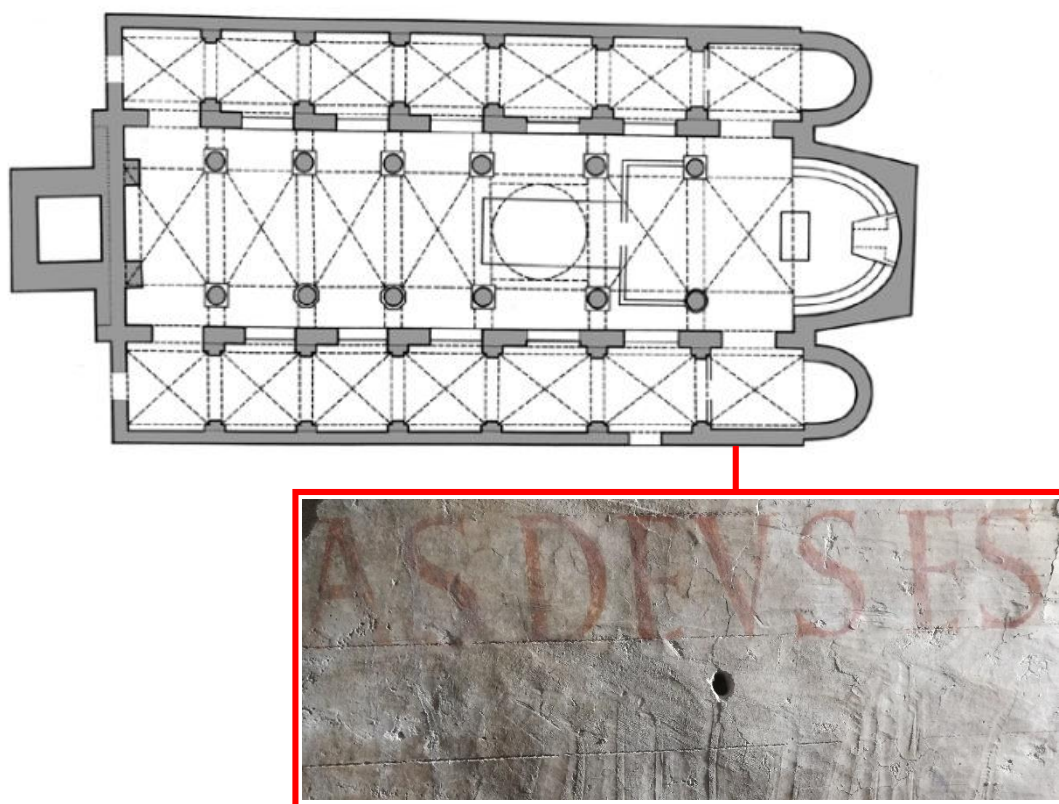


Slika 122. Ulomak s Gerardova groba, bočni presjek

¹⁸³ Da je to grob baš toga biskupa Gerarda potvrđuje nam ime sačuvano na natpisu.



Slika 123. Ulomci s Gerardova groba, lice ulomaka



Slika 124. Žbuka s Gerardova groba prikazana na tlocrtu

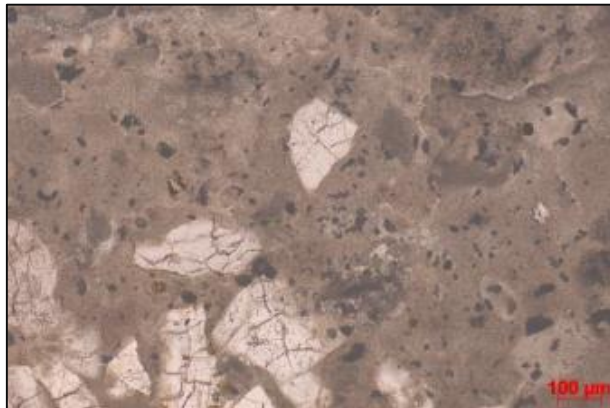
5.6.1. Petrografske analize žbuke s Gerardova groba

Uzorak se sastoji od dvije žbuke i slikanog sloja.

Prvi sloj žbuke debljine 3 mm sa slikanim slojem debljine < 0.5 mm zapravo je sloj vapna sa slikanim slojem. Drugi sloj žbuke je oko 15 mm debljine s dva gusta sloja vapnenog naliča debljine < 0.5 mm.

Prvi sloj se sastoji gotovo potpuno od veziva, no u donjem dijelu ima poneku nakupinu agregata. Čestice agregata dobro gradirane, ugate do polu-oble, s najviše polu-uglatih. Veličina čestica je 0.08 – 0.49 mm. Agregata ima samo 10 % naspram 90 % veziva.

Zrnca punila su 60 % silikati, a 40 % karbonati.

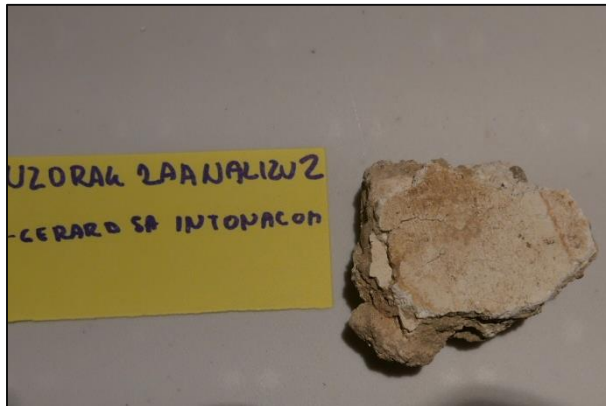


Slika 125. Mikroskopski snimak tankog presjeka, bez polara

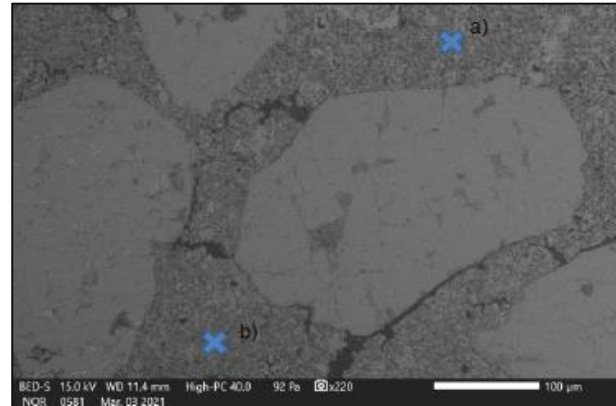


Slika 126. Mikroskopski snimak tankog presjeka ukršteni polari

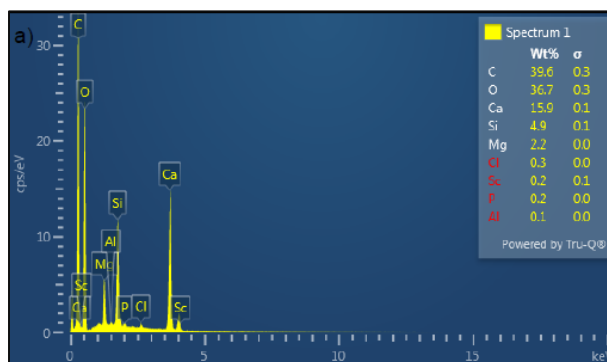
Vezivo je kalcijevo vapno s manjim udjelom Si i Mg, a čestice vapna (*lumps*) su veličine 0.25 – 1.20 mm. Primjetna je redukcija vapna u vezivu.



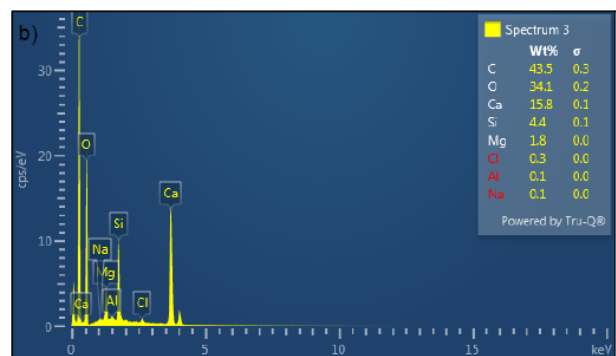
Slika 127. Analizirani uzorak žbuke s Gerardova groba



Slika 128. SEM/BSE mikrofotografija žbuke s Gerardova groba



Slika 129. EDS spektar žbuke s Gerardova groba a)



Slika 130. EDS spektar žbuke s Gerardova groba b)

Drugi sloj je homogen s česticama 0.08 – 4 mm, uglata i obla no s dominantnim oblim. Omjer veziva i punila je 50 % naprema 50 %. Zrnca su većinski karbonati (više od 90 %) vrlo rijetko (manje od 5 %) nailazi se na individualna zrnca silikata.

Vezivo drugog sloja je kalcijevo vapno s većim udjelom Mg i Si. Čestice vapna su veličine 0.16 – 1.40 mm. Primjetna je redukcija veziva u ovom sloju.

5.6.2. Datacija žbuke s Gerardova groba radioaktivnim ugljikom

Kalibrirani rezultati analize ^{14}C smještaju ovu žbuku u prvu polovicu 12. stoljeća. Znajući da je biskup Gerard umro 1132. godine, ovo nam daje potvrdu točnosti analize.

Tablica 6. ^{14}C analiza žbuke s Gerardova groba

Laborato rijska oznaka	Oznaka, naziv i/ili vrsta predmeta ispitivanja	$\sigma^{14}\text{C}$ (pMC)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C starost (BP)	Kalibrirani period (cal BC, cal AD)
Z-7518 A2265	Žbuka, Dubrovnik, Gerard žbuka, 32 – 63 μm , CO_2 0 – 8 s	$89,0 \pm 0,2$	-14,3	940 ± 20	Cal AD 1044 – 1053 (8,6 %) Cal AD 1075 – 1106 (24,3 %) Cal AD 1118 – 1156 (35,5 %)

5.7. Žbuka iz južne nadsvođene prostorije

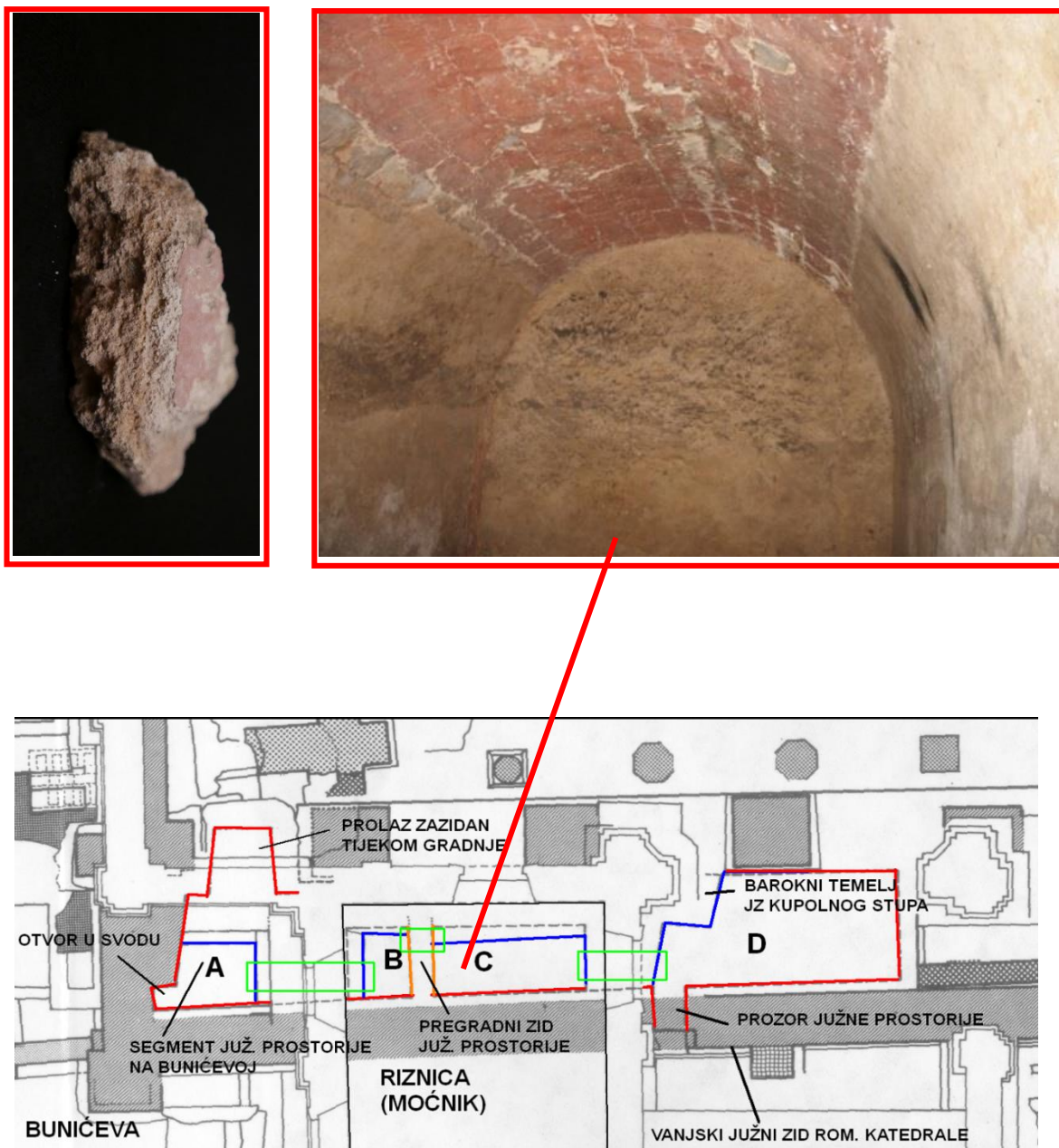
Između ostalih, u kutijama je nađena žbuka za koju je zaključeno da pripada južnoj nadsvođenoj prostoriji prema usporedbi ulomaka sa stanjem *in situ*. Ta žbuka je bijele boje te krupnijeg zrna, a nalazi se na sloju lagane narančaste žbuke. Često nalazimo i komade opeke koja pripada zidu južne nadsvođene prostorije. Oslík je crvene ili blijedo oker boje.



Slika 131. Ulomak iz južne nadsvođene prostorije, lice



Slika 132. Ulomak iz južne nadsvođene prostorije, bočni presjek ulomka



Slika 133. Prikaz južne nadsvodene prostorije na tlocrtu (obrađa dipl. arheologinja M. Perkić)

5.8. Siva sitnoznata žbuka

Nekolicina, odnosno 46 trenutno pregledanih i upisanih ulomaka su fragmenti sive sitnozrnate, vrlo lagane žbuke koja nije oslikana već se na njoj nalazi vapneni nalič. *In situ* ovu žbuku ne možemo vidjeti nigdje. Većina tih ulomaka se nalazi pod signaturom „Krstionica“. „Krstionicom“ se u dokumentaciji nazivaju krstionica u baroknoj kapeli te gotički temelj krstionice, odnosno zvonika. Zbog svoje lakoće i konkavnog oblika pretpostavlja se da je pripadala svodu. Ove žbuke zasad nisu podvrgnute istraživanjima.



Slika 134. Ulomak sive sitnozrnate, lagane žbuke, bočni presjek



Slika 135. Ulomak sive, sitnozrnate lagane žbuke, bočni presjek ulomka s druge strane

6. ZAKLJUČAK

Dio radova pokrenutih tijekom studentskih radionica „Otkrivanje starih dubrovačkih katedrala“ nastavljen je u sklopu projekta *Istraživanje ulomaka zidnih slika s arheološkog nalazišta dubrovačke katedrale*. Nekoliko aspekata ovih radova doprinijeli su boljem uvidu u nalaze otkrivene 80-tih godina 20. st. S jedne strane, sistematiziran je i adekvatno pohranjen veći dio ulomaka zidnih slika, ulomci su uspoređeni s nalazima *in situ*, dio nalaza *in situ* (crtež na južnom zidu, grafiti) djelomično je dokumentiran, a pregledana je i dokumentacija (dnevnicima radova) iz vremena iskapanja. Glavni doprinos predstavljaju ipak rezultati analiza i datacija nalaza žbuka i ugljena dobiveni metodom datiranja radioaktivnog ugljika tehnikom akceleratorске masene spektrometrije (AMS ^{14}C) u suradnji s Institutom Ruđer Bošković. Od većeg broja različitih vrsta žbuka koje su identificirane na ulomcima i uspoređene s onima *in situ*, izdvojene su one najčešće i najvažnije te su na uzorcima izvedene analize koje su dale podatke o sastavu tih žbuka.¹⁸⁴

Dobiveni su rezultati datiranja žbuke metodom radioaktivnog ugljika tehnikom akceleratorске masene spektrometrije (AMS ^{14}C); tamno sive, dvoslojne „romaničke“ i žbuke s Gerardova groba. Također, napravljene su i ^{14}C analize triju uzoraka ugljena, od kojih su dva uzeta s podnice, a jedan iz dugog nosača sjeverne arkade. Analize su dale vrlo jasne rezultate koji pokazuju da se ugljen iz podnice te tamnosiva žbuka mogu datirati u 8. stoljeće, čime možemo potvrditi da je postojeća stara crkva u podzemlju nastala u 8. stoljeću. Ugljen iz nosača sjeverne arkade datiran je u 11. stoljeće, dakle u pretpostavljeno vrijeme prve pregradnje. Rezultati ^{14}C smještaju tzv. „romaničku dvoslojnu žbuku“ u 15. stoljeće čime je potvrđeno da su ulomci s tom žbukom zaista pripadali u potresu srušenoj romaničkoj katedrali. Žbuka s natpisa iznad Gerardova groba datacijom je smještena u razdoblje do druge polovice 12. stoljeća, što nam je potvrda za točnost analize jer je poznato da je biskup Gerard umro u prvoj polovici 12. stoljeća.

¹⁸⁴ Zavod za gradbeništvo Slovenije, Geološki odsjek PMF-a.

Rad na ulomcima dakako nije ni približno gotov. U budućnosti bi se najprije trebalo nastaviti sa skeniranjem svih ostalih neskeniranih ulomaka, pravilno ih pohraniti te ih inventarizirati dokumentirajući sve relevantne podatke, a posebno vrste žbuka. Te informacije trebale bi se uvesti u bazu podataka pomoću koje bi bilo lakše pronaći sve ulomke na određenoj žbuci, povezati ih sa skenom te naposljetku i s mjestom pohrane (signatura, broj kutije). Suvremena tehnologija poput 3D skena te AI¹⁸⁵ mogla bi se primijeniti u svrhu rekonstrukcije većih dijelova oslika spajajući ulomke prema njihovim karakteristikama. Takva metoda olakšala bi spajanje ulomaka u cjeline i tako skratila proces rekonstrukcije pri čemu bi se izbjegla nepotrebna manipulacija ulomcima te njihovo moguće oštećivanje.

Ovdje opisani radovi koji su se sastojali od rada na ulomcima, rada na nalazima *in situ* te rada na analizama uzoraka žbuke, samo su dio radova koji se izvode na ovom arheološkom nalazištu i odnose se tek na ostatke zidnih slika. Kompleksan objekt kao što je ovaj, objedinjuje rad stručnjaka različitih područja humanističkih i prirodnih znanosti čiji će rezultati istraživanja doprinijeti proširenju saznanja o povijesti Dubrovnika, a za nadati se da ovaj rad tome donekle pridonosi.

¹⁸⁵ AI, odnosno program koji bi rabio umjetnu inteligenciju za prepoznavanje sličnosti na ulomcima te ih spajao prema površini loma, debljini žbuke, slikanom sloju itd.

POPIS LITERATURE

Knjige i članci

- ADRIANO P., SANTOS SILVA A., VEIGA M. R., J. MIRÃO, CANDEIAS A. E., *The importance of SEM-EDS analysis in the study of old mortars*, Microsc Microanal, 2008.
- Arizona Board of on behalf the of University of Arizona, 1999.
- ÅSA RINGBOM, JOHN HALE, JAN HEINEMEIER, ALF LINDROOS AND FIONA BROCK, *The Use of Mortar Dating in Archaeological Studies of Classical and Medieval Structures*, str. 2613.
- BOFFEY GEOFFREY AND HIRST ELIZABETH, *The use of puzzolans in lime mortars*, Jurnal of architectual conservation, 1999
- BORRELI ERNESTO, *Binders*, ICCROM, Rim, 1999.
- BRUNZELL HAKAN, *Detection of Shallowly Buried Objects Using Impulse Radar*, IEEE transactions on geoscience and remote sensing, 1999.
- BURIC MARIJANA, GRAFITI, *Interpretacija sadržaja i društvenog značenja poruka u različitim vrstama grafita na primjeru grada Zagreba*, diplomski rad, Zagreb, 2013.
- DAMIANI SUZANA, *Preliminarna analiza rezultata aktivnosti istraživačko edukacijskoga projekta Otkrivanje starih dubrovačkih katedrala*
- FISKOVIĆ IGOR, *O freskama 11. i 12. stoljeća u Dubrovniku i okolici*, Filozofski fakultet u Zagrebu, Odsjek za povijest umjetnosti, 2009.
- G MOOK WILLIEM, VAN DER PLICHT, *reporting ¹⁴C activities and concentrations*, Regents
- HENRY ALISON, STEWART JOHN, *Mortars renders and plasters*, English heritage, UK, 2011.
- International, Springfield, 2009.
- IVANČEVIĆ RADOVAN, *Uvod u ikonologiju*, Kršćanska sadašnjost, Zagreb, 2000.
- KLAJIĆ JOSIP, *Zaštita, konzervacija i prezentacija zidnog oslika u arheološkom kontekstu*, diplomski rad, institucija, mentor? Zagreb, 2018.

- LAWRENCE R.M.H., MAYS T.J., WALKER P., AYALA D. D., *Determination of carbonation profiles in non-hydraulic lime mortars using thermogravimetric analysis*, United kingdom, 2006.
- LUČIĆ JOSIP, *Povijest Dubrovnika od VII. stoljeća do 1205.*, Izdavački zavod Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, 1973.
- MARKOVIĆ VLADIMIR, *Projekt izgradnja dubrovačke katedrale*, Dubrovnik, 2012.
- MATIKA DOLORES, *Srednjovjekovni glagoljski grafiti*, Časopis studenata povijesti umjetnosti Sveučilišta Juraja Dobrile u Puli
- MORA PAULO, MORA LAURA, PHILIPPOT PAUL, *Conservation of wall paintings*, ICCROM, UK, 1984.
- NATIONAL MUSEM OF ICELAND, *Guidelines on the care of archeological artefact*, 2012.
- NOVAK GRGA, FISKOVIĆ CVITO, *Povijest Dubrovnika*, Historijski institut Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Dubrovniku, Dubrovnik, 1966.
- RAPANIĆ ŽELJKO, *O počecima i nastanku Dubrovnika*, Starohrvatska prosvjeta, Split, 2013.
- REIMER, P., AUSTIN, W., BARD, E., BAYLISS, A., BLACKWELL, P., BRONK RAMSEY, C., BUTZIN, M., CHENG, H., EDWARDS, R., FRIEDRICH, M., GROOTES, P., GUILDERTSON, T., HAJDAS, I., HEATON, T., HOGG, A., HUGHEN, K., KROMER, B., MANNING, S., MUSCHELER, R., PALMER, J., PEARSON, C., VAN DER PLICHT, J., REIMER, R., RICHARDS, D., SCOTT, E., SOUTHON, J., TURNEY, C., WACKER, L., ADOLPHI, F., BÜNTGEN, U., CAPANO, M., FAHRNI, S., FOGTMANN-SCHULZ, A., FRIEDRICH, R., KÖHLER, P., KUDSK, S., MIYAKE, F., OLSEN, J., REINIG, F., SAKAMOTO, M., SOOKDEO, A., & TALAMO, S., *The intcal20 northern hemisphere radiocarbon age calibration Curve*, Arizona Board of Regents on behalf of the University of Arizona, 2020.
- S. PAVIĆA S., TOOMEY B., *Influence of the aggregate quality on the physical properties of natural feebly-hydraulic lime mortars*, Materials and structures, 2008.
- SCHNABEL LORRAINE, *Mortar analysis part 1: Mortar-making materials*, op.cit.

- SCHNABEL LORRAINE, *Mortar Analysis Part 2: Analytical Methods*, The Association for Preservation Technology
- SRŠA IVAN, *Kriptoklimatska mjerenja i laboratorijska istraživanja srednjovjekovnih zidnih slika u nekoliko građevina u Republici Hrvatskoj*, Hrvatski restauratorski zavod, Zagreb, 2006.
- STOŠIĆ JOSIP, *Prikaz nalaza ispod katedrale i Bunićeve poljane u Dubrovniku*, Institut za povijest umjetnosti sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1988.
- SWALLOW PETER I CARRINGTON DAVID, *Limes and lime mortars- part one*, Jurnal of architectual conservation, 1995.
- UGRIN PETRA, *Crteži i grafiti na katedralama u Šibeniku, Trogiru i Splitu*, diplomski rad, Sveučilište u Splitu/Filozofski fakultet, Split, 2015.
- USAMENTIAGA RUB'EN , VENEGAS PABLO , GUEREDIAGA JON , VEGA LAURA, MOLLEDA JULIO, G. BULNES FRANCISCO, *Infrared Thermography for Temperature Measurement and Non-Destructive Testing*, Sensors, 2014.
- VEŽIĆ PAVUŠA, *Ikonomografija romaničke katedrale u Dubrovniku*, Odjel za povijest umjetnosti, Sveučilište u Zadru, Zadar, 2014.
- VOKIĆ DENIS, *Fotodokumentiranje u konzerviranju i restauriranju baštine*, Odjel za umjetnost i restauraciju, Sveučilište u Dubrovniku, 2019.
- VRKLJAN D., KLANFAR M., *Gips*, RGN-fakultet Zagreb, Zagreb, 2010., ~~str. 2.~~
- WEYER ANGELA, ROIG PICAZO PILAR, POP DANIEL, CASSAR JOANN, ÖZKÖSE AYSUN, VALLET JEAN-MARC, SRŠA IVAN, *EwaGlos, European illustrated glossary of conservation terms for wall paintings and architectural surfaces*, Njemačka, 2015.
- ZADRIJA KIŠ ANTONIJA, *Lovranski glagoljaški grafiti – posebnost pučkog izričaja*, Lovran, 2014./2015.
- ZELIĆ DANKO, *Katedrala Gospe Velike u Dubrovniku*, Gradska župa Gospe Velike, Dubrovnik; Institut za povijest umjetnosti, Zagreb, 2014.
- ZEMAN MAJA, *Preliminarna analiza rezultata aktivnosti istraživačko edukacijskoga projekta Otkrivanje starih dubrovačkih katedrala*, (2018-2020)
- ŽILE IVICA, *Arheološki nalazi unutar perimenta povijesne jezgre grada Dubrovnika*, Ministarstvo kulture RH, Dubrovnik, 1999.

Internetske stranice

- ARCHAEOLOGY, https://www.archaeology.org/issues/190-1509/letter-from/3554-letter-from-england-medieval-church-graffiti#art_page5, svibanj 2021.
- DEVINE PAULA, *Beliefs and superstitions – medieval graffiti*, 2018., <http://www.guildchapel.org.uk/wp-content/uploads/2017/02/Beliefs-and-superstitions-medieval-graffiti-March-2018.pdf>, svibanj 2021.
- UNESCO, <https://whc.unesco.org/en/list/95/>, travanj 2021.

POPIS SLIKA:

- **Slika 1.** Grad Dubrovnik (preuzeto s: <https://kongres-magazine.eu/>)4
- **Slika 3. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, unutrašnjost katedrale (preuzeto s: <https://www.dubrovniknet.hr/misa-iz-dubrovačke-katedrale-uzivo-preko-streama/>)7
- **Slika 2. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, Kupola katedrale (fotografirala: Ivana Čupić)7
- **Slika 5. Nepoznati autor, Romanička katedrala na veduti Dubrovnika iz sredine 17. st, franjevački samostan Male braće, Dubrovnik**, prikaz romaničke katedrale (preuzeto iz: J. Zelić, *Katedrala Gospe velike u Dubrovniku*)8
- **Slika 4. Nepoznati autor, Srebrni pozlaćeni reljef s slikom Sv. Vlaha, crkva Sv. Vlaha, Dubrovnik**, Najstariji prikaz romaničke katedrale (preuzeto iz: J. Zelić, *Katedrala Gospe velike u Dubrovniku*)8
- **Slika 6.** Tlocrt s prikazom nalaza ispod današnje katedrale i Bunićeve poljane (preuzeto iz: J. Zelić, *Katedrala Gospe velike u Dubrovniku*)10
- **Slika 7.** Bunićeva poljana tijekom istraživanja (preuzeto iz: J. Zelić, *Katedrala Gospe velike u Dubrovniku*)13
- **Slika 8.** glavni brod najstarije crkve (preuzeto iz: J. Zelić, *Katedrala Gospe velike u Dubrovniku*)14
- **Slika 9.** Tlocrt najstarije crkve prije pregradnje (preuzeto iz: J. Zelić, *Katedrala Gospe velike u Dubrovniku*)15
- **Slika 10.** Tlocrt najstarije crkve nakon pregradnje (preuzeto iz: J. Zelić, *Katedrala Gospe velike u Dubrovniku*)16
- **Slika 11.** Prikaz zidnih slika *in situ* na tlocrtu prve crkve (obradila: Ivana Čupić)18
- **Slika 12. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, ostaci zidne slike u apsidi (fotografirala: Ivana Čupić)19
- **Slika 13. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, ostaci zidne slike u apsidi, detalj (fotografirala: Ivana Čupić)19

- **Slika 14. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, ostaci zidne slike na južnom perimentalnom zidu (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku)20
- **Slika 15. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, ostaci zidne slike na južnom perimentalnom zidu, detalj (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku)20
- **Slika 16. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, ostaci zidne slike u diakonikonu (fotografirala: Ivana Čupić).....21
- **Slika 17. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, ostaci zidne slike u diakonikonu, detalj (fotografirala: Ivana Čupić).....21
- **Slika 19. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, ostatak zidne slike na zidu sjeverne arkade, detalj (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku)22
- **Slika 18. Nepoznati autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, ostatak zidne slike na zidu sjeverne arkade, detalj (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku)22
- **Slika 20. Neznani autor, Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, slika u luneti (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku).....23
- **Slika 21. Katedrala u Dubrovniku**, lice svetca na crvenoj žbuci (preuzeto iz: I. Fisković, *O freskama 11. i 12. stoljeća u Dubrovniku i okolici*) 27
- **Slika 22. Katedrala u Dubrovniku**, prikaz betonske ploče na stupovima u podzemlju današnje katedrale (fotografirala: Ivana Čupić)28
- **Slika 23. Crkva sv. Nikole, Dubrovnik**, radna fotografije s restauratorske prakse 2018. godine (fotografirala: Ivana Čupić).....31
- **Slika 24. Crkva sv. Nikole, Dubrovnik**, radna fotografije s restauratorske prakse 2019. godine (fotografirala: Ivana Čupić).....31
- **Slika 25. Podrum biskupskog dvora**, radna fotografija studenata na restauratorskoj praksi 2020. (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku).....32
- **Slika 26. Podrum biskupskog dvora**, kutije u kojima su pohranjeni ulomci, (fotografirala: Ivana Čupić).....33

- **Slika 27. Podrum biskupskog dvora**, način pohrane ulomaka (fotografirala: Ivana Čupić)33
- **Slika 28. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, kapela sv. Križa, ulaz u podrumski prostor („džep“) katedrale (fotografirala: Ivana Čupić)34
- **Slika 29. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik, kapela sv. Križa**, podrumski prostor („džep“) katedrale (fotografirala: Ivana Čupić)34
- **Slika 30.** Način inventarizacije ulomaka (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku)35
- **Slika 31.** Tlocrt s prikazanim arheološkim sondama, na osnovi rekonstrukcija dipl. arheologinje Marte Perkić (obradila: dipl. arheologinja Marta Perkić)40
- **Slika 32.** Crtež s južnog zida precrtan na prozirnu foliju, fotografiran 1:1, te obrađen u kompjuterskom programu radi bolje vidljivosti linija (kompjuterski obradila: Ivana Čupić)43
- **Slika 33. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, fotografiranje crteža na južnom zidu (fotografirala: Ivana Čupić).....44
- **Slika 34. Nepoznati autor, Krštenje Isusovo, Karlanik Kilise, Goerne, Turska , 12. st.**, zidna slika prikazuje krštenje Kristovo (preuzeto iz: S. Daniilia et al., *Panselinos' Byzantine wall paintings in the Protaton Church, Mount Athos, Greece: a technical examination*)45
- **Slika 35.** Smještaj crteža u najstarijoj crkvi prikazan na tlocrtu (obradila: Ivana Čupić) .46
- **Slika 36. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, grafit broda na stubu sjeverne arkade (fotografirala: Ivana Čupić).....50
- **Slika 37. Katedrala Gospe Velike, Dubrovnik**, grafiti križića, istočni dio sjeverne arkade (fotografirala: Ivana Čupić)50
- **Slika 38.** Prikaz nađenih grafita na tlocrtu (obradila: Ivana Čupić)51
- **Slika 40.** Test lužnatosti fenoftaleinom nakon uzimanja uzorka (fotografirala: Ana Ivković)71
- **Slika 39.** Uzimanje uzorka tamnosive žbuke s prve stepenice subsele rano srednjovjekovne crkve u podzemlju dubrovačke katedrale (fotografirala: Ana Ivković)71

- **Slika 41.** Uzimanje uzorka vapnene čestice iz uzorka sive žbuke (fotografirala: Ivana Čupić)72
- **Slika 42.** Aparatura s epruvetama uronjenim u tekući dušik (fotografirala: Ivana Čupić) 72
- **Slika 44.,** Taljenje cjevčice za ^{13}C (fotografirala: Ivana Čupić)73
- **Slika 43.** Druga, vakumska aparatura (fotografirala: Ivana Čupić)73
- **Slika 45.** Aparatura za graftizaciju (fotografirala: Ivana Čupić)74
- **Slika 46.** Graf ^{14}C analize ugljena iz podnice (preuzeto iz: *Prilog ispitnom izvještaju*, Institut Ruđer Bošković)77
- **Slika 47.** Graf ^{14}C tamnosive žbuke (preuzeto iz: *Prilog ispitnom izvještaju*, Institut Ruđer Bošković)77
- **Slika 48.** Ulomak s tamnosivom žbukom, bočni presjek (fotografirala: Ivana Čupić)82
- **Slika 49.** Ulomak s tamnosivom žbukom, lice (fotografirala: Ivana Čupić)82
- **Slika 50.** Ulomak s tamnosivom žbukom, lice (fotografirala: Ivana Čupić)83
- **Slika 51.** Ulomak s tamnosivom žbukom ispod bijele sitnozrnate, bočni presjek (fotografirala: Ivana Čupić).....83
- **Slika 52.** Ulomak s tamnosivom žbukom, bočni presjek (fotografirala: Ivana Čupić)83
- **Slika 53.** Ulomak s tamnosivom žbukom na *rinzaflu*, bočni presjek (fotografirala: Ivana Čupić)83
- **Slika 54.** Ulomak s tamnosivom žbukom, lice (fotografirala: Ivana Čupić)84
- **Slika 55.** *Dino-lite* fotografija tamnosive žbuke s naličima, žbuka i slikani sloj (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku).....84
- **Slika 56.** *Dino-lite* fotografija tamnosive žbuke (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku)84
- **Slika 57.** Analizirani uzorak tamnosive žbuke (fotografirala: Ivana Čupić)85
- **Slika 58.** SEM/BSE fotografija vapnenog naliča (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....85
- **Slika 59.** EDS spektar vapnenog naliča a (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....85

- **Slika 60.** EDS spektar vapnenog naliča b (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....85
- **Slika 61.** mikroskopski snimak tankog presjeka, bez polara (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....86
- **Slika 62.** mikroskopski snimak tankog presjeka, ukršteni polari (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....86
- **Slika 63.** SEM/BSE mikrofotografija tamnosive žbuke (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije)86
- **Slika 64.** EDS spektar vapnenog naliča a (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....86
- **Slika 65.** EDS spektar vapnenog naliča b (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije)86
- **Slika 66.** XRD tamnosive žbuke (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....87
- **Slika 67.** TG/DTA tamnosive žbuke (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....87
- **Slika 68.** ¹⁴C analiza tamnosive žbuke (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....88
- **Slika 69.** Ulomak na crvenoj žbuci, lice (fotografirala: Ivana Čupić).....89
- **Slika 70.** Ulomak na crvenoj žbuci, bočni presjek (fotografirala: Ivana Čupić)89
- **Slika 71.** Lice ulomka na crvenoj žbuci, vidljiv slikani sloj (fotografirala: Ivana Čupić).90

- **Slika 72.** *Dino-lite* fotografije crvene žbuke s vidljivim oslikom (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku)90
- **Slika 73.** *Dino-lite* fotografije crvene žbuke (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku)90
- **Slika 74.** Prikaz mjesta na kojima se nalazi crvenah žbuka *in situ* na tlocrtu (obradila: Ivana Čupić)91
- **Slika 75.** Mikroskopski snimak tankog presjeka, bez polara (preuzeto iz: report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....92
- **Slika 76.** Mikroskopski snimak tankog presjeka, ukršteni polari (preuzeto iz: report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....92
- **Slika 77.** Analizirani uzorak (fotografirala: Ivana Čupić)93
- **Slika 78.** SEM/BSE mikrofotografija (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral, Zavod za gradbeništvo Slovenije*).....93
- **Slika 79.** EDS spektar veziva a (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral, Zavod za gradbeništvo Slovenije*).....93
- **Slika 80.** EDS spektar veziva b (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral, Zavod za gradbeništvo Slovenije*).....93
- **Slika 81.** Bijela sitnozrnata žbuka na ulomku s tamno sivom žbukom, bočni presjek (fotografirala: Ivana Čupić).....94
- **Slika 82.** Ulomak bijele sitnozrnate žbuke, bočni presjek (fotografirala: Ivana Čupić)...94
- **Slika 83.** Ulomak bijele sitnozrnatežbuke, lice (fotografirala: Ivana Čupić)95
- **Slika 84.** Ulomak bijele sitnozrnate žbuke na tamnosivoj, bočni presjek (fotografirala: Ivana Čupić)95
- **Slika 85.** Ulomak s bijele sitnozrnate žbuke na tamnosivoj, bočni presjek (fotografirala: Ivana Čupić)95

- **Slika 86.** Ulomak bijele sitnozrnate žbuke, bočni presjek (fotografirala: Ivana Čupić)....95
- **Slika 87.** Ulomak bijele sitnozrnate žbuke, lice (fotografirala: Ivana Čupić)96
- **Slika 88.** *Dino-lite* fotografija poprečnog presjeka bijele sitnozrnate na tamnosivoj žbuci, svi stratigrafski slojevi (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku) ...96
- **Slika 89.** Ulomak bijele sitnozrnate žbuke, lice (fotografirala: Ivana Čupić)96
- **Slika 90.** *Dino-lite* fotografija bijele sitnozrnate žbuke (iz fotodokumentacije sa studentskih radionica u Dubrovniku)).....96
- **Slika 91.** Ulomak bijele sitnozrnate žbuke, poledina (fotografirala: Ivana Čupić)97
- **Slika 92.** Ulomka s bijele sitnozrnate žbuke, poledina pod kosim svjetlom, (fotografirala: Ivana Čupić)97
- **Slika 93.** Detalj zidne slike na otvoru arkade, vidljiva natučnja, (fotografirala: Ivana Čupić)97
- **Slika 94.** Detalj zidne slike na istočnom dijelu južnog zida , vidljiva natučnja, (fotografirala: Ivana Čupić).....97
- **Slika 95.** Prikaz mjesta na kojem se nalazi bijela sitnozrnata žbuka na tlocrtu (obradila: Ivana Čupić)98
- **Slika 96.** Mikroskopski snimak tankog presjeka, ukršteni polari (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....99
- **Slika 70.** Mikroskopski snimak tankog presjeka, bez polara (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....99
- **Slika 98.** Analizirani uzorak bijele sitnozrnate žbuke, (fotografirala: Ivana Čupić)100
- **Slika 99.** SEM/BSE mikrofotografija bijele sitnozrnate žbuke (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....100
- **Slika 100.** EDS spektar bijele sitnozrnate žbuke a (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....100

- **Slika 101.** EDS spektar bijele sitnozrnate žbuke b (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....100
- **Slika 102.** Tanka bijela žbuka između tamnosive i crvene (fotografirala: Ivana Čupić).101
- **Slika 103.** Stratigrafija zidne slike u apsidi (fotografirala: Ivana Čupić)101
- **Slika 104.** Ulomak dvoslojne „romaničke“ žbuke, bočni presjek ulomka (fotografirala: Ivana Čupić)102
- **Slika 105.** Ulomak s dvoslojnom „romaničkom“ žbukom, lice ulomka – ispraviti kao prethodna (fotografirala: Ivana Čupić).....102
- **Slika 106.** Ulomak dvoslojnom „romaničkom“ žbukom, lice, (fotografirala: Ivana Čupić)103
- **Slika 107.** Dino-lite fotografija dvoslojne „romaničke“ žbuke103
- **Slika 108.** Dino-lite fotografija dvoslojne „romaničke“ žbuke103
- **Slika 109.** Mikroskopski snimak tankog presjeka 1. sloja, bez polara (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije)104
- **Slika 110.** Mikroskopski snimak tankog presjeka 1. sloja, ukršteni polari(preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije)104
- **Slika 111.** Mikroskopski snimak tankog presjeka 2. sloja, bez polara (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije)104
- **Slika 112.** Mikroskopski snimak tankog presjeka 2. sloja, ukršteni polari (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije)104
- **Slika 113.** Analizirani uzorak bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke, (fotografirala: Ivana Čupić)105
- **Slika 114.** Analizirani uzorak bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke (fotografirala: Ivana Čupić)105

- **Slika 115.** SEM/BSE mikrofotografija bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke, 1. sloj
(preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije)105
- **Slika 116.** SEM/BSE mikrofotografija bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke, 2. sloj
(preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije)105
- **Slika 117.** EDS spektar bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke 1. sloj žbuke a (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije)106
- **Slika 118.** EDS spektar bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke 1. sloj žbuke b (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije)106
- **Slika 119.** EDS spektar bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke 2. sloj žbuke a (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije)106
- **Slika 120.** EDS spektar bijele dvoslojne „romaničke“ žbuke 2. sloj žbuke b (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije)106
- **Slika 121.** Ulomak s Gerardova groba, lice (fotografirala: Ivana Čupić).....108
- **Slika 122.** Ulomak s Gerardova groba, bočni presjek (fotografirala: Ivana Čupić)108
- **Slika 123.** Ulomci s Gerardova groba, lice ulomaka (fotografirala: Ivana Čupić).....109
- **Slika 124.** Žbuka s Gerardova groba prikazana na tlocrtu (obradila: Ivana Čupić)109
- **Slika 125.** Mikroskopski snimak tankog presjeka, bez polara (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....110
- **Slika 126.** Mikroskopski snimak tankog presjeka ukršteni polari (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....110

- **Slika 127.** Analizirani uzorak žbuke s Gerardova groba (fotografirala: Ivana Čupić)111
- **Slika 128.** SEM/BSE mikrofotografija žbuke s Gerardova groba (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....111
- **Slika 129.** EDS spektar žbuke s Gerardova groba a (preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....111
- **Slika 130.** EDS spektar žbuke s Gerardova groba b(preuzeto iz: *report on analyses of preparatory plaster layer samples of wall paintings from the archaeological site under the Dubrovnik Cathedral*, Zavod za gradbeništvo Slovenije).....111
- **Slika 131.** Ulomak iz južne nadsvođene prostorije, lice (fotografirala: Ivana Čupić).....113
- **Slika 132.** Ulomak iz južne nadsvođene prostorije, bočni presjek ulomka (fotografirala: Ivana Čupić)113
- **Slika 133.** Prikaz južne nadsvođene prostorije na tlocrtu (obradila: dipl. arheologinja Marta Perkić).....114
- **Slika 134.** Ulomak sive sitnozrnate, lagane žbuke, bočni presjek, (fotografirala: Ivana Čupić)115
- **Slika 135.** Ulomak sive, sitnozrnate lagane žbuke, bočni presjek ulomka s druge strane, (fotografirala: Ivana Čupić).....115

POPIS TABLICA

1. **Tablica 1.** Vrste žbuka i broj obrađenih ulomaka, str. 38.
2. **Tablica 2.** Popis signatura s najčešćim žbukama, str. 41.
3. **Tablica 3.** Uzorci iz podzemlja dubrovačke katedrale datirani AMS ^{14}C analizom, str. 77.
4. **Tablica 4.** ^{14}C analiza tamnosive žbuke, str. 89.
5. **Tablica 5.** ^{14}C analiza dvoslojne „romaničke“ žbuke, str. 108.
6. **Tablica 6.** ^{14}C analiza žbuke s Gerardova groba, str. 113.

PRILOZI

Izvješća rezultata istraživanja

Ispitni izvještaj o relativnoj specifičnoj aktivnosti ^{14}C /starosti

Institut Ruđer Bošković, Zavod za eksperimentalnu fiziku,

Laboratorij za mjerenje niskih radioaktivnosti

Datum: 25. 11. 2020.

Ispitivačica: Dr. sc. Andreja Sironić

Voditeljica laboratorija: Dr. sc. Ines Krajcar Bronić

Laborat orijska oznaka	Oznaka, naziv i/ili vrsta predmeta ispitivanja	$\sigma^{14}\text{C}$ (pMC)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C starost (BP)	Kalibrirani period (cal BC, cal AD)
Z-7395 A2237	Ugljen, katedrala Dubrovnik, podnica drugog sloja #4	$85,3 \pm 0,2$	-24,0	1275 ± 20	Cal AD 682 – 745 (61,0 %) Cal AD 760 – 768 (7,3 %)
Z-7396 A2198	Ugljen, katedrala Dubrovnik, podnica prvog sloja #5	$85,1 \pm 0,3$	-23,1	1300 ± 25	Cal AD 670 – 690 (23,5 %) Cal AD 696 – 702 (6,1 %) Cal AD 741 – 772 (38,7 %)
Z-7399 A2243	Ugljen, katedrala Dubrovnik, sjeverni zid bočnog broda, donji uzorak #10	$88,0 \pm 0,3$	-26,6	1030 ± 20	Cal AD 995 – 1007 (35,8 %) Cal AD 1015 – 1026 (32,4 %)
Z-7462 A2234	Žbuka, katedrala, sivi dio #3, čestice 32 – 63 μm , frakcija CO_2 0 – 30 s	$85,6 \pm 0,2$	-15,7	1255 ± 20	Cal AD 685 – 743 (58,0 %) Cal AD 792 – 801 (5,8 %)
Z-7515 A2257	Žbuka, Dubrovnik, romanička žbuka, uzorak #5, 32 – 63 μm ; CO_2 0 – 9 s	$94,9 \pm 0,3$	-14,0	425 ± 20	Cal AD 1442 – 1468 (68,3 %)
Z-7518 A2265	Žbuka, Dubrovnik, Gerard žbuka, 32 – 63 μm , CO_2 0 – 8 s	$89,0 \pm 0,2$	-14,3	940 ± 20	Cal AD 1044 – 1053 (8,6 %) Cal AD 1075 – 1106 (24,3 %) Cal AD 1118 – 1156 (35,5 %)

Mjerna nesigurnost $\delta^{13}\text{C}$ je 0,1 ‰.

Izveštaj mineraloško-petrograske i fazne analize¹⁸⁶

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek

MINERALOŠKO-PETROGRAFSKI ZAVOD

Datum: 8. veljače 2021.

Mineraloško-petrografsku analizu proveo: mr.sc. Dražen Kurtanjek

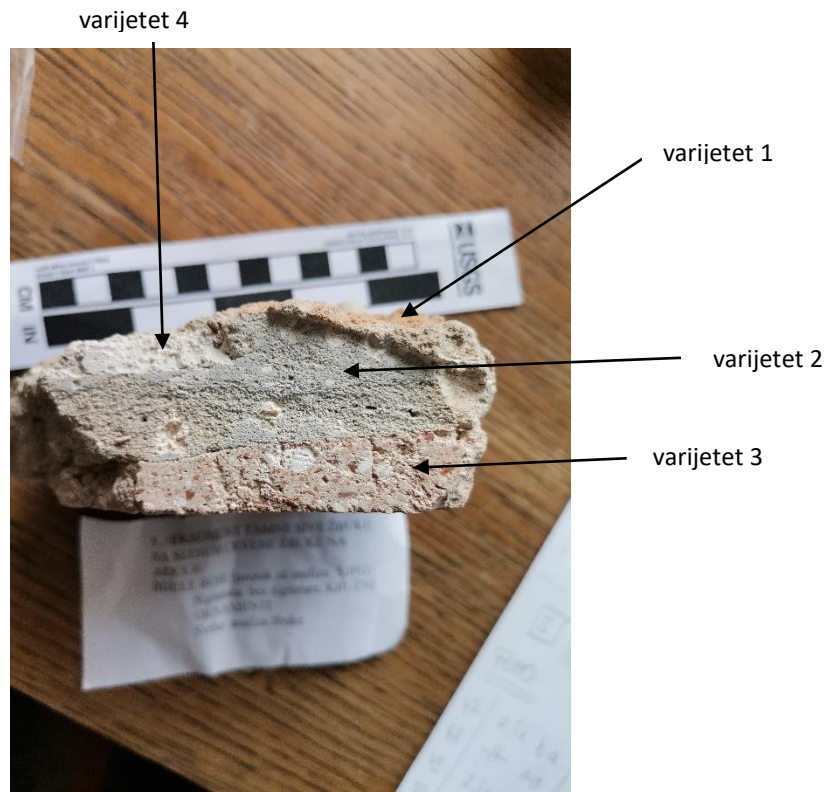
kvalitativnu faznu analizu proveo: prof.dr.sc. Darko Tibljaš.

REZULTATI:

Uzorak 1 – materijal izgrađen uglavnom od submilimetarskih čestica (dimenzije pijeska); mjestimično sporadične pojave nešto većih zrna (mm dimenzije) bijele boje i brašnastog izgleda; vezivo je bijele boje i sitnozrnato (dimenzije praha); u kontaktu s razrijeđenom HCl razvija se jaka, šumeća i bubreća reakcija što ukazuje na dominantno vapnenački (kalcitni) sastav.

Mikroskopski opis – u preparatu (sl.1) su vidljive raznovrsne čestice koje su rasute u sitnozrnatom vapnenačkom vezivu (udio vezivnog materijala i čestica je podjednak). Prevladavaju čestice stijena i to vapnenačke (mikrospatitne i krupnokristalinične, sparatne građe) i rožnjačke. Slijede čestice metamorfnih i magmatskih stijena (uočena jedna čestica dijabaza), pa čestice kvarca (raspucana monokristalinična zrna jednoličnog i unduloznog potamnjenja, te polikristalinična zrna šivane, škriljave građe). Uočene su i sporadične pojave bioklasta (fragment crvenih, litotamnijskih algi, mala bentička foraminifera). Glavnina čestica je u rasponu veličina 0,1 – 0,5 mm (srednja vrijednost 0,25 mm). U sastavu se pojavljuju i veće čestice (mm dimenzija, do 3 mm), koje predstavljaju grumene vezivnog materijala. Uočena je pojava potiskivanja kvarcnih zrna kalcitom.

¹⁸⁶ Cjelovit izveštaj mineraloško-petrografskih s Prirodoslovno-matematičkog priložen na CD-u.



Sl. 2 Uzorak 5

Varijetet 1 (ciglasto obojena žbuka) (sl. 2 i 3) - šupljikavi materijal (velika poroznost) pretežito vapnenačkog sastava (jaka reakcija s razrijeđenom HCl),

Mikroskopski opis – u mikroskopskom preparatu uočava se homogeno, sitnozrnato vezivo (osnova) u kojem dominiraju vapnenačke čestice (litoklasti i bioklasti). Među litoklastima prevladavaju oni krupnokristalinične strukture koju izgrađuju anhedralni (nepravilni) kristali kalcita. U manjem broju pojavljuju se rekristalizacijom izmijenjeni vapnenački litoklasti tipa vekston i pekston u kojima se uočavaju relikti primarne građe. Litoklasti su raznih oblika (ekvidimenzionalni, izduženi), veličina (raspon veličina 0,1 – 3 mm sa srednjom vrijednosti 0,5 mm) i dobro zaobljeni (poluzaobljeni do zaobljeni). Bioklasti su fragmenti crvenih, litotamnijskih algi i ljuštura školjaka i sporadična su pojava. Sporadična su pojava i zrna kvarca (veličine 0,1 – 0,3 mm). Mjestimično se uočavaju i čestice koje predstavljaju grumene materijala iz osnove. Materijal pokazuje veliku poroznost i lošu sortiranost. Čestice su rasute u vezivu - nisu u zrnatoj potpori.

Varijetet 2 (sivo-zelena žbuka) (sl. 2 i 4) – makroskopski se uočavaju raznovrsne čestice dimenzije pijeska, te sporadično bijele čestice, praškastog izgleda i nešto većih dimenzija; čestice su vezane vapnovitim, sitnozrnatim materijalom; jaka, šumeća i bubreća reakcija s razrijeđenom HCl ukazuje na pretežito vapnenački sastav.

Mikroskopski opis – pregledom mikroskopskog preparata uočava se homogeni, srednjezrnati dobro sortirani materijal (raspon veličina vidljiv u preparatu, 0,1 – 0,42 mm, srednja vrijednost 0,2 mm), zrnate potpore (zrna su međusobno u kontaktu), koji je vezan sitnozrnatim vapnovitim vezivom. Sastojci su sljedeći: zrna mono- i polikristaliničnog kvarca; zrna rožnjaka; čestice metamorfnih stijena; vapnenački klasti (lito- i bioklasti); grumeni vezivnog materijala (iz osnove), zrna feldspata, piroksena, amfibola. Zrna su nabrojana redom od najzastupljenijih prema manje zastupljenim. Sortiranost materijala je dobra (mala su odstupanja od srednje vrijednosti). Udio vezivnog materijala manji je od udjela čestica.

Varijetet 3 (crvena žbuka) (sl. 2 i 5) – u homogenoj sitnozrnatoj osnovi, vapnenačkog sastava, uočavaju se čestice submilimetarskih dimenzija, crvenkasto-smeđaste boje, koje su raznih oblika, te sporadično, nešto većih dimenzija i ekvidimenzionalne čestice bijele boje i praškastog izgleda. Mikroskopski opis – uočava se sitnozrnato vapnenačko vezivo (osnova) u kojem se nalaze rasute (nisu u vidljivom kontaktu) čestice raznih veličina (od 0,1 – 1,5 mm, sa srednjom vrijednosti 0,4 mm), oblika (ekvidimenzionalni, izduženi, nepravilni) i stupnja zaobljenosti (poluuglati do zaobljeni). Prevladavaju čestice koje karakterizira sitnozrnata, nekarbonatna (v. vj. glinovita) osnova u kojoj su rasuta sitna zrna kvarca (vrlo vjerojatno su to fragmenti cigle). Uz njih se pojavljuju i čestice, po dimenzijama nešto veće, koje su građene od sitnozrnatog, mikrokristaliničnog vapnenačkog materijala (vrlo vjerojatno agregirani u grumene vezivni materijal), te sporadično i sitna zrna kvarca. Materijal je loše sortiranosti. Udio materijala iz osnove (vezivnog materijala) veći je od udjela čestica.

Varijetet 4 (samo makroskopski)(bijela žbuka) – u vapnenačkom vezivu praškastog izgleda i bijele boje, nalaze se zaobljene valutice pretežno milimetarskih dimenzija; vidljiva jedna valutica vapnenca centimetarskih dimenzija; u kontaktu s razrijeđenom HCl razvija se jaka, šumeća i bubreća reakcija što ukazuje na dominantno kalcitni, odnosno vapnenački sastav; uz vapnenačke valutice prisutne su i valutice dolomita.

*Izveštaj analiza žbuka Zavoda za gradbeništvo Slovenije*¹⁸⁷

Datum: 14. 5. 2021.

Zavod za gradbeništvo Slovenije

DEPARTMENT FOR MATERIALS

Laboratory for Cements, Mortars and Ceramics

Ispitavačica: Katarina Šter, univ. dipl. inž. geol.

Voditeljica laboratorija: Dr. Vilma Ducman, B. Sc. (Chem. Tech.)

Voditelj : Assist. Prof. Dr. Aleš Žnidarič (Civ. Eng.)

Analize izveli: Katarina Šter, univ. dipl. inž. geol., Dr. Andreja Pondelak

Izvešće pripremili: Katarina Šter, univ. dipl. inž. geol., Dr. Andreja Pondelak, Assist. Prof. Dr. Sabina Dolenc

DATA ABOUT THE SAMPLES AND SAMPLING

Information about samples analysed are provided in Table 1. Wall paintings are dated between 7th and 15th centuries.

Table 1: Samples investigated.

Sample ID	Laboratory ID	Sample type	Microlocation
Sample No. 2	V-551/20	White thin plaster (intonaco) on coarse arriccio	without signature; gerard with intonation
Sample No. 6	V-552/20	Pink plaster (intonaco)	without signature; pink plaster 3,5,6,7
Sample No. 7	V-553/20	Light pink plaster (intonaco)	without signature; pink plaster 3,5,6,7
Sample No. 8	V-554/20	Light grey plaster (intonaco)	south vaulted room under the mighty fresco from a wooden drawer from the floor 3
Sample No. 9	V-555/20	White plaster (intonaco)	south vaulted room under the mighty fresco from a wooden drawer from the floor 3
Sample No. 10	V-556/20	Grey plaster (intonaco) on the white coarse arriccio	south vaulted room under the mighty fresco from a wooden drawer from the floor 3/3, 3/4

¹⁸⁷ Cjelovit izvještaj analiza iz Zavoda za gradbeništvo Slovenije je priložen na CD-u.

CONCLUSIONS

Mineralogical-petrographic composition of plasters of the wall paintings from the archaeological site under Dubrovnik Cathedral is summerized in the table below.

Table 2: Summary of results on the mineralogical-petrographic composition of wall painting plasters.

Sample ID	Laboratory ID	Stratigraphy	Aggregate : binder (%)	Composition of the aggregate (%)			Grain size (mm)	Binder type
				Carbonate	Silicate	Ceramics		
No. 2	V-551/20	Lime layer	10 : 90	40	60	/	0.08-0.49	calcium lime
		Plaster layer	40 : 60	>90	<5	/	0.08-4.00	calcium lime
No. 6	V-552/20	Plaster layer	40 : 60	10	5	85	0.06-4.00	lime-pozzolanitic
No. 7	V-553/20	Plaster layer	30 : 70	10	<5	<90	0.05-3.00	limepozzolanitic
No. 8	V-554/20	1 st plaster layer	35 : 65	>90	<5	/	0.1-3.0	calcium lime
		2 nd plaster layer	30 : 70	>90	<5	/	0.1-2.0	dolomitic lime
No. 9	V-555/20	Plaster layer	50 : 50	60	40	/	0.08-6.00	calcium lime
No. 10	V-556/20	Lime layer	0 : 100	/	/	/	/	binder consisted mainly of Ca and Si
		1 st plaster layer	60 : 40	15	85	/	0.08-3.00	binder consisted mainly of Ca and Si*
		2 nd plaster layer	30 : 70	>90	<5	/	0.11-5.00	calcium lime

*No hydrated phases were determined neither by XRD or DTA/TG

Based on the mineralogical-petrographic analysis samples can be divided into four distinct groups:

- mostly lime binder: V-551/20 (No. 2) lime layer and V-556/20 (No. 10) lime layer
- with a predominant carbonate aggregate: V-551/20 (No. 2) 1st plaster layer, V-554/20 (No. 8) 1st and 2nd plaster layer, V-555/20 (No. 9) and V-556/20 (No. 10) 2nd plaster layer
- with predominant silicate aggregate: V-556/20 (No. 10) 1st plaster layer with predominant ceramic grains: V-552/20 (No. 6) and V-553/20 (No. 7).

XRF analize pigmenata

Prirodoslovni laboratorij Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina,
Akademija likovnih umjetnosti, Zagreb

Objekt: Ulomci zidnih slika s arheološkog nalazišta dubrovačke katedrale

Svrha/cilj istraživanja: određivanje pigmenata

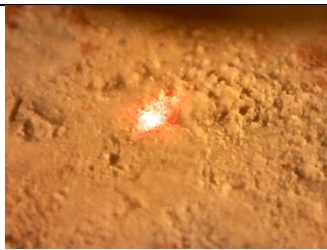
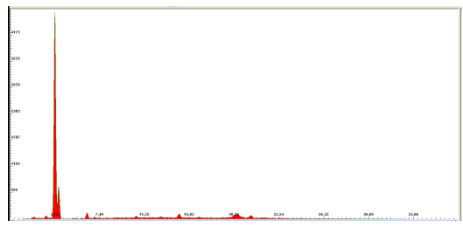
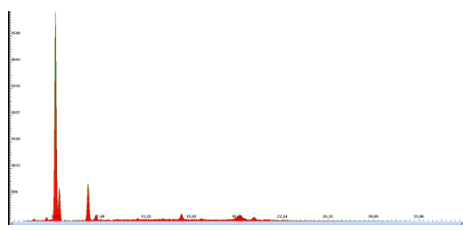
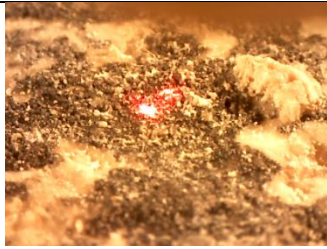
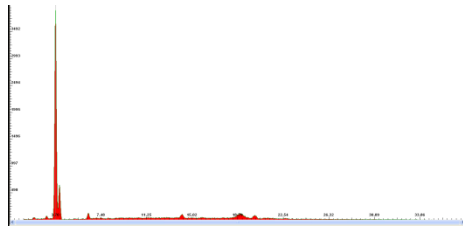
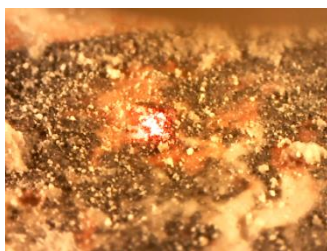
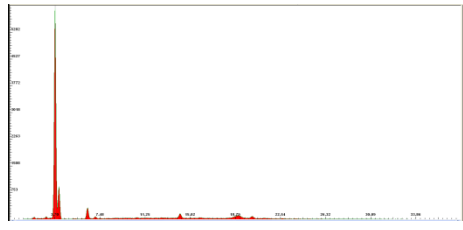
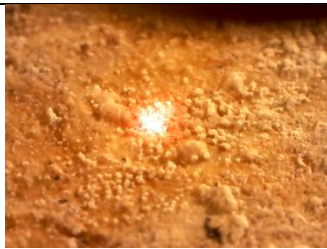
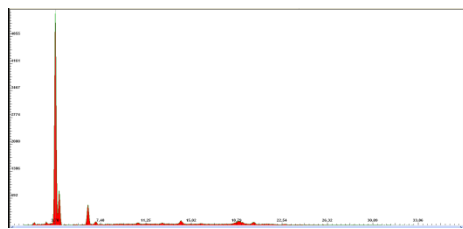
Metoda: analiza rendgenske fluorescencije (engl. XRF, X-Ray Fluorescence analysis)

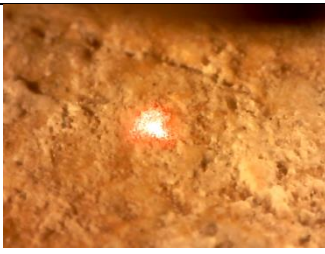
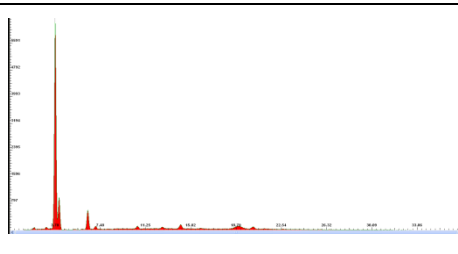
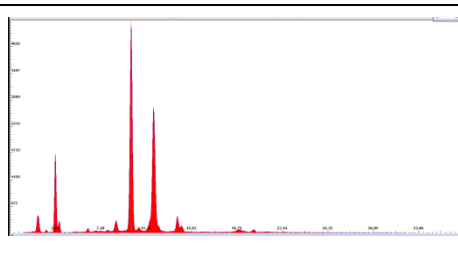
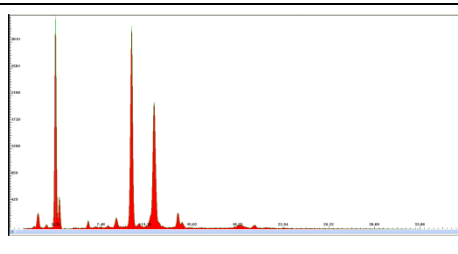
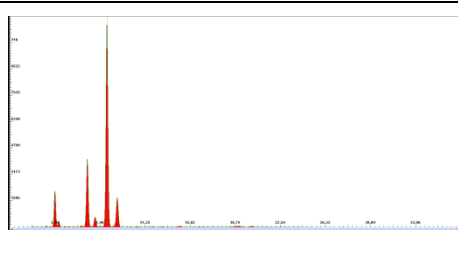
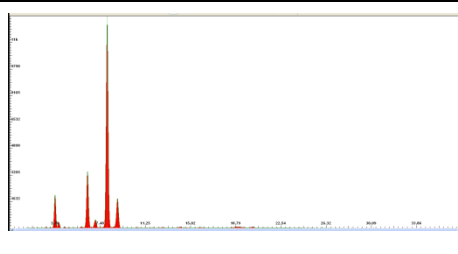
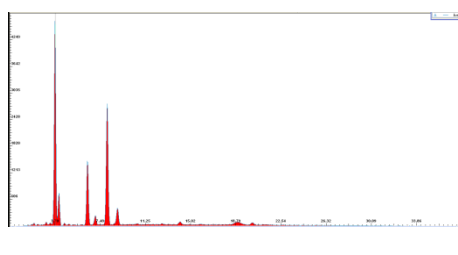
Analize zatražio/la: red.prof.mr.art. Suzana Damiani

Proveo: red.prof.dr.sc. Vladan Desnica,

Nekoliko ulomaka od kojih su neki signirani, a neki su bili bez signature, preuzeto je u svrhu analize pigmenata. Osim pigmnata koji se u zidnom slikarstvu koriste kroz sva povijesna razdoblja kao što su bijela sv. Ivana (kalcijev karbonat), oker, crvena i zelena zemlja, na uzorcima sa signaturom *Južna nadstvođena prostorija* za koje se pretpostavilo se da su ostaci zidnog oslika romaničke katedrale, pronađeni su cinober i azurit na smeđem okeru. Datacija te žbuke dala je rezultate koji su potvrdili da se ova žbuka može datirati u polovinu 15.st. i da pripada slikanoj opremi katedrale razrušene u potresu 1667.

Rezultati laboratorijskog istraživanja

Red. broj	Broj/ime uzorka i opis mjernog područja	Detekt. elementi	Interpretacija rezultata/komentar	Analizirano područje	XRF Spektar
1	Bijela	Ca, (Si, Fe, Sr, Pb)	Kalcijev karbonat		
2	Crvena1	Ca, Fe, (Sr, Pb)	Crveni oker (željezni oksid)		
3	Crna	Ca, (Fe, Sr)	Organska (čadavo) crna		
4	Crveno-crna, rubno područje između crvenog i crnog dijela	Ca, Fe, (Sr, Pb)	Čadavo crna preko crvenog okera		
5	Žuta1	Ca, Fe, (Cr, Sr, Pb)	Žuti oker		

6	Žuta2, druga pozicija, drugi kraj fragmenta	Ca, Fe, (Cr, Sr, Pb)	Žuti oker		
7	Crvena2, veći komad od 2 crvena komada	Hg, S, Ca, (Al, Si, Fe, Cu)	Cinobar		
8	Crvena3, manji od dva crvena komada	Ca, Hg, S, Fe, (Al, Si, Fe, Cu, Sr)	Cinobar, moguće nešto crvenog okera		
9	Plava1, „plaviji“ komad	Cu, Ca, Fe, (K, Mn, Sr, Hg, Pb)	Azurit, tragovi crvenog/ smeđeg okera		
10	Plava2, komad sa smeđom/ crvenka- stom crtom	Cu, Ca, Fe, (K, Sr, Hg, Pb)	Azurit, tragovi crvenog/ smeđeg okera		
11	Smeđa/ crvenkasta crt na plavom komadu	Ca, Fe, Cu, (Si, S, K, Sr, Ba, Pb)	Smeđi/crveni oker, ostaci azurita		

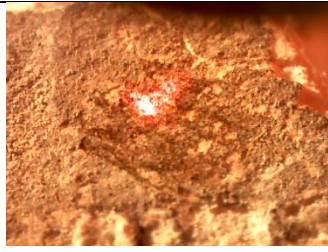
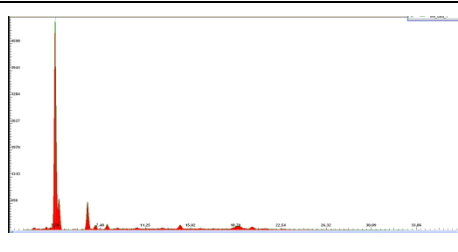
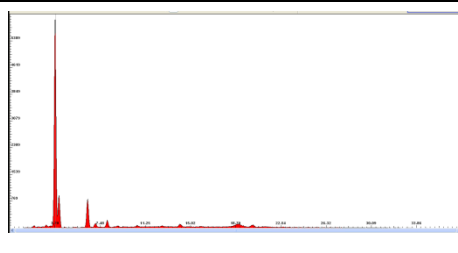
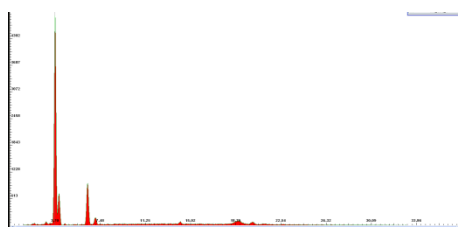
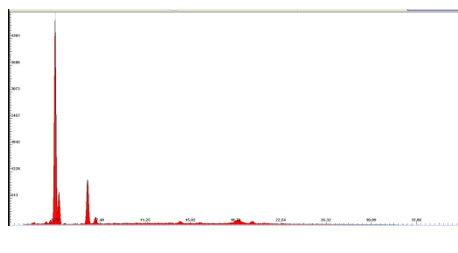
12	Ljubičasta 1, lagano očišćeni dio	Ca, Fe, Cu, (S, K, Sr, Ba, Pb)	Crveni oker, moguće azurit (relativno slab signal bakra)		
13	Ljubičasta 2	Ca, Fe, Cu, (S, K, Sr, Ba, Pb)	Crveni oker, moguće azurit (relativno slab signal bakra), isto kao točka 12		
14	Crvena4, blijedi crvenkasto-zeleni komad	Ca, Fe, (S, K, Ti, Sr)	Crveni oker		
15	Zelena, blijedi crvenkasto-zeleni komad	Ca, Fe, (Al, Si, S, K, Ti, Sr)	Zelena zemlja		

Tabela 1: Rezultati mjerenja provedenih analizom rendgenske fluorescencije. U stupcu „detektirani elementi“ masno su otisnuti elementi s najjačim intenzitetom (proporcionalno njihovoj koncentraciji), obično su navedeni ostali elementi, a u zagradama su navedeni elementi koji su detektirani samo u tragovima. Površina analiziranog područja je ca. 1,5 mm u dijametru, a instrumentalni parametri XRF uređaja namješteni su bili na 40 kV i 0,1 mA, dok je vrijeme snimanja po spektru iznosilo 100 s.

Životopis

Ivana Čupić rođena je 2. ožujka 1995. u Zagrebu. Osnovnu školu završava u Zagrebu 2010. godine, te iste godine upisuje Školu primijenjene umjetnosti i dizajna u Zagrebu. Srednju školu završava 2014. godine na Slikarskom odjelu. Integrirani studij konzerviranje i restauriranje umjetnina, smjer slikarstvo na Akademiji likovnih umjetnosti upisuje 2015. godine.

Za vrijeme studija konzervatorsko-restauratorsku praksu izvršava u Dvorcu Lukavec, na zidnim slikama u Halikovom ljetnikovcu, u sklopu studentskih radionica „Otkrivanje starih dubrovačkih katedrala“ u Dubrovniku te u bivšoj Palači šećerane u Rijeci. Obavlja konzervatorsko-restauratorske radove na slici *Portret majke sa kćeri i sinom* (privatno vlasništvo), na drvenoj polikromiranoj skulpturi Bogorodica iz grupe Raspeće iz kapele sv. Jakova na Očuri, te na drvenim polikromiranim i pozlaćenim kartušama iz iste kapele.

Dobiva certifikat za sudjelovanje na radionici: *The museum pest workshop by modified atmospheres* u Zagrebu, 2018. godine. Sudjeluje u konzervatorsko-restauratorskim radovima na zidnim slikama u crkvi sv. Andrije na Crvenom otoku 2019. godine, pod vodstvom Hrvatskog restauratorskog zavoda.

Izjava o autorstvu

Na temelju člana 74. statuta Sveučilišta u Zagrebu izjavljujem da sam autorica diplomskog rada pod naslovom Istraživanje zidnih slika iz podzemlja dubrovačke katedrale.

U Zagrebu, 22. rujna, 2021.

Ime i prezime: Ivana Čupić

Potpis:

Zahvale

Iskrene zahvale svim pojedincima i institucijama koji su pridonijeli ovome radu, bez čije nesebične pomoći ne bi bio moguć.

Zahvaljujem:

Župi Gospe Velike u Dubrovniku te povjesničaru umjetnosti Ivanu Viđenu na gostoprimstvu i organizaciji radionica.

Dr. sc. Maji Zeman, s Odsjeka za povijest umjetnosti Filozofskog fakulteta u Zagrebu na organizaciji i voditeljstvu radionica.

Dipl. arheologinji Marti Perkić iz Konzervatorskog odjela u Dubrovniku na informacijama iz arheoloških dnevnika radova.

Dr. sc. Denisu Vokiću na fotografskoj obradi skice (1:1) te izradi UV i IR fotografija crteža prikaza scene Krštenja.

Zavodu za gradbeništvo Slovenije; Katarini Šter, univ. dipl. inž. geol., Dr. Vilmi Ducman, B. Sc. (Chem. Tech.) i Assist. Prof. Dr. Alešu Žnidariću (Civ. Eng.) na izradi mineraloško-petrografskih analiza.

Dr. sc. Darku Tibljašu s Geološkog odsjeka PMF-a na izradi mineraloško-petrografskih analiza.

Dr. sc. Vladanu Desnici na izradi XRF analiza.

Igoru Atlji i Arhivu Hrvatskog restauratorskog zavoda na omogućavanju uvida u restauratorske dnevnike radova iz 80.-ih godina.

Sveučilištu u Zagrebu na financiranju projekta, čime su omogućena sredstva za analize.

Institutu Ruđer Bošković, Zavodu za eksperimentalnu fiziku, Laboratoriju za mjerenje niskih radioaktivnosti i dr. sc. Ines Kranjcar Bronić kao voditeljici laboratorija na izvedenim analizama datacije radioaktivnim ugljikom, tehnikom AMS ¹⁴C.

Posebno hvala dr. sc. Andreji Sironić s Instituta Ruđer Bošković na izvedenim analizama, stručnoj pomoći oko rada te pojašnjavanju analize datiranja radioaktivnim ugljikom, AMS ¹⁴C.

Također, posebno hvala i mentorici, red. prof. mr. art. Suzani Damiani na mentorstvu, podršci i strpljenju.

Naposljetku, zahvaljujem svim profesorima Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina na pruženome znanju kroz studij kao i kolegicama koje su ga učinile lakšim i ugodnijim.

